

# 影响自体动静脉内瘘成熟因素的研究进展

石 林<sup>1</sup>, 刘家均<sup>1</sup>, 李彩耘<sup>2\*</sup>, 覃武林<sup>1</sup>

<sup>1</sup>四川省平昌县人民医院肾内科, 四川 平昌

<sup>2</sup>四川省平昌县人民医院肿瘤科, 四川 平昌

收稿日期: 2024年4月1日; 录用日期: 2024年4月27日; 发布日期: 2024年5月7日

## 摘 要

根据2023年中国医师协会肾脏内科医师分会公布的最新数据, 我国透析患者总人数已经突破100万人, 图表显示患者呈逐年增加趋势。维持性血液透析目前仍然是尿毒症肾病患者肾脏替代治疗的首选治疗方法, 本文对影响动静脉内瘘成熟的生物学机制及临床应用进展进行综述, 为进一步研究提高自体动静脉内瘘成熟率和使用率提供参考。

## 关键词

动静脉内瘘, 内瘘成熟

# Research Progress of Factors Affecting the Maturation of Autologous Arteriovenous Fistula

Lin Shi<sup>1</sup>, Jiajun Liu<sup>1</sup>, Caiyun Li<sup>2\*</sup>, Wulin Qin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Nephrology, Pingchang People's Hospital of Sichuan Province, Pingchang Sichuan

<sup>2</sup>Department of Oncology, Pingchang People's Hospital of Sichuan Province, Pingchang Sichuan

Received: Apr. 1<sup>st</sup>, 2024; accepted: Apr. 27<sup>th</sup>, 2024; published: May 7<sup>th</sup>, 2024

## Abstract

According to the latest data released by the Renal Physicians Branch of the Chinese Medical Doctor Association in 2023, the total number of dialysis patients in China has exceeded 1 million, and the chart shows an increasing trend of patients year by year. At present, maintenance hemodialysis is still the first choice for renal replacement therapy in patients with uremic nephropathy. This pa-

\*通讯作者。

per reviews the biological mechanism and clinical application progress affecting the maturity of arteriovenous fistula, providing reference for further research on improving the maturity rate and utilization rate of autologous arteriovenous fistula.

## Keywords

Arteriovenous Fistula, Internal Fistula Mature

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

透析血管通路包括长期血管通路与短期血管通路, 长期血管通路主要有自体动静脉内瘘(如图 1)、人工血管动静脉内瘘(如图 2); 短期通道主要有中心静脉置管(如图 3)、股静脉置管(如图 4) [1] [2]; 自体动静脉造瘘术是需要长期血液透析患者首选的透析通路, 与中央静脉导管和人工血管动静脉瘘等相比, 具有低感染率, 少并发症, 使用寿命长等优点[3]。但相比其他透析通路, 自体动静脉内瘘需要较长的成熟时间, 一般为 6~8 周, 由于自身血管的条件不同, 个体差异较为明显[4]。但过早使用未成熟的动静脉内瘘会损伤血管内皮, 造成血管壁纤维化, 进而影响动静脉内瘘的使用寿命[5]。自体动静脉瘘(AVF)是维持血液透析(HD)的首选血管通路(VA), 由手臂动脉与邻近静脉吻合而产生。AVF 的并发症发生率和医疗费用低于中心静脉导管和动静脉移植术[6] [7]。然而, AVF 容易出现并发症, 并且在成熟(血管适应过程发生在手术后的前六周)期间原发性衰竭的发生率很高。最近的研究表明, 由于未成熟或早期衰竭, AVF 原发性无功能的发生率在 25%至 60%之间[8] [9] [10]。在早期衰竭的 AVF 中, 最常见的问题是由于内膜增生(IH)导致狭窄的发展, 从而导致血管腔狭窄, 最终形成血栓[11] [12]。目前还没有明确的标准来定义 AVF 成熟, 大多数研究使用临床标准, 表明成功插管和 HD 治疗的开始是 AVF 成熟的主要信号。国家肾脏基金会肾脏疾病预后质量倡议(NKF KDOQI)指南报告, 作为 AVF 成熟的替代指标, 最小 AVF 静脉直径为 6 mm, 血流量为 600 mL/min [6]。从临床角度来看, 在成熟的 AVF 中, AVF 血管中的血液流动产生强烈的兴奋感, 通常可以使用听诊器在吻合部位检测到[13]。DeSilva 等人[14]的研究表明, 使用中心静脉导管(CVC)开始透析的老年患者的死亡率高于通过手术建立血管通路的老年患者。



