

担架集成式急救系统的设计

郑捷文 吴太虎 宋振兴 孟兴菊 张广 赵鹏

【摘要】 目的 为了满足院前和现场重症患者急救、快速运送以及院内转运途中连续救治和监护等需求,设计一种能够实现院前院内急救无缝衔接的担架集成式急救系统。**方法** 按集成化和信息化需求,对原发明的担架集成式综合急救系统中的相关功能模块进行微型化设计;依据人机工效最佳原则,研究系统的技术结构特征;以轻便机动为原则,对系统承载框架的成型材料及工艺进行改性与改进研究。**结果** 设计的担架集成式急救系统机动性强,能抬、能推,还可以附载于多种运载工具上,实现了医疗急救的及时性和连续性,大大缩减了急救等待时间。**结论** 担架集成式急救系统为建立院前院内急救绿色通道、提高相关医疗机构的应急处置能力和快速反应能力,提供了一种可能。

【关键词】 生命支持; 集成式急救; 担架; 生命体征; 重症患者

The design of stretcher integrated first-aid system ZHENG Jie-wen, WU Tai-hu, SONG Zhen-xing, MENG Xing-ju, ZHANG Guang, ZHAO Peng. *Institute of Medical Equipment, Academy of Military Medical Science, Tianjin 300161, China*

Corresponding author: WU Tai-hu, Email: wutaihu@vip.sina.com

【Abstract】 Objective To satisfy the requirements of pre-hospital and first aid at scene for critical patient, rapid transportation, and nonstop treatment in hospital, this paper describes a design of a stretcher integrated first-aid system (SIFAS), which can provide seamless link between pre-hospital and in-hospital first aid. **Methods** With the requirements of integration and informationization, related functional modules of the former invented SIFAS were redesigned with principle of miniaturization. Adhering to the principle of best man-machine performance, systemic structural characteristic was studied. Aiming at achieving the best maneuverability but with lightest weight, the materials and processing technology of the framework were modified and improved. **Results** The SIFAS designed possessed good flexibility, it could be carried on pushed, and it could be attached to many carriers, with shortened time, and continuous first aid could be realized, and waiting time for first aid was greatly reduced. **Conclusion** The SIFAS provides a possibility for establishing a emergency green path for pre-hospital and in-hospital first aid, and it improves emergency of the patient and quick response of relevant medical institutions.

【Key words】 life support; integrated first aid; stretcher; vital sign; critical patient

医学急救强调黄金救治时间,如能在受伤或发病 1 h 内对重症患者进行急救和维持生命体征,救治率将明显提高。因此,生命支持装备的快速发展已成为全球关注的热点,如美国 Northrop Grumman 公司的创伤生命支持与运输单元,澳大利亚飞行测试服务公司的自撑式重症监护病房(ICU)单元,德国、约旦和法国也都相继研制了类似的产品。但目前国外同类装备尚存在一些问题:一是系统化程度不高,产品未形成系列,缺乏救治链条的衔接;二是集成度不高,多数系统内置是将产品进行整机拼凑,难以实现最佳急救人机工效,不便使用和维护;三是价格很高,性价比低,不适合我国的国情。

目前国内尚无成熟的同类产品投入使用,且临

床使用的相关装备功能单一,零散分散,集成化和一体化程度低,无法满足院前和现场重症患者急救复苏、院外—院内快速运送乃至院内转运途中连续救治等需求。自 2000 年,本课题组开展了集成式、移动式、综合急救系统方面的研究^[1-4],研制一种能满足重症患者现场急救和运送途中连续救治的担架集成式急救系统(stretcher integrated first-aid system, SIFAS),该系统集急救、复苏、监护、治疗、防护、信息存储、远程传输和远程定位等功能于一体,具备通气、供氧、快速输液、监护、除颤、正负压防护与隔离、生命体征远程传输、全球定位系统(GPS)等功能。各功能模块集成在采用高强度材料整体成型的承载框架上,是一种独立的移动式 ICU,且比现有医院内部的固定 ICU 功能有所拓展,可抬运、推运,亦可加载在车、船、飞机等运输载体上形成远距离转运 ICU 平台。本研究中原系统基础上进行设备微型化和功能集成化改进,实现了全区域的移动定位,增

