

22.02.35.2

MEDICAL

Health Care
Doctor
Hospital
Pharmacist
Nurse
Dentist
First Aid
Surgeon
Emergency

重症医学科 诊疗实践

李 伟等◎著

IC 吉林科学技术出版社

重症医学科诊疗实践

李 伟等◎著

图书在版编目 (C I P) 数据

重症医学科诊疗实践 / 李伟等著. — 长春 : 吉林科学技术出版社, 2018. 4

ISBN 978-7-5578-3693-1

I. ①重… II. ①李… III. ①险症—诊疗 IV. ①R459.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第064125号

重症医学科诊疗实践

著	李 伟等
出 版 人	李 梁
责任编辑	赵 兵 张 卓
封面设计	长春创意广告图文制作有限责任公司
制 版	长春创意广告图文制作有限责任公司
幅面尺寸	185mm×260mm
字 数	216千字
印 张	11.25
印 数	650册
版 次	2019年3月第2版
印 次	2019年3月第2版第1次印刷

出 版	吉林科学技术出版社
发 行	吉林科学技术出版社
地 址	长春市人民大街4646号
邮 编	130021
发行部电话/传真	0431-85651759
储运部电话	0431-86059116
编辑部电话	0431-85677817
网 址	www.jlstp.net
印 刷	虎彩印艺股份有限公司

书 号	ISBN 978-7-5578-3693-1
定 价	45.00元

如有印装质量问题 可寄出版社调换

因本书作者较多,联系未果,如作者看到此声明,请尽快来电或来函与编辑部联系,以便商洽相应稿酬支付事宜。

版权所有 翻印必究 举报电话: 0431-85677817

前 言

近年来，理论上的成熟和临床实践方法上的完善，加上医护人员的不懈努力，重症医学正在飞速发展，并且早已经成为一门独立学科。重症医学是研究任何损伤或疾病导致机体向死亡发展过程的特点和规律性，并根据这些特点和规律性对重症患者进行治疗的学科。由于这种特性，使重症医学始终站在维护生命的前沿，不断发展，不断进步，不断迈上新的台阶。

本书主要论述了现代急危重症的救治，在重症监测、休克、心肺脑复苏术，重症患者感染、镇痛镇静治疗、营养与代谢及临床相关急危重症救治和部分急危重症的护理等方面均有涉及。全书内容丰富、重点突出，既有急危重症的最新诊疗发展，又有各专家多年来治疗和护理的临床经验。各章节详略得当，简明实用，适用于重症医学科及相关科室的医护人员，尤其是主治医师、研究生和医学生参考使用。

由于参编人数众多，风格不尽一致，而且写作时间和篇幅有限，书中如若存在纰漏和欠妥之处，恳请广大读者给予批评和指正，以便再版时修订，谢谢。

编 者

2018 年 4 月

目 录

第一章 重症监测	1
第一节 血流动力学监测与管理	1
第二节 腹内压监测	10
第三节 脑功能监测	12
第四节 危重患者氧代谢监测与管理	16
第五节 血气监测	18
第二章 休克	23
第一节 概述	23
第二节 低血容量性休克	28
第三节 感染性休克	33
第四节 过敏性休克	39
第五节 神经源性休克	41
第六节 心源性休克	43
第七节 阻塞性休克	45
第三章 心肺脑复苏术	47
第一节 概述	47
第二节 心肺脑复苏技术	48
第三节 特殊情况下的心肺复苏	58
第四节 脑复苏的近期研究进展	59
第四章 常见院前急救	67
第一节 血气胸	67
第二节 挤压综合征	72
第三节 猝死	77
第五章 危重症患者的感染	81
第一节 重症肺炎	81
第二节 严重的腹腔感染	86
第三节 导管相关性感染	88
第四节 侵袭性真菌感染	90
第五节 ICU 重症感染的综合治疗	95
第六章 重症患者镇痛镇静治疗	97
第一节 应用指征	97
第二节 疼痛与意识状态的评估	97
第三节 镇静评估	99
第四节 镇痛治疗	100
第五节 镇静治疗	101

第六节 谵妄	102
第七节 器官功能的监测与保护	103
第八节 PAD 指南	106
第七章 重症营养与代谢	109
第一节 重症患者营养评估	109
第二节 重症急性骨骼肌萎缩评估	112
第三节 重症免疫营养	114
第四节 重症患者理想的营养途径	117
第五节 补充维生素的作用	118
第六节 体重对重症患者预后的影响	120
第七节 低钠血症	121
第八节 重症烧伤	126
第八章 脓毒症与多器官功能障碍综合征	130
第一节 脓毒症	130
第二节 多器官功能障碍综合征	137
第九章 药物中毒	143
第一节 阿片类药物中毒	143
第二节 急性巴比妥类药物中毒	145
第十章 危重症创伤与创伤急救	147
第一节 创伤的分类	147
第二节 创伤救治原则	150
第三节 创伤严重程度的评估	152
第十一章 常见急重症护理	154
第一节 脑疝患者的护理	154
第二节 急腹症的急救护理	156
第三节 休克的急救护理	160
第四节 急性重症哮喘的急救护理	167
第五节 急性呼吸衰竭的急救护理	170
第六节 多器官功能障碍综合征的急救护理	173
参考文献	179

重症监测

第一节 血流动力学监测与管理

一、心电监测

(一) 概述

持续心电监测可用于监测心率、判断心律失常及评价起搏器功能，并有助于发现心肌缺血及电解质紊乱。对有发生心律失常风险的患者，尤其是急性心肌梗死、创伤性心肌挫伤、心脏手术后以及既往有心律失常病史者应进行心电监测。对有出血风险、进行液体复苏的患者需监测心率。对有心脏冠脉基础病变，在创伤、其他疾病及手术等情况下具有心肌缺血风险的患者，应行心电图 ST 段监测。同时心电监测也可以用于判断某些电解质紊乱，如糖尿病酮症酸中毒治疗过程中出现的低钾血症等。

皮肤表面能够监测的心脏电位在 $0.5 \sim 2.0\text{mV}$ 。因为信号水平较低，所以心电监测系统必须具有较好的敏感性、增益及显示设备。通常在黏附电极中填充银-氯化银作为导电胶。应注意在放置黏附电极前需保持皮肤清洁与干燥，因为皮肤的颗粒层具有 $50\,000\Omega/\text{cm}^2$ 的电阻，通过简单的清洁皮肤油渍及坏死细胞，可以将其降至 $10\,000\Omega/\text{cm}^2$ ，而监测信号过低的问题通常可以通过清洁皮肤后重新放置电极得到解决。

合适的电极位置有助于获得干扰最小的心电监测信号。与常规监测相比，“改良的 II 导联”通过将肢导电极移向近心端，并越过肩关节放置于骨性突起处，可以减少因肌肉收缩产生的电位干扰。

