(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106510737 B
(45)授权公告日 2019.07.26

(21)申请号 201611122898.5

(22)申请日 2016.12.08

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106510737 A

(43)申请公布日 2017.03.22

(66)本国优先权数据
201510945579.3 2015.12.16 CN

(73)专利权人 西南大学
地址 400716 重庆市北碚区天生路2号

(72)发明人 温万惠 刘光远

(74)专利代理机构 重庆弘旭专利代理有限责任公司 50209
代理人 周韶红

(51)Int.Cl.
A61B 5/16(2006.01)
A61B 5/0245(2006.01)
A61B 5/0402(2006.01)
A61B 5/0456(2006.01)
A61B 5/00(2006.01)

(56)对比文件
CN 104755020 A,2015.07.01,
CN 104173064 A,2014.12.03,
CN 103815896 A,2014.05.28,
WO 2015060267 A1,2015.04.30,
JP 2014061079 A,2014.04.10,
WO 2015121503 A1,2015.08.20,
US 2010292594 A1,2010.11.18,

审查员 王兆雨

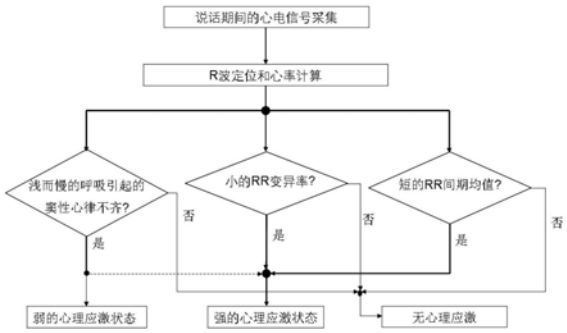
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

一种用心率测度实时检测说话期间心理应激状态的方法

(57)摘要

一种用心率测度实时检测说话期间心理应激状态的方法,包括心电信号的采集,R波定位,心率的计算,呼吸性窦性心律不齐指标的计算,心率变异指标的计算和心率均值的计算。在非剧烈运动状态下,出现短的RR间期均值和小的心率变异率,且(或)由浅而慢的呼吸引起RR间期多次在相邻周期内连续变长或连续变短,提示了说话人处于心理应激状态。特别地,仅在说话期间多次出现RR相邻间期的连续变长或连续变短,通常提示了说话人处于弱的心理应激状态;同时出现上述前两个特征或出现全部三个特征,则提示了说话人处于强的心理应激状态;无上述三个特征出现,则提示了说话人无心理应激出现。通过检测小的RR间期均值,小的心率变异率,和浅而慢的呼吸引起的窦性心律不齐指标,采用经验阈值法或经典分类器,得到一种实时检测说话期间心理应激状态的方法。



CN 106510737 B

1.一种用心率测度实时检测说话期间心理应激状态的方法,其特征在于,心理应激检测方法包括以下步骤:

(S1)、采集说话期间的心电信号;

(S2)、检测R波并计算得到RR间期时间序列;

(S3)、计算呼吸性窦性心律不齐指标,并判断是否由浅而慢的呼吸引起RR间期多次在相邻周期内连续变长或连续变短;

(S4)、计算RR间期变异率指标,并判断是否出现弱心率变异特征;

(S5)、计算RR间期均值;

(S6)、检测是否出现心理应激状态,该步骤包括:

判断RR间期均值和弱心率变异特征指标是否达到强心理应激的条件;

若未达到强心理应激的条件,判断呼吸性窦性心律不齐指标是否达到弱心理应激的条件;

若既未达到强心理应激条件,也未达到弱心理应激的条件,则判断为无心理应激。

2.如权利要求1所述的用心率测度实时检测说话期间心理应激状态的方法,其特征在于,实时检测过程的初始数据缓冲时间一般不少于120秒。

一种用心率测度实时检测说话期间心理应激状态的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用心率测度实时检测说话期间心理应激状态的方法。

背景技术

[0002] 心理应激的长期存在可能导致多种身体损害，比如免疫力降低，诱发心血管疾病等。文献中通过统计和假设检验的方法，已经证实心理应激会导致心脏自主神经系统的如下反应：交感神经激活和副交感神经抑制。上述自主神经应激反应在RR间期上的体现为，使RR间期缩短，并且使RR间期序列的变异率变小。尽管已有上述确定结论，但目前检测心理应激所使用的心电信号特征还处于实验室研究阶段，通常需要基线特征作为参照来识别心理应激状态，缺少适合实时心理应激检测的无需基线信息的方法。

