

DOI:10.16781/j.0258-879x.2016.07.0884

## 双静脉穿刺:一种血液透析血管通路替代选择的新方法

王 佳,余 毅\*,孙淑清,王 琰,林曰勇,陈 今,何明恩,薛 艳

南京军区福州总医院血液净化科,福州 350025

**[摘要]** **目的** 探讨双静脉穿刺作为血液透析血管通路替代选择的可行性。**方法** 选取2014年6月至2015年6月南京军区福州总医院收治的血液透析患者84例。血管通路建立的优先级依次为自体动静脉内瘘(AVF)、带隧道带涤纶套导管(TCC)、双静脉穿刺(VVP),根据通路建立情况将患者分为VVP组、TCC组及AVF组,每组均28例。对3组患者的透析充分性、通路再循环阳性率及通路相关并发症发生率进行6个月的随访比较。**结果** 通过6个月的随访比较,发现透析0、3、6个月时3组患者单室尿素清除指数(spKt/V)、平衡后尿素清除指数(eKt/V)、尿素下降率(URR)差异均无统计学意义( $P>0.05$ )。随访6个月后,VVP组患者通路再循环阳性率低于TCC组和AVF组(0 vs 14.28%、21.43%, $P<0.05$ ),通路通畅性不良发生率低于TCC组(0 vs 21.43%, $P<0.05$ );3组患者通路相关感染发生率差异无统计学意义。**结论** VVP操作简单,并发症及通路再循环阳性率低,透析充分性与常规通路无明显差异;在条件许可的情况下,可考虑作为AVF无法建立且无法或不愿置入TCC患者的血管通路替代选择之一。

**[关键词]** 双静脉穿刺;血液透析;血管通路;透析充分性;通路再循环;通路相关并发症

**[中图分类号]** R 459.2 **[文献标志码]** A **[文章编号]** 0258-879X(2016)07-0884-06

### Veno-venous puncture: a new alternative method of vascular access on hemodialysis

WANG Jia, YU Yi\*, SUN Shu-qing, WANG Yan, LIN Yue-yong, CHEN Jin, HE Ming-en, XUE Yan

Department of Blood Purification, Fuzhou General Hospital, PLA Nanjing Military Area Command, Fuzhou 350025, Fujian, China

**[Abstract]** **Objective** To investigate the feasibility of veno-venous puncture (VVP) as an alternative for temporary and long-term vascular access in hemodialysis patients. **Methods** A total of 84 hemodialysis patients were enrolled in this study in Fuzhou General Hospital, PLA Nanjing Military Area Command between June 2014 and June 2015. The priority order of vascular access is as follow: arteriovenous fistula (AVF), tunneled cuffed catheter (TCC), and VVP. Patients were divided into VVP group ( $n=28$ ), TCC group ( $n=28$ ) and AVF group ( $n=28$ ). Dialysis adequacy, access recirculation rate and access complications were observed and compared among each group for a follow-up of 6 months. **Results** There were no significant differences in spKt/V, eKt/V or urea reduction ratio (URR) among the three groups at 0, 3 and 6 months after dialysis. After 6 months, the access recirculation rate in VVP group was significantly lower than that in the other two groups (0 vs 14.28%, 21.43%;  $P<0.05$ ), and access dysfunction rate in VVP group was also significantly lower than that in TCC group (0 vs 21.43%,  $P<0.05$ ), while the access-related infection rates were not significantly different among three groups. **Conclusion** VVP is easy to perform, with less complications and low access recirculation rate, and it might be an alternative choice for hemodialysis when AVF cannot be created or TCC cannot be placed.

