

# 颈动脉支架置入术后低血压的危险因素研究进展

郭甜甜<sup>1</sup>, 王敏娟<sup>2\*</sup>, 张楚楚<sup>3</sup>, 邢丽媛<sup>3</sup>

<sup>1</sup>西安医学院第一附属医院神经内科, 陕西 西安

<sup>2</sup>西安医学院第三附属医院, 陕西 西安

<sup>3</sup>西安医学院研工部, 陕西 西安

收稿日期: 2023年12月27日; 录用日期: 2024年1月21日; 发布日期: 2024年1月31日

## 摘要

在我国, 缺血性脑卒中依然因其高致残率及高致死率位于疾病首位。颈动脉为大脑主要供血动脉, 供应大脑半球前3/5区域, 其狭窄病变后可使缺血性脑卒中的发病率进一步升高。目前血管内治疗技术已趋于成熟, 成为中-重度颈动脉狭窄主要治疗手段, 为患者带来了福音, 但术后低血压的发生率却居高不下, 为患者术后康复带来困扰。大量临床研究发现颈动脉支架术后低血压与多种因素相关, 故在此对可导致血压降低的危险因素进行综述。

## 关键词

颈动脉狭窄, 支架置入术, 低血压, 危险因素

# Research Progress on Risk Factors of Hypotension after Carotid Artery Stenting

Tiantian Guo<sup>1</sup>, Minjuan Wang<sup>2\*</sup>, Chuchu Zhang<sup>3</sup>, Liyuan Xing<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Neurology Department of The First Affiliated Hospital of Xi'an Medical College, Xi'an Shaanxi

<sup>2</sup>The Third Affiliated Hospital of Xi'an Medical College, Xi'an Shaanxi

<sup>3</sup>Research and Engineering Department of Xi'an Medical College, Xi'an Shaanxi

Received: Dec. 27<sup>th</sup>, 2023; accepted: Jan. 21<sup>st</sup>, 2024; published: Jan. 31<sup>st</sup>, 2024

## Abstract

Ischemic stroke still ranks first in high disability rate and high mortality in China. The carotid ar-

\*通讯作者。

文章引用: 郭甜甜, 王敏娟, 张楚楚, 邢丽媛. 颈动脉支架置入术后低血压的危险因素研究进展[J]. 临床医学进展, 2024, 14(1): 2145-2150. DOI: 10.12677/acm.2024.141302

tery is the main blood supply artery of the brain, supplying the first 3 seconds and 5 regions of the cerebral hemisphere. Its stenosis can further increase the incidence of ischemic stroke. At present, the technology of endovascular therapy has become mature and has become the main treatment of moderate-severe carotid stenosis, which brings good news for patients, but the incidence of postoperative hypotension remains high, which brings trouble for patients' postoperative rehabilitation. A large number of clinical studies have found that hypotension after digital artery stenting is related to a variety of factors, so the risk factors that can lead to lower blood pressure are reviewed here.

## Keywords

Carotid Artery Stenosis, Stent Implantation, Hypotension, Risk Factors

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

颈动脉狭窄主要原因为动脉粥样硬化, 颈动脉粥样硬化主要受累部位为颈动脉分叉处, 以颈内动脉开口为主, 可引起不同程度的动脉狭窄, 严重时可能造成颈内动脉闭塞。临床可表现为缺血性脑卒中、短暂性脑缺血发作或无症状。治疗方式分为药物治疗及手术治疗, 其中依据手术方式分为颈动脉内膜剥脱术及颈动脉支架置入术(carotid artery stenting, CAS)。因颈动脉支架置入术创伤小, 术后恢复快等特点[1][2], 更受推崇。但颈动脉支架术后可能存在心肌梗死、感染、低血压及神经系统并发症[3], 其中以低血压最为常见, 发生率高达 34% [4], 常在手术后 6 小时内出现[5]。由于颈动脉窦受到牵拉刺激, 激活压力感受器, 从而抑制交感神经兴奋性, 副交感神经高度兴奋, 处于主导地位, 故引起血压下降[6][7]。据报道, CAS 术后低血压和手术发病率以及死亡率相关, 尤其与心血管与神经系统并发症相关[8]。故在此对颈动脉支架术后低血压危险因素进行综述, 希望可帮助临床提供预防方法, 降低术后低血压的发生率。