心电监测用于诊断与监测时还需要适当的信号放大器及显示设备。与监护模式时采用的信号放大范围 ($0.5 \sim 50\text{Hz}$) 相比，诊断模式的范围更大 ($0.05 \sim 100\text{Hz}$)。为减少基线漂移，减少不必要的干扰并改善整个扫描的质量，在进行常规心率及心律失常监测时应选用监护模式，而在心肌缺血为原发疾病时，监护模式可能导致对 ST 段增高或压低的判断错误，此时应选择诊断模式。

(二) 临床应用

1. 心电监测 将 II 导联放置于肩部平行于心房的位置，可以获得所有表面导联中电位最明显的 P 波，这有助于识别心律失常和下壁缺血。将 V_5 导联沿腋前线放置，可以监测前壁和侧壁缺血。由于患者体位因素可能导致实际 V_5 导联放置困难，可以选择将左肢体导联放置于左侧乳头外侧、下肢导联放置在髂嵴上进行监测。若条件许可，应尽可能同时监测 II 导联和 V_5 导联。食管导联在监测心律失常应用中比 II 导联更好，但其除了可用于麻痹或镇静的患者外，在其他患者中很难应用，因此在 ICU 中也很少采用。

2. 并发症 心电监测相关的并发症主要因技术错误或设备故障产生。当电极老化、干燥或黏附不牢时，将不能很好地发挥其监测功能。心电监测的干扰通常由于电极松脱、导线损坏、接头接触不良或相关电子设备的问题。患者靠近电线（如电源线等）时会通过电容耦合，即共模电压产生电位差。耦合电容通常只有几毫伏，但亦可产生高达 20V 的电压。共模电压通常产生 60Hz 的干扰，可以通过恰当放置屏蔽线、良好的皮肤准备及心电信号放大器产生共模抑制削弱其作用。

为了确保大的 T 波在心率测定时不被“重复计数”，必须设置合适的信号放大器及记录仪灵敏度。而对装有心脏起搏器的患者，有时需额外的滤波器以避免其起搏波被认作 QRS 波群。

二、血压监测

（一）概述

因为血压与心脏功能及外周循环有关，所以血压监测可以提供与整个循环状态有关的信息。血压监测在危重患者中广泛采用，应根据患者个体的诊断及病情决定监测的类型及频次。

血压是指血流对血管的侧压力。血压在心室收缩后短时间达最大值（即收缩压，SBP），而舒张压（DBP）指在心脏舒张后循环过程中最低的压力。平均动脉压（MAP）指在动脉循环中的持续的压力，通过以下公式计算： $MAP = (SBP + 2 \times DBP) / 3$ 。

脉压是指收缩压和舒张压的差值。脉压随每搏输出量和血管顺应性的变化而变化。在低血容量状态、心动过速、主动脉狭窄、缩窄性心包炎、胸腔积液及腹腔积液时脉压多低于 30mmHg。而动脉反流、甲状腺毒症、动脉导管未闭、动静脉瘘以及主动脉缩窄则可能使脉压增加。脉压和收缩压在呼吸周期的变异率与血管内容量反应性相关。

左心室射血产生动脉波形的上升支及峰值，收缩末期出现短暂的血压下降，直至主动脉瓣关闭血液反流入主动脉。在主动脉或近心端动脉可以监测到“重搏切迹”。当监测远心端动脉血压时，波形更尖更高，初期的上升支延长，产生更高的收缩压和更低的舒张压。

因为大动脉具有可扩张性，扩张可使势能增加动能减少，所以血流在大动脉速度最慢。在大动脉如锁骨下动脉脉搏波的速率为 7~10m/s，而在远端小动脉增至 15~30m/s。

当压力波进入小的不可扩张的动脉时，部分血流可能反流入近心端血管。如果反流波与下一个压力波相遇，其综合效应则是产生更高的血压。这就导致远端外周动脉比主动脉血压高 20~30mmHg 的现象。

动脉血压取决于心输出量（CO）和体循环阻力（SVR）。后者通过以下公式计算：

$$SVR = (VAP - CVP) \times 80 / CO$$

当平均动脉压（MAP）和中心静脉压（CVP）以 mmHg 单位，心输出量以 L/min 为单位。该公式表明在体循环阻力或心输出量增加时，平均动脉压会增高。

（二）血压测量方法

动脉血压既可以用仪器直接在血管内测量，也可以通过间接方法测量。间接的技术通常通过充气囊以阻断动脉，在气囊放气时血流恢复，从而确定动脉血压。

1. 无创动脉压力监测 如下几点。

（1）触诊：将血压计袖套放到容易触诊的动脉上，充气直至脉搏消失。再放气至动脉搏动恢复，此时的压力即为收缩压。这种方法的缺陷在于低估了动脉血压，且不能测得舒张压。

（2）听诊（Riva-Rocci 法）：当充好气的袖套内压力低于收缩压时，血流开始通过受压的动脉，产生的湍流与血管壁产生撞击，产生回音（柯氏音，Korotkoff 音）。在袖套内压力高于收缩压时，在舒张期远端血管没有血流，因此上述回音自然规律地出现。一旦袖套内压力低于舒张压，在整个心搏过程中都有血流，则回音消失。在监测时必须采用比肢体直径宽 20% 的袖带以测得准确的复合血压。如果袖带过窄，收缩压及舒张压将增高，反之则降低。其他引起血压监测误差的原因包括放气速度过快或过慢。不恰当的过慢放气会导致静脉充血，使袖带内压力接近舒张压时的柯氏音强度减弱。

与动脉内测得的压力相比，听诊法得到的血压收缩压相差 1~8mmHg，舒张压相差 8~10mmHg。在血管内监测收缩压低于 120mmHg 时，听诊法可能会高估血压；而高于 120mmHg 时则会低估血压。

（3）振荡测压法：振荡测压仪应用串联的两个袖套，一个用于阻断近心端动脉，而另一个用于监测搏动的出现。在测收缩压时，近心端袖带缓慢放气可以使无液气压针振荡或水银柱变化。振荡测压法是无创技术中唯一可以确定平均动脉压的方法，平均动脉压与测压仪振荡幅度峰值一致。尽管舒张压记

作振荡停止时的压力值,但实际测得值是不准确的。因此振荡测压法需要几个心搏周期以获得更准确的血压监测。

自动振荡测压仪多采用单袖套交替充放气。放气时气囊内的压力变化通过仪器内的换能器感知,电子储存对应的振荡信号和袖套内压力,从而测得收缩压和舒张压。自动监测设备在心律不齐及无法减少活动的患者中应用受限。另外在低血容量状态的监测结果亦误差较大。

(4) 指容积脉搏波法:动脉搏动使末梢血容量产生细微变化。这种手指血容量变化可以通过指容积脉搏波法以光度测定法测得。该方法比交替压力监测法准确度差,尤其是在低血容量和应激状态时误差更明显。