**[Key words]** veno-venous puncture; hemodialysis; vascular access; dialysis adequacy; access recirculation; vascular access complications

[Acad J Sec Mil Med Univ, 2016, 37(7): 884-889]

血管通路是透析患者的生命线,对透析效果和患者的长期存活有重要影响。目前指南均推荐以自体动静脉内瘘(arteriovenous fistula, AVF)作为血管通路的首选<sup>[1-2]</sup>,但是随着透析患者的老龄化及高

血压、糖尿病等疾病患病率的不断增高,AVF的建立和维护也更加困难。对于AVF无法建立且无法或不愿置入带隧道带涤纶套导管(tunneled cuffed catheter, TCC)的患者,近年南京军区福州总医院血

**[收稿日期]** 2015-03-06 **[接受日期]** 2015-04-28

**[作者简介]** 王 佳,硕士生,主治医师. E-mail: 17129313@qq.com

\*通信作者 (Corresponding author). Tel: 0591-22859403, E-mail: yuyicn@126.com

液净化科采用双静脉穿刺(veno-venous puncture, VVP)作为替代选择,取得了良好效果<sup>[3-4]</sup>。目前国内尚未见关于VVP的其他报道。

本研究比较VVP与常规血管通路在透析充分性、通路再循环(AR)发生率及通路相关并发症发生率方面的差异,探讨VVP作为血液透析血管通路替代选择的可行性。

## 1 对象和方法

**1.1 研究对象** 病例选择:选取2014年6月至2015年6月南京军区福州总医院血液净化中心的血液透析患者84例。纳入标准:(1)明确诊断为慢性肾脏病(CKD)5D期的患者;(2)透析时间>3个月;(3)透析频率为每周3次。排除标准:存在严重并发症,不能稳定完成透析者。根据纳入及排除标准,入选透析患者共402例;所有患者血管通路均根据其血管条件及自身情况建立,建立通路优先级依次为AVF、TCC、VVP;其中使用AVF的患者311例,使用TCC的患者56例,使用VVP的患者35例。用随机数字表法分别选取AVF组28例、TCC组28例、VVP组28例,共84例。本研究通过南京军区福州总医院伦理委员会批准,所有患者或委托人均签署知情同意书。

样本量估算方法:根据预实验主要观察终点结果, $\alpha$ 取双尾0.05, $1-\beta$ 取0.80,经计算每组各25例,增加10%脱落率,最终样本量为每组各28例。

**1.2 血管通路情况** VVP通路建立前对肘正中静脉内径行超声检查,内径>5 mm者可选择使用VVP。操作方法:在上臂中下1/3处扎止血带,使用内瘘针穿刺肘正中静脉,成功后将止血带换成弹力绷带,手握橡皮球持续做握球运动,作为动脉端引血;静脉端可选择另一侧肘正中静脉或下肢大隐静脉穿刺,见图1。VVP组包括:(1)AVF反复闭塞或多次AVF手术失败,不愿再行AVF手术且不愿接受TCC者18例;(2)前臂、上臂静脉血管过细或评估建立AVF后无足够静脉长度可供穿刺,且不愿接受TCC者8例;(3)肢体血管资源耗竭,且既往有颈内静脉置管史,导致中心静脉狭窄,TCC无法再次置入者2例。TCC组使用柯惠Tal Palindrome双腔带Cuff导管[直径14.5 Fr(1 Fr=0.33 mm),导管尖端至Cuff长度19 cm]16例及Permcath双腔带Cuff导管(直径13.5 Fr,导管尖端至Cuff长度19 cm)12例,留置部位均为右颈内静脉,置入后经X线摄片证实导

管位置良好。AVF组均为前臂自体动静脉内瘘,吻合方式为端-端吻合8例及端-侧吻合20例。



图1 双静脉穿刺

Fig 1 Venovenous puncture (VVP)

**1.3 透析方式** 所有患者统一使用16号内瘘针穿刺,贝朗Dialog+血液透析机透析。透析时长4 h,透析液流速500 mL/min。因中国人体质量及血管条件均不及欧美患者,血流量难以达到NKF-KDOQI指南推荐标准<sup>[1]</sup>,为保障透析顺利进行,血流量统一设置为230 mL/min。抗凝剂统一使用低分子肝素钙(合肥兆科药业有限公司生产),规格5 000 IU/支,根据患者体质量及凝血指标等情况,每次透析使用剂量为3 000~5 000 IU。透析器均使用费森尤斯F7HPS空心纤维膜一次性透析器,面积1.6 m<sup>2</sup>。