## 2. 年龄

一项 140 例病例组患者行颈动脉狭窄支架置入术后的回顾性研究表示, 年龄大于 65 岁, 为术后低血压发生的独立危险因素[9], 发病机制可解释为因年龄的增长, 各系统器官的机能逐渐下降、退化, 血管出现硬化, 顺应性下降。且老年患者与年轻人群相比, 窦房结内起搏细胞出现变性或数目减少, 进一步增加了窦性心动过缓等心源性因素事件发生率[10][11], 导致循环系统受累, 引起低血压[12]。年龄属于不可避免因素, 故对老年患者行血管内治疗时, 需更加细致评估风险及获益。

## 3. 术侧颈动脉球部狭窄

颈动脉球部是颈动脉正常生理解剖, 位于颈总动脉分叉远端、颈内动脉开口近端, 血管局部扩张膨大, 血流在此处易形成涡流等, 且颈动脉窦位于该段血管外膜上, 因此, 当颈动脉狭窄病变累及颈动脉球部时, 血流动力学不稳定发展的风险更大[13]。邓鹏[9]飞等人发表研究颈动脉支架置入术后持续性低血压的影响因素中提到位于颈动脉球部的狭窄, CAS 术后合并持续性低血压(低血压发生时间 > 6 小时)的风险更高。由于球部特殊的生理解剖, 支架置入过程进一步刺激颈动脉窦压力感受器, 导致不同程度的血压下降。另一项关于首都医科大学宣武医院的病例回顾性研究[14]行多因素回归分析时并未发现球部狭窄为术后低血压的独立危险因素, 可能与该研究中对照组病例有限相关。此外, 国外未见此类报道,

故需更多研究证明。

#### 4. 血管狭窄程度

血管狭窄依据是否行支架置入术,可分为患侧血管狭窄及对侧血管狭窄。一项 Javad KoJuri [15]等人研究中表明患侧血管狭窄程度在 88%左右的重度狭窄患者中, CAS 后低血压发生率更高,另一项研究有同样的发现[16],血管重度狭窄时,长期处于低灌注状态,当血管狭窄解除时,恢复血流,出现高血流现象,致使颈动脉窦压力感受器功能障碍,出现血流动力学紊乱。且血管狭窄程度越重,该现象越容易出现。但伊朗的一项前瞻性的横断面研究中并未发现二者的相关性,故患侧血管狭窄程度对 CAS 后血压的影响尚不明确。此外,发表于 springer [17]一项对 137 例病例进行回顾性分析时发现,同时合并对侧血管>70%的狭窄,与术后发生低血压存在显著相关性。这种现象可能由于同时出现双侧血管狭窄时,生理性压力感受器储备减少,无法对血流动力学变化做出代偿反应。

#### 5. 斑块性质

据报道,血管壁环状斑块及溃疡斑块为 CAS 后血流动力学抑制的危险因素。颈动脉 CTA 血管成像技术可进行血管斑块厚度及角度测量,颈内动脉血管轴位斑块角度 > 180°定义为环状斑块[18],迟杰杰等[19]关于颈动脉窦环形钙化斑块与围手术期血流动力学紊乱的关系研究提示,出现低血压或心动过缓等血流动力学紊乱症状组比血流动力学正常组存在环状斑块更高,进行干扰因素校正后,发现环状斑块为 CAS 后发生血流动力学紊乱的独立危险因素。由于斑块巨大,支架置入过程中,易引起斑块间相互挤压产生巨大拉伸作用[20],且较大的斑块体积限制支架打开程度[21],共同加强颈动脉窦所受牵拉刺激,且在后续支架缓慢打开过程中,血管刺激可能持续存在,导致血流动力学容易出现紊乱且难以纠正。另一项研究发现溃疡斑块为 CAS 术后持续性低血压的独立危险因素,溃疡斑块具有形状不规则、质地偏硬等特征,加强了压力传导效应,另外,在支架置入过程中经常需要行球囊扩张,增加颈动脉窦刺激,进一步提高术后低血压发生风险。

