

血液透析中心信息化管理和建设

叶见青 何文姬

(浙江医院 杭州 310013)

〔摘要〕 以浙江医院血液透析中心为例, 介绍血透原理及流程, 分析血透信息化管理系统需求及其网络拓扑结构, 阐述系统数据采集过程、功能实现与应用效果, 指出该系统可降低医疗差错, 提高血透管理效率。

〔关键词〕 数据采集; 血透电子病历; 移动查房; 大屏监控; 血透排班

〔中图分类号〕 R-056 〔文献标识码〕 A 〔DOI〕 10.3969/j.issn.1673-6036.2018.05.007

Informatization Management and Building of Hemodialysis Centers YE Jian-qing, HE Wen-ji, Zhejiang Hospital, Hangzhou 310013, China

〔Abstract〕 Taking the Hemodialysis Center of Zhejiang Hospital as an example, the paper introduces the principle and flow of hemodialysis, analyzes the requirements and the network topology structure of hemodialysis informatization management system, expatiates upon the system data collection process, function realization and application effect, and points out that the system is able to lower medical errors and enhance the management efficiency of hemodialysis.

〔Keywords〕 Data collection; Hemodialysis Electronic Medical Records (EMR); Mobile ward-round; Large-size screen monitors; Hemodialysis workforce management

1 引言

目前在以电子病历 (Electronic Medical Records, EMR) 为核心的信息化建设中, 临床需求是根据学科特点建立各种专科电子病历系统。血透管理在流程、病历档案、数据采集方面有很强的专业性, 不能完全套用全院统一的电子病历和医院信息系统 (Hospital Information System, HIS)。传统的手工管理记录大量信息, 其管理、调阅困难, 不能反映设备运行、医疗活动的全貌。记录的准确性和完整性难以保证, 医疗溯源性差, 无法满足质控评估

要求。因此亟待开发和建设一套数字化血透系统代替手工管理, 提高血透管理效率。

2 血透原理及流程

2.1 原理

血透是模拟人的肾脏功能, 将人体血液引出体外, 经过透析器的半透膜, 利用弥散、超滤、对流及吸附清除血液中的溶质和水分, 向体内补充溶质的方法。以达到清除体内代谢废物或毒素, 纠正水、电解质和酸碱失衡, 使机体内环境接近正常的目的。血透机品牌众多, 组成相似, 基本由 5 部分组成。(1) 血液环路单元。动脉端包括患者、动脉管路、血泵、动脉壶、透析器。静脉端包括静脉管路、静脉壶、液位检测系统、空气检测系统。(2) 透析器。用于净化血液, 由血液间隙、透析膜及透

〔修回日期〕 2018-03-19

〔作者简介〕 叶见青, 工程师; 通讯作者: 何文姬, 主管护师。

析液间隙组成。(3) 透析液供给系统。包括温度控制、配液、除气、电导率监测、超滤监测和漏血监测等组成。(4) 检测显示报警系统。实现血透机实时检测患者状况,出现异常情况及时报警提醒医护人员处理。(5) 消毒系统。对血透机进行日常消毒。

2.2 流程 (图 1)

