



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107280661 A

(43)申请公布日 2017. 10. 24

(21)申请号 201710516169.6

(22)申请日 2017.06.29

(71)申请人 中山大学

地址 510275 广东省广州市海珠区新港西路135号

申请人 广东工业大学

(72)发明人 杨正飞 杨其宇 刘隽华 张霞
唐万春

(74)专利代理机构 广州市南锋专利事务有限公司 44228

代理人 刘嫒

(51)Int. Cl.

A61B 5/0402(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

A61N 1/39(2006.01)

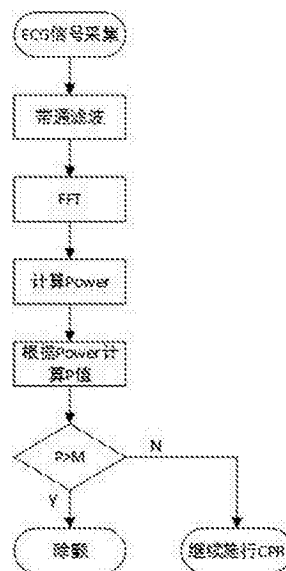
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

预判除颤时机的方法

(57)摘要

本发明公开了一种预判除颤时机的方法。预判除颤时机的方法,包括以下步骤:S1.对采集获取的ECG信号作带通滤波;S2.对步骤S1中处理后的滤波信号作快速傅里叶变换,得到滤波信号对应的心电频谱 $X(\omega)$,并列出相应的频率-幅值对 (ω_i, A_i) , A_i 为心电频谱中不同频率点 ω_i 所对应的幅值;S3.根据步骤S2处理后的滤波信号的幅值 A_i ,作以下计算 $\text{Power} = \sum A_i^2$;S4.根据步骤S3得到的Power值,计算预判除颤成功率P,设定阈值M与P值比较判断是否除颤。本发明通过对心电信号进行能量分析,能更精准判断心肺复苏过程中对患者除颤的最佳时机,为施救者提供一套是否除颤且何时进行除颤的判断标准。



1. 一种预判除颤时机的方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1. 对采集获取的ECG信号作带通滤波;

S2. 对步骤S1中处理后的滤波信号作快速傅里叶变换,得到滤波信号对应的心电频谱 $X(\omega)$,并列出相应的频率-幅值对 (ω_i, A_i) , A_i 为心电频谱中不同频率点 ω_i 所对应的幅值;

S3. 根据步骤S2处理后的滤波信号的幅值 A_i ,作以下计算 $\text{Power} = \sum A_i^2$;

S4. 根据步骤S3得到的Power值,计算预判除颤成功率P,设定阈值M与P值比较判断是否除颤。

2. 根据权利要求1所述的预判除颤时机的方法,其特征在于:所述步骤S1中的带通滤波频段选定为12~30Hz。

3. 根据权利要求2所述的预判除颤时机的方法,其特征在于:所述步骤S1中,对采集获取的ECG信号放大500-1000倍。

4. 根据权利要求1所述的预判除颤时机的方法,其特征在于:所述步骤S2中, A_i 的计算公式为: $A_i = \frac{2}{N} X(\omega_i)$ 其中N为频率点 ω_i 个数。

5. 根据权利要求2所述的预判除颤时机的方法,其特征在于:所述步骤S4中,预判除颤成功率P的计算公式为:

$$P = \frac{1}{1 + e^{-(a \cdot \text{Power} + b)}} , \text{Power 为步骤S3求得的滤波幅值平方和的值, a 为 0.018, b 为 -}$$

1.30。

6. 根据权利要求1至5中任一项所述的预判除颤时机的方法,其特征在于:所述步骤S4中,根据步骤S3计算得的Power值,阈值M取0.8,依据计算得的预判除颤成功率P值,若 $P > M$,则对患者进行除颤;若 $P < M$,则继续进行心肺复苏,若P值在区间[0.2, 0.8]内,则每隔 X_s 对患者做一次除颤。

预判除颤时机的方法

技术领域

[0001] 本发明属于心电信号处理的技术领域,具体涉及一种其于对心电信号进行时间-频率的能量分析来预判除颤时机的方法。

背景技术

[0002] 心脏骤停是造成现代人类非正常死亡的一个重要因素,而60%以上的心脏骤停是由于心室颤动引起的(name+year,)。根据大量临床数据及相关资料我们可得知患者发生室颤后抢救时间窗为10min,最佳抢救时间为最初的3—5min,而每延迟一分钟做CPR和除颤患者的生存率将以7%—10%递减。到目前为止,及时除颤是唯一有效的治疗手段,除此之外对于终止室颤还没有特别有效的治疗方法。