(5) 多普勒:多普勒效应即在声束传播途径上任何物体的运动都会改变传播信号的频率。在晶体上应用电位,使其在无线电波谱范围内发生振荡,产生通过组织的声波。这种声束通过导声凝胶与相应的组织相对应。

当声束碰到运动的红细胞时,反射声束的频率发生与反射面速率成比例的变化。目前有连续波多普勒仪及脉冲式波多普勒仪。连续波换能器将两个晶体装在单个探头上。一个持续发送声波,另一个持续接收。这种检测仪只能检测血流速度和方向。因为只有在血流运动与换能器相对时才会发生多普勒频移,所以必须应用角度校正: $\Delta f = 2f_e V (\cos\theta) / C$ 。 Δf 指频移频率, f_e 指接收超声波的频率, V 指血流速度, θ 指接收超声波的入射角, C 指组织中声束的速度。

声束组织穿透的深度与接收超声波的频率成反比。因为通常关注的动脉都较表浅,所以可以应用 10MHz 的探头。从公式中可以看出,当探头与动脉平行时可以获得最大的频移。在垂直的位置频移减小($\cos\theta \rightarrow 0$)。多普勒通过将超声探头放置在袖带远端动脉从而测得血压。

当袖带内压力低于动脉压时即出现多普勒超声。尽管所有的关联性都较好,但应用多普勒探头测得的动脉血压通常比触诊法测得的血压高,而比直接测得的值低。应用多普勒原理制成的一种自动设备(超声波血压仪)直接应用 2MHz 的超声波频率监测肱动脉,准确性很好,尤其是在低血压状态时,超声波技术及触诊法都比听诊法更加准确。其缺点包括对运动过于敏感、需要准确的定位以及需要应用导声凝胶。

2. 有创动脉压力监测 具体如下。

(1) 原理:是将动脉导管置入动脉内直接测量动脉内血压的方法(正常情况下有创动脉血压比无创血压高 2~8cmHg,危重患者可高 10~30cmHg)。

(2) 适应证:适用于休克、重症疾病、严重的周围血管收缩、进行大手术或有生命危险手术患者的术中和术后监护、其他存在高危情况患者的监护。

(3) 优点:①直接动脉压力监测为持续的动态变化过程,不受人工加压、袖带宽度及松紧度影响,准确可靠,随时取值。②可根据动脉波形变化来判断分析心肌的收缩能力。③患者在应用血管活性药物时可及早发现动脉压的突然变化。④反复采集动脉血气标本减少患者痛苦。

(4) 所需设备:合适的动脉导管、充满液体带有开关的压力连接管、压力换能器、连续冲洗系统、电子监护仪。

(5) 动脉内置入导管的部位及方法

1) 部位:常用于桡动脉、股动脉、腋动脉、肱动脉、足背动脉,其中首选桡动脉,其次为股动脉。置管方法:以经皮桡动脉穿刺置管法为例。

2) 用物准备:①动脉套管针(根据患者血管粗细选择)、12 号或 16 号普通针头,5mL 注射器、无菌手套、无菌治疗巾及 1% 普鲁卡因。②动脉测压装置。③常规无菌消毒盘。④其他用物:小夹板及胶布等。

3) 患者准备:①向患者解释操作目的和意义,以取得其配合。②检查尺动脉侧支循环情况,Allen 试验阴性者,可行桡动脉置管。③前臂与手部常规备皮,范围约 2cm×10cm,应以桡动脉穿刺处为中心。

4) 穿刺与置管:①患者取平卧位,前臂伸直,掌心向上并固定,腕部垫一小枕手背屈曲 60°。

②摸清桡动脉搏动,常规消毒皮肤,术者戴无菌手套,铺无菌巾,在桡动脉搏动最清楚的远端用1%普鲁卡因做浸润局麻至桡动脉两侧,以免穿刺时引起桡动脉痉挛。③在腕褶痕上方1cm处摸清桡动脉后,用粗针头穿透皮肤做一引针孔。④用带有注射器的套管针从引针孔处进针,套管针与皮肤呈 30° 角,与桡动脉走行相平行进针,当针头穿过桡动脉壁时有突破坚韧组织的脱空感,并有血液呈搏动状涌出,证明穿刺成功。此时即将套管针放低,与皮肤呈 10° 角,再将其向前推进2mm,使外套管的圆锥口全部进入血管腔内,用手固定针芯,将外套管送入桡动脉内并推至所需深度,拔出针芯。⑤将外套管连接测压装置,将压力传感器置于无菌治疗巾中防止污染。第24h局部消毒并更换1次治疗巾。⑥固定好穿刺针,必要时用小夹板固定手腕部。

(6) 动脉内压力图形的识别与分析正常动脉压力波形:正常动脉压力波分为升支、降支和重搏波。升支表示心室快速射血进入主动脉,至顶峰为收缩压,正常值为 $100 \sim 140\text{mmHg}$;降支表示血液经大动脉流向外周,当心室内压力低于主动脉时,主动脉瓣关闭与大动脉弹性回缩同时形成重搏波。之后动脉内压力继续下降至最低点,为舒张压,正常为 $60 \sim 90\text{mmHg}$,从主动脉到周围动脉,随着动脉管径和血管弹性的降低,动脉压力波形也随之变化,表现为升支逐渐陡峭,波幅逐渐增加,因此股动脉的收缩压要比主动脉高,下肢动脉的收缩压比上肢高,舒张压所受的影响较小,不同部位的平均动脉压比较接近。

(7) 监测注意事项:注意压力及各波形变化,严密观察心率、心律变化,注意心律失常的出现,及时准确地记录生命体征。如发生异常,准确判断患者的病情变化,及时报告医生进行处理,减少各类并发症的发生。

(8) 测压时注意事项:直接测压与间接测压之间有一定的差异,一般认为直接测压的数值比间接法高出 $5 \sim 20\text{mmHg}$;不同部位的动脉压差,仰卧时,从主动脉到远心端的周围动脉,收缩压依次升高,而舒张压依次降低;肝素稀释液冲洗测压管道,防止凝血的发生;校对零点,换能器的高度应于心脏在同一水平;采用换能器测压,应定期对测压仪校验。

(9) 并发症监护

1) 远端肢体缺血:引起远端肢体缺血的主要原因是血栓形成,其他如血管痉挛及局部长时间包扎过紧等也可引起。血栓的形成与血管壁损伤、导管太硬太粗及置管时间长等因素有关,监护中应加强预防,具体措施如下。①桡动脉置管前需做Allen试验,判断尺动脉是否有足够的血液供应。②穿刺动作轻柔稳准,避免反复穿刺造成血管壁损伤,必要时行直视下桡动脉穿刺置管。③选择适当的穿刺针,切勿太粗及反复使用。④密切观察术侧远端手指的颜色与温度,当发现有缺血征象如肤色苍白、发凉及有疼痛感等异常变化,应及时地拔管。⑤固定置管肢体时,切勿行环形包扎或包扎过紧。

