



(21) 申请号 202311545096.5

(22) 申请日 2023.11.20

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 117635552 A

(43) 申请公布日 2024.03.01

(73) 专利权人 四川大学华西医院  
地址 610000 四川省成都市武侯区国学巷  
37号

(72) 发明人 李易 尹万红 邹同娟 周然  
秦瑶

(74) 专利代理机构 成都天嘉知识产权代理有限公司 51211  
专利代理师 彭红艳

(51) Int. Cl.

G06T 7/00 (2017.01)

A61B 8/06 (2006.01)

A61B 8/00 (2006.01)

G06T 7/62 (2017.01)

G16H 50/20 (2018.01)

(56) 对比文件

AU 2015266063 A1, 2017.01.12

CN 103282009 A, 2013.09.04

CN 112839602 A, 2021.05.25

CN 113545978 A, 2021.10.26

CN 114652591 A, 2022.06.24

CN 115587971 A, 2023.01.10

US 2023048327 A1, 2023.02.16

韩建成等. 超声心动图诊断二尖瓣主动脉瓣瓣间纤维假性动脉瘤.《中国医学影像技术》.2014, 390-393.

王程程. 爱德华Perimount心包瓣膜5年血流动力学和临床研究.《中国优秀硕士学位论文全文数据库(医药卫生科技辑)》.2021, (第06期), E066-96.

Susanna Price等. Echocardiography and lung ultrasonography for the assessment and management of acute heart failure.《Nature Reviews Cardiology》.2017, 第14卷(第7期), 427-440. (续)

审查员 刘穗君

权利要求书3页 说明书9页 附图2页

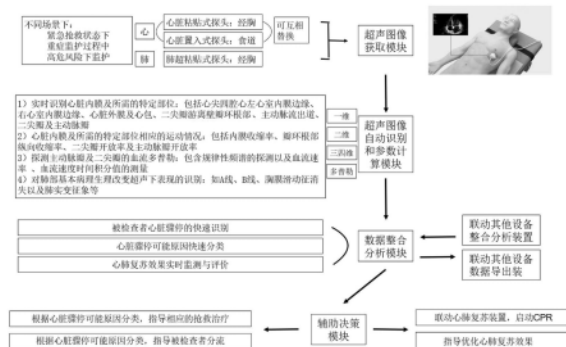
(54) 发明名称

一种心脏骤停快速识别及原因分析的辅助决策系统

(57) 摘要

本发明涉及医疗信息采集技术领域,特别是涉及一种心脏骤停快速识别及原因分析的辅助决策系统,包括超声图像获取模块、超声图像自动识别和参数计算模块以及数据整合分析模块;所述超声图像自动识别和参数计算模块,用于实时识别心脏内膜及所需的特定部位及其相应的运动情况,实现规律性频谱的探测血流速率、速度时间积分值的测量,识别肺部的基本病理特征结果;所述数据整合分析模块用于根据超声图像自动识别和参数计算模块的计算结果,识别被检查者心脏是否骤停以及分析心脏骤停可能原因。通过本辅助决策系统,不仅可以进行单点或持续动

态监测,在此基础上能进一步完成被检查者心脏骤停以及心脏骤停的原因分析,能辅助医护人员作出决策。



[接上页]

**(56) 对比文件**

Lu Yuan等.Cerebral blood flow changes during rat cardiopulmonary bypass and deep hypothermic circulatory arrest

model: A preliminary study.《2013 35th Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society (EMBC)》.2013,1807-1810.

1. 一种心脏骤停快速识别及原因分析的辅助决策系统,其特征在于:包括超声图像获取模块、超声图像自动识别和参数计算模块以及数据整合分析模块;

所述超声图像获取模块,用于通过心脏超声探头获取被检查者不同切面的心脏超声图像以及主动脉瓣及二尖瓣的血流多普勒图像;还用于通过肺超探头获取被检查者的肺部超声图像;

所述超声图像自动识别和参数计算模块,用于根据获取的心脏超声图像,实时识别心脏内膜及所需的特定部位及其相应的运动情况,所述心脏内膜及所需的特定部位包括心尖四腔心左心室内膜边缘、右心室内膜边缘、心脏外膜及心包、二尖瓣游离壁瓣环根部、主动脉流出道、二尖瓣及主动脉瓣,所述心脏内膜及所需的特征部位的相应运动情况包括内膜收缩率、瓣环根部纵向收缩率、二尖瓣开放率及主动脉瓣开放率;用于根据获取的主动脉瓣及二尖瓣的血流多普勒图像,实现规律性频谱的探测以及血流速率、速度时间积分值的测量;用于根据肺部超声图像,识别肺部的基本病理特征结果,包括A线、B线、胸膜滑动征消失以及肺实变征象;

所述数据整合分析模块用于根据心脏内膜及所需的特定部位的相应的运动情况、血流速率以及速度时间积分值,识别被检查者心脏是否骤停;用于根据心脏内膜及所需的特定部位的相应的运动情况、血流速率、速度时间积分值以及肺部的基本病理特征结果来分析心脏骤停可能原因,所述心脏骤停可能原因包括心梗、创伤、急性肺栓塞、张力性气胸、心包填塞以及低容量/失血;识别被检查者心脏是否骤停具体指:将左心室内膜收缩率、主动脉瓣开放率以及主动脉瓣前向血流频谱的速度时间积分值和血流速率作为主要评价参数,将其分别与对应的用于识别心脏是否骤停的阈值进行对比,若其中至少一个主要评价参数低于对应的阈值,则识别出被检查者心脏骤停;所述心脏骤停可能原因的分析方法为:若左心室内膜收缩率以及主动脉瓣前向血流频谱的速度时间积分值中,有一个或多个指标低于相应的阈值,且左心室内膜收缩运动模式为节段障碍,则数据整合分析模块判断提示心脏骤停可能原因为心梗;若左心室内膜收缩率以及主动脉瓣前向血流频谱的速度时间积分值都低于相应的阈值,且左心室内膜收缩运动模式为非节段障碍,则数据整合分析模块判断提示心脏骤停可能原因为创伤相关心脏停止;若左右心内膜面积小于相应的阈值,则数据整合分析模块判断提示心脏骤停可能原因为低容量/失血;若右心室面积:左心室面积的比例明显增大,主动脉瓣前向血流频谱的速度时间积分值低于相应的阈值,且肺部超声图像识别出A线或B线或胸膜滑动征存在,则数据整合分析模块判断提示心脏骤停可能原因为急性肺栓塞;若右心室面积:左心室面积的比例增大,主动脉瓣前向血流频谱的速度时间积分值低于相应阈值,且肺部超声图像识别出A线和胸膜滑动征消失,则数据整合分析模块判断提示心脏骤停可能原因为张力性气胸;若识别心脏外膜及心包间有明显心包积液,且主动脉瓣前向血流频谱的速度时间积分值低于相应阈值,则数据整合分析模块判断提示心脏骤停可能原因为心包填塞。