血透流程的每个环节要求准确记录血透执行地点、人员、时间、内容,实时更新患者的血透状态。便于医护人员掌握最及时的信息,明确医护人员分工,职责清晰,操作规范严谨。

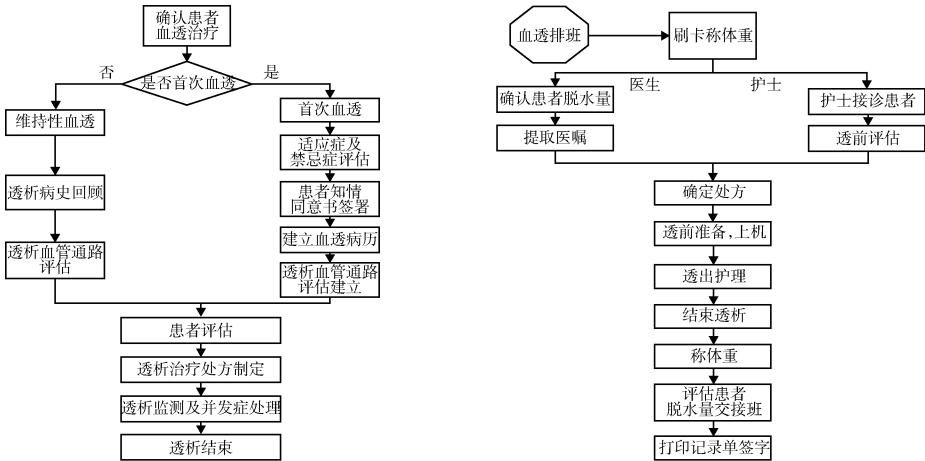


图 1 血透流程

3 系统需求分析与网络拓扑结构

血液透析中心对血液透析和治疗过程要求实时监控透析数据。传统数据仅停留显示在设备屏幕上,未能够被集中采集、存储以及再利用,血透流程和病历没有数字化,不能为临床诊疗、科研教学提供数据支持。血透系统信息化管理要求达到血透

排班电子化、数据采集自动化、病历档案电子化、血透流程电子化、质控管理和上报电子化、电子病历其他系统数据共享、实现医生护士移动查房以及科室管理自动化。系统要求功能和设备便于扩充,故障诊断清晰,利用全院现有的有线、无线网络资源,采用虚拟机软件虚拟化部署服务,通过安全设备完成网上质控上报,减少硬件投资。网络拓扑结构,见图 2。

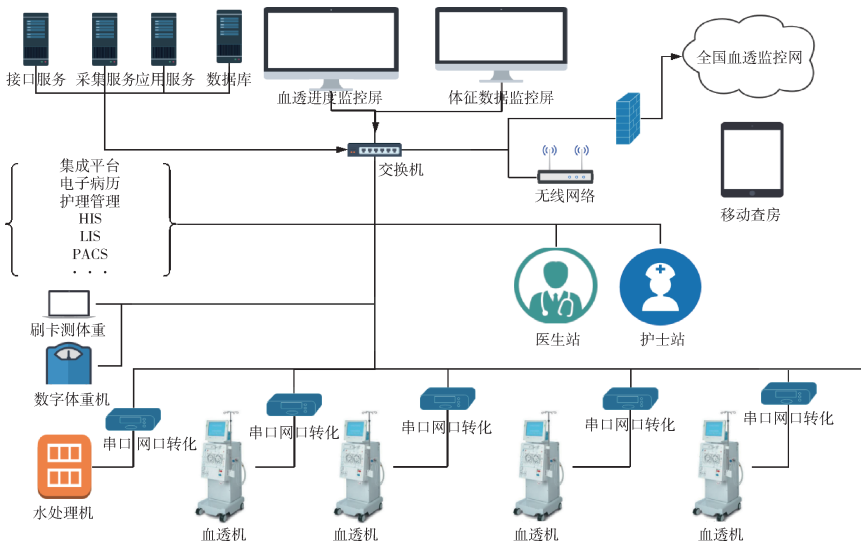


图 2 网络拓扑结构

4 数据采集

4.1 概述

患者血透时的生命体征（收缩压、舒张压、心率、呼吸、超滤量、血流量、静脉压、动脉压、跨膜压、置换量、透析液温度等）实时采集，代替护士手工抄写，提高数据的准确性和及时性，减轻护士工作量，使其有更多的时间护理患者。血透机品牌众多，目前基本提供串口数据通信和网络接口通信方式。对于串口通信，通过 MOXA 串口服务器，将串口转网口方式，采用虚拟串口方式 RealCom 或 TCP 协议与采集服务器相连，采集服务器可以部署在中心机房的虚拟机中，通过全院网络与血透机相连，减少采集电脑数量、场地占用和故障点。数据采集因血透机品牌不同有所差异，但基本采用 HL7 和 ASTM 两种通信协议。