2) 局部出血:血肿、穿刺失败及拔管后要有效地压迫止血,尤其对应用抗凝药的患者,压迫止血应在5min以上,并用宽胶布加压覆盖。必要时局部用绷带加压包扎,30min后予以解除。

3) 感染:动脉置管后可并发局部感染,严重者可引起血液感染,应积极预防。①所需用物必须经灭菌处理,置管操作应在严格的无菌技术下进行。②置管过程应加强无菌技术管理。③加强临床监测,每日监测体温4次,查血象1次。如患者出现高寒战,应及时寻找感染源。必要时,取创面物培养或做血培养以协助诊断,并合理应用抗生素。④置管时间一般不应超过7d,一旦发现感染迹象应立即拔除导管。

(三) 临床应用

通常应用有创动脉血压监测优先选择桡动脉、尺动脉、足背动脉、胫后动脉、股动脉及腋前动脉。优先选择桡动脉是因为其易于置管,且严重并发症发生率相对较低。尺动脉在90%患者中是手部优势动脉,在95%的患者中与桡动脉通过掌弓相连。因为血管充盈不足可能引起优势血管闭塞,所以所有患者在置管前都应进行Allen试验,并将结果记录于病历中。然而一项前瞻性研究表明血管并发症与Allen试验结果无直接相关。总之,在成人中置入20G导管1~3d,动脉闭塞的发生率为10%,而应用22G导管似乎可以降低其发生率。

动脉血栓在女性中的发生率比男性低,其具体原因尚不明确。女性即使发生血栓,通常也是暂时性

的。桡动脉远端闭塞后可能会因为血流反射增加而导致收缩压偏高，而近端闭塞后常会因阻尼过高导致测得压力减小。动脉置管的另一并发症为感染，大部分感染局限于皮肤，有时也会累及血管，但很少出现远端感染性栓子。感染的发生率及严重度可以通过严格执行以下措施降低，包括每日导管检查、更换无菌敷料及避免在5d内在同一部位重复置管等。假性动脉瘤是动脉置管的远期并发症，可以通过应用小号导管、缩短导管留置时间及预防导管感染等措施降低其发生率。

将三尖瓣处血管内压力定义为零，生理压力监测均以此为参考点。静脉静力学轴线与体型无关。体位的变化导致参考点的压力改变小于1mmHg。静脉静力学零点被定义为：①从后至前61%。②完全位于中线。③剑突下以上四分之一的位置。可以通过简便的方法对系统进行定标，通过一个开放的活塞与充有液体的管路及换能器连接，将其放置到患者腋中线水平。监护仪显示的读数可用于确定腋中线在换能器的上方（正压）或下方（负压），然后调节床的高度直至压力读数为零。

监护仪非零压力定标可以通过内部或外部的方法实现。外部定标可以用水银血压计测量全身动脉血压。利用充满液体的连接管路在压力范围较低的肺动脉导管（达60cmH₂O）进行简单定标。在确定零参考点后，将三通连接并高于换能器，高于换能器的单位为厘米（压力为厘米水柱cmH₂O），而在监护仪上的读数为毫米汞柱（mmHg），毫米汞柱为厘米水柱的1.36倍。因此，如果系统精确定标，当三通高于换能器20cm时，压力读数为14.8mmHg。

动脉置管的另一方面应用是留取血液标本。常用于需要频繁留取血液标本进行血气或其他检查的患者。

三、中心静脉置管

（一）概述

中心静脉导管经过锁骨下静脉、颈内静脉或手臂外周静脉置入。股静脉导管长度不足，不能够到达“中心”静脉，但能提供类似的静脉输液通道。监测方面，中心静脉导管可以用于评价中心静脉压（CVP）和评价中心静脉血氧饱和度（ScvO₂）。CVP反映体循环静脉回流与心输出量的关系。正常心脏右心室的顺应性比左心室更好。这种顺应性差异可以解释其不同的Frank-Starling曲线斜率。因为CVP直接反映了右心舒张末期压力变化，间接反映肺静脉及左室压力的变化，所以不宜用CVP直接评价左室前负荷。由于通往胸腔的血管塌陷，所以降低右房压至零以下并不能显著提高CVP。这种现象表明体循环平均压力的变化，使静脉回流也产生类似的变化。血管阻力的变化（贫血、动静脉瘘、妊娠、甲状腺毒症可导致其降低）也使右房压与静脉回流关系的曲线斜率发生相应的变化。

可以应用水压计测量CVP。CVP的正常范围在-4~+10mmHg（-5.4~+13.6cmH₂O）。

电子换能器可以显示压力波形。用于监测CVP的导管换能器系统的信号放大范围比用于监测动脉压的系统的信号放大范围明显更小。

典型的CVP波形有三个正向波（a，c，v）和两个负向波（x，y）。a波由心房收缩引起房内压增高而产生；c波是在心室收缩初期三尖瓣向右心房移位产生；x降波与心脏排空的心室射血期对应，心室排空牵拉心房底部并使CVP降低而产生。v波是因为三尖瓣关闭后静脉持续回流引起心房内压力增高而产生。y降波出现在心室收缩结束后三尖瓣开放，血流注入心室时。a波在房颤时消失，而在三尖瓣狭窄时增大（大炮波）。房颤时x降波也可能消失。缩窄性心包炎可能导致x波和y波均增高。心脏压塞使x波增高而y波消失。当三尖瓣反流时，c波和x降波会被一单个大的反流波取代。肺动脉高压使右心室的顺应性降低，v波更明显。

（二）临床应用

1. CVP监测 CVP监测作为评价静脉回流及心脏充盈的指标，最适用于既往无心脏病史的患者。通过补液试验可协助判断低血容量或心功能衰竭引起的血压下降。CVP监测受通气影响，因为胸腔内压的变化可以传递到心包及薄壁的腔静脉。自主呼吸时，CVP在吸气时降低而呼气时增加。而在机械

通气时情况相反,吸气时增加胸腔内压而使CVP增高。

CVP增高的程度取决于肺顺应性、血管内容量及患者的个体差异。因此,CVP应在呼气末进行测量和比较。当应用呼气末正压(PEEP)时,压力可以传导到右心房,导致CVP增加和静脉回流减少。有学者认为应该在测量CVP时暂时停用PEEP,但这难以在实际操作中实施且存在潜在风险。在紧急情况下可以置入食管探头测量胸腔内压。CVP减去胸腔内压即为跨壁压,其更好地评价了存在胸腔压增高时的右房压。

