

## 一种间歇性排尿装置的设计与应用

唐飞舸<sup>1</sup> 陈礼娟<sup>2</sup>

<sup>1</sup>四川省第四人民医院重症医学科,成都 610020;<sup>2</sup>四川大学华西第二医院产科护理单元/出生缺陷与相关妇儿疾病教育部重点实验室,成都 610041

通信作者:陈礼娟,Email:c427tom126t@163.com

**【摘要】** 夹管训练对膀胱功能具有保护作用,但由于其存在膀胱过度充盈的风险,在近百年的临床实践中未能被普遍应用,自然引流长期处于主导地位。中华人民共和国行业标准 WS/T 509—2016《重症监护病房医院感染预防与控制规范》明确要求,留置尿管宜持续夹闭、定时开放,该要求至今仍未广泛实施,主要原因仍是存在膀胱过度充盈的风险。腹腔内压升高的患者接受传统夹管训练时,易出现膀胱不充盈情况下膀胱内压升高的情况,导致上尿路损伤。针对这一问题,四川省第四人民医院重症医学科医护人员设计了一种无源的间歇性排尿装置用于夹管训练,该装置可以保证膀胱充盈,且无过度充盈的风险。目前,该装置已获得国家发明专利(专利号:ZL 2017 1 1242878.6),其控制尿管呈“几”字形,利用尿管内尿液高度产生的静水压阻止尿液外流,以此保证膀胱充盈;当膀胱内压超过设定的静水压阈值时尿液可自动排出,防止膀胱过度充盈。同时,该装置不受腹腔高压的影响,可稳定维持膀胱的有效充盈状态。该装置创新性利用液态间隔(尿液)取代传统固态间隔,既规避了夹管训练中膀胱过度充盈的风险,又避免了腹腔内压影响膀胱内压所致的膀胱充盈不足的情况,使夹管训练有效且安全。本装置结构简单、操作便捷、无需电源,有望促进夹管训练的普及,推动夹管训练替代自然引流,成为临床主流方式。

**【关键词】** 夹管训练;膀胱过度充盈;膀胱充盈;固态间隔;液态间隔

**基金项目:** 国家发明专利(ZL 2017 1 1242878.6)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20241029-00520

### Design and application of an intermittent urination device

Tang Feige<sup>1</sup>, Chen Lijuan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Department of Critical Care Medicine, the Fourth People's Hospital of Sichuan Province, Chengdu 610020, China;

<sup>2</sup>Department of Obstetrics Nursing, West China Second University Hospital, Sichuan University/Key Laboratory of Birth Defects and Related Diseases of Women and Children (Sichuan University), Ministry of Education, Chengdu 610041, China  
Corresponding author: Chen Lijuan, Email: c427tom126t@163.com

**【Abstract】** Clamping training has a protective effect on bladder function. However, due to the risk of excessive bladder distension, it has not been widely applied in clinical practice over the past century, with continuous drainage remaining the predominant approach. The China National Health Industry Standard WS/T 509—2016 *Specifications for Prevention and Control of Healthcare-associated Infections in Intensive Care Units* explicitly stipulates that indwelling urinary catheters should be kept continuously clamped and opened at regular intervals. To date, this requirement has not been extensively implemented, primarily due to the persistent risk of excessive bladder distension. In patients with elevated intra-abdominal pressure, traditional clamping training tends to induce increased intravesical pressure without adequate bladder filling, which may further lead to upper urinary tract injury. To address this clinical dilemma, the critical care medical staff at Fourth People's Hospital of Sichuan Province have designed a passive intermittent urination device for clamping training. This device can ensure sufficient bladder filling while eliminating the risk of overdistension. Currently, the device has been granted a national invention patent (patent number: ZL 2017 1 1242878.6). Its core mechanism involves shaping the external urinary catheter into a "Ji"-shaped configuration. It utilizes the hydrostatic pressure generated by the height of urine column in the catheter to prevent urine outflow, thereby ensuring proper bladder distension. When the intravesical pressure exceeds the preset hydrostatic pressure threshold, urine is automatically drained out, which effectively prevents excessive bladder distension. Meanwhile, the device is not affected by high intra-abdominal pressure and can stably maintain the optimal bladder filling state. Innovatively, this device adopts a liquid barrier (urine) to replace the conventional solid barrier. It not only circumvents the risk of excessive bladder distension during clamping training but also avoids insufficient bladder filling caused by the interference of intra-abdominal pressure with intravesical pressure, thus achieving both efficacy and safety of clamping training. With its simple structure, convenient operation and no need for power supply, this device is expected to facilitate the popularization of clamping training, and further promote its replacement of continuous drainage to become the mainstream clinical practice.