发明内容

[0003] 本发明要解决的问题是：提供一种无需基线的用心率测度实时检测说话期间心理应激状态的方法，准确地判断出说话期间是否有强的或弱的心理应激出现。

[0004] 为解决上述问题，本发明提供了一种用心率测度实时检测说话期间心理应激状态的方法，其特征在于，所述心理应激检测方法包括以下步骤：

[0005] (S1)、采集说话期间的心电信号；

[0006] (S2)、检测R波并计算得到RR间期时间序列；

[0007] (S3)、计算呼吸性窦性心律不齐指标，并判断是否由浅而慢的呼吸引起RR间期多次在相邻周期内连续变长或连续变短；

[0008] (S4)、计算RR间期变异率指标，并判断是否出现弱心率变异特征；

[0009] (S5)、计算RR间期均值；

[0010] (S6)、检测是否出现心理应激状态，该步骤包括：

[0011] 判断RR间期均值和RR变异率指标是否达到强心理应激的条件；

[0012] 若未达到强心理应激的条件，判断呼吸性窦性心律不齐指标是否达到弱心理应激的条件；

[0013] 若既未达到强心理应激条件，也未达到弱心理应激的条件，则判断为无心理应激。

[0014] 本发明的有益效果在于：首先，本发明所使用的三个心率测度都经过实验室数据的验证，可以有效地指示说话期间的心理应激状态。其次，本发明所采用的新型RR间期变异率指标还未被其他研究和技术用于检测心理应激状态，但发明人通过实验室数据已证明，该指标可以在无需基线的条件下指示说话期间强心理应激的出现。最后，本发明所采用的新型呼吸性窦性心律不齐指标也还未被其他研究和技术用于检测心理应激状态，而该指标可以在无需基线的条件下准确地检测出实验室数据中的弱心理应激状态。

附图说明

[0015] 图1为本发明的流程图；

[0016] 图2为实施例中R波定位和RR间期序列的计算；

[0017] 图3为实施例中弱心率变异特征的RR间期序列示意图；

[0018] 图4为实施例中弱心率变异特征的RR间期对应的相邻RR间期差序列示意图；

[0019] 图5为实施例中浅而慢的呼吸引起的窦性心律不齐特征的RR间期序列示意图；

[0020] 图6为实施例中浅而慢的呼吸引起的窦性心律不齐特征的对应的相邻RR间期差序列示意图。

具体实施方式

[0021] 下面结合附图和具体实施例对本发明做进一步的说明：

[0022] 如图1所示，本发明的用心率测度实时检测说话期间心理应激状态的方法，包括心电信号的采集，R波定位，心率的计算，心率均值的计算，心率变异指标的计算和呼吸性窦性心律不齐指标的计算。

[0023] 其中心率是从心电信号的R波定位和RR间隔中计算得到，心电信号是直接通过生理信号采集设备得到。R波定位是用阈值法检测R波顶点。当出现数据采集丢失R波的情况，用阈值法检测R波丢失引起的异常长的RR间期，异常短的RR间期，以及异常大的相邻RR间期差。若R波丢失严重，则停止心理应激的检测并报告数据采集失常；若R波仅有少数丢失，则根据R波顶点位置和采样频率计算RR间期时间序列，如图2所示。

[0024] 心率的均值采用数据缓冲时间内所有RR间隔长度相加再除以总的RR间隔个数的方式进行计算，计算之前先去除异常RR间期。在已进行的实验数据分析中，数据缓冲时间设为120秒。正常心率范围普遍认为是60-100次/分钟。当心率大于100次/分钟即为心动过速。心理应激的特点之一就是引起心动过速。因此，可以100次/分钟，即0.6秒/RR间隔，作为强的心理应激的经验阈值T_m。当RR间隔长度均值小于该经验阈值时，再结合心率变异率指标共同判断是否强的心理应激。

[0025] 心率变异指标的计算，首先设置弱心率变异的经验阈值T_w。在数据采样率为400点/秒时，弱心率变异的经验阈值是T_w＝0.0075秒。当相邻RR间期差小于该经验阈值时，判断为弱的心率变异。而判断是否强的心理应激还需如下计算：

[0026] (1)在数据缓冲时间内，无重叠地截取约等于一次慢呼吸周期时间内的相邻RR间期差数据。正常成年人的呼吸率约为12次/分到22次/分，即一次慢呼吸的周期长度约为5秒，可以此作为考察弱心率变异出现次数的数据长度经验阈值T_b。

[0027] (2)对截取长度为T_b的相邻RR间期差数据，若RR间期差小于T_w情况出现的次数大于T_s次，则认为心率变异特征出现一次。其中，T_s是判断弱心率变异特征是否出现的经验阈值，对已有实验室数据，该经验阈值取为7。