2. 中心静脉氧饱和度 混合静脉氧饱和度(SvO_2)通过氧消耗间接反映组织氧供应,若其比正常值低,应考虑是否存在组织缺氧。准确的 SvO_2 必须从肺动脉抽血检测。中心静脉氧饱和度($ScvO_2$)不需要肺动脉漂浮导管,但理论上其价值与 SvO_2 不同,因为 $ScvO_2$ 从锁骨下静脉或颈内静脉抽血检测,不能反映下腔静脉及冠状窦的血液回流的影响。一般 $ScvO_2$ 比 SvO_2 高5%左右。

而实际上 $ScvO_2$ 在评价末梢器官缺氧方面具有与 SvO_2 相似的价值。最近的研究强调在重症感染患者早期目标导向治疗应通过输血和应用心肌收缩药使 $ScvO_2$ 高于70%。 $ScvO_2$ 可以从中心静脉导管留取少量血样检测,也可以应用中心静脉导管尖端氧饱和度监测仪测量。

3. 并发症 误穿入动脉的发生率约2%,若采用大号硬质“带鞘”导管,这种误穿是十分危险的。其伴穿破上腔静脉的发生率约67%,而伴右心室撕裂伤的发生率接近100%。该并发症可能因导丝或导管尤其是带鞘导管穿刺造成。其他在穿刺时可能损伤的结构包括臂丛神经、星状神经节及膈神经。气体栓塞在穿刺时很少发生,但在使用导管过程中及拔管时患者体位不当会经常发生。远期并发症包括导管移位、血栓形成及感染。导管相关性腋前静脉及锁骨下静脉血栓形成发生率在16.5%~46%。中心静脉导管感染的发生率约5%。最常见的病原体包括表皮葡萄球菌30%,金黄色葡萄球菌8%,链球菌3%,阴性杆菌18%,类白喉菌2%,念珠菌属24%及其他病原体15%。常规导管护理及定期拔除或重新置管可以减少中心静脉导管细菌定植及全身性感染的发生。

四、肺动脉漂浮导管

(一) 概述

肺动脉漂浮导管是中心静脉压(CVP)监测的有效补充,它能够提供更左室充盈压的数据,并可以从肺动脉留取标本以监测混合静脉血氧饱和度。通过末端带热敏电阻导管,以热稀释法测量心输出量。

随着球囊漂浮导管通过心脏,特征性的压力波形可以确定导管远端的位置。当导管通过右心室时心电图监测可能会检测出室性心律失常。当获得肺毛细血管楔压波形时,必须球囊放气并后退导管,直至充气1ml即可获得肺毛细血管楔压波形。可能会出现因心内导管打结引起导管置入过长的情况。如果在导管再次进入15cm仍无肺动脉波形时,就应考虑是否有导管在心内绕圈。经锁骨下静脉或颈内静脉置入导管时,一般导管置入长度如下:右心房10~15cm;右心室20~30cm;肺动脉45~50cm;肺动脉嵌顿处50~55cm。在导管经过右心室时可能会出现类似楔压的波形。“伪楔压”是由于导管尖端进入肺动脉瓣下或心肌小梁内而产生。将导管退出10cm可以解决该问题。球囊过度充气可能导致球囊从导管尖端脱出,使测得的压力持续增加至很高的水平。在尝试再次送入导管前,应将球囊放气并将导管退出一小段距离。

导管尖端最终的位置是非常关键的。根据气道及血管内压力的关系,可以将其分为3个肺区。在Ⅰ区和Ⅱ区,平均气道压间断高于肺静脉压,导致导管尖端和左心房之间的血管血流阻断。在该位置测得的压力更多反映的是气道内压,而不是左心房压力。只有在Ⅲ区导管和心房间的血流是持续的。仰卧位时Ⅲ区被假定为心房的尾部。气道压降低改变了通气血流的关系,使Ⅲ区相对增多。低血容量状态使血管内压力减小,进而使Ⅲ区减少。

导管放置后应通过胸部X线片确定其位置。尽管多数导管都会发生尾部向右侧移位,但很少发生导管在腔静脉前嵌顿的情况。实际肺毛细血管楔压在这个位置可能比肺泡压低,而导致测量值错误的增高。当认为导管在该位置时,应该行胸部X线片检查确定。证实导管尖端位置合适的指标包括:①当

导管从肺动脉进入“嵌顿”位置时压力降低。②能够从远端抽出回血（排除过嵌的可能）。③气囊充气后呼气末 CO_2 浓度下降（因肺泡无效腔增加所致）。在患者应用呼气末正压（PEEP）时，另一种证实导管在位的指标是任何 PEEP 的增加使肺毛细血管楔压增加值都小于前者增加值的 50%，这是因为一般情况下肺和胸廓的顺应性在呼气末是近似相等的，所以胸腔内压增加 PEEP 的 50%，肺毛细血管楔压也最多增加 PEEP 的 50%。肺部疾病（整个肺的顺应性降低）可能影响上述关系，但肺毛细血管楔压的增加几乎仍都小于 50%。如果肺毛细血管楔压增加超过 PEEP 的 50%，则需考虑重新定位导管。

肺毛细血管楔压（肺毛细血管闭塞压，PCWP）反映了左室舒张末期压，因此可以作为左心前负荷评价指标。因为肺循环是低阻力系统，肺动脉舒张压通常只比平均肺毛细血管楔压高 1~3mmHg，所以在肺毛细血管楔压无法正确获得时可用肺动脉舒张压评价左室压。但这在肺部疾病、肺动脉高压及心动过速等情况下是不准确的。

肺毛细血管静水压（PCAP）是驱动液体从肺循环到血管间隙和肺泡腔的压力之一，流体静水压和渗透压影响液体滤出的差别可以通过 Starling 定律描述。PCAP 与平均肺动脉压、肺毛细血管楔压有关，其公式为 $\text{PCAP} = \text{PCWP} + 0.4 (\text{MPAP} - \text{PCWP})$ 。急性呼吸窘迫综合征（ARDS）时肺动脉压与肺毛细血管楔压关系的曲线斜率增加，进而使肺毛细血管静水压增加而引起肺水肿。

（二）临床应用

1. 压力监测 一般来说，PCWP 可以准确反映左心舒张末期时的压力。对于存在心肺疾病的重症患者而言，由于左心和右心功能差异导致 CVP 和 PAWP 的相关性比较差。在这类患者中，因为肺血管床压力的变化可以影响右心后负荷而不能同样影响左心，所以 CVP 的绝对值和动态的变化都是不可靠，这一点在肺栓塞患者的血流动力学改变中特别明显，肺栓塞时右心后负荷明显增加而左心舒张末期压力即前负荷并不增加，所以 CVP、肺动脉收缩压和肺动脉舒张压反映右心前后负荷压力指标均升高，而反映左心室前负荷的 PCWP 降低。

当左心房压力低于 25mmHg 时，PCWP 与左心房压力相关性较好，然而，当患者容量不足并且在吸气流速峰值时，由于肺血管的塌陷会导致 PCWP 低于左房压；当患者发生急性心肌梗死时，左心室顺应性下降，由于左心室功能恶化，左心房代偿性收缩使左心室灌注增加，当左房压增至 25mmHg 以上时，左心舒张末期压力会比 PCWP 明显增高，所以依靠 PCWP 可能会低估左心舒张末期压力。