4.2 采集通信协议

费森尤斯血透机采用 HL7 协议传输信息至采集计算机，采集计算机应答过程并进行确认，1~6 行是血透机发送的消息，包含 MSH、PID、OBR 和 OBX 消息段，MSH 为消息头，PID 是患者基本信息，OBR 为医生下达的医嘱信息，OBX 是血透机检测到的体征信息；8~9 行是采集计算机返回血透机的应答信息，采集计算机会对收到的消息进行合法性判断，保存采集结果，返回应答消息。

```
1 MSH|^~/&| Mindray | BS - 400 | | 20171107100805
| | ORU^R01 | 1 | P2. 3. 1 | | | | 0 | ASCII | | |
2 PID | 1 | | | Tom | | 19800808000000 | M | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
3 OBR | 1 | 12345678 | 10 | Mindray ^ BS - 4000 | Y |
20171107115651 | | | | | | | | | | serum | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
4 OBX | 1 | NM | 2 | TBiL | 98 | umon/L | | | | | | 98
| 20171107115651 | | | |
5 OBX | 2 | NM | 5 | ALT | 98. 2 | umon/L | | | | | |
| 98. 2 | 20171107115651 | | | |
6 OBX | 3 | NM | 5 | ALT | 98. 2 | umon/L | | | | | |
| 98. 2 | 20171107115651 | | | |
```

```
7
8 MSH|^~/&| XueTou | 01 | Mindray | BS - 400 |
20171107120156 | ACK^R01 | 1 | P2. 3. 1 | | | | | |
ASCII
9 MSA | AA | 1 | Message accepted | | | 0
10
```

4.3 美国材料试验协会（American Society for Fesing Material, ASTM）协议

由美国材料试验协会制定，在检验仪器数据通信接口中广泛使用，部分血透机采用 ASTM 协议。数据按其既定的框架来传输，格式为 [STX] [F#] [TEXT] [ETX] [CHK1] [CHK2] [CR] [LF]。其中 TEXT 是要传输的内容，[STX]：ASCII 码为 2，代表框架开始。[F#]：框架的序号，为数字的 0~7，从 1 开始一直到 2, 3, 4, 5, 6, 7, 0，循环使用。[ETX]：ASCII 码为 3，内容结束标志。[CHK1] [CHK2]：分别是校验和的高 4 位和低 4 位。[CR] [LF]：ASCII 码为 13, 10，框架结束标志。如有多个包的数据，当发现标志是 [ETB]（ASCII 码为 23）时继续收数据，直到标志变成 [ETX]，表示最后一个包，将之前收到的数据组合就是完整数据。ASTM 传输协议的传输应答机制，如果超时将会被中断传输。结束传输发送 [EOT]（ASCII 码为 4），会话结束。回到空闲状态进行下次收发数据。当发送者发送数据包后，接收有以下反应：

- A 发送 [ACK]，数据已经正确接收
 - B 发送 [NAK]，数据有问题或者很忙
 - C 没有反馈信息。等 15 秒后，直接中断传输
- ASTM 消息包括以下几种结构（Record）：
- Header Record：简写 H，发送者和接收者信息
 - Patient Information Record：简写 P，患者信息
 - Inquiry Record：简写 Q，请求信息
 - Test Order Record：简写 O，订单信息，就是项目信息
 - Test Result Record：简写 R，结果信息，解析内容保存结果信息
 - Comment Record：简写 C，评论信息
 - Manufacturer Infomation Record：简写 M，厂商信息
 - Scientific Information Record：简写 S，科技信息
 - Message Terminator Record：简写 L，代表信息结束
- 一条消息是以 Header Record（H）开始，以 Termination Record（L）结束传输。

4.4 采集方式

根据协议格式，结合血透机厂商数据通信文档，利用串口字符串解析工具调式通信，发送响应数据请求，解析数据结果。采集通信服务通过多线程定时轮询采集血透机体征数据，集中保存数据库中。如所有血透机为同一厂商，则厂商提供数据采集和监控方案。