2. 根据权利要求1所述的一种心脏骤停快速识别及原因分析的辅助决策系统,其特征在于:所述心脏超声探头为经胸心脏超声探头或经食道心脏超声探头。

3. 根据权利要求1所述的一种心脏骤停快速识别及原因分析的辅助决策系统,其特征在于:识别心脏内膜及所需的特征部位的相应运动情况具体指:

根据心尖四腔心左心室内膜边缘和右心室内膜边缘,计算左右心内膜面积及左心室内

膜收缩率,在舒张末期计算右心室面积:左心室面积的比例;

根据二尖瓣游离壁瓣环根部计算二尖瓣瓣环根部纵向收缩率;

根据二尖瓣瓣膜开放情况计算二尖瓣开放率;

根据主动脉瓣瓣膜开放情况计算主动脉瓣开放率。

4.根据权利要求3所述的一种心脏骤停快速识别及原因分析的辅助决策系统,其特征在于:根据获取的主动脉瓣及二尖瓣的血流多普勒图像,实现规律性频谱的探测与血流速率、速度时间积分值的测量具体指:探测得到主动脉瓣前向血流频谱和二尖瓣前向血流频谱,并分别计算主动脉瓣前向血流频谱和二尖瓣前向血流频谱的血流速率和速度时间积分值。

5.根据权利要求1所述的一种心脏骤停快速识别及原因分析的辅助决策系统,其特征在于:当左心室内膜收缩率无法完整识别时,将二尖瓣瓣环根部纵向收缩率 作为辅助评价参数;当主动脉瓣开放无法探及,无法得到主动脉瓣开放率时,将二尖瓣开放率作为辅助评价参数;当主动脉瓣开放无法探及,无法得到主动脉瓣前向血流频谱的速度时间积分值以及血流速率时,以二尖瓣前向血流频谱的速度时间积分值以及血流速率作为辅助评价参数;将上述辅助评价参数与主要评价参数分别与对应的用于识别心脏是否骤停的阈值进行对比;若其中至少一个主要评价参数或多个辅助评价参数低于对应的阈值,则识别出被检查者心脏骤停。

6.根据权利要求3所述的一种心脏骤停快速识别及原因分析的辅助决策系统,其特征在于:所述数据整合分析模块还用于评价心肺复苏效果,包括超声评价心肺复苏效果和临床评价心肺复苏效果。

7.根据权利要求6所述的一种心脏骤停快速识别及原因分析的辅助决策系统,其特征在于:所述超声评价心肺复苏效果的方法为:将左心室内膜收缩率、主动脉瓣开放率以及主动脉瓣前向血流频谱的速度时间积分值和血流速率作为主要评价参数,将其分别与对应的用于评价心肺复苏效果的阈值进行对比,若其中至少一个主要评价参数低于对应的阈值,则判断为心肺复苏效果不佳。

8.根据权利要求7所述的一种心脏骤停快速识别及原因分析的辅助决策系统,其特征在于:当左心室内膜收缩率无法完整识别时,将二尖瓣瓣环根部纵向收缩率作为辅助评价参数;当主动脉瓣开放无法探及,无法得到主动脉瓣开放率时,将二尖瓣开放率作为辅助评价参数;当主动脉瓣开放无法探及,无法得到主动脉瓣前向血流频谱的速度时间积分值以及血流速率时,以二尖瓣前向血流频谱的速度时间积分值以及血流速率作为辅助评价参数;将上述辅助评价参数与主要评价参数分别与对应的用于评价心肺复苏效果的阈值进行对比;若其中至少一个主要评价参数或多个辅助评价参数低于对应的阈值,则判断为心肺复苏效果不佳。

9.根据权利要求6所述的一种心脏骤停快速识别及原因分析的辅助决策系统,其特征在于:所述临床评价心肺复苏效果的方法为:通过外接心电监护,连续动态抓取生命体征,包括心率、血压以及氧饱和度,再通过判断血压和/或氧饱和度是否达到正常范围来综合判断心肺复苏效果。

10.根据权利要求6所述的一种心脏骤停快速识别及原因分析的辅助决策系统,其特征在于:所述超声评价心肺复苏效果的方法和临床评价心肺复苏效果的方法能整合,用于综

合评判心肺复苏效果。

11. 根据权利要求1所述的一种心脏骤停快速识别及原因分析的辅助决策系统,其特征  
在于:所述数据整合分析模块还能外接及纳入其他监测设备及监测、检查指标,或手动输入  
其他相关生命体征、循环血流动力学及脏器功能指标,用于帮助综合判断、辅助决策。

12. 根据权利要求1所述的一种心脏骤停快速识别及原因分析的辅助决策系统,其特征  
在于:所述数据整合分析模块还用于数据导出。

13. 根据权利要求1所述的一种心脏骤停快速识别及原因分析的辅助决策系统,其特征  
在于:还包括辅助决策模块,用于联动心肺复苏装置,启动CPR;用于根据心脏骤停可能原因  
分类,指导被检查者分流以及指导相应的抢救治疗;用于指导优化心肺复苏效果。