**1.4 透析充分性检测** 均使用贝朗Dialog+透析机基于紫外线吸收原理的Adimea模块在透析时检测单室尿素清除指数(spKt/V)、尿素下降率(URR)<sup>[5]</sup>,于1个月内随机进行3次测试,取均值。平衡后尿素清除指数(eKt/V)计算公式参照NKF-KDOQI指南公式<sup>[6]</sup>:(1)AVF组 $eKt/V = spKt/V - 0.60spK/V + 0.03$ ;(2)TCC组 $eKt/V = spKt/V - 0.47spK/V + 0.02$ ;VVP组参照AVF组公式计算。每3个月检测1次透析充分性。

**1.5 AR检测** AR检测使用葡萄糖注射法(GIT法)<sup>[7]</sup>,在透析开始30 min后、血泵血流量为200 mL/min、停止超滤的情况下进行。步骤如下:(1)动脉端抽取血样A 1 mL;(2)静脉端4 s内注入20%葡萄糖5 mL后记时,第16秒在动脉端同一部位取血样B 1 mL(4 s内完成)。使用拜耳1816血糖仪测A、B血样的血糖值,结果如A血样血糖值=B血样血糖值,则AR阳性率为0;如B血样血糖值>A血样血糖值,则AR阳性率用以下公式计算: $R(\%) = 0.048(B \text{ 血样血糖值} - A \text{ 血样血糖值}) + 0.14$ , $R > 0.5\%$ 认为该患者发生AR。AR检测每月

进行1次,测试时已排除动静脉穿刺点过近(穿刺点间距不小于10 cm)、留置导管动静脉端反接等可控且可能影响测量结果的因素。

**1.6 通路相关并发症诊断** 诊断标准参照北美血管通路协会提出的血液透析血管通路标准化定义<sup>[8]</sup>。TCC通畅性不良为导管血栓形成,包括腔内、导管尖端血栓及纤维蛋白鞘形成;AVF通畅性不良包括血流动力学显著改变性狭窄、血栓完全堵塞和通路血栓形成;VVP参照AVF标准诊断;通路通畅性评估每月进行1次。TCC相关感染诊断包括导管相关菌血症、导管出口感染和隧道感染;AVF相关感染包括内瘘局部感染和菌血症;VVP参照AVF标准诊断;通路相关并发症评估每月进行1次。

**1.7 观察指标** 对3组患者入组时的性别、年龄、透析龄、干体质量、原发病类型及各项实验室检查等基线指标进行比较,对3组的spKt/V、eKt/V、URR(以上指标每3个月检测1次)、AR发生率及通路相

关并发症发生率(以上指标每1个月检测1次)进行6个月的随访比较。

**1.8 统计学处理** 数据采用SPSS 18.0软件进行分析。正态性检验采用K-S检验。正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,偏态分布的计量资料以中位数(最小值,最大值)表示。计量资料组间比较采用方差分析,偏态分布采用Kruskal-Wallis *H* 检验;计数资料比较采用 $\chi^2$  检验。计量资料随访比较采用重复测量的方差分析,计数资料的随访及组间两两比较使用Kaplan-Meier法Log-rank检验。检验水准( $\alpha$ )为0.05。