**【Key words】** Clamping training; Bladder overdistension; Bladder filling; Solid barrier; Liquid barrier

**Fund program:** National Invention Patent of China (ZL 2017 1 1242878.6)

DOI: 10.3760/cma.j.cn121430-20241029-00520

导尿管插入术是临床常见的医疗技术,有研究显示,社区医疗机构的导尿管使用率为 7.0%~10.8%,综合医院为 18.6%,重症监护病房(intensive care unit, ICU)则高达 76.6%<sup>[1-2]</sup>。导尿有持续留置尿管、间歇性导尿、耻骨上导尿等多种方式<sup>[3]</sup>。对于留置导尿管的患者,1936 年 Ross 提出了夹管训练理论,该训练通过刺激膀胱逼尿肌模拟正常排尿时的膀胱充盈与排空过程,理论上可预防导尿管拔除后膀胱功能障碍<sup>[4]</sup>。但夹管训练的潜在风险也逐渐被关注,膀胱过度充盈不仅可能反向导致拔管困难,还会增加感染风险<sup>[5]</sup>。在随后的近百年间,关于夹管训练与自然引流的利弊权衡,相关讨论反复进行,从未停歇。作为医学理论权威的全国高等学校教材,《基础护理学》第 4~6 版<sup>[6-8]</sup>“留置导尿管术”项目下“留置导尿管患者的护理”第 3 条指出,训练膀胱反射功能可采用间歇性夹管方式,即夹闭导尿管,每 3~4 h 开放 1 次,使膀胱定时充盈和排空,促进膀胱功能的恢复。长期尿失禁的患者可通过定时夹闭和引流尿液,锻炼膀胱壁肌肉张力,重建膀胱储存尿液的功能<sup>[6-8]</sup>。但在《基础护理学(第 7 版)》<sup>[9]</sup>中,“留置导尿管术”项目下“留置导尿管患者的护理”第 3 条指出,训练膀胱反射功能过程中,长期留置导尿管患者拔出导尿管前无需夹闭导尿管。对于长期尿失禁的患者,通常情况下不推荐通过夹闭尿管的方式训练膀胱功能<sup>[9]</sup>。由此可见,夹管训练在医学理论层面存在争议。2023 年,朱亮等<sup>[10]</sup>通过计算机检索美国国立医学图书馆 PubMed 数据库、荷兰医学文摘 Embase 数据库、护理和辅助医学文献累积索引(Cumulative Index to Nursing and Allied Health Literature, CINAHL)、Ebsco 全文数据库、Cochrane 图书馆数据库、中国生物医学文献数据库(China Biology Medicine disc, CBM)、万方数据、中国知网、维普数据库,检索时限均为建库至 2022 年 1 月 8 日,该团队对比夹闭尿管与自然引流两种方式后得出结论:夹管训练可能造成膀胱过度充盈,并增加导管相关尿路感染的风险,同时还会增加护理人员的工作量,因此建议持续开放尿管,即采用自然引流方式。临床既承认夹管训练有利于膀胱功能保护,但又因其存在膀胱过度充盈的风险,不得不将自然引流作为主流方式;而自然引流虽能规避上述风险,却需以放弃对膀胱功能的保护为代价。因此,找到一种能兼顾膀胱功能保护与风险规避的方法,成为医务工作者的共同梦想。

中华人民共和国行业标准 WS/T 509—2016《重症监护病房医院感染预防与控制规范》于 2016 年 12 月 27 日发布,2017 年 6 月 1 日起实施(以下简称行业标准)<sup>[11]</sup>。其中,行业标准 8.2 条为“导尿管相关尿路感染的预防和控制措施”,8.2.3 条为“置管时间>3 d 者,宜持续夹闭,定时开放”<sup>[11]</sup>。然而截至 2024 年,上述措施仍未能在 ICU 广泛推行。目前 ICU 现行尿液引流的主流方式为持续开放(即自然引流),仅少数病例因科研需要,在专门严密监护的条件下实施了持续夹闭定时开放或定压开放的引流方案<sup>[12]</sup>。其主要原因可能是现有的夹闭尿管方式存在膀胱过度充盈的安全隐患,同时也有减轻护理人员工作量的考量。