14. 根据权利要求13所述的一种心脏骤停快速识别及原因分析的辅助决策系统,其特  
征在于:当肺部超声图像识别出肺实变征象,辅助决策模块给出让被检查者呈俯卧位的诊  
疗建议。

## 一种心脏骤停快速识别及原因分析的辅助决策系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及医疗信息采集技术领域,特别是涉及一种心脏骤停快速识别及原因分析的辅助决策系统。

### 背景技术

[0002] 心脏骤停(cardiac arrest, CA)是严重威胁人民群众生命健康的重大公共卫生问题,具有高发生率、高死亡率、高致残率的特点,直接影响家庭稳定,严重增加了社会负担和资源的消耗。影响院外心脏骤停(out-of-hospital cardiac arrest, OHCA)现场复苏成功率的原因主要有:

[0003] 1) 人工识别心脏骤停的准确性不高。颈动脉搏动和自主呼吸状态是目前判断心脏骤停的主要方式,但是欧洲复苏理事会的报告显示,急救人员在 10 秒钟内识别脉搏搏动消失的正确率仅为60%。医护人员判断颈动脉的经验、触摸颈动脉位置、深度以及紧张情绪,患者脉搏微弱、体型肥胖、颈项过短、水肿、心率过慢等因素,均有可能导致医护人员对颈动脉搏动判断不准确,而导致对患者实施 CPR 的启动时间延迟。

[0004] 2) 现场难以快速鉴别可逆性心跳骤停病因。引起心跳骤停的病因复杂,包括心源性和非心源性,其中急性心肌梗塞、大面积肺栓塞、张力性气胸、严重低血容量和心包填塞为可逆性病因,快速识别和处理可逆性病因是改善复苏效果的关键。例如张力性气胸、心包填塞这些病因如果能在现场快速识别,只需简单引流就能有效复苏;而急性心梗、肺栓塞等病因,快速识别也将有助于现场转运决策。现有技术条件下,因患者心跳呼吸停止,现场难以获得可供判断 OHCA 患者病因的有效信息。

[0005] 3) 按压效果难以实时监测,可能因为按压深度不够等原因导致按压效果不佳。

### 发明内容

[0006] 为解决上述技术问题,本发明提出了一种心脏骤停快速识别及原因分析的辅助决策系统,不仅可以进行单点或持续动态监测,在此基础上能进一步完成被检查者心脏骤停识别以及心脏骤停的原因分析,能辅助医护人员特别是经验不足的医护人员作出决策及辅助抢救。

[0007] 本发明是通过采用下述技术方案实现的:

[0008] 一种心脏骤停快速识别及原因分析的辅助决策系统,包括超声图像获取模块、超声图像自动识别和参数计算模块以及数据整合分析模块;

[0009] 所述超声图像获取模块,用于通过心脏超声探头获取被检查者不同切面的心脏超声图像以及主动脉瓣及二尖瓣的血流多普勒图像;还用于通过肺超探头获取被检查者的肺部超声图像;

[0010] 所述超声图像自动识别和参数计算模块,用于根据获取的心脏超声图像,实时识别心脏内膜及所需的特定部位及其相应的运动情况;用于根据获取的主动脉瓣及二尖瓣的血流多普勒图像,实现规律性频谱的探测以及血流速率、速度时间积分值的测量;用于根据

肺部超声图像,识别肺部的基本病理特征结果;

[0011] 所述数据整合分析模块用于根据心脏内膜及所需的特定部位的相应的运动情况、血流速率以及速度时间积分值,识别被检查者心脏是否骤停;用于根据心脏内膜及所需的特定部位的相应的运动情况、血流速率、速度时间积分值以及肺部的基本病理特征结果来分析心脏骤停可能原因。

[0012] 所述心脏超声探头为经胸心脏超声探头或经食道心脏超声探头。

[0013] 所述心脏内膜及所需的特定部位包括心尖四腔心左心室内膜边缘、右心室内膜边缘、心脏外膜及心包、二尖瓣游离壁瓣环根部、主动脉流出道、二尖瓣及主动脉瓣。

[0014] 所述心脏内膜及所需的特征部位的相应运动情况包括:内膜收缩率、瓣环根部纵向收缩率、二尖瓣开放率及主动脉瓣开放率。

[0015] 识别心脏内膜及所需的特征部位的相应运动情况具体指:

[0016] 根据心尖四腔心左心室内膜边缘和右心室内膜边缘,计算左右心内膜面积及左心室内膜收缩率,在舒张末期计算右心室面积:左心室面积的比例;

[0017] 根据二尖瓣游离壁瓣环根部计算二尖瓣瓣环根部纵向收缩率;

[0018] 根据二尖瓣瓣膜开放情况计算二尖瓣开放率;

[0019] 根据主动脉瓣瓣膜开放情况计算主动脉瓣开放率。

[0020] 根据获取的主动脉瓣及二尖瓣的血流多普勒图像,实现规律性频谱的探测与血流速率、速度时间积分值的测量具体指:探测得到主动脉瓣前向血流频谱和二尖瓣前向血流频谱,并分别计算主动脉瓣前向血流频谱和二尖瓣前向血流频谱的血流速率和速度时间积分值。

[0021] 识别肺部的基本病理特征结果包括:A线、B线、胸膜滑动征消失以及肺实变征象。

[0022] 识别被检查者心脏是否骤停具体指:将左心室内膜收缩率、主动脉瓣开放率以及主动脉瓣前向血流频谱的速度时间积分值和血流速率作为主要评价参数,将其分别与对应的用于识别心脏是否骤停的阈值进行对比,若其中至少一个主要评价参数低于对应的阈值,则识别出被检查者心脏骤停。

