



透析用水竟比 饮用水干净100倍

◎绵竹仁爱医院 杨欢

在医院的血液透析中心，每台血透机背后都藏着一个鲜为人知的“超级净水工厂”。这里生产的水纯净度是普通饮用水的100倍，甚至超越了实验室超纯水的标准。想象一下，我们日常饮用的矿泉水，要历经100次“脱胎换骨”般的净化，才能进入透析患者的血液——这并非科幻情节，而是现代血透机的日常操作。在血透室里，每一滴水都要经历堪比“太空级净化”的蜕变，其严苛程度让瓶装水都相形见绌。

血液净化

我们先来看一组令人震惊的数据对比。在细菌含量方面，普通饮用水允许存在100CFU/ml，而透析水的要求是小于0.1CFU/ml；内毒素限值上，透析水的标准比注射用水还要严格10倍；重金属控制方面，透析水对铅含量的要求比饮用水低100倍。为何透析用水需要如此纯净，又是如何做到的呢？

健康人的肾脏堪称自然界最精密的“滤水器”，每天能过滤180升血液，同时精准调控水分和电解质平衡。然而，尿毒症患者的肾脏功能丧失后，血液透析就成了他们的“生命线”。在透析过程中，患者的血液会通过半透膜与透析液进行物质交换。如果透析液中含有微量污染物，它们就会毫无阻碍地进入患者血液。

对尿毒症患者而言，血透机就是延续生命的人工肾。每周3次、每次4小时的治疗中，血液需在体外循环400次，每次经过的透析液量相当于12瓶矿泉水。这些水中若含有0.01ppm的铝离子（相当于1吨水中混入1克铝粉），就可能引发透析性脑病；若氯含量超标0.2ppm，则会破坏红细胞导致溶血。这种“零容忍”的标准，使得透析用水的纯净

度比饮用水严格100倍以上。

透析用水

现代血透机采用“预处理+双级反渗透+超纯化”的净化矩阵，其净化流程复杂且严格，堪比《西游记》中唐僧师徒经历的九九八十一难。

首先是砂滤罐初筛，它能过滤25微米以上的颗粒，相当于拦截一粒沙子1/3大小的杂质，为后续净化步骤打下基础。接着是活性炭吸附环节，采用椰壳活性炭，每克活性炭的表面积相当于1个足球场，能有效吸附余氯，去除水中的异味和部分有机物。然后是树脂软化步骤，通过钠离子置换钙镁离子，将水的硬度从300ppm降至5ppm以下，防止钙镁离子在后续过程中形成水垢，影响设备正常运行。

双级反渗透是净化流程中的关键环节，采用航天级反渗透膜，其孔径仅为0.0001微米，仅允许水分子通过，相当于头发丝的百万分之一。这一步能有效去除水中的细菌、病毒、重金属离子等大部分杂质。最后是超纯化终章，通过紫外线+臭氧双重灭菌，配合去离子树脂，将水的电导率控制在10 μ S/cm以下（饮用水标准为500 μ S/cm）

），确保水质达到极高的纯净度。这套系统每处理1升透析水需消耗3升原水，可谓“用3吨水炼1滴丹”。

工作流程

现代血透机的净水系统流程有6大步骤。第一步是全封闭静音设计，采用潜水泵技术，噪音 $\leq$ 45分贝，相当于冰箱运转声，为患者营造安静舒适的治疗环境。第二步是智能恒压系统，它能自动补偿水压波动，确保透析液流速稳定在500ml/min $\pm$ 5%，保证透析过程的稳定性和有效性。

第三步是水质在线监测，每秒检测电导率、pH值等12项参数，精度达0.1%，实时掌握水质情况，一旦发现异常立即报警。第四步是一键消毒程序，采用120℃高温蒸汽循环消毒，灭菌率达Log6级别，有效杀灭各种微生物，防止交叉感染。

第五步是废水回收系统，二级浓水100%回用，节水率较传统设备提升40%，既节约了水资源，又降低了运行成本。第六步是远程预警功能，通过物联网实时传输数据，故障响应时间缩短至15分钟内，医护人员能及时处理设备故障，确保透析治疗的安全进行。

从自来水到生命之水，血透机用科技演绎着“水滴石穿”的现代版神话。那些在反渗透膜间穿梭的水分子，不仅承载着现代医学的智慧，更托举起无数终末期肾病患者的生命希望。当我们下次拧开矿泉水瓶时，或许会对这看似寻常的液体多一分敬畏——毕竟，在某个透析室里，正有数以亿计的“超级净水分子”在守护着生命的律动。通过了解血透机的“超级净水系统”，我们更能体会到现代医学为保障患者生命健康所付出的努力和智慧。☺