Figure 1. Autologous arteriovenous fistula  
图 1. 自体动静脉内瘘



**Figure 2.** Arteriovenous fistula with artificial blood vessel

**图 2.** 人工血管动静脉内瘘



**Figure 3.** Central venous catheterization

**图 3.** 中心静脉置管



**Figure 4.** Femoral vein catheterization

**图 4.** 股静脉置管

## 2. 自体动静脉内瘘成熟的定义与标准

自体动静脉内瘘本质上是将一条静脉血管通过动脉血管血量的冲击下动脉化的过程，静脉血管在动脉血流不断的冲击和压力下，静脉血管管壁可以代偿性的获得明显扩张及增厚，并且血液流速获得急剧

增快,这是一个复杂且漫长的过程,通常需要 6~8 周的时间使得血管得到适应,从而得到一个可以行规律血液透析的动静脉内瘘。AVF 的成熟的必要条件是在行血液透析时,血管通路是否有足够的血流量经过透析器,影响血管通路血流量的重要因素包括血管血压和通路血管阻力,血管阻力越大,血管通路血流量越小,静脉血管动脉化后,回流静脉的扩张和近端动脉重构可以使得内瘘血流量获得巨大提升[15]。由于国内外患者体质上有一定的差异,内瘘成熟的标准有一定的差异。目前关于自体动静脉内瘘成熟国内外没有统一的标准,主要通过透析前动静脉彩超评估内瘘血管状态以及血流量情况以及听诊内瘘血管震颤及杂音,透析时内瘘血管通路血流量大小等一系列指标进行评估。2006 年 K/DOQI [16]指南提出:动静脉内瘘使用必须是在内瘘成熟的情况下才能行血液透析治疗,如果内瘘未成熟之前提早使用,可能会导致穿刺出现血肿,血栓,甚至血管瘤导致内瘘使用时间急剧缩短,以及血液透析通路流量差,透析不充分导致患者病情加重,目前共识认为当瘘管满足以下条件时,视为动静脉内瘘成熟的标志:在动静脉彩超下,内瘘瘘管血流量大于 600 mL/min 时;瘘管具皮下深度小于 0.6 cm 且内瘘瘘管直径 > 0.6 cm 时,动静脉内瘘就可以行血液透析治疗使用。而在 2014 年版的《中国血液透析用血管通路专家共识》[17]指出:在动静脉彩超下,内瘘瘘管血流量大于 500 mL/min 时;瘘管具皮下深度小于 0.6 cm 且内瘘瘘管直径大于 0.5 cm 时,可视为内瘘成熟可以使用的标准。

### 3. 影响自体动静脉内瘘成熟的因素

#### 3.1. 自身影响因素

##### 3.1.1. 动脉直径

汪太中等[18]通过比较 86 例自体动静脉内瘘患者动脉直径对成熟率的影响,得出结论:随着动脉管径越小,从而导致血流量不佳,在内瘘成熟使用 1 年后内瘘通畅率越低,当动脉直径小于 1.5 mm 时,可被认为不适合行动静脉内瘘成形术。

##### 3.1.2. 肱动脉血流量和头静脉直径

丁志珍等[19]以 98 例患者的肱动脉血流量和头静脉直径作为自变量,桡动脉-头静脉吻合内瘘(RC-AVF)成熟作为因变量进行 Logistic 回归分析,结果表明:当肱动脉血流量小于 650 mL/min、头静脉直径小于 2.1 mm 时,2 个月后,RC-AVF 成熟机率明显降低,且成熟后容易发生狭窄、血栓、及透析血流量不佳等风险。