还有许多因素会影响 PCWP 反映左心舒张末期压力的精确度。诸如：当患者存在二尖瓣狭窄时，左心房压力在心脏舒张期比左心室压力高，这可以通过 PCWP 波形上的大“V”波来诊断；当患者左心房存在黏液瘤时，PCWP 会高估左心舒张末期压力；在主动脉瓣反流时，因为左心室压力的增高，二尖瓣过早的关闭，所以 PCWP 会低估左心舒张末期压力；而二尖瓣反流时因为收缩期的反流，会导致左心舒张末期压力增高；当患者存在心包填塞时，因为各心腔舒张均受限，受到的影响几乎相同，所以 CVP 和 PCWP 几乎相等；PEEP 的使用可以影响 PCWP 的监测结果，当 $\text{PEEP} > 15\text{mmHg}$ 时，部分肺血管塌陷，导致 PCWP 反映气道内压力而不是左心房压力。和 CVP 类似，食管压力传感器监测到的并不是跨胸壁压而是跨食管压，另外由于肺顺应性不均一分布，食管压力传感器监测到的压力并不能准确反映心包周围的压力。

PCWP 常用来近似地估计左心舒张末期压力，但这些数据不能精确的反映左心室舒张末期容积和心肌收缩前受到的压力，即左心室前负荷。患有左心肥大、舒张性心功能衰竭和左心容量不足的患者经常被曲解左心舒张末期压力和左心前负荷的关系。总之，连续 PCWP 的监测辅以容量负荷试验和利尿剂治疗对临床指导作用要强于单次 PCWP 数值的监测。

2. 混合静脉血氧饱和度 混合静脉血氧饱和度是通过抽取肺动脉导管远端的静脉血而获得的血氧饱和度。抽取肺动脉血时应该尽量缓慢以避免不慎将“肺毛细血管”血与肺动脉血混合而影响氧饱和度结果。

混合静脉血氧饱和度是组织氧利用的一个指标。一般情况下，外周氧消耗是不依赖于氧输送的，因

此,当心输出量下降导致氧输送下降时,外周氧消耗增加以维持组织细胞供氧,这个结果就导致混合静脉血氧饱和度下降。反之,会引起外周氧消耗的下降,从而导致混合静脉血氧饱和度升高。

混合静脉氧分压一般是40mmHg,血氧饱和度是75%。可以通过下面的公式计算动脉血和静脉血氧含量:

$$C_{xO_2} = 1.34 \times Hb \times 100\% \times SsO_2 + 0.0031 \times PxO_2$$

血红蛋白浓度单位mg/dl,氧含量的单位是ml/dl。尽管溶解氧在氧含量中所占的比重不大,但是在重度贫血的患者中其意义却是非常重要的。正常的动静脉氧含量差 $[C(a-v)O_2]$ 是5ml/dl,低血容量和心源性休克的患者差值会增加($>7\text{ml/dl}$),而感染性休克时,差值会减少($<3\text{ml/dl}$)。左向右分流的心脏病患者右心室血氧饱和度升高,因此 $C(a-v)O_2$ 会降低。

通过纤维光学血氧监测技术于肺动脉导管末端持续监测混合静脉血氧饱和度,二元血氧测定法联合静脉血氧饱和度和动脉脉搏血氧测定可以持续监测氧摄取率和肺内分流情况。通过持续血氧测定,通气血流比例可以经过下面的公式计算:

$$\frac{V}{Q} = \frac{1.32 + Hb \times (1 - SpaO_2) + (0.0031 \times PAO_2)}{1.32 + Hb \times (1 - SvO_2) + (0.0031 \times PAO_2)}$$

其中 PAO_2 是肺泡内氧分压,是通过肺泡气体公式计算出的。通气血流比例在临床上与肺内分流相关性很好。

3. 并发症 肺动脉导管在置入和随后导管留置过程中可能会出现一些并发症。颈内静脉和锁骨下静脉置管气胸的发生率接近2%~3%。导管打结与导管形状及插入深度有关,较细的导管更经常在心室内打结。置入导管导致希氏束的直接损伤而引起的右束支一过性的传导阻滞发生概率在0.1%~0.6%。当患者已经存在左束支传导阻滞时,右束支传导阻滞的发生率可高达23%。尽管导管留置过程中会发生短暂的室性心律失常,一般不需要特殊治疗,但仍需要持续监测心电图的变化。其他的并发症还包括气管撕裂、无名动脉的损伤和出血等。

肺动脉破裂可能发生在放置导管的过程中,发生的原因主要有导管尖端对血管的机械性损伤和导管尖端球囊在肺动脉末梢的过度充气。导管引起的肺动脉破裂发生率不到1%,影响导管引起肺动脉破裂的因素有:导管远端的位置、血管内径、系统抗凝治疗和球囊长时间充气。咯血常常是肺动脉破裂的最初表现。当患者出现肺动脉破裂时,导管应退出至近端位置,并且将患者侧卧位以改善通气血流比值。是否需要移除导管目前尚有争议,需要权衡病情监测的需要和并发症之间的关系。当患者出现难以控制的出血时,应给予紧急开胸手术,但这种情况是比较少见。

空气栓塞经常发生于更换输液管路和换能器校准时。20ml/s空气进入人体,患者即会出现不适症状;75ml/s时可产生血流动力学的障碍,甚至引起患者死亡。其机制主要是由于气栓导致右室流出道机械梗阻。当患者出现空气栓塞症状时,迅速将其左侧卧位或者头低脚高仰卧位,以使右室流出道处于较低位置,使空气滞留在心室内。由肺动脉导管发生的空气栓塞会导致不同的后果,如气栓导致肺血管的阻塞会引起低氧、肺动脉压力增高和右心脏衰竭,如果气栓通过未闭的卵圆孔可以引起脑栓塞和休克的发生。

来源于导管尖端或导管体部的血栓,可能导致肺栓塞;导管留置时间过长可能导致锁骨下和颈内静脉血栓形成;其他并发症包括血栓引起的感染性心内膜炎、感染性休克、无菌性血栓性心内膜炎和腱索断裂等。

避免肺动脉导管感染的措施和深静脉置管的处理措施相同。每日常规护理、更换敷料和常规更换导管穿刺点是减少导管相关性感染的重要措施。

五、脉波指示剂连续心排量监测技术(Picco)

(一) 床旁热稀释法监测心输出量

床旁热稀释法监测心输出量为ICU监测提供了一项新的监测心功能的手段。使用已知定量的热(或冷)溶液作为指示剂,注入循环内,产生一个时间-温度曲线,从而可以计算心脏射血流速。时