DOI:10.3760/cma.j.issn.1003-0603.2009.09.004

基金项目:国家“863 计划”基金项目(2009AA02Z410)

作者单位:300161 天津,军事医学科学院卫生装备研究所

通信作者:吴太虎,Email:wutaihu@vip.sina.com

加防护隔离模块,使系统具有防护隔离运送功能。

1 系统设计及特点

SIFAS 由主体模块、通用担架和支撑转运 3 个模块组成,其中主体模块通过在全塑载体上内嵌集成相关救治功能模块实现,具备对重症伤员急救、复苏、防护、生命支持和通信定位功能。全塑载体在结构上与通用担架和支撑转运模块兼容,之间可实现快速系固,担架患者无需转接可直接加载在主体模块上。支撑转运模块处于支撑状态时可支撑主体模块,形成现场急救监护平台;折收后可快速加载在机动运载工具上实现远距离运送。对相关功能模块进行了微型化设计,依据人机工效最佳为原则,利用系统建模、结构仿真、有限元分析和计算机辅助设计(CAD),以轻便机动为原则,对系统承载框架的成型材料及工艺进行改性与改进研究。

1.1 主体模块设计(图 1):主体模块是系统核心,内嵌自动体外除颤^[2]、七参数监护、机械通气、电动吸引^[5]、微量注射、加压输血/输液^[6-7]、远程通信、移动定位等功能模块,能够对重症伤员实施呼吸复苏、循环复苏、高级生命支持、远程诊断、移动定位等。

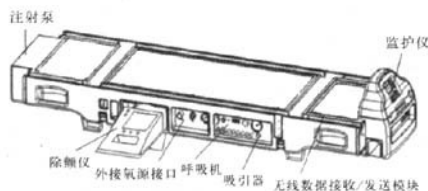


图 1 主体模块结构框图

1.1.1 远程通信和移动定位(图 2):该模块采用码分多址(CDMA)和 GPS 技术,将基本生理参数和定位信息实时传送到目的医院。医院可进行远程会诊及实时掌握患者位置,实现快速的院内交接。远程通信和移动定位模块以 Silicon Labs 微控制器(MCU) C8051F023 为控制核心,由多参数监护模块、JP13 GPS 模块、FD800 gpsOne 模块和 CDMA 数据传输终端(DTU)HD7612C 4 个模块组成。C8051F023 使用内部集成的 2 个通用异步串行接口(UART)和 2 个软件模拟的 UART 与 4 个模块进行通信,将接收到的生理数据和 GPS 数据进行编码处理后,发送到 HD7612C。数据经过 CDMA 网络进入互联网,最后被发送到目标医院中心网络服务器(主机)。医院监护中心主要负责接收和处理 SIFAS 的生理数据和定位数据。中心在硬件上需要一个接入互联网局域网,网内主机直接接入互联网,其他多个监护仪终

端和电子地图终端通过路由器接入互联网^[8]。目前,大多数医院都采用 ADSL 拨号上网,因此网络的 IP 地址是动态的,这就导致了在 SIFAS 端不得不频繁修改 HD7612C 的目的医院主机 IP 地址。该系统使用深圳翱锐公司提供的域名解析服务有效解决了问题,在中心的主机上运行花生壳客户端,DTU 就可与监护中心取得无线连接。

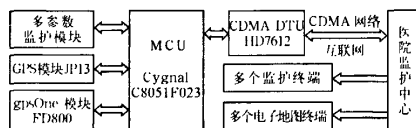


图 2 远程通信和定位模块原理框图

1.1.2 生命体征监测及远程传输(图 3):多参数监护模块采用了北京超思电子提供的七参数监护仪方案,能够监测五导心电、心率、阻抗呼吸、呼吸频率、血氧、脉率和血压。该监护模块以集智达公司 PC104 总线 386 主板 ICOP-6054VE 为控制核心,显示屏采用日本 SHARP 公司的低温 16 cm 液晶显示器(LCD)LQ0643DG01。一方面,在 SIFAS 端 386 主板、生理信号检测模块、键盘板、电源模块以及 LCD 共同组成一台标准的多参数监护仪,该仪器可在现场为患者提供生命监护;另一方面,386 主板将七参数生理数据和诊断信息通过 UART 串口发送给 C8051F023。生理数据和诊断信息经协议编码后通过 HD7612C 被发送到监护中心主机,主机将接收到的数据进行解码后转发到相应的监护终端。