##### 3.1.3. 成纤维细胞生长因子 23

成纤维细胞生长因子 23 (FGF23)是钙磷代谢调节的重要因子,也是重要的促炎因子之一。FGF23 在慢性肾脏病表达明显升高,且与炎症因子、磷、甲状旁腺素之间存在相互作用。其可能通过不同途径导致血管钙化、加剧血管及全身炎症状态,参与到 AVF 的成熟过程中。王梦凡[20]通过研究 121 例患者体内 FGF23 的含量对内瘘成熟的影响,得出结论:1) 术前 FGF23 水平大于 7099.63 pg/mL 与内瘘成熟不良存在显著相关性,可作为新的预测 AVF 成熟的潜在生物标志物。2) 较高的 FGF23 水平可能影响 AVF 术后其长期通畅率,可能需要及早干预。

##### 3.1.4. 甲状旁腺激素水平

台北万方医院的 Chung-Te Liu [21]通过研究甲状旁腺激素(PTH)促进小鼠平滑肌细胞向肌成纤维细胞转分化,验证了 PTH 可通过磷酸化-akt 通路从而提高平滑肌细胞表达整合素 B6 亚基的表达,进一步促进小鼠平滑肌细胞向肌成纤维细胞转化,并且首次提出了人体内 PTH 水平的高低可能是动静脉血管壁纤维化的潜在诱导因素,从而进一步推想出较高水平的 PTH 可能会大大增加人体 AVF 成熟失败风险,

可通过进一步临床实验研究证实 PTH 是否会导致内瘘的静脉动脉化过程收到阻碍,从而导致内瘘成熟障碍。

## 3.2. 其他疾病影响

### 3.2.1. 糖尿病

近年来,随着人口老龄化的不断加剧,以及人们生活节奏和饮食方式不断的改变,糖尿病在全世界的发病率逐日升高。根据国际糖尿病联合会 2020 年报道,目前全球有大概 3.87 亿糖尿病患者,这个数据随着时间的发展,到 2035 年,保守估计这个数值可能达到 6 亿人次。糖尿病肾病在终末期肾病中所占的比例也逐年增加。在一些发达国家和地区,如美国、新加坡等,糖尿病肾病已成为终末期肾病的主要病因。王春丽[22]在对比 118 例糖尿病患者和 120 例非糖尿病患者再行动静脉内瘘成形术后,2 个月后,通过观察两组不同患者动静脉内瘘成熟的情况得出:a) 糖尿病患者的血管钙化率明显高于非糖尿病患者;b) 糖尿病患者头静脉和桡动脉扩张程度明显小于非糖尿病患者;c) 糖尿病患者在行动静脉内瘘成形术后 2 个月内瘘狭窄及内瘘未成熟的发生率明显高于非糖尿病患者。

### 3.2.2. 高血压

高血压是影响 AVF 早期成熟的重要危险因素之一[23]。血压增高可导致血流在高压的情况下不断冲击血管内皮细胞,从而导致血管内皮损伤,进一步导致血管内皮的增生,增厚导致血管扩张受限,甚至在造成动静脉内瘘术后出现出血或血肿等情况。高血压病人 AVF 血管内皮受损的主要机制是产生氧化应激,导致一氧化氮(NO)分解,血中的 NO 可使的血管舒张,并抑制血小板的聚集以及平滑肌细胞增殖和单核细胞黏附。当血中的 NO 减少时,血管内皮细胞保护血管壁能力的降低,进而导致血管壁的硬化以及血栓的形成[24]。高血压病人因为内皮细胞收到损伤,使得血管舒张性明显降低,从而进一步引发动静脉内瘘血管巨噬细胞和 T 细胞浸润[25],导致血管中膜和内膜细胞增生与肥大,导致血管内膜变厚,同时加重静脉壁炎症[26],使得 AVF 成熟收到严重影响。因此我们能得出,AVF 成熟率与血压成反相关。

### 3.2.3. 高血脂

当患者体内血脂出现异常时,单核细胞会不断吞噬血管中的低密度脂蛋白,形成泡沫细胞,泡沫细胞可以在血管内膜下不断沉积,从而形成附着性很高的脂质斑块,随着脂质斑块的不断增加,血管管腔内径会不断减小。当不稳定的斑块脱落时,体内血管会出现弹性减弱,血管变硬等风险,从而导致动脉粥样硬化病变,管腔弹性进一步降低[27]。目前,血脂异常对内瘘成熟的影响还有很多未知领域。其中胆固醇和低密度脂蛋白很可能是炎症的代表,低密度脂蛋白可通过增加转化因子  $\beta_1$  的表达,从而诱导血管内膜增生及细胞外基质在血管中过度沉积,最终导致 AVF 血栓的形成[28] [29]。建议进行定期血液透析的病人使用他汀类药物、科学饮食、增加体育锻炼[30] [31],但在 AVF 重塑过程中他汀类药物的抗炎作用暂不清楚[32]。