[0003] 早期研究证实,高能量的电除颤会对心肌功能产生不利的影响,因此对于除颤时机的掌握就显得更为重要,如果盲目的对病人除颤不仅不会对病人的急救产生有效的帮助,反而会加重心肌功能的损伤,造成除颤失败。

[0004] 早期医护人员通过ECG(心电图)的幅值来预测除颤时机,幅值越大除颤成功率也就越高,但是存在个体差异大的问题(1996,Hans)。也有采用冠脉灌注压(CPP)的预测除颤时机的,然而CPR对于院外的心脏骤停患者以及院内没有预期的心脏骤停患者的治疗并不适用。到目前为止,对于除颤时机能够较为有效的预测,提高除颤的效率,和指导CPR的操作的只有Heitor于2000年提出的AMSA得到较为广泛的认同。AMSA被定义为除颤前5秒,频率范围4-48Hz的ECG信号的幅值谱曲线下的面积。

[0005] 在室颤阶段,心肌细胞内的高能磷酸盐(ATP)浓度影响着心肌细胞的新陈代谢,并且与心肌细胞的损伤程度成负相关,心肌细胞内ATP浓度越高,对于除颤成功的结果越有帮助(Robert,1991)。ECG信号能够反映心肌细胞内的ATP浓度水平(David,2009)。

[0006] AMSA能够从侧面反映心肌细胞的能量(David,2009),然而,AMSA并不能直接的代表和说明心肌细胞的能量的高低。

[0007] 基于上述原因,AMSA对于除颤时机的判断并不完善。

[0008] 上述论述内容目的在于向读者介绍可能与下面将被描述和/或主张的本发明的各个方面相关的技术的各个方面,相信该论述内容有助于为读者提供背景信息,以有利于更好地理解本发明的各个方面,因此,应了解是以这个角度来阅读这些论述,而不是承认现有技术。

发明内容

[0009] 本发明的目的在于避免现有技术中的不足而提供一种预判除颤时机的方法,其通过对心电信号进行能量分析,能更精准判断心肺复苏过程中对患者除颤的最佳时机,为施救者提供一套是否除颤且何时进行除颤的判断标准。

[0010] 本发明的目的通过以下技术方案实现:

[0011] 提供一种预判除颤时机的方法,其特征在于,包括以下步骤:

[0012] S1.对采集获取的ECG信号作带通滤波;

[0013] S2.对步骤S1中处理后的滤波信号作快速傅里叶变换,得到滤波信号对应的心电频谱 $X(\omega)$,并列出相应的频率-幅值对 (ω_i, A_i) , A_i 为心电频谱中不同频率点 ω_i 所对应的幅值;

[0014] S3.根据步骤S2处理后的滤波信号的幅值 A_i ,作以下计算 $\text{Power} = \sum A_i^2$;

[0015] S4.根据步骤S3得到的Power值,计算预判除颤成功率P,设定阈值M与P值比较判断是否除颤。

[0016] 作为进一步的改进,所述步骤S1中的带通滤波频段选定为12~30Hz。

[0017] 作为进一步的改进,所述步骤S1中,对采集获取的ECG信号放大500~1000倍。

[0018] 作为进一步的改进,所述步骤S2中, A_i 的计算公式为: $A_i = \frac{2}{N} X(\omega_i)$,其中N为频率点 ω_i 个数。

[0019] 作为进一步的改进,所述步骤S4中,预判除颤成功率P的计算公式为:

[0020]
$$P = \frac{1}{1 + e^{-(a \cdot \text{Power} + b)}}$$
,Power为步骤S3求得的滤波幅值平方和的值,a为0.018,b为-1.30。

[0021] 作为进一步的改进,所述步骤S4中,根据步骤S3计算得的Power值,阈值M取0.8,依据计算得的预判除颤成功率P值,若 $P > M$,则对患者进行除颤;若 $P < M$,则继续进行心肺复苏,若P值在区间[0.2,0.8]内,则每隔 X_s 对患者做一次除颤。