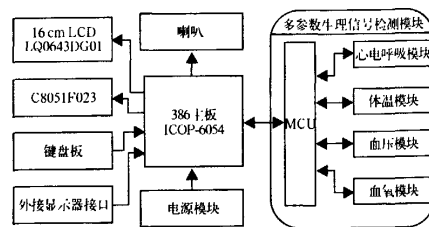


图 3 生命体征监测模块原理框图

在监护终端,采用 Visual C++ 开发监护仪终端应用软件,该软件能够实时监听端口状态,当有数据接触发时立即对其进行解析、显示、存储、诊断和报警。监护终端软件可以同屏显示 7 路心电图,1 路呼吸和 1 路血氧波形,同时在信息区显示心率、血氧饱和度、脉率、体温、收缩压、舒张压和呼吸频率等。

1.1.3 移动定位:传统的 GPS 定位技术在户外运转良好,但在室内或卫星信号无法覆盖的地方无法定位。gpsOne 是美国高通公司为基于位置业务开发

的定位技术,它将无线辅助定位和高级前向链路三角定位法有机结合,实现高精度和高可用性定位。gpsOne 虽然具有不受卫星信号限制进行定位的优点,但在定位速度上远不及传统 GPS,且传统 GPS 是免费服务,而 gpsOne 定位是运营商提供的有偿服务。本系统则采用两种定位技术共同构建移动定位模块,即韩国 Fidelix 公司的 CDMA20001X 模块 FD800 和德国 Falcom 公司的 20 道 GPS 接收模块 JP13。C8051F023 通过串口使用 AT 指令对 FD800 进行控制,将 gpsOne 定位信息转换为通用的 RMC 格式信息发送到 HD7612C。为使 JP13 性能达到最优,采用英国 Sarantel 公司 GeoHelix-S 全向有源天线取代了传统平板天线。C8051F023 对 JP13 数据进行辨别,通过判断 RMC 格式数据中的数据有效位来确定当前 GPS 数据是否有效。如有效,则将 RMC 数据进行编码后发送到 HD7612C,否则立即启动 FD800 模块进行 gpsOne 定位。当 JP13 可以重新定位时,则立即停止 gpsOne 定位。监护中心主机将接收到的定位数据进行解码后转发到相应的电子地图终端,电子地图终端安装了电子跟踪地图,可以实时显示 SIFAS 的位置、速度和轨迹等信息。

1.1.4 机械通气模块(图 4):机械通气模块集成于 SIFAS 前端侧面,方便对患者进行机械通气和吸氧,实施有效呼吸复苏。该模块具有强制、辅助两种呼吸模式,潮气量、呼吸频率、呼吸比、同步呼吸触发压力、气道压力报警上下限均可调,并数字显示呼吸实际潮气量、通气状态和气道压力状态,人机界面清晰、操作简单。可为呼吸停止患者实施控制强制通气,也可自主呼吸微弱患者进行同步增强通气,满足不同患者的呼吸需求^[9]。

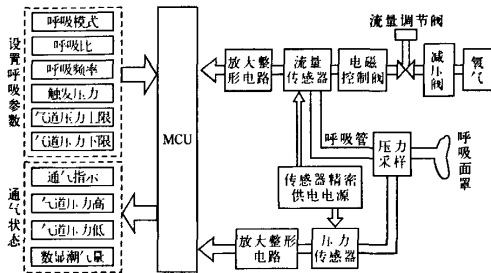


图 4 机械通气模块原理框图

1.1.5 供氧模块(图 5):SIFAS 的供氧模块集成了 2 个 6.8 L 碳纤维高压氧气瓶,可储存 1 500 L 氧气,能够维持重症患者用氧至少 2 h,可由内部或外部氧源供氧。供氧模块由氧气瓶、压力表、切断阀、充氧