为预防夹管训练中膀胱过度充盈的风险,有学者尝试通过监测膀胱内压、定压开放的方式规避该问题,如发明专利 CN202096331U、CN103301514A、CN112807550A 等<sup>[13-15]</sup>;另有学者开展了“膀胱压力监测下定压放尿在重症患者长期留置导尿中应用”的相关实验<sup>[12]</sup>。但对于腹腔内压升高的患者,夹管训练可能造成膀胱未充盈状态下的膀胱内压增高,甚至导致上尿路损伤。膀胱内压=膀胱静压(即腹腔内压)+膀胱逼尿肌压,当膀胱内压>40 cmH<sub>2</sub>O(1 cmH<sub>2</sub>O=0.098 kPa)时可导致上尿路损伤<sup>[16]</sup>。腹腔压>40 cmH<sub>2</sub>O 的患者,其膀胱内压必然>40 cmH<sub>2</sub>O<sup>[17]</sup>。此类患者若采用定压开放策略,夹闭尿管期间膀胱内压会持续>40 cmH<sub>2</sub>O,进而导致上尿路损伤。若要避免膀胱内压>40 cmH<sub>2</sub>O,只能持续引流,此时膀胱内压为零、膀胱充盈不足,无法达到夹管训练的预期效果。对于腹腔内压<40 cmH<sub>2</sub>O 但仍处于偏高水平的患者,由于膀胱内压中膀胱静压(即腹腔内压)占比上升,膀胱充盈导致的膀胱逼尿肌压占比下降。因此,对于腹腔内压升高的患者,在相同膀胱内压条件下,其膀胱充盈程度下降,导致夹管训练中膀胱充盈的效果减弱。此外,此类患者若采用夹闭尿管或间歇性导尿的方式,在非导尿期均存在膀胱内压过高损伤上尿路的风险。

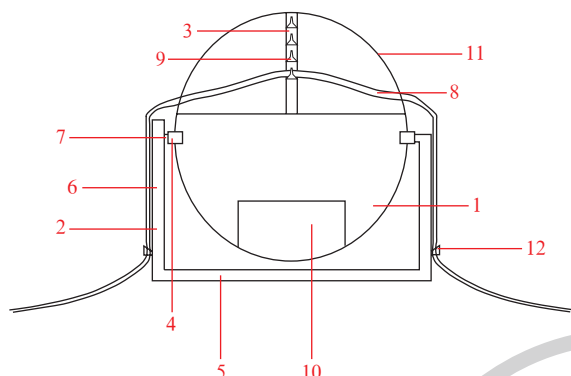
目前夹管训练的操作方式为夹闭尿管,使膀胱(含部分尿管)成为封闭空间。该空间尿液与大气不相通,其与大气间有固态物质(尿管管壁或其他用于阻塞尿管的物体)形成间隔,与膀胱壁、部分尿管管壁共同组成封闭容器。随着尿液持续生成,膀胱内尿量增加、体积增大,膀胱内压升高;但由于固态间隔的存在,尿液不能排出膀胱,除非通过人工或电子控制的方式开放该间隔。基于上述特征,将其称为固态间隔夹管训练法。

为此,本研究设计了一种间歇性排尿装置,能利用液态介质(尿液)形成间隔,实现夹管训练,使膀胱的排尿过程更接近生理状态,具备充盈期与收缩期的完整生理节律,同时可有效规避膀胱过度充盈及膀胱内压过高的风险,且不受腹腔内压波动的影响。该装置符合国家关于控制尿路感染的相关行业标准,同时不会增加护理人员的工作量。目前,该装置已先后获得国家实用新型专利(专利号:ZL 2017 2 1648090.0)和国家发明专利(专利号:ZL 2017 1 1242878.6)。

### 1 间歇性排尿装置的设计与应用

间歇性排尿装置结构控制尿道外尿管呈“几”字形,具体结构示意图见图 1。该间歇性开放尿管的辅助装置中的支撑体由转动体(图 1-1)、支架(图 1-2)和挂杆(图 1-3)组成。其中,转动体通过 2 个轴承(图 1-4)与支架转动连接,且 2 个轴承的轴线水平设置并重合;支架包括底座(图 1-5)和 2 根竖杆(图 1-6),竖杆底部连接底座,竖杆上部连接横杆(图 1-7);2 根横杆分别与 2 个轴承键连接,轴承安装在转动体的侧壁;转动体的顶部连接挂杆,挂杆上设有至少 2 个挂钩,等间隔上下排布,使用时尿管(图 1-8)悬挂于其中 1 个挂钩上。转动体、支架、挂杆和挂钩(图 1-9)的材质均可选塑料。转动体的重心位于轴承的下方,转动体下部的中部区