5 系统功能实现与应用效果

5.1 功能实现

5.1.1 档案管理 建立血透档案，关联并导入医院信息系统资料，与检验信息系统（Laboratory Information System, LIS），影像存储与传输系统（Pictures Archiving and Communication System, PACS），电子病历等系统通过身份信息关联，使申请信息与结果信息互通。为简化患者管理，对于维持血透治疗的患者进行入科处理，不在医院继续维持血透治疗的患者进行出科处理。病历档案内容涵盖入院记录、病程记录、用药记录、手术记录、血管通路信息、透析方案、透析记录（透析前情况、透析生命体征记录、透析后情况）、血液净化患者阶段性评估、出院记录、会诊记录、护理评估以及健康教育。支持血透特殊指标计算，血透充分性计算，见图3。对持续肾脏替代疗法（Continuous Renal Replacement Therapy, CRRT）持续性血液净化建立单独的资料帐卡，包括患者适应症记录、治疗方案、治疗前评估、脏器评估（呼吸功能、循环功能、肾功能、肝功能、器官功能）、治疗后总结、医生记录、机器使用记录。

5.1.2 血透排班 支持根据设备和患者排班，如排班不完善则有智能提醒，杜绝错排、漏排现象，排班信息和注意事项以短信发送患者，提高血透机的利用率。

5.1.3 透析管理 患者自助接诊（刷卡称体重报到），护士选择当班管理患者，进行透析治疗，医嘱提交，透析费用，交班记录等操作。记录患者血管通路情况后，开始透析，采集体征数据，结束血透。

透析充分性计算

$$K_t/V = -\ln(R-0.008t) + (4-3.5R) \times (\Delta W/DW)$$
$$= 2.90$$

R: 透后血尿素氮/透前血尿素氮
T: 透析时间, 单位为小时
 ΔW : 透析前后体重变化值, 即超滤量, 单位为 L
DW: 体重, 单位为 kg

$$URR = (CO-C)/CO \times 100$$
$$= 89.50\%$$

CO: 为透前血尿素浓度, 单位为 $\mu\text{mol/L}$ 或 mg/dL
C: 为透后血尿素浓度, 单位为 $\mu\text{mol/L}$ 或 mg/dL

第一步: 请选择参与评估的透析记录:

透析单

透析日期: 2017.12.08 透析: 5小时 实际超滤: 2000 mL 透后净重(干体重): 42.5kg

第二步: 请选择本次透析之前的血尿素氮

透析化验

化验日期: 2017.12.08 尿素氮含量: 20.51

第三步: 请选择本次透析之后的血尿素氮

透析化验

化验日期: 2017.12.08 尿素氮含量: 2.16

手工输入

确定

取消

图3 血透充分性计算

5.1.4 护理评估和健康教育 长期血透患者容易产生心理问题，及时进行护理评估和健康教育可以有效减缓患者抑郁、焦虑状态，使其积极配合治疗。可使用艾森克人格评估（含标准分对照表评估报告）、症状自评量表（评估报告）等，护士使用个人数字助理（Personal Digital Assistant, PDA）在床边进行评估和教育记录。

5.1.5 大屏监控 （1）血透进度监控屏。显示每位血透患者的状态、血透时间进度，以大屏显示给医护人员。（2）血透生命体征监控屏。集中显示每台血透机采集的生命体征数据，方便医护人员了解情况。

5.1.6 移动 PDA 医护人员使用 PDA 查房，方便医护人员针对患者制定医嘱方案和血透护理。其部分功能，见图4。

张女士, 女, 84岁, 3-5床, 上午班

诊断: CKD-V

方式: HD 住院床号: 病案号码: 667900

血管通路: 自动静脉内瘘 (左上肢动静脉)