间-温度曲线下面积和心输出量成反比,并且可以通过 Stewart-Hamilton 指示剂公式计算心输出量:

$$CO = \frac{V_i \times (T_B - T_i) \times S_i \times C_i \times 60}{S_B \times C_B}$$

其中 V_i 是指示剂注入的剂量,而 T_B 、 T_i 、 S_i 、 S_B 、 C_i 和 C_B 分别代表温度 (T)、不同的比重 (S)、血和指示剂不同的比热 (C)。

冰指示剂和室温指示剂均可以使用,但是使用冰指示剂可以轻微改善信噪比。在患者心输出量不是非常低的情况下,室温的指示剂能够准确监测心输出量。在血温和指示剂的温度相差不少于 12℃ 时,监测结果较准确,而室温指示剂是能够达到这样要求的。指示剂注射的速度和指示剂通过导管的加温作用对于结果的影响是非常小的 ($\pm 3\%$)。当测量技术熟练时,测量结果的重复性差异在 10% 以内。严重的心律失常可导致测量结果的重复性差异增加,并且不能准确反映平均心输出量。在固定的呼吸时相(呼气末)注射指示剂能够使测量结果保证一致性,而患者的频繁活动可能导致结果的漂移。

特殊的肺动脉导管可以进行持续的心输出量监测。其中的一种类型是通过处于右心室的导管加热装置将血液加热至稍高于体温的温度,而导管下游的热敏装置记录血液温度的变化;另外一种类型是通过获得维持导管某一部分温度稍高于血温所消耗的电能来评估血流量,在这种类型中血流以一种复杂的方式与计算出的维持高于血温所消耗的电能直接相关。这些方法和常规的热稀释法相关性很好,只是形式不同而已。

(二) 微创技术

指示剂稀释法监测心输出量:这种方法依靠染料的稀释度监测心输出量。其操作方法是从中心静脉中注入一定量的染料,通过光密度计持续监测外周动脉血染料浓度,以获得染料浓度变化的曲线下面积进而通过 Stewart-Hamilton 公式进行计算出心输出量,但这种技术很少用于 ICU。

$$CO = \frac{60 \times \text{指示剂量 (mg)}}{\text{平均浓度} \times \text{时间}}$$

(三) 无创技术

1. 多普勒超声 多普勒超声通过放置在胸骨颈静脉切迹处,持续监测升主动脉血流量并计算出心输出量。一种 A 型脉冲多普勒探头定位于第三或第四前肋间隙以监测主动脉根部直径,根据主动脉根部的直径和平均血流速可以计算出每搏输出量。是通过心率和每搏输出量的乘积计算出心输出量。这种监测手段的误差原因主要在于:①多普勒束未校准时,在监测血流速时会产生误差。②计算每搏输出量时假设前提是主动脉是圆形的。③假设主动脉血流是层流。以上原因可以导致多普勒监测与其他方法监测相比,其误差率高达 15%。胸骨上多普勒超声监测和标准的热稀释法监测的心输出量的差异波动在 $-4.9 \sim +5.8 \text{ L/min}$ 。目前可以使用食管探头持续监测降主动脉血流速并计算心输出量。食管探头插入深度为 30cm 以到达“食管监测窗”,通过校准胸骨上多普勒监测得到的心输出量数值,达到持续监测的目的。这种监测手段可以得到较准确的监测结果,并且可以提供持续心输出量监测数据。最近还有气管内放置脉冲式多普勒探头监测心输出量的方法,研究表明该方法也能取得较好的结果,但还需要进一步的临床验证。

2. Fick 方法 心输出量可以通过将氧消耗和混合静脉血氧饱和度代入 Fick 公式而计算出。

$$CO = \frac{VO_2}{C(a-v)O_2 \times 10}$$

Fick 公式计算心输出量需要参考其他测量方法的结果。其中动静脉氧含量的差异通过肺动脉导管取得混合静脉血计算得出,氧消耗通过监测吸入气和呼出气之间氧含量的差异计算得出。此外一种改良的方法是将混合静脉 CO_2 、动脉 CO_2 分压和呼出气 CO_2 容积数值代入 Fick 公式中从而计算心输出量。

3. 脉搏波形分析 尽管在许多报道中脉搏波形分析计算的心输出量精确度不同,但是其作为一种无创监测手段还是具有宽广的前景。波形与每搏输出量有一定关系,但其受血管上游、下游动脉血管床的容量、阻力和其他特性影响较大。其中阻力效应对两者关系影响最大,但在不同患者之间其影响效应也不相同。因此,使用动脉波形和热稀释法矫正一个非有创监测系统(或者患者留置了动脉导管)是

必要的。最近有报道,一些商品化脉搏波形分析系统与常规监测手段的结果具有相似的精确度。

(四) 误差原因

正确校正注射液体的温度和容量是获得热稀释法准确结果的重要因素。如果实际注射指示剂的用量少于预设的指示剂,那么指示剂温度的下降将会低于预期水平,从而导致心输出量会被高估;如果实际注射指示剂的温度高于预设的指示剂,那么心输出量也会被高估。一种新型计算心输出量电脑的引入已经解决了后一个问题,这种机器可以监测指示剂的温度,随后自动将数值代入计算出心输出量。

当患者患有右向左分流的心脏疾病时,由于指示剂在分流过程中的损失,会导致心输出量的高估;相反,左向右的分流使指示剂在肺循环中出现了再循环,会在时间-温度曲线上出现心输出量监测仪不能解释的双峰,从而导致错误报警;当患者存在三尖瓣反流时,指示剂和血会在右心室内反复混合,从而使指示剂的时间曲线延长,表现为缓慢的上升支和下降支,曲线下面积增大,导致了心输出量的低估。

(五) 其他参数

通过心输出量联合动脉、静脉和肺动脉压力等监测数值,可以进行一系列重要的血流动力学参数、氧输送相关参数的计算,进而评价重症患者的血流动力学和氧代谢状态。

(李伟)

第二节 腹内压监测

腹腔内压力(intra-abdominal pressure, IAP)是临床诊断和治疗疾病重要的生理学参数之一。各种因素引起腹内压持续升高导致腹腔高压症(intra-abdominal hypertension, IAH),继而进展为腹腔室间隔综合征(abdominal compartment syndrome, ACS),危及患者生命。监测腹内压是临床诊断和治疗的可靠依据,在ICU内常规进行腹内压监测,可准确预测IAH患者病情变化,及早防止ACS的发生,降低危重患者的死亡率。本节从腹内压监测的临床意义、监测方法、影响因素及腹内压的临床应用等方面综述如下。

一、腹腔内压力概述

1. 腹腔内压力正常值 正常人体腹腔内压力与大气压接近,但存在明显的个体差异。在正常情况下平均压力都小于10cmH₂O,任何引起腹腔内容物体积增加的情况都可以增加IAP。关于腹内压的测量单位有cmH₂O、mmHg和kPa 3种,为便于交流可相互换算(1cmH₂O=0.098kPa=0.737mmHg)。