域装有密度大于转动体其他部分的重物块(图 1-10),故该区域密度大于转动体其他部分。



注: 1 为转动体, 2 为支架, 3 为挂杆, 4 为轴承, 5 为底座, 6 为竖杆, 7 为横杆, 8 为尿管, 9 为挂钩, 10 为重物块, 11 为壳体, 12 为固定机构

图 1 间歇性排尿装置的结构示意图

通过使用该间歇性开放尿管的辅助装置,可安全实现尿管的持续夹闭与定时开放,其基本工作过程如下:尿道外的尿管经本装置限位后,形成近似“几”字形的曲线结构,尿管“几”字形结构最高点与耻骨联合的高度差可以调节,通常为 15~20 cm(下文按 20 cm 讨论),也可由个性化尿动力实验的漏尿点压力确定。尿液从肾脏排出后,经输尿管流入膀胱。随着膀胱内尿液逐渐增加,膀胱容量逐渐增加,膀胱内压并不会随之升高,在充盈期末(即膀胱壁粘弹性达到极限时)膀胱内压才开始上升。在膀胱内压升至 20 cmH<sub>2</sub>O 前,尿液会受到尿管“几”字形结构中尿液自身形成的最大静水压阻挡,无法向外溢出,从而使膀胱充盈,实现夹管训练中充盈期的充盈过程,满足行业标准 8.2.3 中关于持续夹闭的要求。需要说明的是,阻挡尿液外流的作用力为尿道外“几”字形尿管内尿液形成的静水压,该压力与腹腔内压无关;且因尿液与大气之间无固态屏障隔离,膀胱可视为一个与大气连通的开放容器。当膀胱内压升高至超过上述最大静水压时,膀胱内的尿液将自动排出,无需护理人员干预,也无需人工或电动控制开放固态间隔。在膀胱的正反馈作用下,尿液可持续排出,实现夹管训练中收缩期的排空过程,该方式可称为液态间隔夹管训练。此外,通过按时将尿管从其“几”字形结构的最高点取下,可保证尿液充分排出,满足行业标准 8.2.3 中关于定时开放的要求,同时不会增加护理人员的工作量。

## 2 讨论

使用本专利间歇性排尿装置进行液态间隔夹管训练(下称本专利方式),与现有固态间隔夹管训练方式的对比情况如下。

按现行基础护理中留置导尿管术的要求,未对患者外露尿管的位置和形状作出明确限定;临床操作中,通常将导尿管从患者大腿内侧约 1/3 处引出,再沿腿部下方固定于床缘<sup>[18]</sup>。若需进行夹管训练,常规方式为夹闭尿管后每 3~4 h

开放 1 次<sup>[6]</sup>。但受疾病类型、精神状态、药物作用等因素影响,夹管训练的时间间隔难以精准把控。例如,脊髓损伤或昏迷患者无法自主感知尿意;使用利尿剂、垂体后叶素等药物或合并肾功能衰竭的患者,每小时尿量波动极大,可高达 1 000 mL/h 以上,也可低至无尿状态(0 mL/h)。而膀胱适宜充盈量为 400~500 mL,或达到个体漏尿点压力前的充盈量,不同患者、不同病情条件下,达到适宜充盈量的时间皆不同。因此,护理人员难以预判患者膀胱充盈程度,更无法精准把握“充盈且不过度充盈”所需的夹闭时长。临床中常因导管夹闭后未及时开放,造成人为尿道损伤与膀胱过度充盈<sup>[10]</sup>。为防止膀胱过度充盈,护理人员需时刻关注患者状态,导致工作量大幅增加;若盲目缩短夹闭时间、频繁开放尿管,则会造成膀胱充盈不足,接近持续引流状态,无法达到夹管训练及行业标准的要求。