## 3.3. 药物与其他因素影响

### 3.3.1. 贝前列素钠片联合远红外线照射

黄玉英[33]等通过给予贝前列素钠片口服联合远红外线照射治疗,发现实验组患者第 4 周及第 8 周内瘘直径、内瘘血流量均高于对照组,差异有统计学意义;而震颤及血管杂音情况、并发症,内瘘功能成熟不良发生率也优于对照组,差异有统计学意义。

### 3.3.2. 电子脉冲导入丹参注射液

徐海斌[34]等通过电子脉冲导入丹参注射液治疗发现,丹参注射液配合电子脉冲治疗可明显促进动静脉

脉痿成熟,有效促进动静脉痿血流量及直径增长,促进动静脉痿早期临床使用,是一种简单、可行、有效的改善动静脉痿的方法。

### 3.3.3. 马铃薯切片外敷联合温和灸

在中医领域中,马铃薯是一种可天然食用和药用的植物,其具有缓解血管痉挛、消炎解毒等一系列功效。郁海英[35]等在对患者行动静脉内痿成形术后,通过马铃薯切片外敷联合温和灸对动静脉内痿手术部位进行4周左右持续外敷治疗,通过对比实验组和对照组患者动静脉内痿成熟率以及不良反应发生率,发现通过马铃薯切片外敷联合温和灸治疗,不仅能够有效改善患者AVF局部血液循环状况,还能促进AVF成熟,同时减少炎性物质产生,促进局部微炎症状态改善,降低血栓形成和血管狭窄等并发症发生率,起到延长AVF使用寿命。此外,马铃薯还有以下优点:1)其所含成分可通过皮肤直接吸收,达到内病外治作用;2)马铃薯切片制作方便、经济实惠、作用时间持久;3)马铃薯切片对皮肤无刺激、无污染,患者易于接受,可增加患者接受度。

### 3.3.4. 经穴推拿

郭月月[36]等通过按摩推拿手三阴经、手三阳经发现:推拿组AVF成熟率高于未推拿组,且在动静脉内痿成熟后,推拿组首次内痿穿刺成功率明显高于未推拿组,可以得出通过按摩推拿手三阴经、手三阳经可以降低动静脉内痿术后并发症,并增加动静脉内痿使用年限,提高患者生存质量。

## 4. 总结

自体动静脉内痿成熟是指透析时有足够多的血流量可以达到血液透析所需条件,而这一条件对保证完成充分透析来说非常重要。尿毒症患者自体动静脉内痿在成熟过程中受到各种因素的影响,如何为尿毒症患者建立一个成熟且功能良好的内痿,如何在围手术期甚至更早的时间点进行干预,以此促进内痿成熟,是肾内科及血管外科医生在今后临床和基础研究过程中面临的课题之一,动静脉痿的成熟是一个复杂的过程,在保证充分的透析中起着至关重要的作用。现旨在通过更多研究来理清影响内痿成熟的因素和机制,以便提升成熟动静脉内痿的占比,实现能够在围手术期甚至更早的时间节点来对未成熟的内痿进行干预,进而促进内痿成熟,提高内痿通畅的机率,这对帮助透析患者建立一个良好的血管通路具有非常重要的临床意义。