[0023] 当左心室内膜收缩率无法完整识别时,将二尖瓣瓣环根部纵向收缩率作为辅助评价参数;当主动脉瓣开放无法探及,无法得到主动脉瓣开放率时,将二尖瓣开放率作为辅助评价参数;当主动脉瓣开放无法探及,无法得到主动脉瓣前向血流频谱的速度时间积分值以及血流速率时,以二尖瓣前向血流频谱的速度时间积分值以及血流速率作为辅助评价参数;将上述辅助评价参数与主要评价参数分别与对应的用于识别心脏是否骤停的阈值进行对比;若其中至少一个主要评价参数或多个辅助评价参数低于对应的阈值,则识别出被检查者心脏骤停。

[0024] 所述心脏骤停可能原因包括心梗、创伤、急性肺栓塞、张力性气胸、心包填塞以及低容量/失血。

[0025] 所述心脏骤停可能原因的分析方法为:

[0026] 若左心室内膜收缩率以及主动脉瓣前向血流频谱的速度时间积分值中,有一个或多个指标低于相应的阈值,且左心室内膜收缩运动模式为节段障碍,则数据整合分析模块判断提示心脏骤停可能原因为心梗;

[0027] 若左心室内膜收缩率以及主动脉瓣前向血流频谱的速度时间积分值都低于相应

的阈值,且左心室内膜收缩运动模式为非节段障碍,则数据整合分析模块判断提示心脏骤停可能原因为创伤相关心脏停止;

[0028] 若左右心内膜面积小于相应的阈值,则数据整合分析模块判断提示心脏骤停可能原因为低容量/失血;

[0029] 若右心室面积:左心室面积的比例明显增大,主动脉瓣前向血流频谱的速度时间积分值低于相应的阈值,且肺部超声图像识别出A线或B线或胸膜滑动征存在,则数据整合分析模块判断提示心脏骤停可能原因为急性肺栓塞;

[0030] 若右心室面积:左心室面积的比例增大,主动脉瓣前向血流频谱的速度时间积分值低于相应阈值,且肺部超声图像识别出A线和胸膜滑动征消失,则数据整合分析模块判断提示心脏骤停可能原因为张力性气胸;

[0031] 若识别心脏外膜及心包间有明显心包积液,且主动脉瓣前向血流频谱的速度时间积分值低于相应阈值,则数据整合分析模块判断提示心脏骤停可能原因为心包填塞。

[0032] 所述数据整合分析模块还用于评价心肺复苏效果,包括超声评价心肺复苏效果和临床评价心肺复苏效果。

[0033] 所述超声评价心肺复苏效果的方法为:将左心室内膜收缩率、主动脉瓣开放率以及主动脉瓣前向血流频谱的速度时间积分值和血流速率作为主要评价参数,将其分别与对应的用于评价心肺复苏效果的阈值进行对比,若其中至少一个主要评价参数低于对应的阈值,则判断为心肺复苏效果不佳。

[0034] 当左心室内膜收缩率无法完整识别时,将二尖瓣瓣环根部纵向收缩率作为辅助评价参数;当主动脉瓣开放无法探及,无法得到主动脉瓣开放率时,将二尖瓣开放率作为辅助评价参数;当主动脉瓣开放无法探及,无法得到主动脉瓣前向血流频谱的速度时间积分值以及血流速率时,以二尖瓣前向血流频谱的速度时间积分值以及血流速率作为辅助评价参数;将上述辅助评价参数与主要评价参数分别与对应的用于评价心肺复苏效果的阈值进行对比;若其中至少一个主要评价参数或多个辅助评价参数低于对应的阈值,则判断为心肺复苏效果不佳。

[0035] 所述临床评价心肺复苏效果的方法为:通过外接心电监护,连续动态抓取生命体征,包括心率、血压以及氧饱和度,再通过判断血压和/或氧饱和度是否达到正常范围来综合判断心肺复苏效果。

[0036] 所述超声评价心肺复苏效果的方法和临床评价心肺复苏效果的方法能整合,用于综合评判心肺复苏效果。

[0037] 所述数据整合分析模块还能外接及纳入其他监测设备及监测、检查指标,或手动输入其他相关生命体征、循环血流动力学及脏器功能指标,用于帮助综合判断、辅助决策。

[0038] 所述数据整合分析模块还用于数据导出。

[0039] 还包括辅助决策模块,用于联动心肺复苏装置,启动CPR;用于根据心脏骤停可能原因分类,指导被检查者分流以及指导相应的抢救治疗;用于指导优化心肺复苏效果。

[0040] 当肺部超声图像识别出肺实变征象,辅助决策模块给出让被检查者呈俯卧位的诊疗建议。

[0041] 与现有技术相比,本发明的有益效果表现在:

[0042] 1、通过本发明的系统,能自动识别超声下心脏运动状态、运动模式、血流频谱以及



肺部病理生理改变,进而能实现心脏骤停快速识别以及心脏骤停可能原因分析,可以起到行为引导作用,可以为医护人员特别是经验不足的医护人员提供引导。具体的,对于高危风险人群或高危状态下持续监测,本系统可帮助医护人员第一时间判断患者是否发生心跳骤停并发出警报,从而可以帮助第一时间启动心肺复苏,减少因经验差异导致的花费在判断上的时间,避免延误心肺复苏的启动,从而改善被检查者预后。同时也可以通过原因判断帮助医护人员第一时间找到病因,给相应的医护人员提供治疗思路。

[0043] 2、本发明中,通过对心脏超声图像、血流多普勒图像以及肺部超声图像的获取、识别和计算,得到各种参数和特征,通过各参数以及特征的相互配合,综合分析心脏是否骤停以及对应的心脏骤停可能原因,识别准确率高。特别是在心脏骤停可能原因的分析过程中,利用肺部超声判别肺部病理生理表现来识别是否为张力性气胸及辅助判断急性肺栓塞,不仅病因分析更为全面准确,而且不依赖胸部CT、胸片等大型肺部影像学设备,可实时获取相关信息并实时判断,辅助对病情严重程度分级及患者分流。

[0044] 3、本发明中,在识别被检查者心脏是否骤停以及超声评价心肺复苏效果的过程中,可以利用主要评价参数来进行综合判断,当主要评价参数无法识别得到,还可以利用辅助评价参数进行辅助判断,避免出现无法识别或者无法评价的现象发生,并且识别结果和评价更加准确。