[0028] (3)对整个数据缓冲时间内的每一次数据截取，统计弱心率变异特征出现的总次数。当该特征出现的总次数大于经验阈值T_n时，结合用RR间期均值体现出的心动过速，即可判断强的心理应激出现。

[0029] 呼吸性窦性心律不齐指标的计算步骤如下：

[0030] (1)类似于心率变异指标计算，在数据缓冲时间内截取无重叠的T_b长度的相邻RR间期差序列，用阈值判断相邻RR间期差序列是否对应浅呼吸。已有实验数据使用的经验阈值是T_r＜0.03秒对应于浅呼吸。

[0031] (2)对满足浅呼吸条件的相邻RR间期差序列，分别计算该序列中取值为正的分量的个数，取值为负的分量的个数，以及取值为零的分量的个数，并将取值为零的分量个数合并到正/负分量个数中较大的一个。

[0032] (3)用RR间期差序列正/负分量个数二者较大的一个是否大于阈值T_1来判断是否出现浅而慢的呼吸。对已有实验数据，T_1的经验值为6。

[0033] (4)对整个数据缓冲时间内的每一次数据截取，统计浅而慢的呼吸引起的窦性心律不齐特征出现的总次数。当该特征出现的总次数大于经验阈值T_o时，即可判断弱的心理应激出现。

[0034] 考虑到异常大和异常小的RR间期并不会导致弱心率变异特征的多检和浅而慢呼吸特征的多检，为了保留相邻RR间期序列的时间顺序性，在计算心率变异指标和窦性心律不齐指标时，对偶尔出现的异常RR间期不做去除处理。图3显示了一个处于强心理应激状态的说话人的120秒长度RR间期序列，对应的相邻RR间期差序列(图4短线条)以及弱心率变异特征(图4长线条区间)。可知其中弱心率变异特征出现了10次。图5显示了一个处于弱心理应激状态的说话人的120秒长度RR间期序列，对应的相邻RR间期差序列(图6短线条)以及呼吸性窦性心律不齐指标反应出的浅而慢的呼吸特征(图6长线条区间)，可知浅而慢的呼吸特征出现了7次。

[0035] 上述阈值T_m，T_n和T_o适用于经验阈值法判断是否出现心理应激状态。对已经计算得到的RR间期均值、RR间期变异率指标值和呼吸性窦性心律不齐指标值，也可先用已知数据训练任意一种经典分类器，比如支持向量机分类器，然后用训练过的分类器来检测新数据中是否出现心理应激状态。

[0036] 以上对本发明的描述是说明性的，而非限制性的，本专业技术人员理解，在权利要求限定的精神与范围之内可对其进行许多修改、变化或等效，但是它们都将落入本发明的保护范围内。

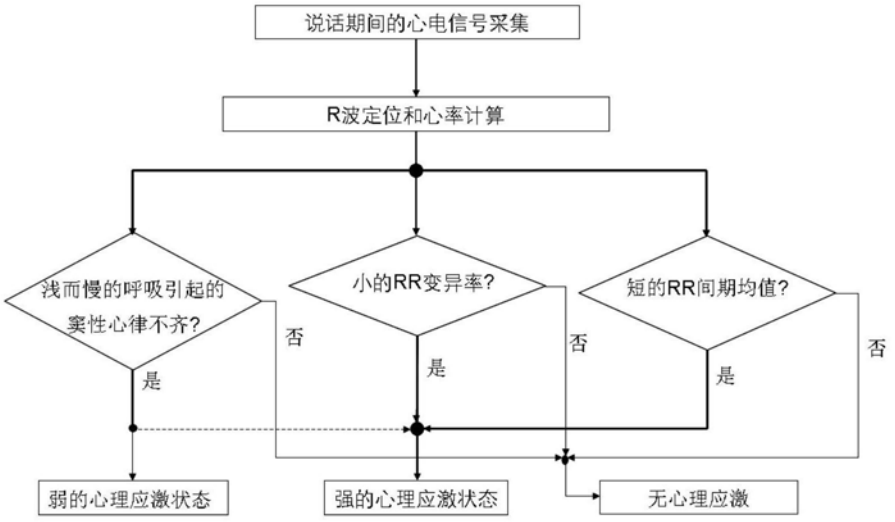

说话期间的心电信号采集
R波定位和心率计算
浅而慢的呼吸引起的窦性心律不齐?
小的RR变异率?
短的RR间期均值?
否
是
否
是
否
是
弱的心理应激状态
强的心理应激状态
无心理应激