#### 6. 支架类型

随着血管内治疗技术的发展,支架种类也越来越丰富。目前常用支架类型包括镍钛诺支架(Precise, Xact)以及 Elgiloy 编织支架。Ayhan Erkol 等人研究发现使用镍钛诺支架术后发生低血压频率更高,其中以 Protege 支架具有更高的显著性,比 Xact 支架低血压发生率高 3.8 倍[22]。另一项研究[23]同样提示镍钛诺支架和术后低血压发生率增加相关,然而该研究发现 Xact 支架亚组低血压发生率(53%)高于 Precise 亚组(40%)。上述两项研究均发现 Elgiloy 编织支架与术后低血压存在明显负相关,可降低术后低血压的发生率。这种现象归因于支架自身特征,支架产生的径向力增加了颈动脉窦感受压力刺激,并且二者之间呈正相关。之前有研究描述了支架平均径向力测量值,其中 Protege 支架最高,而 Wallstent 支架最低。故而使用镍钛诺支架术后发生低血压可能性更大。此外,相关研究报告[12]同时行双侧颈动脉支架置入组,术后低血压发生率高于单侧支架组,国外也有类似报告[24],可能与降低血管顺应性有关。一般情况下,不同厂家提供的支架参数信息存在一定程度的差异,虽镍钛诺支架更易对血压产生影响,但两种支架亚型之间哪一种对血压影响更高,无明确定论,故选择支架时,对于产品信息应仔细比对,尤其同时置入双侧动脉支架时。若情况允许,可尽量避免支架覆盖颈动脉球部,降低对管壁上颈动脉窦的刺激。

#### 7. 术前、术中血压水平(高血压、低血压)

基础血压水平与术后低血压的发生存在一定关系。先前有研究[25]表示,基线收缩压高(>180 mmHg)的患者更易合并 CAS 后低血压,因动脉血压直接影响颈动脉窦敏感性,长期高血压刺激可提高颈动脉窦

神经兴奋,更易合并血流动力学不稳定。国内一项临床研究进一步探讨了术前高血压对CAS后低血压的影响[26],该研究依据高血压分级对患者进行分组,结果提示术前血压水平越高,术后发生持续性低血压的风险相应越高。此外,对于术前不可控制的极度血压升高及需要2种或2种以上降压药控制的高血压[27],有研究证明均为CAS后低血压的独立危险因素,但对于常用的降压药物如血管紧张素转换酶(ACE)抑制剂或血管紧张素受体阻滞剂(ARBs)和 $\beta$ 受体阻滞剂,未发现相互之间存在差异。而术前存在低血压病史的患者,反向说明该类患者平素颈动脉窦处于高敏感状态,且术中操作时,导丝及支架进一步牵拉血管,故更易发生术后低血压,相关研究证明了上述观点[12]。同时,有研究表明[28],在术中出现血流动力学紊乱情况,患者合并术后低血压的风险更高,反映了人群中颈动脉窦高反应性及高敏感性。对于术前是否需停用常规降压药,研究中同样给出了答案,虽然 $\beta$ 受体阻滞剂存在降低血压及心率效果,但因停药后与术后死亡率上升相关,故不建议在围手术期停药。对于ACEI类或者ARBs类药物,研究中发现继续服药其不良事件发生率与对照组相比无明显差异。因此,该研究为围手术期间维持原降压方案提供了支持。上述多项研究提示我们,临床应积极完善手术前准备,保持血压处于正常平稳水平,降低风险,为患者保驾护航。

## 8. 术后24小时静脉补液量

手术后出现低血压,临床首选升压方案为静脉补液,增加血管内循环血容量,当补液效果不满意时,才考虑加用血管活性药物。国内相关研究提示术后大量静脉补液反而提高术后低血压发生率。一项临床研究[14]连续统计了72小时内静脉入液量,发现术后第一个24小时静脉补液量为术后低血压的高风险因素。另一项关于中位年龄为69岁的老年患者支架术后低血压危险因素分析[29]的研究同样提示术后24小时内高静脉补液量的患者更容易发生低血压,但具体原因尚未可知。提示临床对于术后行密切监护至少24小时是必要的,且需严密计算患者静脉摄入液体量,避免过多补液造成医源性低血压。但现阶段关于此类静脉补液报道较少,故需更多的临床研究进一步证实。

## 9. 糖尿病

颈动脉狭窄合并糖尿病的患者行支架置入后低血压的发生率比血糖正常患者更低。Elif Gökçal等人在研究中发现,无糖尿病患者CAS后更易合并术后低血压[17],相反,糖尿病患者中这一现象较少出现。该现象主要与糖尿病周围神经损伤相关,既往研究表明,虽糖尿病自主神经病变早期主要影响副交感神经活动,但随病程延长,交感神经逐渐丢失,易合并血流动力学抑制[30]。临床对于合并糖尿病的颈动脉狭窄患者需进一步完善糖尿病周围神经病变筛查,尤其对于自主神经功能,明确交感及副交感神经功能状况,明确是否合并多重危险因素。此外,该研究因病例组数量限制,未能分析具体血糖值及糖化血红蛋白与正常血糖进行对比,无法明确二者之间具体差异。期望后期研究可更多考虑血糖因素。