[0045] 4、本发明中,数据整合分析模块还用于评价心肺复苏效果,对于复苏过程中的实时监测可以保证持续有效的心脏输出和脏器血供,使得医护人员对于心肺复苏效果更了然,避免无效心肺复苏或者复苏效果不佳。

[0046] 5、本发明中,通过外接心电监护,也能判断心肺复苏效果,便于因地制宜选择最优方案来评价心肺复苏效果。

[0047] 6、本发明更适用于医疗监护环境中心肺复苏的自主识别、自动启动与自动调节,减少复苏启动的时间,保证复苏效果,或者帮助更加智能和综合应用多种数据的综合分析过程,给出适时的提醒和最适宜的诊疗建议。

[0048] 7、通过本发明的系统,对 OHCA 患者的急救,能实现快速启动、高效按压、精准施救以及降低医务人员个人能力的差异,实现现场急救同质化。

## 附图说明

[0049] 下面将结合说明书附图和具体实施方式对本发明作进一步的详细说明,其中:

[0050] 图1为本发明的结构示意图;

[0051] 图2为本发明中数据整合分析模块的分析示意图。

## 具体实施方式

[0052] 实施例1

[0053] 作为本发明基本实施方式,本发明包括一种心脏骤停快速识别及原因分析的辅助决策系统,包括超声图像获取模块、超声图像自动识别和参数计算模块以及数据整合分析模块。

[0054] 所述超声图像获取模块,用于通过心脏超声探头获取被检查者不同切面的心脏超声图像以及主动脉瓣及二尖瓣的血流多普勒图像,还用于通过肺超探头获取被检查者的肺

部超声图像。

[0055] 所述超声图像自动识别和参数计算模块,用于根据获取的心脏超声图像,实时识别心脏内膜及所需的特定部位及其相应的运动情况。用于根据获取的主动脉瓣及二尖瓣的血流多普勒图像,实现规律性频谱的探测以及血流速率、速度时间积分值的测量。用于根据肺部超声图像,识别肺部的基本病理特征结果。

[0056] 所述数据整合分析模块用于根据心脏内膜及所需的特定部位的相应的运动情况、血流速率以及速度时间积分值,识别被检查者心脏是否骤停。用于根据心脏内膜及所需的特定部位的相应的运动情况、血流速率、速度时间积分值以及肺部的基本病理特征结果来分析心脏骤停可能原因。

[0057] 本实施例所提供的系统,可以在紧急抢救状态下、重症监护过程化中或高危风险下监护使用。能可以快速分析心脏识别结果,通过识别结果综合判定心脏骤停状态及通过心脏输出的识别监测按压效果及心脏收缩恢复情况,自主心率恢复后通过心脏图像及运动状态、多普勒超声测定结果以及肺部的基本病理特征结果综合判定心脏骤停可能原因,为经验不足的临床医师提供相应的引导。

[0058] 实施例2

[0059] 作为本发明一较佳实施方式,本实施例是在上述实施例1的基础上,对本发明中超声图像获取模块做出的进一步详细的补充和阐述。

[0060] 在本实施例中,所述心脏超声探头为经胸心脏超声探头或经食道心脏超声探头。当心脏超声探头为经胸心脏超声探头时,可以采用粘贴式或可穿戴式的安装方式固定在被检查者身上。当心脏超声探头为经食道心脏超声探头,可以采用食道置入式的安装方式固定在被检查者身上。

[0061] 通过上述心脏超声探头,能动态获取被检查者心脏的多个不同切面的超声影像,经过逐帧处理后,得到相应的一维、二维、三维或四维的心脏图像以及主动脉瓣及二尖瓣的血流多普勒图像,进行分类存储后输送至超声图像自动识别和参数计算模块中。本实施例中,主要形成二维心脏图像。当采用一维心脏超声探头,即为简单模式,功能会进一步简化。若用三维心脏超声探头或四维心脏超声探头,功能可进行升级。

[0062] 一维心脏超声主要实时识别左室壁收缩运动情况;二维及三、四维心脏超声主要实时识别心脏内膜及所需的特定部位及相应的运动情况;同过心脏超声探头获取探测主动脉瓣及二尖瓣的血流多普勒,包含规律性频谱的探测以及血流速率、速度时间积分值的测量,结合瓣膜的开闭情况及心室壁运动情况组成指标系以达到所需监测目的。

[0063] 本实施例中,所述肺超探头以二维超声探头为主,可以为粘贴式固定在被检查者身上,用于获取肺部的超声影像,经过逐帧处理后,得到相应的肺部超声图像,进行存储后输送至超声图像自动识别和参数计算模块中。

[0064] 进一步的,对于建立人工气道的患者,置入miniTEE可作为经胸粘贴式探头监测效果不佳的补充,CPR过程中,miniTEE可持续、可视化的监测按压效果、指导调整最佳按压部位。

[0065] 实施例3

[0066] 作为本发明一较佳实施方式,本实施例是在上述实施例1或实施例2的基础上,对本发明中的超声图像自动识别和参数计算模块做出的进一步详细的补充和阐述。所述超声

图像自动识别和参数计算模块可以包括图像预处理单元、图像分类单元以及参数计算单元。

[0067] 所述图像预处理单元将采集到不同切面的心脏图像和血流多普勒图像,以及肺部超声图像分别进行预处理,得到待识别的心脏超声图像、血流多普勒图像以及肺部超声图像,并将其输送到图像分类单元。

[0068] 其中,预处理的方式可以采用本领域的常规技术手段,本申请对此不作限定。例如,可以对心脏超声图像和血流多普勒图像进行降噪和数据增强处理等。降噪和数据增强处理采用本领域的常规技术手段,本实施例不再进行赘述。可以对肺部超声图像进行灰度化和归一化处理等。