## 参考文献

- [1] 国家慢性肾病临床医学研究中心,中国医师协会肾脏内科医师分会,中国急性肾损伤临床实践指南专家组.中国急性肾损伤临床实践指南[J].中华医学杂志,2023,103(42):3332-3366.
- [2] 谢静,王春杰.超声对前臂动静脉内痿成熟前后血管内径、血流量评价[J].影像科学与光化学,2022,40(2):275-279.
- [3] 王爽,毛英丽,孙秀梅,等.维持性血液透析患者自体动静脉内痿失功的影响因素[J].中国医药,2020,15(3):423-426.
- [4] 欧月秀,秦曙光,林昌平,等.血液透析病人自体动静脉内痿失功能危险因素的Logistic回归分析[J].安徽医药,2019,23(1):72-75.
- [5] Davidson, I., Chan, D., Dolmatch, B., et al. (2008) Duplex Ultrasound Evaluation for Dialysis Access Selection and Maintenance: A Practical Guide. *The Journal of Vascular Access*, 9, 1-9. <https://doi.org/10.1177/112972980800900101>
- [6] Vascular Access 2006 Work Group (2006) Clinical Practice Guide-Lines for Vascular Access. *American Journal of Kidney Diseases*, 48, S176-S247. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2006.04.029>
- [7] Drew, D.A., Lok, C.E., Cohen, J.T., et al. (2015) Vascular Access Choice in Incident Hemodialysis Patients: A Decision Analysis. *Journal of the American Society of Nephrology*, 26, 183-191. <https://doi.org/10.1681/ASN.2013111236>
- [8] Asif, A., et al. (2006) Early Arteriovenous-fistula Failure: A Logical Proposal for When and How to Intervene. *Clini-*

- cal Journal of the American Society of Nephrology*, **1**, 332-339. <https://doi.org/10.2215/CJN.00850805>
- [9] Dember, L.M., Imrey, P.B., Beck, G.J., *et al.* (2014) Objectives and Design of the Hemodialysis Fistula Maturation Study. *American Journal of Kidney Diseases*, **63**, 104-112. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2013.06.024>
- [10] Lee, T. and Misra, S. (2016) New Insights into Dialysis Vascular Access: Molecular Targets in Arteriovenous Fistula and Arteriovenous Graft Failure and Their Potential to Improve Vascular Access Outcomes. *Clinical Journal of the American Society of Nephrology*, **11**, 1504-1512. <https://doi.org/10.2215/CJN.02030216>
- [11] Roy-Chaudhury, P., Wang, Y., Krishnamoorthy, M., *et al.* (2009) Cellular Phenotypes in Human Stenotic Lesions from Haemodialysis Vascular Access. *Nephrology Dialysis Transplantation*, **24**, 2786-2791. <https://doi.org/10.1093/ndt/gfn708>
- [12] Badero, O.J., Salifu, M.O., Wasse, H. and Work, J. (2008) Frequency of Swing-Segment Stenosis in Referred Dialysis Patients with Angiographically Documented Lesions. *American Journal of Kidney Diseases*, **51**, 93-98. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2007.09.012>
- [13] National Kidney Foundation (2006) K/DOQI Guidelines—Clinical Practice Guidelines and Clinical Practice Recommendations.
- [14] Desilva, R.N., Patibandla, B.K., Vin, Y., Narra, A., Chawla, V., Brown, R.S., *et al.* (2013) Fistula First Is Not Always the Best Strategy for the Elderly. *Journal of the American Society of Nephrology*, **24**, 1297-1304. <https://doi.org/10.1681/ASN.2012060632>
- [15] Michael, A., Silvio, L., *et al.* (2011) Medial Fibrosis, Vascular Calcification, Intimal Hyperplasia, and Arteriovenous Fistula Maturation. *American Journal of Kidney Diseases*, **58**, 437-443. <https://doi.org/10.1053/j.ajkd.2011.04.018>
- [16] NKFK/DOQI (2006) Practice Guidelines and Clinical Practice Recommendation, 2006 Updates. *American Journal of Kidney Diseases*, **48**, S1-S322.
- [17] 王玉柱, 叶朝阳, 金其庄. 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(8): 549-558.