而使用本专利方式进行排尿训练时,无需判断膀胱充盈程度,即使未按时放下尿管,尿液也可自行排出,规避上述风险。当膀胱未充盈时,20 cm 高度的尿管水柱形成的静水压可限制尿液外排。结合生理特点,在膀胱壁粘弹性达到极限前,膀胱内压会随尿液充盈保持稳定<sup>[16]</sup>,以此保障膀胱充盈,实现行业标准的持续夹闭。若患者膀胱充盈,导致膀胱内压升高并>20 cmH<sub>2</sub>O 时,由于本装置依靠尿管内尿液静水压实现夹闭(属于非固态间隔夹闭),且尿管内尿液与大气时刻相通,尿液会沿 20 cm 高度的尿管自动外排,使膀胱内压最大值≤20 cmH<sub>2</sub>O。此过程无需人工干预,也无固态间隔装置的启闭操作,安全性得到充分保障。此外,膀胱内压由尿管高度精准控制,无论患者每小时尿量多少,甚至无需护理人员按时操作,均可确保膀胱处于“充盈且不过度充盈”的理想状态,安全高效地达成夹管训练目标,满足行业标准要求。

现有夹管训练采用固态间隔夹闭方式,膀胱属于密闭空间,尿管内尿液与大气隔绝。从力学角度分析,密闭状态下膀胱内压=膀胱静止压+膀胱逼尿肌压,而膀胱静止压与腹腔内压相等<sup>[16]</sup>。当患者腹腔内压升高时(如急性重症胰腺炎等 ICU 常见病症均可引发腹腔内压升高),膀胱内压会随之上升,此时基于膀胱内压的定压开放模式无法准确反映膀胱实际充盈程度。例如,当腹腔内压>40 cmH<sub>2</sub>O 时<sup>[17]</sup>,膀胱内压也必然>40 cmH<sub>2</sub>O;若通过监测膀胱内压决定尿管启闭,则会出现两种情况:①持续开放尿管,导致膀胱内压为零;②夹闭尿管,膀胱内压>40 cmH<sub>2</sub>O,导致上尿路损伤。即便腹腔内压未达 40 cmH<sub>2</sub>O,较高的腹腔内压也会使膀胱静止压升高,导致膀胱尚未充分充盈时尿管即被开放,同样无法达到训练效果。

对于本专利方式,膀胱通过尿管与大气相通,由密闭容器转化为开放容器。开放容器状态下,膀胱内压的计算公式为  $P = \rho g h$  (其中  $\rho$  为尿液密度,可视为水的密度; $g$  为重力常数; $h$  为尿管内尿液高度,是此环境条件下的唯一变量)。若不考虑膀胱形状导致的高度差异,尿道口外尿管内尿液的高度可直接反映膀胱内压,可参照腹腔压力监测中的

经膀胱测压法<sup>[19]</sup>。由此可见,在膀胱为开放容器条件下,膀胱内压与腹腔内压无关,无论患者腹腔内压高低,只需控制尿管高度,即可精准调控膀胱内压,具体力学示意详细阐释见图 2。

图 2 力学原理分析显示:① 液态间隔夹管训练:膀胱内置入不可压闭的尿管后呈开放状态,膀胱内尿液不可压缩,但可沿尿管流动,且排尿临界点(膀胱内压与尿量足以使尿液达到设定尿管高度时)的液体流动不会引发压力变化。假设初始状态下膀胱外压力为零,膀胱内尿量恰好达到尿管水平段 JII<sub>0</sub>J<sub>0</sub> 的位置;当膀胱外 BEFD 区域压力升高时,会压迫膀胱壁 ABDC 发生弹性变形,进而推动尿液沿尿管水平段流动。膀胱壁弹性变形产生的弹力与外部压力大小相等、方向相反,且变形程度与推动的液体流量相匹配。在此过程中,外部压力仅作用于膀胱壁并促使其变形,而由于尿管高度差保持不变,膀胱内壁压力始终保持稳定,因此腹腔压力不会对本专利方式下的膀胱内压产生影响。② 生理状态/固态间隔夹管训练:膀胱处于密闭环境,尿液既不可压缩,也无法沿尿管流动(腹腔压力监测的经膀胱测压法中液体流动与压力相关,故仍视为密闭条件)。假设初始状态下膀胱外压力为零,膀胱内尿量如图 2 右图所示;当膀胱外 BEFD 区域压力升高时,会压迫膀胱壁 ABDC 向腔内变形,但因膀胱内尿液不可压缩、无法流动,膀胱壁的变形量极小甚至可忽略。此时,外部压力会通过膀胱壁直接传导至膀胱内尿液,尿液则反向作用于膀胱内壁,导致膀胱内压升高,即密闭状态下的膀胱内压会受腹腔压力显著影响。