综上所述,CAS术后低血压临床多见,大多数患者使用静脉补液或血管活性药物后血流动力学紊乱得以纠正,但也存在少数患者发生持续性低血压,且需静脉维持升压药物,存在并发心血管及神经系统不良事件风险,延长患者住院日,造成生活诸多不便等。CAS后低血压发生和多因素相关,包括术前颈动脉狭窄部位、程度、双侧狭窄、斑块性质、糖尿病基础疾病,术中支架类型的选择、血流动力学情况及术后的升压方案等,部分危险因素尚存在争议,日后需更多设计周密的临床研究进一步证实。目前尚无统一的术后低血压应对方案,需临床医生对患者综合评估,尽量避免CAS后低血压的发生,尽早识别,做出最优处理。

## 参考文献

- [1] Yadav, J.S., Wholey, M.H., Kuntz, R.E., *et al.* (2004) Protected Carotid-Artery Stenting versus Endarterectomy in

- High-Risk Patients. *The New England Journal of Medicine*, **351**, 1493-1501. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa040127>
- [2] Nanto, M., Goto, Y., Yamamoto, H., *et al.* (2017) Complications and Predictors of Hypotension Requiring Vasopressor after Carotid Artery Stenting. *Neurologia Medico-Chirurgica (Tokyo)*, **57**, 115-121. <https://doi.org/10.2176/nmc.oa.2016-0155>
- [3] Gröschel, K., Ernemann, U., Riecker, A., *et al.* (2005) Incidence and Risk Factors for Medical Complications after Carotid Artery Stenting. *Journal of Vascular Surgery*, **42**, 1101-1106. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2005.08.035>
- [4] Cirbian, J., Echaniz, G., Gené, A., *et al.* (2014) Incidence and Timing of Hypotension after Transcervical Carotid Artery Stenting: Correlation with Postoperative Complications. *Catheterization and Cardiovascular Interventions*, **84**, 1013-1018. <https://doi.org/10.1002/ccd.25615>
- [5] Dangas, G., Laird, J.J., Satler, L.F., *et al.* (2000) Postprocedural Hypotension after Carotid Artery Stent Placement: Predictors and Short- and Long-Term Clinical Outcomes. *Radiology*, **215**, 677-683. <https://doi.org/10.1148/radiology.215.3.r00jn04677>
- [6] 周皎娟. 循证护理在颈动脉支架植入患者预防并发高灌注性脑病中的应用[J]. 中国临床研究, 2015, 28(6): 828-830.
- [7] Okamura, A., Nakaoka, M., Ohbayashi, N., *et al.* (2015) Intraoperative Idiopathic Subarachnoid Hemorrhage during Carotid Artery Stenting: A Case Report and Literature Review. *Interventional Neuroradiology*, **21**, 592-597. <https://doi.org/10.1177/1591019915594332>
- [8] Noori, V.J., Aranson, N.J., Malas, M., *et al.* (2021) Risk Factors and Impact of Postoperative Hypotension after Carotid Artery Stenting in the Vascular Quality Initiative. *Journal of Vascular Surgery*, **73**, 975-982. <https://doi.org/10.1016/j.jvs.2020.06.116>
- [9] 邓鹏飞, 李递通, 陈锦俭. 颈动脉支架植入术后持续性低血压的影响因素[J]. 内科, 2023, 18(3): 219-222.
- [10] 代鸣明, 苏庆杰, 龙发青, 等. 颈动脉支架置入术对脑梗死患者脑血流动力学变化的随访观察及与临床预后的相关性分析[J]. 卒中与神经疾病, 2019, 26(1): 51-54.
- [11] 陈鲲鹏, 陆军, 祁鹏, 等. 80岁及以上患者行颈动脉支架置入术的临床观察与随访[J]. 中华老年医学杂志, 2019, 38(11): 1232-1236.
- [12] 赵杰, 王宇. 颈动脉支架置入术后低血压的影响因素[J]. 护理实践与研究, 2021, 18(7): 978-981.
- [13] Choi, J., Lee, J.Y., Whang, K., *et al.* (2021) Factors Associated with Hemodynamic Instability Following Carotid Artery Stenting. *Clinical Neurology and Neurosurgery*, **203**, Article ID: 106589. <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2021.106589>
- [14] 余雪渊, 王春梅, 张帆, 等. 颈动脉支架置入术后低血压危险因素分析[J]. 介入放射学杂志, 2022, 31(4): 394-396.
- [15] Kojuri, J., Ostovan, M.A., Zamiri, N., *et al.* (2011) Hemodynamic Instability Following Carotid Artery Stenting. *Neurosurgical Focus*, **30**, E12. <https://doi.org/10.3171/2010.12.FOCUS10219>
- [16] Acampa, M., Guideri, F., Marotta, G., *et al.* (2011) Autonomic Activity and Baroreflex Sensitivity in Patients Submitted to Carotid Stenting. *Neuroscience Letters*, **491**, 221-226. <https://doi.org/10.1016/j.neulet.2011.01.044>
- [17] Gökçal, E., Niftaliyev, E., Deniz, Ç., *et al.* (2017) Prolonged Hypotension after Carotid Artery Stenting: Incidence, Predictors and Consequences. *Acta Neuropathologica (Wien)*, **159**, 2081-2087. <https://doi.org/10.1007/s00701-017-3295-9>
- [18] Barnett, H.J., Taylor, D.W., Eliasziw, M., *et al.* (1998) Benefit of Carotid Endarterectomy in Patients with Symptomatic Moderate or Severe Stenosis. North American Symptomatic Carotid Endarterectomy Trial Collaborators. *The New England Journal of Medicine*, **339**, 1415-1425. <https://doi.org/10.1056/NEJM199811123392002>
- [19] Chi, Q., Chen, Z., Zhu, L., *et al.* (2022) Relationship between Annular Calcification of Plaques in the Carotid Sinus and Perioperative Hemodynamic Disorder in Carotid Angioplasty and Stenting. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, **31**, Article ID: 106634. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2022.106634>
- [20] Müller, M.D., Gregson, J., McCabe, D., *et al.* (2019) Stent Design, Restenosis and Recurrent Stroke after Carotid Artery Stenting in the International Carotid Stenting Study. *Stroke*, **50**, 3013-3020. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.118.024076>
- [21] Martínez-Pérez, R., Marchuk, G., Lee, D.H., *et al.* (2017) Effect of Self-Expanding Carotid Stents on Plaque Thickness and Vessel Diameter. *Canadian Journal of Neurological Sciences*, **44**, 498-502. <https://doi.org/10.1017/cjn.2016.459>
- [22] Erkol, A., Dalğıç, Y., Yıldırım, S., *et al.* (2021) Incidence and Predictors of Prolonged Hemodynamic Depression after Carotid Artery Stenting: Yet Another Benefit of Statins? *Clinical Neurology and Neurosurgery*, **207**, Article ID: 106786. <https://doi.org/10.1016/j.clineuro.2021.106786>
- [23] Csobay-Novák, C., Bárány, T., Zima, E., *et al.* (2015) Role of Stent Selection in the Incidence of Persisting Hemody-