[0022] 本发明提供的预判除颤时机的方法,包括以下步骤:S1.对采集获取的ECG信号作带通滤波;S2.对步骤S1中处理后的滤波信号作快速傅里叶变换,得到滤波信号对应的心电频谱 $X(\omega)$,并列出相应的频率-幅值对 (ω_i, A_i) , A_i 为心电频谱中不同频率点 ω_i 所对应的幅值;S3.根据步骤S2处理后的滤波信号的幅值 A_i ,作以下计算 $\text{Power} = \sum A_i^2$;S4.根据步骤S3得到的Power值,计算预判除颤成功率P,设定阈值M与P值比较判断是否除颤。本发明通过对心电信号进行能量分析,能更精准判断心肺复苏过程中对患者除颤的最佳时机,为施救者提供一套是否除颤且何时进行除颤的判断标准。

附图说明

[0023] 利用附图对本发明作进一步说明,但附图中的实施例不构成对本发明的任何限制,对于本领域的普通技术人员,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据以下附图获得其它的附图。

[0024] 图1为本发明方法实施的流程示意图。

[0025] 图2为心电监护仪工作系统流程示意图。

[0026] 图3为心电监护仪LED指示灯示意图。

[0027] 图4为本发明方法与AMSA方法初次除颤成功与失败T检验值的对比图。

[0028] 图5为Power方法与AMSA法的ROC曲线。

[0029] 图6为Power与AMSA方法ROC曲线指标数据比较图。

具体实施方式

[0030] 为了使本领域的技术人员更好地理解本发明的技术方案,下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步详细的描述,需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0031] 实施例一:

[0032] 患者心脏骤停后应对其及时进行心肺复苏和除颤,若已判断患者出现室颤能及时对其进行电击除颤正确判能大大提高患者的救活率,而在心肺复苏过程中能判断出最佳除颤时机是患者成活的关键。本实施例以已判断患者出现室颤时除颤仪应用于人体为例进行说明。

[0033] 图1为本发明中提出的除颤时机预判方法的流程图,包括以下步骤:

[0034] S1.对采集获取的ECG信号作带通滤波;

[0035] S2.对步骤S1中处理后的滤波信号作快速傅里叶变换,得到滤波信号对应的心电频谱 $X(\omega)$,并列出相应的频率-幅值对 (ω_i, A_i) , A_i 为心电频谱中不同频率点 ω_i 所对应的幅值;

[0036] S3.根据步骤S2处理后的滤波信号的幅值 A_i ,作以下计算 $\text{Power} = \sum A_i^2$;

[0037] S4.根据步骤S3得到的Power值,计算预判除颤成功率P,设定阈值M与P值比较判断是否除颤。

[0038] 本实施例推荐使用12导联信号进行采集计算,步骤S1中使用的是4—48Hz的带通滤波器,4—48Hz的带通滤波器对工频干扰及基线漂移进行滤除。根据临床数据,所述步骤S1中的带通滤波段选定为12~30Hz。

[0039] 步骤S2中对步骤S1的滤波结果进行快速傅里叶变换,得到滤波信号的频谱 $X(\omega)$, A_i 为心电频谱中不同频率 ω_i 所对应的幅值,计算方式如下: $A_i = \frac{2}{N} X(\omega_i)$,其中N为频率点 ω_i 个数。

[0040] 步骤S3中,基于帕斯瓦尔定理和临床数据的验证,本发明提出以下计算公式 $\text{Power} = \sum A_i^2$ 。

[0041] 步骤S4中预判除颤成功率计算公式为,

$$[0042] \quad P = \frac{1}{1 + e^{-(a \cdot \text{Power} + b)}} ,$$

[0043] 其中a为0.018,Power为上述步骤S3求得的滤波幅值平方和的值,b为-1.30。

[0044] 步骤S4根据步骤S3计算得的Power值,阈值M取0.8,依据计算得的预判除颤成功率P值,若 $P > M$,则对患者进行除颤;若 $P < M$,则继续进行心肺复苏,若P值在区间[0.2,0.8]内,则每隔Xs(X秒)对患者做一次除颤,X为3至10中的整数。

[0045] 结合图2所示,心电监护仪工作系统包括:心电采集模块,算法模块(图中未绘出),电除颤模块,交互模块。心电采集模块由放大电路、4—48Hz带通滤波器、数/模转换电路组成,放大电路把采集的患者心电信号放大500—1000倍,4—48Hz的带通滤波器对工频干扰及基线漂移进行滤除。电除颤模块由充电电路和放电电路组成,算法模块由(心电波形分析算法及除颤时机判断算法)组成,除颤指令由算法模块发出,经过通信链路传输到电除颤模块,当心电分析确定需要进行除颤时,充电电路会自动充电为除颤做好准备。充电电路工作过程中,继续分析患者心电信号。。交互模块由显示模块和声音模块组成。本实施例基于的