单向阀、减压阀组成,内嵌在担架中部。内部氧气瓶及连接管路可承受 150 kg 压力,可由外部氧源(充氧机或氧气瓶)通过充氧管充氧。当使用外部氧源时,内部供氧自动停止。

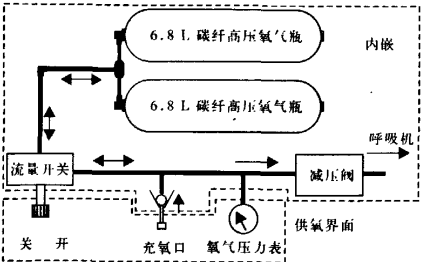


图 5 供氧模块原理框图

1.1.6 供电模块(图 6):为使 SIFAS 能适应外界交流和多种幅值直流电源供电要求,内嵌集成了一组多输入多输出电源,能自动按优先级将输入的不同电能转换成机内设备要求的 12 V 直流电^[10]。

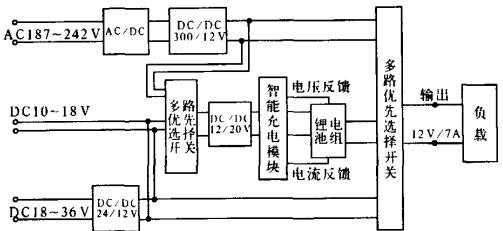


图 6 供电模块原理框图

1.2 防护隔离模块设计(图 7):该模块主要由风琴式防护篷、过滤器、正负压控制与转换装置、通风装置、操作孔、连接通路等组成。

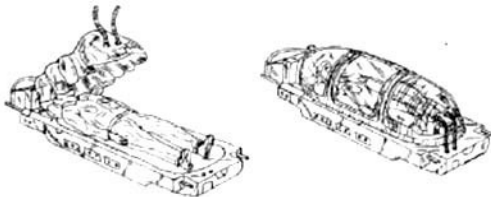


图 7 防护隔离模块示意图

1.3 系统集成设计:承载框架结构不仅要满足对重症患者前接后送过程中与通用制式担架和转运推车兼容配套、内嵌相关功能模块安装固定和良好人机界面等需要,而且要具有一定承载强度和较轻的自重。采用 CAD 方法,对框架整体结构、设备安放位置、固定方法、干涉情况、操作性能等进行设计仿真,对框架进行了力学及机械结构分析等。为保证强度

和减轻重量并举,通过设计相关模具实现承载框架全塑化整体成型。在系统整体集成设计中,充分考虑野外环境下实施急救的场地条件限制以及与救护车等机动运输工具快速、便捷的衔接及固定等问题,为该系统设计了两种支撑转运推车:一种用于野外条件下的短距离推行(图 8A);一种用于良好路况条件下与“120”救护车配合使用转运患者(图 8B),其支撑腿可直接快速折收和展开,推上或推下救护车。

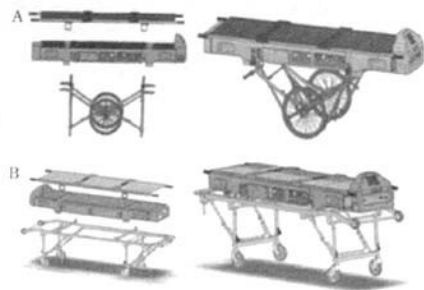


图 8 系统分解与组合状态示意图

2 讨论

SIFAS 分别在解放军海军总医院和解放军第二五四医院的急危重症中心、ICU 和急诊科进行了临床试验,证明其功能齐全、操作方便、界面友好,特别适合进行院前急救和后送中的连续救治与监护,尤其适合某些重症患者院内的转运,如将 ICU 内危重患者转运到 CT 或磁共振成像等进行检查时,如果在检查期间患者发生气道堵塞或呼吸困难等危急症状,SIFAS 则可有效解决这些问题。SIFAS 可以实时监测患者病情,如遇紧急情况可立即展开现场急救,该系统内嵌的呼吸机、吸引器和除颤仪可保证急救的顺利进行,为患者提供了高质量的生命支持,从而大大降低危重患者检查期间的死亡风险,减少医护人员的工作量。该系统的不足之处:如担架底座