**2 结果**

**2.1 一般情况** 3组患者入组时的性别、年龄、透析龄、干体质量、原发病类型及各项实验室检查等基线指标差异均无统计学意义( $P > 0.05$ ),具有可比性,见表1。

表1 3组患者一般情况及相关临床指标比较

Tab 1 Demographic characteristics and laboratory data among three groups

Item	VVP group	TCC group	AVF group	$F/\chi^2$	<i>P</i>
Gender (male/female), <i>n/n</i>	18/10	14/14	15/13	1.256	0.534
Age (year), $\bar{x} \pm s$	49.93 ± 15.92	55.57 ± 12.67	48.36 ± 13.01	2.072	0.133
Dialysis age (month), $\bar{x} \pm s$	61.50 ± 33.65	54.00 ± 30.16	54.43 ± 29.80	0.509	0.603
Access age (month), $\bar{x} \pm s$	27.96 ± 16.37	42.21 ± 29.46	37.21 ± 23.73	2.585	0.082
Dry weight <i>m</i> /kg, $\bar{x} \pm s$	57.59 ± 10.94	55.03 ± 10.29	57.43 ± 9.45	0.550	0.579
AR <i>n</i>	0	0	0	-	-
Primary diseases <i>n</i>					
Chronic glomerular nephritis	15	11	13	1.149	0.563
Diabetic nephropathy	8	7	7	0.123	0.940
Hypertensive nephrosclerosis	1	2	1		1.000 <sup>a</sup>
Lupus nephritis	1	4	3		0.520 <sup>a</sup>
Polycystic kidney	1	2	3		0.867 <sup>a</sup>
Obstructive nephropathy	2	1	1		1.000 <sup>a</sup>
Other	0	1	0		1.000 <sup>a</sup>
Hb $\rho_B/(g \cdot L^{-1})$ , $\bar{x} \pm s$	101.14 ± 17.53	100.36 ± 18.13	102.14 ± 17.50	0.071	0.931
Alb $\rho_B/(g \cdot L^{-1})$ , $\bar{x} \pm s$	39.89 ± 3.78	38.89 ± 3.44	40.57 ± 4.38	1.321	0.273
SF $\rho_B/(\mu g \cdot L^{-1})$ , $\bar{x} \pm s$	457.25 ± 234.04	349.64 ± 223.95	413.81 ± 215.97	1.624	0.203
iPTH $\rho_B/(ng \cdot L^{-1})$ , median(min, max)	464.00 (114.00, 1 393.00)	449.50 (102.00, 2 400.00)	409.00 (123.00, 2 027.00)	0.577	0.749
SCr $c_B/(\mu mol \cdot L^{-1})$ , $\bar{x} \pm s$	1 115.86 ± 283.41	1 010.96 ± 283.58	972.18 ± 216.04	2.238	0.113
BUN $c_B/(mmol \cdot L^{-1})$ , $\bar{x} \pm s$	24.75 ± 7.72	25.84 ± 8.05	24.25 ± 7.15	0.315	0.730
Ca <sup>2+</sup> $c_B/(mmol \cdot L^{-1})$ , $\bar{x} \pm s$	2.21 ± 0.32	2.32 ± 0.26	2.32 ± 0.24	1.536	0.221
P <sup>3+</sup> $c_B/(mmol \cdot L^{-1})$ , $\bar{x} \pm s$	2.26 ± 0.52	1.95 ± 0.61	2.05 ± 0.63	2.037	0.137
CO <sub>2</sub> -CP $c_B/(mmol \cdot L^{-1})$ , $\bar{x} \pm s$	23.69 ± 2.65	24.36 ± 2.70	25.20 ± 3.55	1.805	0.171

*N* = 28

VVP: Veno-venous puncture; TCC: Tunneled cuffed catheter; AVF: Arteriovenous fistula; Hb: Hemoglobin; Alb: Albumin; SF: Serum ferritin; iPTH: Intact parathyroid hormone; SCr: Serum creatinine; BUN: Urea nitrogen; Ca<sup>2+</sup>: Calcium; P<sup>3+</sup>: Phosphate; CO<sub>2</sub>-CP: Carbon dioxide combining power. <sup>a</sup>: Used Fisher's exact test