[0069] 所述图像分类单元接收待识别的心脏超声图像、血流多普勒图像以及肺部超声图像,通过内设的分类模型完成感兴趣区域的设置、提取以及最终的分类识别。其中,所述分类模型可以为神经网络模型,可以是Inception V3、ResNet50、LeNet-5等。本申请对此不作限定。其训练方法也是采用本领域的常规技术手段,本申请不对其限制。

[0070] 本实施例中,所述图像分类单元可以包括第一分类模型、第二分类模型和第三分类模型。第一分类模型用于根据输入的待识别的心脏超声图像,识别心脏内膜及所需的特定部位,包括心尖四腔心左心室内膜边缘、右心室内膜边缘、心脏外膜及心包、二尖瓣游离壁瓣环根部、主动脉流出道、二尖瓣及主动脉瓣。所述第二分类模型可以根据输入的待识别的血流多普勒图像,识别血流多普勒中的主动脉流出道。所述第三分类模型可以根据输入的待识别的肺部超声图像,识别肺部的基本病理特征结果,即肺部基本病理生理改变超声下表现的识别,如A线、B线、胸膜滑动征消失以及肺实变征象。

[0071] 其中,所述第一分类模型和第二分类模型可整合为一个分类模型,也可分开为两个分类模型分别应用,二者可整合或存在信息交互(例如第一分类模型对主动脉流出道的识别可帮助血流探测的自动定位),或者分开单独应用(血流探测位置由人工手动定位)。

[0072] 所述参数计算单元,用于根据标注的心尖四腔心左心室内膜边缘和右心室内膜边缘计算左右心内膜面积,并计算相应的左心室内膜收缩率,以及在舒张末期计算同一心动周期舒张末期右心室面积:左心室面积的比例。其中,左心室内膜收缩率=(同一心动周期左心室内膜最大面积-左心室内膜最小面积)/左心室内膜最大面积 $\times 100\%$ 。

[0073] 所述参数计算单元,还用于根据标注的二尖瓣游离壁瓣环根部计算二尖瓣瓣环根部纵向收缩率,用于作为后期收缩状态判断的辅助指标。根据二尖瓣瓣膜开放情况计算二尖瓣开放率,根据主动脉瓣瓣膜开放情况计算主动脉瓣开放率。其中,二尖瓣开放率=(二尖瓣瓣尖最大距离-二尖瓣瓣根部最大距离) $\times 100\%$ 。主动脉瓣开放率=(主动脉瓣瓣尖最大距离-主动脉瓣瓣根部最大距离) $\times 100\%$ 。

[0074] 所述参数计算单元还用于根据主动脉流出道及二尖瓣,探测得到主动脉瓣前向血流频谱和二尖瓣前向血流频谱,并分别计算主动脉瓣前向血流频谱和二尖瓣前向血流频谱的血流速率和速度时间积分值。

[0075] 实施例4

[0076] 作为本发明另一较佳实施方式,本实施例是在上述实施例3的基础上,对本发明中识别被检查者心脏是否骤停的技术方案做出的进一步详细的补充和阐述。在本实施例中,识别被检查者心脏是否骤停具体指:将左心室内膜收缩率、主动脉瓣开放率、主动脉瓣前向

血流频谱的速度时间积分值VTI以及血流速率作为主要评价参数,将其分别与对应的用于识别心脏是否骤停的阈值进行对比,若其中至少一个主要评价参数低于对应的阈值,则识别出被检查者心脏骤停。其中,对应的阈值可通过临床研究获得。

[0077] 实施例5

[0078] 作为本发明另一较佳实施方式,本实施例是在上述实施例4的基础上,对本发明中识别被检查者心脏是否骤停的技术方案做出的进一步详细的补充和阐述。

[0079] 当左心室内膜收缩率无法完整识别时,将二尖瓣瓣环根部纵向收缩率作为辅助评价参数。当主动脉瓣开放无法探及,无法得到主动脉瓣开放率时,将二尖瓣开放率作为辅助评价参数。当主动脉瓣开放无法探及,无法得到主动脉瓣前向血流频谱的速度时间积分值VT以及血流速率时,以二尖瓣前向血流频谱的速度时间积分值VT以及血流速率作为辅助评价参数。

[0080] 将上述辅助评价参数与主要评价参数分别与对应的用于识别心脏是否骤停的阈值进行对比;若其中至少一个主要评价参数或多个辅助评价参数低于对应的阈值,则识别出被检查者心脏骤停。

[0081] 当判断被检查者心脏骤停,则报警,提醒需立即启动心肺复苏(CPR)。

[0082] 实施例6

[0083] 作为本发明又一较佳实施例,参照说明书附图2,本实施例是在上述实施例3或实施例4或实施例5的基础上,对本发明中心脏骤停可能原因识别的技术方案做出的进一步详细的补充和阐述。在本实施例中,所述心脏骤停可能原因包括心梗、创伤、急性肺栓塞、张力性气胸、心包填塞以及低容量/失血。心脏骤停可能原因的具体分析方法为:

[0084] 若左心室内膜收缩率以及主动脉瓣前向血流频谱的速度时间积分值VT中,有一个或多个指标低于相应的阈值,且左心室内膜收缩运动模式为节段障碍,则数据整合分析模块判断提示心脏骤停可能原因为心梗。

[0085] 若左心室内膜收缩率以及主动脉瓣前向血流频谱的速度时间积分值VT都低于相应的阈值,且左心室内膜收缩运动模式为非节段障碍,则数据整合分析模块判断提示心脏骤停可能原因为创伤相关心脏停止(可能结合不同场景、不同其他指标有不同判断)。

[0086] 若左右心内膜面积小于相应的阈值,则数据整合分析模块判断提示心脏骤停可能原因为低容量/失血。

[0087] 若右心室面积:左心室面积的比例明显增大(右心室面积:左心室面积 $>1$ ,或通过临床研究得出的设定阈值),主动脉瓣前向血流频谱的速度时间积分值VT低于相应的阈值,且肺部超声图像识别出A线或B线或胸膜滑动征存在,则数据整合分析模块判断提示心脏骤停可能原因为急性肺栓塞。