除颤仪中的显示模块设定为图3所示的一组LED指示灯,所述的一组LED指示灯根据心电分析的不同结果有不同的显示,相应地语音提示器会作出相关语音提示。声音模块为一语音提示器。

[0046] 心电监护仪工作时,患者的心电信号经过放大电路,并经过4—48Hz的带通滤波器的处理,得到去除了高频干扰的信号。此信号再经过算法模块分析,判断是否需要除颤以及除颤成功率P。

[0047] 结合图3所示,当 $P>M$ 时心电分析确定需要对患者进行除颤,充电电路开始自动充电为除颤做准备,充电进程有语音提示,“分析”LED指示灯闪绿光,同时仍对心电信号继续分析,若分析仍建议进行除颤,语音提示器作出“按下电击键”的提示,当操作者按下“电击”键时,除颤器放电电路工作,进行电击除颤。

[0048] 当 $P<M$ 时心电分析确定无需电击,除颤仪就不充电,“分析”LED指示灯闪红光,操作者对患者继续做心肺复苏,除颤仪算法模块继续分析,

[0049] 当P值在区间 $[0.2, 0.8]$ 时,“分析”LED指示灯闪黄光,操作者按指示每隔 X_s 对患者做一次电击除颤, X_s 之间继续做心肺复苏,除颤仪继续对患者的心电信号分析,每一次电击除颤结束后语音提示器都会作出相关语音提示。

[0050] 实施例二:

[0051] 本发明还适用于动物患者,本实施例以对某种动物的临床实验为例进行说明,操作者应明白本发明提出的方法并不局限于本实施例的动物。

[0052] 当已判断出患者出现心室颤可实施本方法。结合图1本方法的实施流程图,包括以下步骤:

[0053] S1.选取x实验动物分别获取心电信号,对采集模块中获取的心电信号作带通滤波,所述步骤S1中的带通滤波段选定为12~30Hz,同时进行对每一个样本进行首次除颤;

[0054] S2.对步骤S1中采集的除颤前心电信号作快速傅里叶变换,得到每段滤波信号对应的频谱,并列出相应的频率-幅值对 (ω_i, A_i) ;

[0055] S3.根据步骤S3处理后的滤波信号的幅度谱,分别计算每个样本的Power值和AMSA值;其中 $Power = \sum A_i^2$, $AMSA = \sum A_i \cdot F_i$ 。

[0056] S4.采用T检验分析步骤S1中除颤成功和除颤失败的Power值和AMSA值,同时对Power方法和AMSA法进行线性回归,分析相关程度。

[0057] S5.绘制Power法和AMSA方法的ROC曲线,计算它们的AUC。

[0058] 步骤S1中本实施例使用II导联信号进行采集计算,分别截取初次除颤前长度为1秒的波形并标记该次除颤是否成功,使用4—48Hz的带通滤波器进行滤波去除胸外按压所带来的低频干扰及工频辐射、肌电等所引起的高频干扰。

[0059] 根据临床数据,

[0060] 步骤S2中对步骤S1的滤波结果进行快速傅里叶变换,得到滤波信号的频谱 $X(\omega)$, A_i 为心电频谱中不同频率 ω_i 所对应的幅值,计算方式如下: $A_i = \frac{2}{N} X(\omega_i)$,其中N为频率点 ω_i 个数。

[0061] 步骤S3中,基于帕斯瓦尔定理和临床数据的验证,本发明提出以下计算公式 $Power = \sum A_i^2$ 。本实施例给出AMSA的计算公式: $AMSA = \sum A_i \cdot F_i$, F_i 为不同的心电频率。

[0062] 结合图4,步骤S4中Power法和AMSA方法的统计数据以“均值±标准差”表示。结合图5,步骤S5绘制了Power法和AMSA方法的ROC曲线,分别计算两者的AUC,相关数据比较如图6所示。

[0063] 上面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明,但是,本发明还可以采用其他不同于在此描述的方式来实施,因此,不能理解为对本发明保护范围的限制。

[0064] 总之,本发明虽然列举了上述优选实施方式,但是应该说明,虽然本领域的技术人员可以进行各种变化和改型,除非这样的变化和改型偏离了本发明的范围,否则都应该包括在本发明的保护范围内。