2.2 3组患者的透析充分性检测结果 3组患者的血流量稳定在 230 mL/min 时均可顺利完成透析,随访期间透析中均无静脉压和跨膜压报警、滤器及管路凝血等情况发生。对 3 组患者的 spKt/V、

eKt/V、URR 值进行 6 个月的随访比较,结果发现透析 0、3、6 个月时 3 组组间差异均无统计学意义 ( $P>0.05$ ),见表 2。

表 2 3 组患者透析充分性比较

Tab 2 Dialysis adequacy among three groups

$n=28, \bar{x} \pm s$

Item	Group	0 month	3 months	6 months	Group		Time		Group×time	
					F	P	F	P	F	P
spKt/V	VVP	1.62±0.24	1.61±0.23	1.59±0.22	0.769	0.467	0.519	0.596	0.188	0.944
	TCC	1.54±0.22	1.53±0.23	1.54±0.21						
	AVF	1.58±0.26	1.57±0.24	1.55±0.24						
eKt/V	VVP	1.41±0.21	1.40±0.20	1.39±0.19	0.244	0.784	0.513	0.600	0.195	0.941
	TCC	1.37±0.19	1.37±0.20	1.38±0.18						
	AVF	1.38±0.22	1.37±0.21	1.35±0.21						
URR (%)	VVP	79.71±4.86	78.00±4.94	78.89±5.41	0.638	0.531	1.650	0.195	0.545	0.770
	TCC	79.18±4.68	78.04±4.89	77.79±5.31						
	AVF	78.79±4.74	77.93±4.44	77.75±5.34						

VVP: Veno-venous puncture; TCC: Tunneled cuffed catheter; AVF: Arteriovenous fistula; URR: Urea reduction ratio

2.3 3组患者的通路相关并发症及 AR 发生率情况 对3组进行 6 个月的随访比较,结果发现透析 6 个月后,VVP 组患者通路通畅性不良发生率低于 TCC 组 (0 vs 21.43%,  $P<0.05$ ),与 AVF 组 (10.71%)相比差异无统计学意义;AR 发生率低于 TCC 组及 AVF 组 (0 vs 14.29%, 21.43%;  $P<0.05$ ),而 TCC 组与 AVF 组相比差异无统计学意义;3 组患者组间通路相关感染发生率差异无统计学意义(表 3,图 2)。

表 3 3 组患者通路相关并发症及 AR 发生率对比

Tab 3 Access recirculation and access complications among 3 groups

Complication	VVP	TCC	AVF	N=28, n(%)	
				$\chi^2$	P
Access dysfunction	0(0)	6(21.43)*	3(10.71)	6.778	0.034
Infection	0(0)	2(7.14)	0(0)	4.049	0.132
AR	0(0)	4(14.29)*	6(21.43)*	6.055	0.048

AR: Access recirculation; VVP: Veno-venous puncture; TCC: Tunneled cuffed catheter; AVF: Arteriovenous fistula. \*  $P<0.05$  vs VVP group

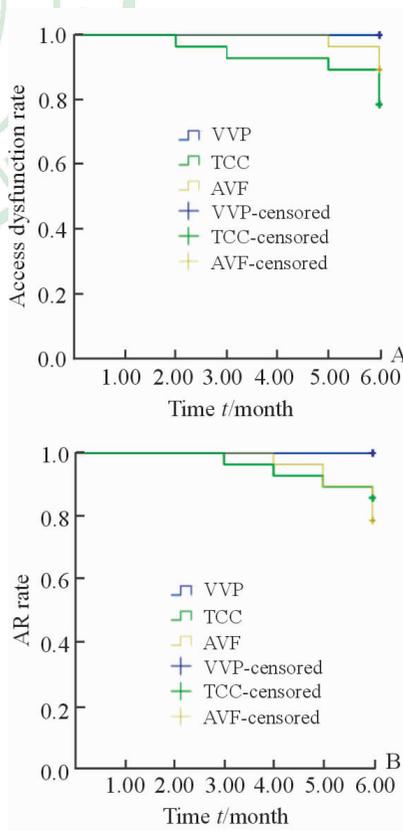


图 2 3 组患者通路通畅性不良(A)及 AR(B)发生率

Fig 2 Access dysfunction (A) and AR (B) among three groups

VVP: Veno-venous puncture; TCC: Tunneled cuffed catheter; AVF: Arteriovenous fistula; AR: Access recirculation

