

## ■ 技术·思维

# 体外循环技术在临床上的发展和应用

□ 钱晓亮

体外循环技术是利用特殊人工装置将回心静脉血引出体外,进行气体交换、调节温度和过滤后回体内动脉的生命支持技术。

体外循环技术一开始与心脏手术紧紧地联系在一起。多年来,随着医学技术的发展,随着仪器设备的更新换代,体外循环技术的原理不变,概念却在不断更新,已不再仅用于心脏手术,凡是需要心肺支持、血液暂时旁路循环的,都可使用这一技术。体外循环技术在临床上的应用涉及许多领域。在体外生命支持这一领域,如急性呼吸功能衰竭的体外膜肺氧合(ECMO),这一技术发挥着重要作用。

## CPB的演变

CPB是指使用泵式氧合器部分或完全替代心脏和肺功能,通常用于心脏手术中。

20世纪初,医学、外科学和工程学的进步为研究人员开发体外循环和后来的心脏手术奠定了基础。从20世纪50年代初开始,各个医疗中心的外科医生与实验室研究人员(通常是工程师)、其他临床医生(例如麻醉师、心脏病专家、护士以及灌注师)合作,通过科学观察、演绎、大胆操作,有时还靠一点儿运气(偶然发现),发明了泵式氧合器,并成功用于临床。

### 手术入路和动脉插管

最初的心脏手术通常通过胸骨横切口或右胸廓切开术进行,并通过锁骨下动脉进行插管。到20世纪50年代末,股动脉成为首选插管部位。最终按照DeWail(德沃尔,音译)在1963年的建议,主动脉成为标准的插管部位。随着人们越来越重视在成人主动脉弓手术期间避免长时间全身停循环,锁骨下动脉插管在20世纪90年代重新出现,并促进了选择性脑灌注治疗方法的普及,后来成为主动脉弓手术的标准。

### 静脉插管和引流

临床CPB回路包含单独的静脉泵,以便为泵式氧合器提供主动脉、静脉引流。随后,这些被重力虹吸引流取代,使得心房组织对套管的吸引倾向较小。20世纪90年代,随着长而窄的静脉插管的出现,人们重新有了“增强”静脉引流的兴趣,这种应用演变为通过负压进行主动脉、静脉引流,以便使用插入上腔静脉或下腔静脉的较小插管。

### 温度管理

在心脏直视手术开始的

几年内,大多数手术是在常温下进行的。随着有效热交换器的出现,中度低温(28摄氏度~32摄氏度)成为促进低流量灌注安全期的标准实践,以改善手术视野,同时有足够的神经保护作用。20世纪80年代早期,pH(氢离子浓度指数)稳态分析策略受到青睐。

在儿科领域,体外循环的作用尤为明显。1959年,伦敦媒体报道了深低温停循环技术。最初很少使用,国外在20世纪70年代中期将这项技术推广到婴儿心脏手术和成人主动脉弓手术中。在广泛使用膜式氧合器之前,与标准CPB相比,许多人在深低温停循环心脏手术期间被观察到的炎症反应较少。

20世纪90年代,由于担心复温期间大脑温度升高可能导致脑损伤以及低温引起凝血功能紊乱,国外学者主张在成年患者需要低流量灌注时恢复接近常温灌注。

### 空气栓塞和微栓塞

空气栓塞在心脏直视手术的早期尝试中被认为是导致死亡的原因。为了减轻这种并发症,大多数早期CPB机器在动脉线上都有一个气泡捕捉器。随着认识到小栓子和气体微栓子是CPB期间引起神经损伤的原因,20世纪90年代,在动脉管路上用微栓过滤器成为标准。心脏切开抽吸装置越来越被认为是血液创伤和微栓子的重要额外来源,这导致常规心脏切开抽吸装置的应用减少,要通过细胞保护处理器过滤要清除的液体,然后将其返回CPB回路。1980年,有人报道了使用逆行脑灌注方法治疗大量栓子的经验。

### 血液稀释

当外科医生越来越多地

使用体外循环时,人们开始对全血预替代产生兴趣,血液的供应开始无法满足需求。此外,反对使用任何异体血液的患者刺激了晶体溶液的研究。在没有使用异体血液进行心脏手术后,其优点开始显现,包括手术后出血减少和血源性疾病暴露减少。常规血液稀释在CPB期间成为常态,具有减少红细胞聚集和改善微循环灌注的优点。