图1

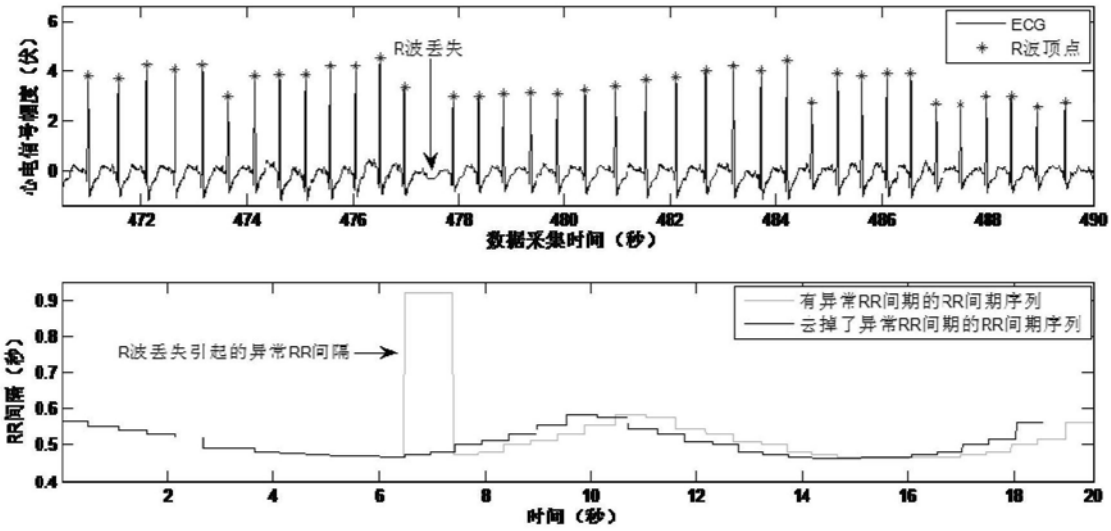

ECG
R波顶点
R波丢失
心电信号幅度（伏）
数据采集时间（秒）
有异常RR间期的RR间期序列
去掉了异常RR间期的RR间期序列
R波丢失引起的异常RR间隔
RR间隔（秒）
时间（秒）