- [18] 汪太中, 万姜敏, 高正兰, 等. 动脉直径对动静脉内瘘成熟的影响研究[J]. 现代医药卫生, 2021, 37(7): 1166-1169.
- [19] 丁志珍, 陈卫东, 王茜, 等. RC-AVF 术后肱动脉血流量和头静脉直径对动静脉内瘘成熟的影响[J]. 血管与腔内血管外科杂志, 2021, 7(3): 350-353+364.
- [20] 王梦凡. 成纤维细胞生长因子 23 在预测自体动静脉内瘘成熟不良中的研究[D]: [硕士学位论文]. 郑州: 郑州大学, 2022.
- [21] Liu, C.-T. Hsu, S.-C. and Hsieh, H.-L., *et al.* (2021) Parathyroid Hormone Induces Transition of Myofibroblasts in Arteriovenous Fistula and Increases Maturation Failure. *Endocrinology*, **162**, bqab044. <https://doi.org/10.1210/endo/bqab044>
- [22] 王春丽, 杨涛, 张丽红, 等. 糖尿病对动静脉内瘘成熟影响的临床研究[J]. 中国血液净化, 2016, 15(10): 573-575.
- [23] Sahinalp, S. (2020) Arteriovenous Fistula in Dialysis Patients Remains Patent with Strict Control of Blood Pressure. *Indian Journal of Surgery*, **82**, 1114-1118. <https://doi.org/10.1007/s12262-020-02196-w>
- [24] Taddei, S., Virdis, A., Ghiadoni, L., *et al.* (1994) Endothelial Dysfunction in Hypertension. *Clinical & Experimental Hypertension*, **21**, 635-646. <https://doi.org/10.3109/10641969909060995>
- [25] Siddiqui, M.A., Ashraff, S. and Carline, T. (2017) Maturation of Arteriovenous Fistula: Analysis of Key Factors. *Kidney Research and Clinical Practice*, **36**, 318-328. <https://doi.org/10.23876/j.krcp.2017.36.4.318>
- [26] Brahmabhatt, A., Remuzzi, A., Franzoni, M., *et al.* (2016) The Molecular Mechanisms of Hemodialysis Vascular Access Failure. *Other*, **89**, 303-316. <https://doi.org/10.1016/j.kint.2015.12.019>
- [27] Hulthe, J., Bokemark, L., Wikstrand, J., *et al.* (2000) The Metabolic Syndrome, LDL Particle Size, and Atherosclerosis: the Atherosclerosis and Insulin Resistance (AIR) Study. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, **20**, 2140-2147. <https://doi.org/10.1161/01.ATV.20.9.2140>
- [28] Alper, K., Mustafa, A., Bulent, A., *et al.* (2008) Association of Serum Lipid Profile and Arteriovenous Fistula Thrombosis in Maintenance Hemodialysis Patients. *Blood Purification*, **26**, 322-332. <https://doi.org/10.1159/000132388>
- [29] Heine Gunnar, H., Christof, U., Urban, S., *et al.* (2003) Transforming Growth Factor  $\beta$ 1 Genotype Polymorphisms Determine AV Fistula Patency in Hemodialysis Patients. *Kidney International*, **64**, 1101-1107. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1755.2003.00176.x>
- [30] 王汝娟. 维持性血液透析患者自体动静脉内瘘失功的危险因素分析及预防对策[J]. 护理实践与研究, 2020, 17(13): 24-26.
- [31] Serati, A., Roozbeh, J. and Sagheb, M. (2007) Serum LDL Levels Are a Major Prognostic Factor for Arteriovenous Fistula Thrombosis (AVFT) in Hemodialysis Patients. *The Journal of Vascular Access*, **8**, 109-114.

<https://doi.org/10.1177/112972980700800208>

- [32] Florescu, M.C. and Birch, N. (2012) Statin Therapy and Hemodialysis Vascular Access—Were We Bringing a Knife to a Gunfight and Were Hoping to Win? *Seminars in Dialysis*, **25**, 700-702.  
<https://doi.org/10.1111/j.1525-139X.2012.01059.x>
- [33] 郁海英, 张佳美. 马铃薯切片外敷联合温和灸对维持性血液透析患者自体动静脉内瘘成熟的影响[J]. 当代护士(中旬刊), 2023, 30(1): 99-102.
- [34] 郭月月, 薄祥敏, 刘胜凤, 等. 经穴推拿对自体动静脉内瘘成熟及远期使用时限的影响[J]. 护理研究, 2020, 34(4): 585-589.
- [35] 黄玉英, 彭耀尧, 梁晓东, 等. 贝前列素钠片联合远红外线照射在动静脉内瘘成熟中的作用[J]. 中国医药科学, 2018, 8(17): 97-100.
- [36] 徐海斌. 电子脉冲导入丹参注射液对动静脉内瘘成熟的影响[D]: [硕士学位论文]. 广州: 广州中医药大学, 2015.