2. 腹内压分级 腹内压可分为4级:10~14cmH₂O为Ⅰ级,15~24cmH₂O为Ⅱ级,25~34cmH₂O为Ⅲ级,>34cmH₂O为Ⅳ级。其中Ⅰ、Ⅱ级对机体危害较小。通常将腹内压≥1.96kPa(20cmH₂O)确定为腹内高压,腹内压>2.45kPa(25cmH₂O),患者出现少尿、气道压升高、低氧血症、心输出量减少、酸中毒甚至低血压休克等临床表现的一项或多项,诊断为ACS。

3. 监测腹内压的临床意义 近年来,腹内压监测在危重患者的监护中得到高度重视,可为患者提供诊断、治疗依据,观察手术治疗后的效果。IAP增高常发生于创伤后或腹部手术后,对此类患者应常规进行腹内压监测,可及时发现病情变化,预防并发症的发生,整体提高危重患者的监护水平。ICU内腹内压升高的常见原因有腹腔内感染、急性胰腺炎、复杂的腹腔血管手术、术后腹腔内出血、腹腔内或盆腔内或腹膜后血肿形成、严重腹腔积液、肠梗阻、使用抗休克裤或腹腔内填塞止血、腹腔镜操作中腹腔内充气等。腹内压对急性胰腺炎病情严重程度的判断、手术时机的选择有重要的提示作用。

4. 腹内压测量方法 具体如下。

(1) 直接测量法和间接测量法:直接测量法即通过腹腔引流管或穿刺针连接传感器进行测压,测量值准确,但此方法为有创操作,加之大多数患者腹腔情况复杂,故临床少用。间接测压法即通过测量腹腔内脏器的压力间接反映腹腔内压力。临床研究回归分析显示:腹内压与膀胱压和胃内压呈显著正相

关；通过动物实验证实，在不同腹腔条件下膀胱压、上腔静脉压、下腔静脉压与腹内压明显相关。临床上常采用间接测压法，即通过测定胃、上腔静脉、下腔静脉及膀胱的压力来估计腹内压。其中膀胱内压既可客观地反映 IAP，用于 ACS 诊断，又可评估 IAP 上升时对循环、呼吸和肾功能的影响程度，具有技术操作简便、创伤小等优点，因而最常用。测量方法：患者取仰卧位，排空膀胱，将测压管与 Foley 尿管相连接，通过三通管向膀胱内注入 50 ~ 100ml 等渗盐水，连接测压板，以耻骨联合为零平面，测得的水柱高度即为腹腔内压力。临床上测量尿动力学时，所用的尿动力仪可自动显示膀胱内压。在 0 ~ 70mmHg 的范围内膀胱压与腹腔内压力直接测量值有很高的相关性，如果在小膀胱、神经源性膀胱或腹腔粘连等情况下，用膀胱压来估计腹腔内压力就不太可靠。

(2) 人工法和仪器法：人工法即将尿管与带刻度的测压装置连接，由测量人员读出测量值；仪器法将尿管与监护仪压力传感器连接，在监护仪上读出数值。2 种方法在临床都有使用，只是人工法需手工调节零点，容易出现人为误差，测量装置简单、经济。仪器法只需将转换器对准耻骨联合水平与大气相通，转换器即可自动调零，测量更准确方便，前提是必须有监护仪。但高岩等研究表明人工测压法与仪器测压法结果差异无统计学意义。

(3) 有创测量法与无创测量法：有创测量法即通过向人体腹腔脏器内置入管道，直接或间接监测腹腔内压力。有创测量法监测值相对准确，缺点是：为有创操作，增加患者痛苦和感染的概率。无创测量法将直接法测得的腹内压与所测外部腹压间建立起数学关系，并输入计算机程序，这样无创测量的外部腹压通过计算机处理即可得到腹内压。有研究者通过动物实验初步研究表明：腹内压与外部腹压间存在线性关系，证明了无创监测法的可行性，但临床应用还需进一步研究。

5. 腹内压的影响因素 如下所述。

(1) 患者本身的因素：IAP 受多种因素的影响，在腹腔施加任何外力都会使腹内压增高，影响病情的判断，所以在测 IAP 之前要充分评估有无使 IAP 增高的因素。腹内压升高与患者的体质量指数、APACHE II 评分、SOFA 评分、腹部手术史和存在并发症相关。与年龄、IAH 发生时间无关，且腹内压越高，对神经、呼吸、循环、肾脏系统的影响越严重。正常腹内压可能受性别和体质量指数影响，存在明显的个体差异，怀孕也可影响 IAP。患者烦躁不安、频繁咳嗽咳痰、呼吸困难、屏气等因素都会不同程度影响 IAP 的监测。膀胱本身因素会影响 IAP 的监测，如既往有膀胱手术史、膀胱肿瘤、膀胱炎、神经性膀胱等。原有腹部手术史，如腹膜粘连会引起腹腔局限性高压，此类患者即使膀胱测压正常，也不能排除腹内高压的存在，而应结合临床和其他检查才能明确诊断。膀胱外伤是膀胱压监测的绝对禁忌证。

(2) 外界因素：患者使用胸腹带、棉被过重压迫腹部、未采取平卧位等都会使腹内压增高。认为应用机械通气及呼气末正压的患者，测膀胱压时应脱离呼吸机片刻，以排除正压通气及呼气末正压对腹腔压力的影响。注入生理盐水温度为 37 ~ 40℃ 为宜，过冷、过热及灌注速度过快刺激膀胱可使膀胱压增高。

二、临床应用

1. 应用范围 腹内压监测除应用于腹部疾病外，还用于一些非腹部疾病，如严重烧伤、创伤和全身感染，可及时发现 IAP，预防 ACS，为医生诊断治疗提供确凿依据。腹内压 $> 2.45\text{kPa}$ ($25\text{cmH}_2\text{O}$) 并伴有器官功能不全可诊断为 ACS，治疗方式应根据临床测量的腹内压决定。当 $\text{IAP} \geq 1.96\text{kPa}$ ($20\text{cmH}_2\text{O}$) 时，出现呼吸困难、尿量减少等明显的病理生理改变，如果对症治疗无效，应行剖腹减压。腹内压变化能早期反映术后肠功能恢复的状况，是一项客观的评定指标，对指导腹部手术后肠功能恢复的判断及腹部并发症的观察和护理具有积极作用。腹内压监测对危重患者早期空肠营养实施有指导作用；研究表明，腹内压监测可成为临床救治中判断严重多发伤病情变化的一项重要可靠的指标。

2. 监测护理 具体如下。

(1) 减少人为误差：因护理教材中没有 IAP 相关的知识点，临床上没有成为常规监测项目，部分护士对 IAP 的概念、监测目的、影响因素不清楚，不善于观察、判断、分析 IAP 的变化，测量时易出现