不够柔软;支撑架比 ICU 病床偏高,易导致患者转运困难。

3 结论

改进的 SIFAS 集急救、复苏、监护、治疗、防护、信息存储、远程传输和定位等功能于一体,具备通气、供氧、快速输液、监护、除颤、正负压防护与隔离、生命体征远程传输、GPS 等功能,体现了系统设备微型化、功能集成化,可对重症患者实施心肺复苏、机械通气、心脏除颤、生命体征监测,提供高质量的生命支持,改善生存质量,挽救危重患者的生命。应用 GPS 和 gpsOne 双重定位技术,在没有 GPS 信号情况下实现精确定位;增加的防护隔离功能使 SIFAS 可以运送烈性传染病患者和生化沾染患者。后续还将为系统增添自动胸外心肺复苏功能,使之成为功能更全面的综合急救系统。

参考文献

- [1] 吴太虎,王永烈,王运斗,等.担架集成式综合急救系统:中国,ZL02116785.0.2007-03-21.
- [2] 吴太虎,王永烈,王运斗,等.内嵌综合急救设备和器械的集成式担架:中国,ZL02233494.7.2003-06-18.
- [3] 吴太虎,王永烈,王运斗,等.担架式综合急救系统的支撑转运装置:中国,ZL022334495.5.2003-05-14.
- [4] 吴太虎,宋振兴,郑捷文,等.移动式生命支持系统的设计.医疗卫生装备,2008,29(9):133-137.
- [5] 吴太虎,秦钰,罗金晖,等.微型急救吸引器的研制.医疗卫生装备,2002,23(1):7-9.
- [6] 金哲,陈德平,吴太虎,等.输血输液装置.医疗卫生装备,2002,23(1):25-27.
- [7] 吴太虎,姚录成,罗金晖,等.加压输液、输血装置:中国,ZL01231490.0.2002-05-29.
- [8] 郑捷文,吴太虎,韩皓.基于 CDMA 网的 GPS 心电远程监护系统的研究.北京生物医学工程,2006,25(5):517-519.
- [9] 范烨,吴太虎,刘志国.呼吸机动力学参数监测模块设计.医疗设备信息,2006,21(12):7-9.
- [10] 吴太虎,王永烈,王运斗,等.多输入多输出电源:中国,ZL02233493.9.2003-05-14.

(收稿日期:2009-07-23 修回日期:2009-08-20)

(本文编辑:李银平)

• 科研新闻速递 •

阿糖腺苷 A2A 受体激动剂对大鼠呼吸机相关性肺损伤的保护作用

急性呼吸窘迫综合征患者进行机械通气时常发生呼吸机相关性肺损伤(VILI),可引起严重的炎症反应,据报道阿糖腺苷 A2A 受体可减轻炎症级联反应。中国台湾的医学工作者对此进行了研究。研究者以失血性休克方法对大鼠进行第一次打击,制备全身性炎症模型。在开始复苏时将大鼠随机分为两组,一组为给予精制 A2A 受体激动剂 CGS-21680 组,另一组为安慰剂对照组。而后进行二次打击,随机接受以潮气量为 20 ml/kg、呼气末正压(PEEP)为 0 或潮气量为 6 ml/kg、PEEP 为 5 cm H₂O (1 cm H₂O=0.098 kPa)的机械通气。结果显示,与对照组比较,CGS-21680 组的呼吸弹性、肺水肿、肺损伤指数、肺组织白细胞聚集、炎症细胞因子生成都明显降低或减少,从而减轻了肺损伤,保护了肺功能。研究人员认为,精选 A2A 受体激动剂将成为治疗 VILI 的一种新方法。

杨明星,编译自《Crit Care Med》,2009,37(7):2235-2241;胡森,审核