透析

基本信息

透析设置

透析前评估

开始透析

透析记录

结束透析

当日医嘱

医嘱执行

医嘱查询

评估报告

透析历史

检查报告

检验报告

排班查询

透析处方

图4 移动 PDA 部分功能

5.1.7 科室管理 科室库房管理（药品耗材入库、库存管理），根据业务开展情况自动扣减消耗。同时包含医生、护士的工作排班管理。

5.1.8 设备管理 对设备进行登记、设置区域、关联床号、日常消毒、预防性维修，对修理情况进行记录。对水处理机维护保养记录进行登记（包括

检测日期、设备名称、热消毒、原水压力、出水量、余氮浓度、水硬度、一级电导、二级电导），满足设备质控要求。

5.1.9 信息上报 将业务生成的数据按质控要求上报至全国血透监控网，减少人工二次录入的时间消耗。

5.2 应用效果（表 1）

表 1 系统应用效果		
使用前	使用后	优势
护士手工登记，手工计算脱水量	自助接诊，自动计算脱水量	减少护士接待时间
每半小时抄写体征参数	实时采集数据，集中以大屏显示	数据准确率提高，便于监控、回顾分析
医嘱开立没有形成闭环	每班提取医嘱，核对医嘱，记录医嘱执行状态	提高医嘱三查七对准确率，逻辑上控制用药错误
纸质完成护理评估	移动 PDA 面对面完成评估	护理记录更细致
历次血透治疗调阅困难	历次血透调阅方便，治疗方案制定更科学	方便医生合理治疗
质控上报网上二次录入	上报数据自动生成	减少人工
科室管理以手工台账为主	自动进行药品、耗材、设备维护保养台账	无纸化办公

6 结语

血透系统自 2017 年初上线以来，经过历次改进使用效果良好。具体表现在排班管理有序化，提高设备利用率。患者刷卡自助报到称体重，血透完成自助测体重，增强患者参与感。大屏监控将血透进度和体征数据集中显示，护士在工作中可方便掌握区域内全部患者情况。血透病历资料的电子化、完整化利于医生对血透患者进行回顾性分析和科研上的应用，制定有效的治疗方案。血透系统较以前的手工记录效率提高 50% 以上，记录的缺陷率明显下降。同期比较各类医疗不良反应出现不同程度下降。系统的不足主要是血透医嘱和电子病历医嘱需录入两遍；病区患者药物没有集中配送到血透中心。今后将实现血透专科病历和全院病历数据的细粒度交互。

参考文献

1 张红君，夏慧，韩志武，等. 数字化血透中心系统框架的研究与实践 [J]. 中国数字医学，2014，9（12）：105－107.

2 邵建军，陈靖，李海明，等. 血液透析信息电子智能化管理系统的建立和运行评估 [J]. 中华医院管理杂志，2012，28（7）：514－517.

3 冯靖伟，郑骏，姚向峰. 血液透析数据集成采集技术研究 [J]. 中国生物医学工程学报，2012，31（4）：629－632.

4 吴晓芬，王磊，王培军. 以患者为中心的血液透析系统开发设计 [J]. 医学信息学杂志，2016，37（8）：36－39.

5 冯靖伟，郑骏，姚向峰. 血透中心信息化管理的实践与探讨 [J]. 中国医疗设备，2012，27（2）：97－98.

6 申伟，肖观清，黄雪芳，等. 血液透析中心信息化管理系统的应用及对提高患者透析质量的作用 [J]. 中国血液净化，2015，14（12）：710－712.

7 李领香. 电子信息化管理系统在血液透析治疗中的应用 [J]. 护理实践与研究，2014，11（3）：102－103.

8 谢培杰，周怡，张娟娟，等. 血液透析数字化管理系统护理模块的应用 [J]. 中华现代护理杂志，2015，21（8）：977－979.

9 陈晓旺，苏玉成，黄明炜. 血液净化管理系统设计与临床应用 [J]. 医学信息学杂志，2017，38（12）：36－38.

10 李新伦，李红霞，邱德俊，等. 构建以患者为中心的血液净化中心智能服务平台 [J]. 医学信息学杂志，2015，36（9）：31－34.