简言之,若膀胱为开放容器,其内液体不可压缩,但能流动,膀胱外压力导致膀胱壁变形从而推动液体流动,同时膀胱壁变形形成的弹力对抗膀胱外压力,膀胱内壁压力不受腹腔压力的影响;若膀胱为封闭容器,其内液体不可压缩,且不能流动,膀胱外压力不能导致膀胱壁变形,其通过膀胱壁传导至膀胱内液体,而膀胱内液体作用于膀胱内壁,使膀胱内壁压力增加,此时膀胱内壁压力受腹腔压力的影响。

因此,采用本专利方式进行夹管训练不受腹腔内压的

影响。若腹腔压力  $\geq 40$  cmH<sub>2</sub>O,膀胱内压由尿管高度控制:若设定尿管高度为 20 cm,膀胱内压必须  $> 20$  cmH<sub>2</sub>O,才能排出尿液,即保证膀胱充盈,不会出现持续开放尿管导致膀胱内压为零的情况;由于尿液形成的静水压最大值为 20 cmH<sub>2</sub>O,膀胱内压  $> 20$  cmH<sub>2</sub>O 后,尿液会自动外排,保持膀胱内压不超过 20 cmH<sub>2</sub>O,不会导致上尿路损伤。若腹腔压力  $< 40$  cmH<sub>2</sub>O,膀胱内压也由尿管高度控制。从而始终保持膀胱“充盈且不过度充盈”,实现安全的夹管训练,满足行业标准中持续夹闭、定时开放的要求。

### 3 结论

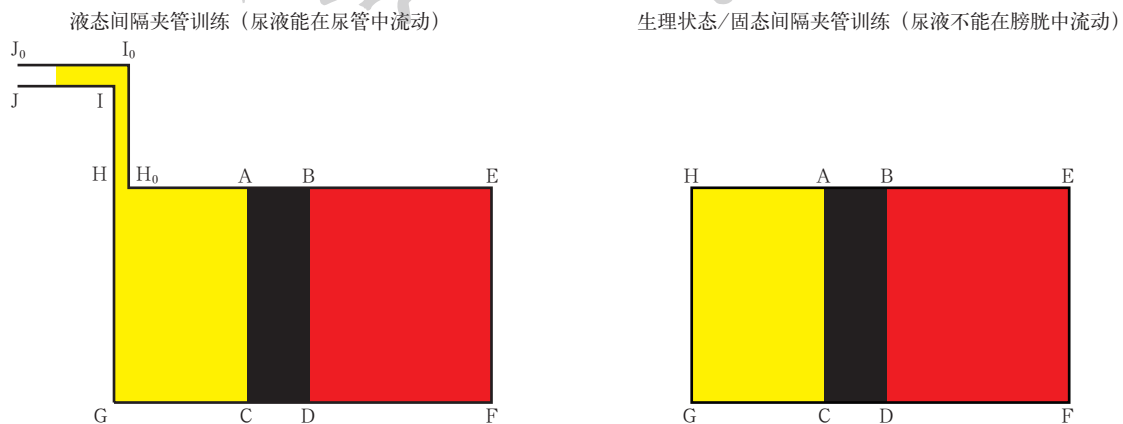
近百年来, Ross 等<sup>[6]</sup>提出的夹管训练对膀胱功能的保护作用已得到医学理论的公认。但在临床实践中,自然引流仍是主流方式,夹管训练则未被广泛采用,反对的原因是其存在导致膀胱过度充盈的风险。该专利方式创新性地利用液态(尿液)间隔取代固态间隔,既规避了夹管训练过程中因尿量难以预估及人为操作疏漏导致的膀胱过度充盈风险,也避免了夹管训练过程中腹腔内压升高时,为保护上尿路而限制膀胱内压所造成的膀胱充盈不足的情况,使夹管训练兼具有效性与安全性。经国家专利局查新检索,目前尚无类似装置报道。行业标准推广实施的主要阻力为膀胱过度充盈的风险,可通过本专利方式得到解决。对于腹腔内压升高的患者,常规限压放尿方式往往难以适用,而本专利方式仍具有良好的适用性。此外,本专利装置结构简单、成本低廉、无需电力驱动,且不会增加护理人员的工作量。综上所述,本专利装置的推广应用有望促进夹管训练的普及,推动夹管训练替代自然引流,成为临床主流方式。