### 抗凝治疗

在开展心脏直视手术的前20年,肝素以固定剂量用于CPB,而不直接测量其在CPB期间的作用时间和浓度。1975年,国外一家临床医疗中心的专家指出了这种做法的错误性,并建议在CPB期间使用活化部分凝血酶原时间作为肝素活性的更可靠的指标。20世纪70年代末,CPB期间肝素活性的监测已成为标准做法。随着新生儿和婴儿心脏手术量的急剧增加,特殊情况(如新生儿凝血因子和抗凝血酶浓度较低)下,需要在CPB过程中维持患者的特定性肝素浓度。在认识到肝素诱导的血小板减少症是先前接触肝素后潜在的致命性并发症后,有人开始使用肝素抗凝替代品,但未得到广泛认可。最常用的直接凝血酶抑制剂是比伐卢定,但在患儿中的应用经验有限。

### 微型化和其他改进

随着微型化技术的快速发展,CPB的设计也与时俱进,其目标是减轻全身炎症反应,减少血液稀释,并最大限度地减少血液制品的应用。20世纪80年代,最小预充量大于700毫升的儿童灌注系统已被预充量低于200毫升的微型化系统所取代。专门针对儿童CPB临床使用的最新产品包括一种专门用

于新生儿CPB的氧合器,具有低预充量和氧合面积,以及集成动脉过滤器、微型超滤装置,能真空辅助静脉引流,并且整个管路可以无限接近手术台。目前,在CPB期间的目标流量逐渐增加,这与CPB后较低的急性肾损伤的发生率有关。

近年来,使用近红外光谱和连续监测混合静脉血氧饱和度和乳酸水平,已经实现了CPB期间组织器官灌注是否充分的连续性实时评估。利用近红外光谱(基于颈内静脉血氧饱和度),可以对全身氧气输送的充分性进行无创性评估。这些技术有助于通过从基线水平开始的趋势变化来确定灌注不足的时间和CPB的潜在有害影响。

在心脏直视手术的起步阶段,CPB管路通常由实验室技术人员管理。

随着心脏手术逐渐增多,人们认识到体外循环灌注的作用越来越重要,开始重视这方面的研究。1968年,美国体外技术学会(AmSECT)成立。1974年,美国心血管灌注委员会成立。1991年,欧洲心血管灌注委员会成立。成人和儿童灌注临床工作的具体数据是由AmSECT和其他组织密切监测后总结出来的。AmSECT定期发布这些数据,并通过其组织委员会制订最佳实践指南。例如,超过一半的北美中心使用正式的基于灌注的电子灌注记录。电子记录方法允许灌注师通过手绘图表来实时记录手术事件,而不会分散手术的注意力。

### ECMO的兴起

ECMO是一种体外生命支持技术,是CPB的自然延伸。美国学者科洛博在国家心肺血液研究所任职期间,专注于开发改进心脏手术等

方面的技术。20世纪70年代初,科洛博率先开发了ECMO,以让患者获得长期生命支持。他和许多工程师共同推动了ECMO在心脏手术之外的应用(例如用于急性肺衰竭患者)。1972年,ECMO首次在成人急性呼吸窘迫综合征中成功应用。

1975年,ECMO在救治新生儿方面取得成功。随后,在儿科领域,ECMO得到广泛应用。现在,由多学科专家组建的ECMO团队是大多数三级儿科医院和所有儿科心脏外科的重要组成部分。

ECMO在成人急性肺功能衰竭以及急性心功能衰竭合并肺功能衰竭患者的救治中获得了认可。目前,多学科ECMO会诊几乎是所有综合性医院成人心脏手术和救治晚期心功能/肺功能衰竭患者的重要环节。ECMO是公认的治疗一系列急性或危及生命的肺疾病(如创伤性肺损伤、感染和急性炎症性肺病),以及心脏手术后的重要手段。近年来,ECMO已成为术前肺移植的过渡手段。ECMO可以帮助控制与新型冠状病毒感染相关的肺部炎症物质激增和严重肺功能衰竭。