[0088] 若右心室面积:左心室面积的比例增大(右心室面积:左心室面积 $>0.6$ 或通过临床研究得出的设定阈值),主动脉瓣前向血流频谱的速度时间积分值VT低于相应阈值,且肺部超声图像识别出A线和胸膜滑动征消失,则数据整合分析模块判断提示心脏骤停可能原因为张力性气胸。

[0089] 若识别心脏外膜及心包间有明显心包积液,且主动脉瓣前向血流频谱的速度时间积分值VT低于相应阈值,则数据整合分析模块判断提示心脏骤停可能原因为心包填塞。其中,若外膜到心包的垂直最大距离 $>1\text{cm}$ 或通过临床研究得出的设定阈值,则判断有明显心

包积液。

#### [0090] 实施例7

[0091] 作为本发明又一较佳实施例,本实施例是上述实施例3~实施例6中任一实施例的基础上,对本发明中的数据整合分析模块做出的进一步详细的补充和阐述。

[0092] 所述数据整合分析模块还用于评价心肺复苏效果,包括超声评价心肺复苏效果和临床评价心肺复苏效果。

[0093] 所述超声评价心肺复苏效果的方法为:将左心室内膜收缩率、主动脉瓣开放率、主动脉瓣前向血流频谱的速度时间积分值VT以及血流速率作为主要评价参数,将其分别与对应的用于评价心肺复苏效果的阈值进行对比,若其中至少一个主要评价参数低于相应的阈值,则判断为心肺复苏效果不佳。

[0094] 所述临床评价心肺复苏效果的方法为:通过外接心电监护,连续动态抓取生命体征,包括心率、血压以及氧饱和度,再通过判断血压和/或氧饱和度是否达到正常范围来综合判断心肺复苏效果。

#### [0095] 实施例8

[0096] 作为本发明又一较佳实施例,本实施例是上述实施例7的基础上,对本发明中的超声评价心肺复苏效果的方法做出的进一步详细的补充和阐述。

[0097] 当左心室内膜收缩率无法完整识别时,将二尖瓣瓣环根部纵向收缩率作为辅助评价参数。当主动脉瓣开放无法探及,无法得到主动脉瓣开放率时,将二尖瓣开放率作为辅助评价参数。当主动脉瓣开放无法探及,无法得到主动脉瓣前向血流频谱的速度时间积分值VT以及血流速率时,以二尖瓣前向血流频谱的速度时间积分值VT以及血流速率作为辅助评价参数。

[0098] 将上述辅助评价参数与主要评价参数分别与对应的用于评价心肺复苏效果的阈值进行对比。若其中至少一个主要评价参数或多个辅助评价参数低于对应的阈值,则判断为心肺复苏效果不佳。

[0099] 其中,可以通过临床研究获取所监测指标对持续监测按压深度和按压效果相应指标的阈值范围。

[0100] 进一步的,所述超声评价心肺复苏效果的方法和临床评价心肺复苏效果的方法能整合,用于综合评判心肺复苏效果,所选指标及阈值根据临床研究结果决定。

#### [0101] 实施例9

[0102] 作为本发明又一较佳实施例,本实施例是上述实施例3~实施例8中任一实施例的基础上,对本发明中的数据整合分析模块的技术方案做出的进一步详细的补充和阐述。

[0103] 所述数据整合分析模块还能外接及纳入其他监测设备及监测、检查指标,或手动输入其他相关生命体征、循环血流动力学及脏器功能指标,用于帮助综合判断、辅助决策。即还能联动其他设备整合分析装置,例如,联动心电监护、呼吸机设备和实验室检查数据(如血气酸碱度、氧分压、二氧化碳分压、乳酸、钾)。不仅可以进行单点或持续动态监测,由识别结果判断被检查者心脏骤停和恢复情况的识别、心脏骤停心源性因素的原因分析以及心脏按压深度和效率的监测。所述数据整合分析模块还能联动其他设备数据导出装置,完成上述数据的输出。

#### [0104] 实施例10

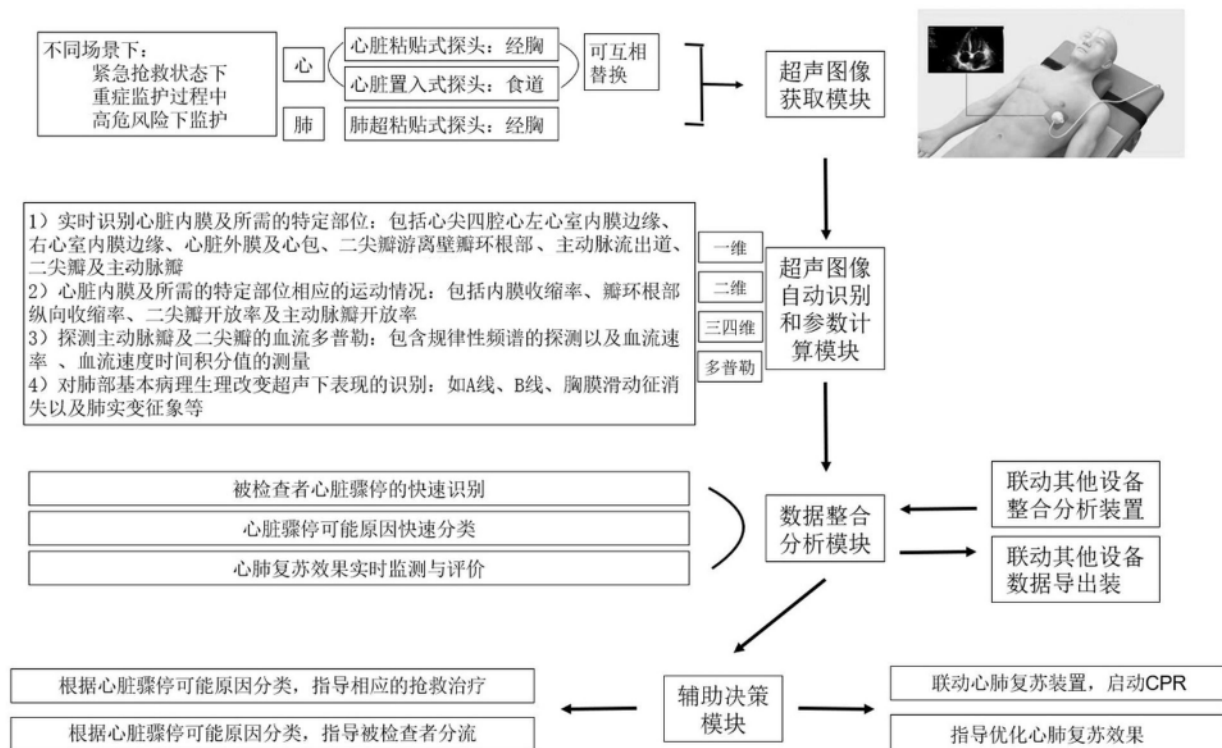
[0105] 作为本发明又一较佳实施例,参照说明书附图1,本实施例是上述实施例3~实施例9中任一实施例的基础上,对本发明的技术方案做出的进一步详细的补充和阐述。