利益冲突 所有作者声明不存在利益冲突

作者贡献声明 唐飞舸: 酝酿和设计实验、采集数据、起草文章、对文章的知识性内容作批评性审阅;陈礼娟: 酝酿和设计实验、采集数据、对文章的知识性内容作批评性审阅

### 参考文献

[1] Prieto J, Wilson J, Bak A, et al. A prevalence survey of patients with indwelling urinary catheters on district nursing caseloads in the United Kingdom: the Community Urinary Catheter Management (CCaMa) Study[J]. J Infect Prev, 2020, 21(4): 129-135. DOI:



注: AC、GC、HG 和 HA 代表膀胱内壁; BD 代表膀胱外壁; ABDC 代表膀胱壁,弹性结构,可向膀胱内方向凸起; BEFD 代表膀胱外器官(如腹腔); HACG 代表膀胱内充盈的尿液; JII<sub>0</sub>I<sub>0</sub>J<sub>0</sub> 代表处于“L”形的尿管; JII<sub>0</sub>J<sub>0</sub> 代表尿管横行部分

图 2 膀胱内压形成的力学示意图

- 10.1177/1757177420901550.
- [2] Smith DRM, Pouwels KB, Hopkins S, et al. Epidemiology and health-economic burden of urinary-catheter-associated infection in English NHS hospitals: a probabilistic modelling study[J]. J Hosp Infect, 2019, 103(1): 44-54. DOI: 10.1016/j.jhin.2019.04.010.
- [3] Fletke KJ, Jeong DH, Herrera AV. Urinary catheter management[J]. Am Fam Physician, 2024, 110(3): 251-258.
- [4] Ma SM, Gu JY, Fan XY. Need to clamp indwelling urinary catheters before removal after different durations: a systematic review and meta-analysis[J]. BMJ Open, 2023, 13(2): e064075. DOI: 10.1136/bmjopen-2022-064075.
- [5] Roe B. Do we need to clamp catheters?[J]. Nurs Times, 1990, 86(43): 66-67.
- [6] 李小寒, 尚少梅. 基础护理学(第4版)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2006, 221-226.
- [7] 李小寒, 尚少梅. 基础护理学(第5版)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2012, 300-306.
- [8] 李小寒, 尚少梅. 基础护理学(第6版)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2017, 330-336.
- [9] 李小寒, 尚少梅. 基础护理学(第7版)[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2022, 283-289.
- [10] 朱亮, 潘红霞, 张建梅, 等. 夹闭尿管与自然引流对留置导尿管源性膀胱患者影响的 Meta 分析[J]. 中国循证医学杂志, 2023, 23(4): 422-425.
- [11] 国家卫生健康委员会. 重症监护病房医院感染预防与控制规范: WS/T 509-2016 [S/OL]. [2024-10-05]. <https://www.nhc.gov.cn/wjw/s9496/201701/1f9de66563304061a4fed7f54a9399fb.shtml>.
- [12] 叶蕾, 姚惠萍. 膀胱压力监测下定压放尿在重症病人长期留置导尿管中的应用[J]. 护理研究, 2022, 36(10): 1846-1849. DOI: 10.12102/j.issn.1009-6493.2022.10.028.
- [13] 李昭, 李博, 陈琛. 一种自控留置导尿管装置: CN202096331U [P/OL]. 2012-01-04 [2024-10-05]. <http://epub.cnipa.gov.cn/Dxb/IndexQuery>.
- [14] 李昭, 王琼, 李博. 一种多功能留置导尿管装置: CN103301514A [P/OL]. 2013-09-18 [2024-10-05]. <http://epub.cnipa.gov.cn/Dxb/IndexQuery>.
- [15] 邵和义. 一种用于导尿管的体外式膀胱内压强维持装置: CN112807550A [P/OL]. 2021-05-18 [2024-10-05]. <http://epub.cnipa.gov.cn/Dxb/IndexQuery>.
- [16] 宋岩峰. 膀胱压力测定及意义[J]. 中国计划生育和妇产科, 2017, 9(7): 14-16. DOI: 10.3969/j.issn.1674-4020.2017.07.05.
- [17] 杨智勇, 王春友. 重症急性胰腺炎合并腹腔高压和腹腔间隔室综合征的正确认识与处理[J]. 中国实用外科杂志, 2012, 32(7): 557-558.
- [18] 王建玲, 贾爱兰, 闫志新, 等. 导尿管腹部固定法对脑卒中患者泌尿系感染及舒适度的影响[J]. 中华医院感染学杂志, 2017, 27(2): 327-329, 340. DOI: 10.11816/cn.ni.2017-162423.
- [19] 中华医学会. 临床技术操作规范重症医学分册[M]. 北京: 人民军医出版社, 2011: 79-80.