长远来看,体外循环和ECMO是心脏手术的重要组成部分,参与管理急性心功能/肺功能衰竭患者。随着技术的持续改进,体外循环引起的创伤未来可能会变得很小,医院心脏手术的死亡率也会越来越低。ECMO注定要从复苏/抢救干预手段演变为一种门诊治疗方式,最终为模拟使用长期心室辅助装置奠定基础。

(作者供职于阜外华中心血管病医院)

## ■ 临床笔记

胸导管颈段梗阻导致的蛋白丢失性胃肠病,属于罕见疾病,很多人不认识,甚至没有听说过。蛋白丢失性胃肠病是由于各种原因引起的血浆蛋白特别是白蛋白从胃肠道丢失所致的低蛋白血症。对于蛋白丢失性胃肠病,要明确病因,针对病因进行治疗是最重要的。

前几天,我和同事做了一台胸导管颈段梗阻松解手术。患儿较小,才出生3个多月。第一次看到这个患儿的时候,我内心忐忑不已,想着他这么小,万一有个闪失,怎么办?可是,不做手术又不行。患儿的白蛋白最低时只有正常值的1/3,如果不及时手术,等待他的就是长期住院以及发育停止。

患儿的病是怎么被发现的呢?原来,患儿出生之后,不好好吃奶,还不长个子,不长肉。家长赶紧带着患儿去其他医院检查。那里的医生检查患儿的血液,发现白蛋白特别低。

患儿的白蛋白为什么会低呢?按照河南省人民医院消化内科教授梁宝松的思路,白蛋白降低,需要考虑3个问题:1.生产白蛋白的原料不够,也就是营养不良;2.生产白蛋白的“机器”出了故障,比如有严重的肝硬化;3.白蛋白丢失过多和分布异常,也就是从尿里边排出来,从皮肤或消化道丢失或者出现在腹水、胸水里。按照这个思路进行排查,我怀疑患儿的白蛋白是从胃肠道丢失的。如何证实?介入医生盲穿患儿的股动脉,通过淋巴造影,确诊了病因。

庆幸的是,这个患儿得病时间不算太长,也没有被误诊,所以他的营养状态还算不错。我为患儿做了胸导管颈段梗阻松解手术。松解完后进行造影检查,我发现患儿的胸导管内竟然是逆流的静脉血,并没有看到淋巴液顺畅地流入静脉。我心里“咯噔”一下,难道是治疗没有成功?等了一两分钟,我期盼的结果出现了:乳白色的淋巴液顺利地流进了静脉。手术成功。

(作者供职于河南省人民医院)

## 对一例胸导管颈段梗阻的诊治

□ 崔明哲

## 相关链接

血浆蛋白特别是白蛋白的丢失,会引起胶体渗透压(生理学和心血管医学名词)降低和继发性醛固酮增多,造成钠和水的潴留,故患者可出现全身浮肿,下肢尤为明显。如果出现这种情况,儿童还会有发育障碍和消化道症状,如食欲不振、恶心、呕吐、腹泻、腹痛等。

蛋白丢失性胃肠病的确切机制尚不明确,目前倾向于多因性学说,可能与多种疾病有关:

1.胃肠道黏膜上皮异常的疾病。肥厚性胃炎、胃溃疡、溃疡性结肠炎、局限性小肠炎、肠癌或任何其他炎症以及溃疡,均可使血浆蛋白从病变的黏膜渗入肠腔,在超过肝脏代偿能力时,即形成低蛋白血症。

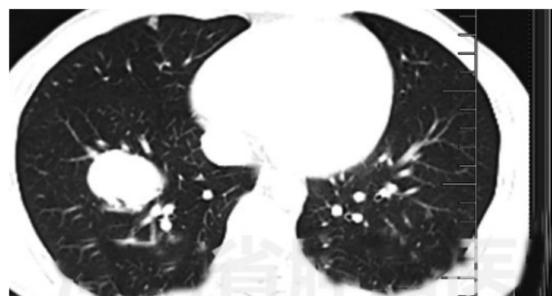
2.胃肠道或全身淋巴管异常的疾病。胸导管颈段梗阻、肠道淋巴管引流不畅、小肠淋巴管扩张症等,都会引起低蛋白血症。