### 3 讨论

近年来,透析患者迅速增加,美国血管通路改进计划(national vascular access improvement initiative, NVAII)建议首次透析患者 AVF 使用率应达 50%以上<sup>[2]</sup>,中国血管通路专家共识<sup>[9]</sup>建议维持性透析患者 AVF 使用率应达 80%以上。而美国肾脏病数据系统(United States Renal Data System,USRDS)统计,2006年至2010年间首次透析患者中心静脉导管(CVC)使用率达 82.6%<sup>[10]</sup>。KDOQI 指南提出,使用 CVC 透析可引起导管相关感染、血栓及血管狭窄等多种并发症<sup>[1]</sup>。

USRDS 2013 年度报告显示,透析患者因血管通路原因的住院率达到 192 次/1 000 患者年<sup>[11]</sup>,昂贵的治疗费被用于血管通路的建立和维护<sup>[12]</sup>。对于难以建立 AVF 的患者,移植物动静脉内瘘(arteriovenous graft,AVG)也是通路选择之一,但 AVG 引发血管狭窄、血栓及感染的概率均高于 AVF,且需要更多的治疗费用维持其使用寿命<sup>[13-14]</sup>。在国内 AVG 因起步晚、开展例数较少、建立和维护费用昂贵、通路相关并发症较多等原因而未广泛使用,故本研究中未纳入 AVG。

对于首次透析未建立 AVF 或 AVF 尚未成熟的透析患者,VVP 操作简单易行,建立通路后能立即进行透析,可考虑将其作为过渡期血管通路(使用未行 AVF 手术的一侧上肢引血,下肢大隐静脉回血)减少 CVC 使用率并节约血管资源,且穿刺部位在透析期间对患者日常生活无明显影响,患者较易接受。我们经临床观察认为,VVP 作为长期通路替代选择,可适用于以下情况:(1)AVF 反复闭塞或多次 AVF 手术失败,不愿再行 AVF 手术且不愿接受 TCC 者;(2)前臂、上臂静脉血管过细或评估建立 AVF 后无足够静脉长度可供穿刺,且不愿接受 TCC 者。(3)肢体血管资源耗竭,且既往有颈内静脉置管史,导致中心静脉狭窄、TCC 无法再次置入者。南京军区福州总医院血液净化科内部分患者已使用 VVP 数年,目前仍可稳定完成透析。

目前 spKt/V 仍是评估透析充分性的主要指标之一<sup>[15]</sup>。透析充分性对患者的长期存活、生活质量及并发症均有重要影响,KDOQI 指南提出,每周 3 次透析的患者单次透析应达到  $\text{spKt/V} > 1.2$  及  $\text{URR} > 65\%$  的最低要求<sup>[6]</sup>。本研究通过 6 个月的随访发现,VVP 组患者透析充分性与 TCC 组及

AVF 组相比差异均无统计学意义,均可达到 KDOQI 指南提出的要求,表明在透析充分性方面使用 VVP 作为长期通路进行透析是可行的。

AR 是影响透析充分性的一个重要因素,其实是部分已经经过透析的血液没有进入体循环而是再次由动脉端进入体外循环,进而导致透析效率降低。AVF 及 CVC 都可能存在不同程度的 AR,影响透析效果,其原因可能与动静脉端穿刺点过近、导管动静脉端反接、通路通畅性不良等有关<sup>[1-2,16]</sup>。此外,心肺再循环也是影响透析充分性的另一个重要因素,AVF 因动静脉吻合而存在不同程度的心肺再循环<sup>[1,17]</sup>,而 VVP 引血及回血端均为两侧静脉,可避免出现心肺再循环,从而提高透析效率。在随访期间本研究观察到 VVP 组患者 AR 发生率低于 TCC 组及 AVF 组,原因可能与其动、静脉端间隔距离较远,且通路通畅性不良发生率低于 TCC 组等有关。