(收稿日期: 2024-10-29)

(本文编辑: 张耘菲)

## • 科研新闻速递 •

### 血培养结果可作为感染性心内膜炎早期诊断指导

感染性心内膜炎(IE)是一种严重的心脏感染,早期准确诊断对指导治疗至关重要。然而,目前临床上缺乏简便且准确的床旁工具来调整IE的先验概率,尤其是基于血培养结果区分不同病原体的诊断准确性尚不明确。近期有美国学者进行了一项多中心回顾性病例对照研究,评估简单的血培养参数(如首次采集的血培养瓶数阳性情况及血培养转阴时间)在不同病原体感染患者中对IE预检概率的调整作用。研究重点涵盖了常见的IE致病菌,包括甲氧西林敏感金黄色葡萄球菌(MSSA)及耐药金黄色葡萄球菌(MRSA)、粪肠球菌以及不同风险等级的链球菌,期望为临床医生提供一种基于实时血培养结果的简便方法,以优化IE的诊断和治疗决策。研究纳入2018年12月至2022年8月洛杉矶3家公立医院中年龄 $\geq 18$ 岁且血培养阳性的患者数据,研究对象分为IE病例组(符合杜克标准的确诊或可能IE患者)和对照组(无IE临床疑虑患者)。重点分析入院时首批两套血培养(共4瓶)中阳性瓶数,以及血培养阳性持续天数与IE诊断的相关性,涵盖MSSA和MRSA、粪肠球菌、低风险及高风险链球菌等常见致病菌。通过计算不同病原体及血培养参数的阳性和阴性似然比(LR),评估这些简单血培养指标对调整IE术前概率的诊断价值。首先,利用电子病历系统筛选符合条件的血培养阳性患者,严格排除无重复血培养或仅采集单套血培养的病例,确保数据完整性。其次,根据杜克标准对病例进行分类,对照组进行临床资料复核以排除IE可能。随后,统计分析入院时4瓶血培养中阳性瓶数(如仅1瓶阳性、2瓶阳性等)和血培养清除时间(如入院后第2天是否阴转)对IE诊断的影响,分病原体进行分层比较。最后,计算各指标的敏感度、特异度及阳性和阴性LR,验证这些血培养参数在临床早期指导IE诊断及治疗决策中的实用性。主要结局为入院时1/4血培养阳性瓶数诊断IE的阴性LR;次要结局为阳性LR、入院时 $\geq 2/4$ 血培养阳性瓶数的评估结果、菌血症持续时间 $\geq 2$ d,以及各组合亚组。结果显示:共纳入252例符合标准的IE患者(男性182例(占72%),中位年龄54(38, 65)岁)和455例对照者(男性321例(占71%),中位年龄53(41, 63)岁)。其中IE病例包括确诊患者164例和拟诊患者88例。入院时仅有1瓶血培养阳性(共4瓶)提示IE的阴性LR点估计值在不同病原体中存在差异:粪肠球菌为0.05[95%置信区间(95%CI)为0.01~0.37], MSSA为0.12(95%CI为0.03~0.49)。仅针对确诊IE患者的敏感性分析结果相似。治疗第2天清除血培养结果也显示出一定阴性价值:MRSA阴性LR为0.24(95%CI为0.13~0.42),肠球菌属为0.34(95%CI为0.21~0.56)。相反,若入院时4瓶血培养均呈阳性,其对诊断具有阳性价值:肠球菌属阳性LR为4.21(95%CI为2.53~7.02),高危链球菌为5.35(95%CI为3.39~8.42),以及致持续菌血症的所有病原体阳性LR范围为1.78(95%CI为1.36~2.34)至9.60(95%CI为3.43~44.60)。若同时存在上述两种状况(入院时4瓶血培养阳性+持续菌血症),则所有病原体的阳性LR范围为1.63(95%CI为1.17~2.28)至8.59(95%CI为3.43~21.55)。研究人员据此得出结论:入院时阳性血培养瓶数和菌血症清除时间可有效调整IE的预测测试概率,这些参数可有效调整IE的预检概率,辅助临床早期诊断和治疗决策。