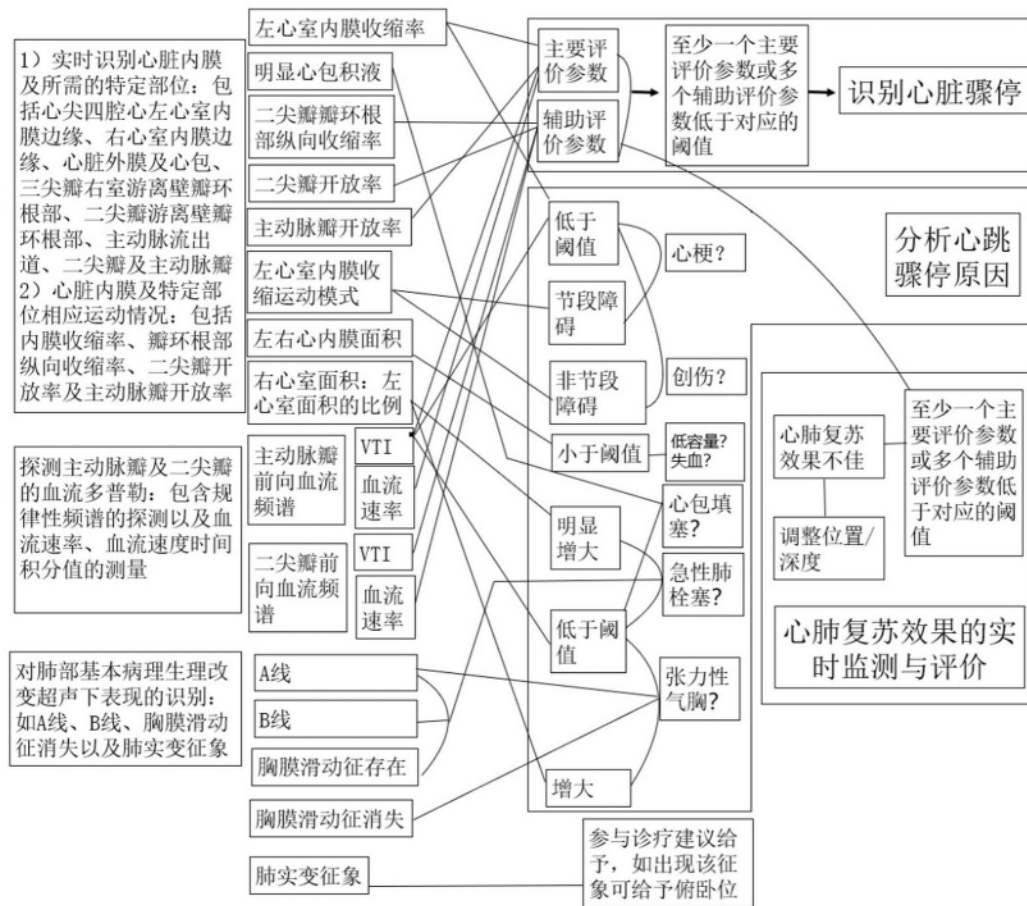
[0106] 本系统还包括辅助决策模块,当识别到被检查者心脏发生骤停,所述辅助决策模块可以联动心肺复苏装置,及时启动胸外心脏按压,并联动智慧医疗系统提供诊疗建议,指导心肺复苏及抢救。

[0107] 所述辅助决策模块还可以根据心脏按压深度和效率的监测,指导优化心肺复苏效果。特别是当数据整合分析模块判断心肺复苏不佳时,所述辅助决策模块可以指导对按压部位及按压深度进行调整。

[0108] 所述辅助决策模块还可以根据心脏骤停可能原因分类,指导被检查者分流以及指导相应的抢救治疗。例如,当判断导致被检查者出现心脏骤停的可能原因为心梗,则提示将被检查者分流至有行经皮冠状动脉治疗(PCI)能力的医疗中心;若心肺复苏超过10分钟,超声监测心脏仍未恢复自主心律,则将患者分流至有行体外心肺复苏术(ECPR)能力的中心;若判读导致判断出现心脏骤停的可能原因为急性肺栓塞,则将患者分流至能立即溶栓或取栓的医疗中心。当肺部超声图像识别出肺实变征象,辅助决策模块则给出让被检查者呈俯卧位的诊疗建议。

[0109] 综上所述,本领域的普通技术人员阅读本发明文件后,根据本发明的技术方案和技术构思无需创造性脑力劳动而作出的其他各种相应的变换方案,均属于本发明所保护的范围。





同步整合患者病史(可手动输入或从医疗电子病历系统自动抓取)、现有医疗设备支持设备参数(如呼吸机参数等)、其他医疗监测数据(如心电监护的各种监测参数等)和检查检验结果(如血气分析、查血结果、CT、胸片等)

图2