- namic Depression after Carotid Artery Stenting. *Journal of Endovascular Therapy*, **22**, 122-129. <https://doi.org/10.1177/1526602814566404>
- [24] Yang, X., Liu, Z., Hu, C., *et al.* (2023) Incidence and Risk Factors for Hypotension after Carotid Artery Stenting: Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Stroke*, **19**, 40-49. <https://doi.org/10.1177/17474930231190837>
- [25] Howell, M., Krajcer, Z., Dougherty, K., *et al.* (2002) Correlation of Periprocedural Systolic Blood Pressure Changes with Neurological Events in High-Risk Carotid Stent Patients. *Journal of Endovascular Therapy*, **9**, 810-816. <https://doi.org/10.1177/152660280200900614>
- [26] 王华梅, 朱得鑫, 沈鑫. 高血压对颈动脉狭窄支架植入术后发生持续性低血压的临床分析[J]. 医药前沿, 2018, 8(23): 158-159.
- [27] Rubio, G., Karwowski, J.K., DeAmorim, H., *et al.* (2019) Predicting Factors Associated with Postoperative Hypotension following Carotid Artery Stenting. *Annals of Vascular Surgery*, **54**, 193-199. <https://doi.org/10.1016/j.avsg.2018.06.005>
- [28] Bogniotti, L., Teivelis, M.P., Cardozo, F., *et al.* (2022) Hemodynamic Depression after Carotid Surgery: Incidence, Risk Factors and Outcomes. *Clinics (Sao Paulo)*, **77**, Article ID: 100090. <https://doi.org/10.1016/j.clinsp.2022.100090>
- [29] 余雪渊, 王春梅, 张帆, 等. 老年患者颈动脉支架成形术后低血压影响因素分析[J]. 血管与腔内血管外科杂志, 2021, 7(7): 804-807.
- [30] Dimitropoulos, G., Tahrani, A.A. and Stevens, M.J. (2014) Cardiac Autonomic Neuropathy in Patients with Diabetes Mellitus. *World Journal of Diabetes*, **5**, 17-39. <https://doi.org/10.4239/wjd.v5.i1.17>