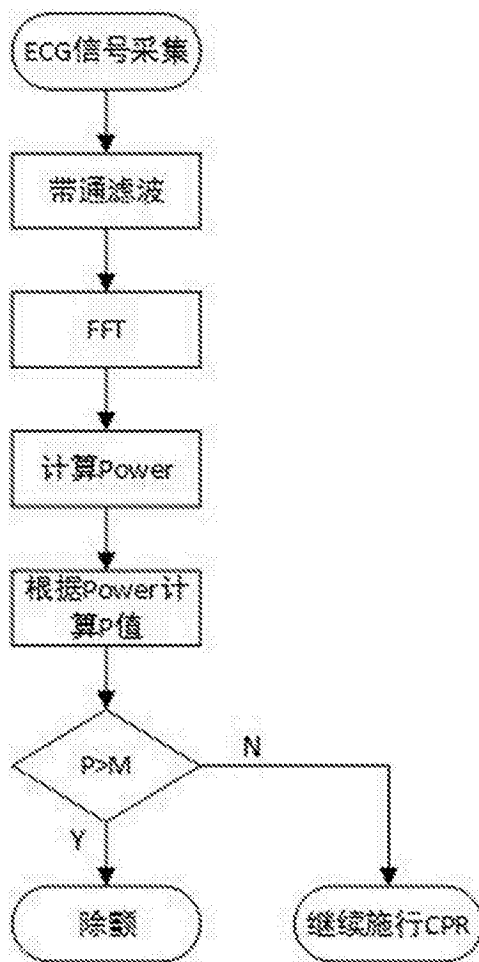


图1

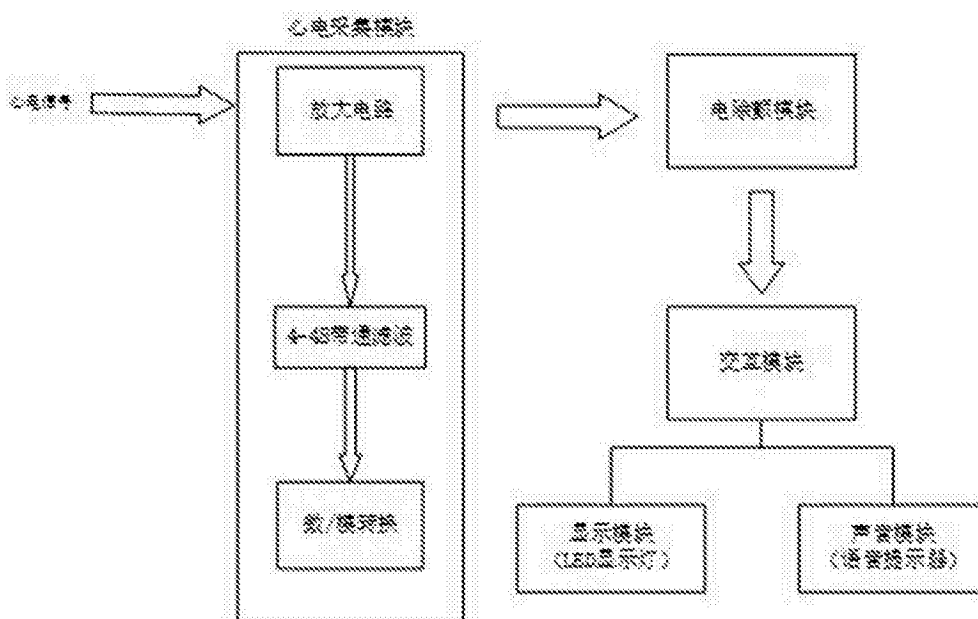


图2

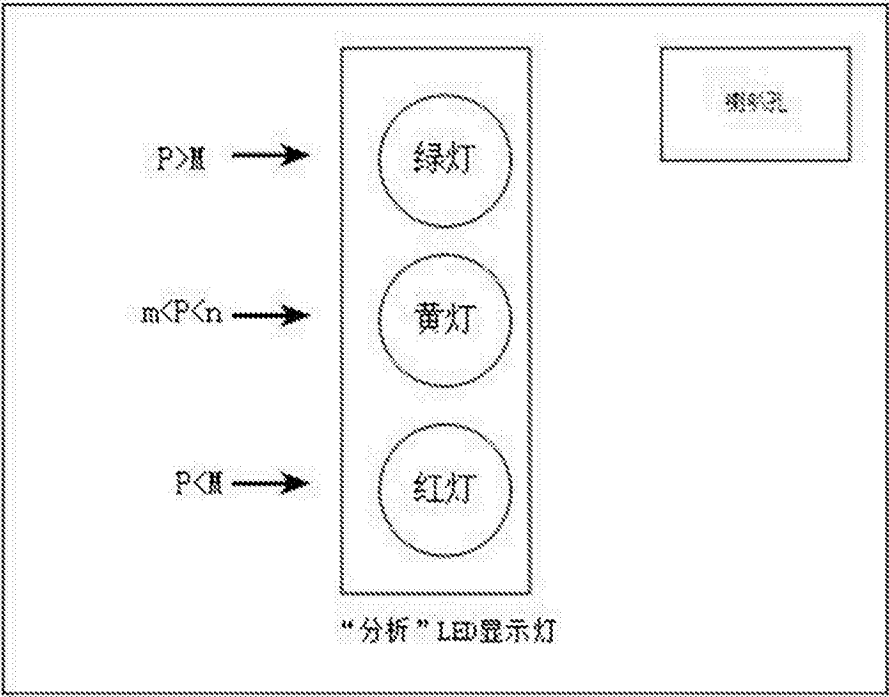


图3

方法	除颤成功	除颤失败	p
AMSA,mV·Hz	16.24±5.29	13.03±5.41	0.04
Power,mV ² /s	80.97±36.19	55.82±38.31	0.02

图4

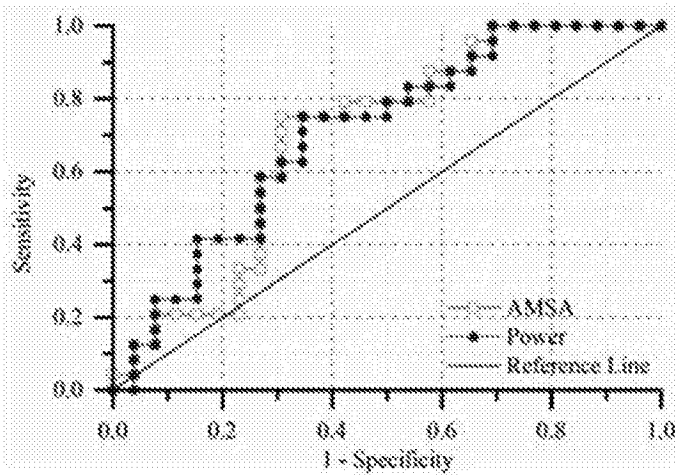


图5

ROC 指标	Power	AMSA
AUC	0.71	0.69
p	<0.02	<0.02
面积之间差异的显著性水平 p	>0.80	

图6

专利名称(译)	预判除颤时机的方法		
公开(公告)号	CN107280661A	公开(公告)日	2017-10-24
申请号	CN2017110516169.6	申请日	2017-06-29
[标]申请(专利权)人(译)	中山大学 广东工业大学		
申请(专利权)人(译)	中山大学 广东工业大学		
当前申请(专利权)人(译)	中山大学 广东工业大学		
[标]发明人	杨正飞 杨其宇 刘隽华 张霞 唐万春		
发明人	杨正飞 杨其宇 刘隽华 张霞 唐万春		
IPC分类号	A61B5/0402 A61B5/00 A61N1/39		
CPC分类号	A61B5/0402 A61B5/04012 A61B5/7203 A61B5/7235 A61B5/725 A61B5/7257 A61B2503/40 A61N1/39		
代理人(译)	刘嫔		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种预判除颤时机的方法。预判除颤时机的方法，包括以下步骤：S1.对采集获取的ECG信号作带通滤波；S2.对步骤S1中处理后的滤波信号作快速傅里叶变换，得到滤波信号对应的心电频谱 $X(\omega)$ ，并列出的频率-幅值对 (ω_i, A_i) ， A_i 为心电频谱中不同频率点 ω_i 所对应的幅值；S3.根据步骤S2处理后的滤波信号的幅值 A_i ，作以下计算 $Power = \sum A_i^2$ ；S4.根据步骤S3得到的Power值，计算预判除颤成功率P，设定阈值M与P值比较判断是否除颤。本发明通过对心电信号进行能量分析，能更精准判断心肺复苏过程中对患者除颤的最佳时机，为施救者提供一套是否除颤且何时进行除颤的判断标准。