图2

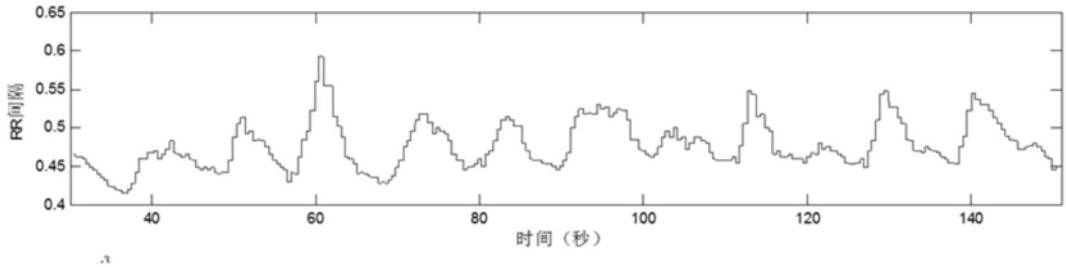

RR间隔
时间（秒）

图3

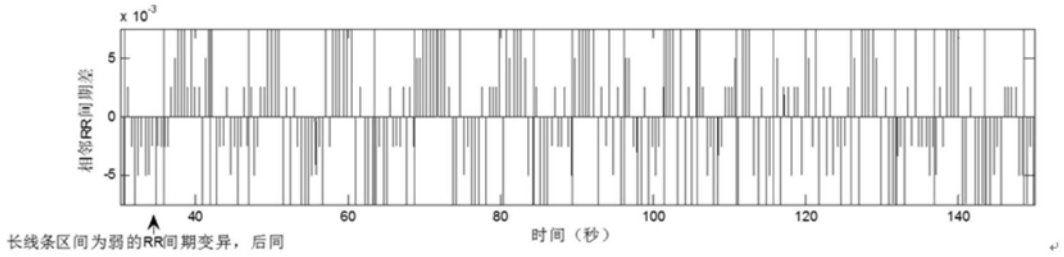

x 10^-3
相邻RR间期差
5
0
-5
40
60
80
100
120
140
时间（秒）
长线条区间为弱的RR间期变异，后同

图4

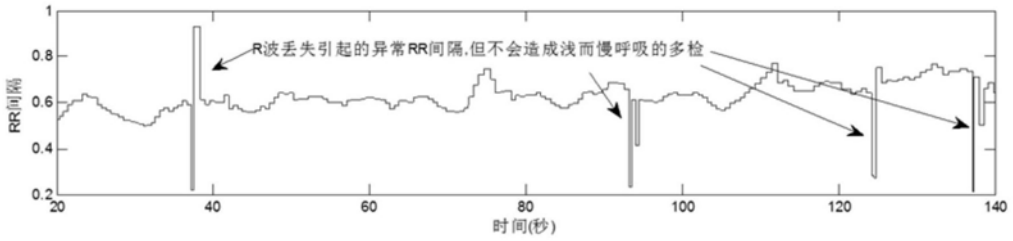

R波丢失引起的异常RR间隔,但不会造成浅而慢呼吸的多检
RR间隔
1
0.8
0.6
0.4
0.2
20
40
60
80
100
120
140
时间(秒)

图5

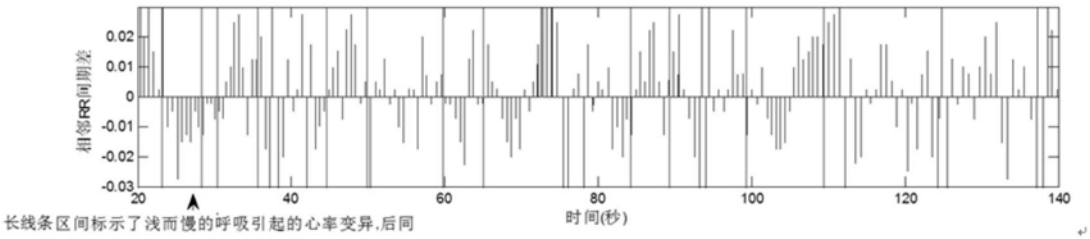
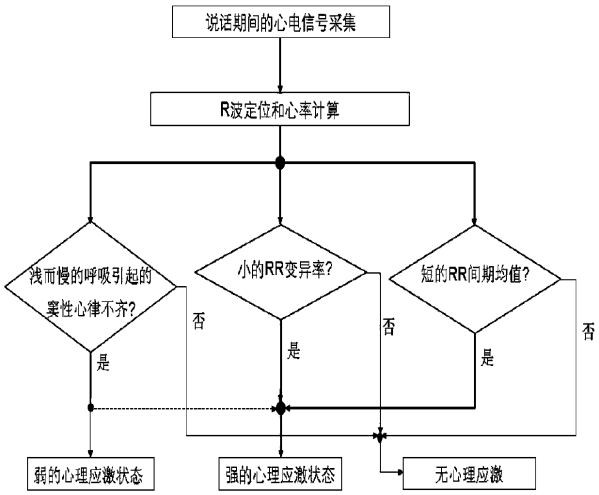

相邻RR间期差
0.02
0.01
0
-0.01
-0.02
-0.03
20
40
60
80
100
120
140
时间(秒)
长线条区间标示了浅而慢的呼吸引起的心率变异,后同

图6

专利名称(译)	一种用心率测度实时检测说话期间心理应激状态的方法		
公开(公告)号	CN106510737B	公开(公告)日	2019-07-26
申请号	CN201611122898.5	申请日	2016-12-08
[标]申请(专利权)人(译)	西南大学		
申请(专利权)人(译)	西南大学		
当前申请(专利权)人(译)	西南大学		
[标]发明人	温万惠 刘光远		
发明人	温万惠 刘光远		
IPC分类号	A61B5/16 A61B5/0245 A61B5/0402 A61B5/0456 A61B5/00		
CPC分类号	A61B5/02405 A61B5/0245 A61B5/04012 A61B5/0402 A61B5/0456 A61B5/165 A61B5/7235 A61B5/7271		
优先权	201510945579.3 2015-12-16 CN		
其他公开文献	CN106510737A		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种用心率测度实时检测说话期间心理应激状态的方法，包括心电信号的采集，R波定位，心率的计算，呼吸性窦性心律不齐指标的计算，心率变异指标的计算和心率均值的计算。在非剧烈运动状态下,出现短的RR间期均值和小的心率变异率，且（或）由浅而慢的呼吸引起RR间期多次在相邻周期内连续变长或连续变短,提示了说话人处于心理应激状态。特别地，仅在说话期间多次出现RR相邻间期的连续变长或连续变短，通常提示了说话人处于弱的心理应激状态；同时出现上述前两个特征或出现全部三个特征，则提示了说话人处于强的心理应激状态；无上述三个特征出现，则提示了说话人无心理应激出现。通过检测小的RR间期均值，小的心率变异率，和浅而慢的呼吸引起的窦性心律不齐指标，采用经验阈值法或经典分类器，得到一种实时检测说话期间心理应激状态的方法。