3.毛细血管通透性增加的疾病。伴有毛细血管扩张的结肠息肉、过敏性胃肠病、胃肠道黏膜代谢障碍等,均会引起毛细血管通透性增加,从而导致蛋白丢失。

低蛋白血症可有以下几种病理生理改变:获得性蛋白合成减少;先天性蛋白合成减少;蛋白分解代谢增高;从尿和粪便中丢失过多的蛋白。

# 晚期骨与软组织肉瘤是否需要手术

□ 屈国新 文/图



术前肺部CT检查图



术后肺部CT检查图

以往很多观点认为,晚期肿瘤患者应以姑息性药物治疗为主,如果原发灶或转移灶无症状,就不通过外科手术等方式治疗。但是,仅靠药物治疗,往往要面临一个问题,就是几个月后可能会产生耐药性,最终使患者发生再次广泛转移,导致治疗失败,尤其是骨和软组织肉瘤患者。

骨和软组织肉瘤的发病率非常低,因此国内外针对其研

发的药物极少,导致目前对其最有效的全身治疗方案仍是20世纪开始的以蒽环类药物为主的化疗方案。患者对一线治疗药物耐药或无效后,后续治疗往往有效率更低,并且大量药品要自费,不利于病情控制,且患者的经济负担较重。因此,对于部分一线或二线治疗效果良好的患者,在耐药性出现前,要积极进行外科手术、放疗或

射频消融等,以治疗原发性肿瘤;对转移灶进行射频消融、SBRT放疗(立体定向放疗)或手术切除,可使患者达到较长无瘤状态或低瘤状态生存,延长患者的生存期,提高患者的生活质量。

很多初诊转移的骨和软组织肉瘤患者,往往原发灶很大,肿瘤异质性强,如果单纯化疗,可能短时间内就会产生耐药性;手术切除较大的原发灶可降低肿瘤的异质性,提高后续化疗

或者靶向治疗的效果。此类患者的治疗“窗口期”往往很短,需要结合患者及其家属的治疗意愿、年龄、化疗或靶向治疗效果、手术难度、术后并发症、费用等情况综合考虑。对于全身治疗效果较好的患者,在“窗口期”内需要尽快决定治疗方式,否则一旦进入耐药周期,可能会彻底失去根治机会。

典型案例:一名27岁的男性患者,2021年3月因右大腿

远端肿瘤在外院进行“右股骨瘤段切除+骨搬运术”,术前未进行新辅助治疗,术后病理检查提示尤文肉瘤。外院予以“表柔比星+异环磷酰胺”化疗6个周期,局部予以放疗50Gy(放射剂量单位)。2022年8月,患者的复查结果提示多发转移,遂来河南省肿瘤医院就诊。在河南省肿瘤医院,医生采取“多柔比星+长春新碱+环磷酰胺/异环磷酰胺+依托泊苷”交替化疗方式,化疗5个周期,患者的肺部肿块明显缩小。在多学科会诊后,2023年3月,医生予以肺部SBRT放疗,放疗后继续化疗2个周期,后予以环磷酰胺片口服。检查中发现一个结节较前增大,于2023年9月对患者进行肺部部分结节切除术。术后,患者在继续交替化疗2个周期后停药至今。2024年1月,患者因外固定断裂进行内固定手术。目前,患者的右股骨愈合尚可,恢复正常学习、生活。

(作者供职于河南省肿瘤医院)

## 征稿

科室开展的新技术,在临床工作中积累的心得体会,在治疗方面取得的新进展,对某种疾病的治疗思路……本版设置的主要栏目有《技术·思维》《医技在线》《临床笔记》《临床提醒》《误诊误治》《医学影像》等,请您关注,并期待您提供稿件。

稿件要求:言之有物,可以为同行提供借鉴,或有助于业界交流学习;文章可搭配1张~3张医学影像图片,以帮助读者更直观地了解技术要点或效果。

电话:(0371)85967002

投稿邮箱:337852179@qq.com

邮编:450046

地址:郑州市金水东路河南省卫生健康委8楼医药卫生报社总编室