通路通畅性不良方面,本研究观察到 VVP 组与 AVF 组患者的通路通畅性不良发生率差异无统计学意义,而 TCC 组的发生率高于前两组,其原因可能与留置导管自身易被血小板、纤维蛋白等依附形成血栓或纤维蛋白鞘有关。当然,本研究选取的样本量不大,结果还需要大样本、多中心的研究进一步验证。AVF 组患者建立 AVF 后局部血管解剖结构发生改变,静脉内血流动力学随之发生改变,导致静脉动脉化;但静脉壁缺乏内弹力层,平滑肌细胞和成肌纤维细胞易从中膜迁移至内膜,静脉系统也相对缺乏一氧化氮和前列腺素等,使其内皮易受损伤<sup>[18-19]</sup>。动脉血流的高压力、异常剪切力对静脉血管壁反复冲击,加之静脉反复穿刺造成静脉壁的损伤,导致内膜异常持续增生,从而更容易出现血栓、狭窄等并发症<sup>[20-21]</sup>。而使用 VVP 时,静脉本身的血流量、静脉压均明显低于使用 AVF 者,静脉血管内没有类似于 AVF 的高压力和异常剪切力,对血流动力学也没有明显的影响;且使用 AVF 者还可能因包扎过紧、压迫止血时间过长、意外受压等原因更容易出现血栓,而使用 VVP 则相对不易受到这些因素的影响。因此,我们认为与 AVF 相比,使用 VVP 后患者出现血栓、狭窄、局部静脉瘤样扩张等并发症的概率可能更低。

综上所述,VVP 具有以下优点:(1)方法简单易行,患者较易接受;(2)透析充分性与常规血管通路相比无明显差异,无心肺再循环且 AR 发生率低;(3)通路通畅性不良发生率低于 TCC;(4)无需手术

建立通路,节约了通路建立费用。但VVP应用同样也存在局限性,包括:(1)存在严重水肿、肥胖、肘正中静脉过细等情况的患者可能难以穿刺;(2)若使用双上肢静脉穿刺则双手都不能自由活动,患者在透析过程中可能存在不便;(3)高龄及一般情况较差的患者可能无法持续做握球运动引血,导致血流量不足,无法稳定完成透析。

为减少血管损耗,提高透析患者的生存质量,应适时建立AVF,并正确使用、维护及尽量延长AVF寿命,减少CVC使用率。而对于AVF无法建立且无法或不愿置入TCC者,在无条件的建立AVG且自身条件许可的情况下,VVP不失为一种替代选择。

### [参考文献]

- [1] National Kidney Foundation. KDOQI clinical practice guidelines for vascular access 2006[J]. *Am J Kidney Dis*, 2006, 48(Suppl 1): 176-247.
- [2] GOLD J A, HOFFMAN K. Fistula first: the national vascular access improvement initiative [J]. *WMJ*, 2006, 105: 71-73.
- [3] 孙淑清,陈今,王琰,林曰勇,余毅. 双静脉穿刺在维持性血液透析患者中的应用[J]. *临床内科杂志*, 2013,30:40-42.
- [4] 孙淑清,陈今,王琰,林曰勇,余毅. 双静脉穿刺作为临时性血管通路在血液透析中的应用[J]. *中国医师进修杂志*, 2014,37:57-59.
- [5] CASTELLARNAU A, WERNER M, GÜNTNER R, JAKOB M. Real-time Kt/V determination by ultraviolet absorbance in spent dialysate: technique validation[J]. *Kidney Int*, 2010, 78: 920-925.
- [6] National Kidney Foundation. KDOQI clinical practice guidelines for hemodialysis adequate[J]. *Am J Kidney Dis*, 2006, 48(Suppl 1): 1-175.
- [7] MAGNASCO A, ALLOATTI S. Glucose infusion test (GIT) compared with the saline dilution technology in recirculation measurements [J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2006, 21: 3180-3184.
- [8] LEE T, MOKRZYCKI M, MOIST L, MAYA I, VAZQUEZ M, LOK C E; North American Vascular Access Consortium. Standardized definitions for hemodialysis vascular access[J]. *Semin Dial*, 2011, 24: 515-524.
- [9] 中国医院协会血液净化中心管理分会血液净化通路学组. 中国血液透析用血管通路专家共识(第1版)[J]. *中国血液净化*, 2014,13:549-558.
- [10] MALAS M B, CANNER J K, HICKS C W, ARHUIDESE I J, ZARKOWSKY D S, QAZI U, et al. Trends in incident hemodialysis access and mortality[J]. *JAMA Surg*, 2015, 150: 441-448.
- [11] COLLINS A J, FOLEY R N, CHAVERS B, GILBERTSON D, HERZOG C, ISHANI A, et al. US renal data system 2013 annual data report[J]. *Am J Kidney Dis*, 2014, 63(Suppl 1): A7.
- [12] SOLID C A, CARLIN C. Timing of arteriovenous fistula placement and Medicare costs during dialysis initiation[J]. *Am J Nephrol*, 2012, 35: 498-508.
- [13] LOK C E, SONTROP J M, TOMLINSON G, RAJAN D, CATRAL M, OREOPOULOS G, et al. Cumulative patency of contemporary fistulas versus grafts (2000-2010)[J]. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2013, 8: 810-818.
- [14] ALLON M, LOK C E. Dialysis fistula or graft: the role for randomized clinical trials[J]. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2010, 5: 2348-2354.
- [15] DAUGIRDAS J T. Kt/V (and especially its modifications) remains a useful measure of hemodialysis dose[J]. *Kidney Int*, 2015, 88: 466-473.
- [16] ZERAATI A, BELADI MOUSAVI S S, BELADI MOUSAVI M. A review article: access recirculation among end stage renal disease patients undergoing maintenance hemodialysis[J]. *Nephrourol Mon*, 2013, 5: 728-732.
- [17] SHIMIZU K, KUROSAWA T, ISHIKAWA R, SANJO T. Vasopressin secretion by hypertonic saline infusion during hemodialysis: effect of cardiopulmonary recirculation[J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2012, 27: 796-803.
- [18] ALLON M, ROBBIN M L, YOUNG C J, DEIERHOI M H, GOODMAN J, HANAWAY M, et al. Preoperative venous intimal hyperplasia, postoperative arteriovenous fistula stenosis, and clinical fistula outcomes[J]. *Clin J Am Soc Nephrol*, 2013, 8: 1750-1755.
- [19] ROY-CHAUDHURY P, SUKHATME V P, CHEUNG A K. Hemodialysis vascular access dysfunction: a cellular and molecular viewpoint[J]. *J Am Soc Nephrol*, 2006, 17: 1112-1127.
- [20] ROTHUIZEN T C, WONG C, QUAX P H, VAN ZONNEVELD A J, RABELINK T J, ROTMANS J I. Arteriovenous access failure: more than just intimal hyperplasia? [J]. *Nephrol Dial Transplant*, 2013, 28: 1085-1092.
- [21] FRANZONI M, CATTANEO I, LONGARETTI L, FIGLIUZZI M, ENE-IORDACHE B, REMUZZI A. Endothelial cell activation by hemodynamic shear stress derived from arteriovenous fistula for hemodialysis access[J]. *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, 2016, 310: H49-H59.