

doi: 10.13241/j.cnki.pmb.2021.06.041

CAS 和 CEA 治疗颈内动脉重度狭窄疗效及对脑血流量、血清 miR-145、IGF1R 的影响 *

胡 晨¹ 董瑞芳¹ 史方堃¹ 刘红梅¹ 姜东红¹ 张文高¹ 台立稳²

(1 沧州市中心医院神经内一科 河北 沧州 061000; 2 河北医科大学附属第二医院神经内科 河北 石家庄 050000)

摘要 目的:探讨颈动脉支架植入术(CAS)和颈动脉内膜剥脱术(CEA)治疗颈内动脉重度狭窄疗效及对脑血流量、血清 miR-145、胰岛素样生长因子 1 受体(IGF1R)的影响。**方法:**回顾性分析 2018 年 1 月至 2019 年 12 月我院收治的 100 例颈动脉重度狭窄患者的临床资料,按照手术方式不同分为 A 组和 B 组,每组 50 例,A 组给予 CAS 治疗,B 组给予 CEA 治疗。比较两组围术期情况、脑血流量、血清 miR-145、IGF1R、简易精神状态检查表(MMSE)量表、蒙特利尔认知评估量表(MoCA)的变化,并比较术后并发症、再狭窄率及死亡率。**结果:**两组患者手术时间、术中失血量、术后机械通气时间、ICU 停留时间、住院时间比较,差异无统计学意义($P>0.05$);术后 3 个月时,两组脑血流量指标相对达峰时间(rTTP)、相对平均通过时间(rMTT)、相对脑血容量(rCBV)、相对脑血流量(rCBE)、血清 miR-145、IGF1R、MMSE 量表、MoCA 量表评分比较差异均无统计学意义($P>0.05$);术后 30 d 内,两组心动过缓、心肌酶谱升高、高灌注综合征、局部血肿、颈动脉急性闭塞比较差异无统计学意义($P>0.05$),A 组脑卒中、低血压发生率明显高于 B 组,B 组高血压发生率明显高于 A 组($P<0.05$);术后 1 年时,两组患者死亡率、再狭窄率比较差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论:**CAS 和 CEA 治疗颈内动脉重度狭窄患者的疗效相似,均可有效改善脑血流量,调节血清 miR-145、IGF1R 水平的表达,促进认知功能恢复,但 CAS 术后脑卒中、低血压发生率更高,CEA 术后高血压发生率更高。

关键词:颈内动脉重度狭窄;颈动脉支架植入术;颈动脉内膜剥脱术;脑血流量;miR-145;胰岛素样生长因子 1 受体;并发症
中图分类号:R743.3 **文献标识码:**A **文章编号:**1673-6273(2021)06-1182-05

Effects of CAS and CEA on Cerebral Blood Flow, Serum miR-145 and IGF1R in Treatment of Severe Internal Carotid Artery Stenosis*

HU Chen¹, DONG Rui-fang¹, SHI Fang-kun¹, LIU Hong-mei¹, JIANG Dong-hong¹, ZHANG Wen-gao¹, TAI Li-wen²

(1 Cangzhou City Central Hospital Department of Neurology, Cangzhou, Hebei, 061000, China;

2 Department of Neurology, Second Affiliated Hospital of Hebei Medical University, Shijiazhuang, Hebei, 050000, China)

ABSTRACT Objective: To study the effects of carotid artery stenting (CAS) and carotid endarterectomy (CEA) on cerebral blood flow, serum miR-145 and insulin-like growth factor 1 receptor (IGF1R) in treatment of severe internal carotid artery stenosis. **Methods:** The clinical data of 100 patients with severe carotid stenosis admitted to our hospital from January 2018 to December 2019 were retrospectively analyzed, they were divided into A group and B group according to different operative methods, 50 cases in each group, the A group was given CAS treatment, and the B group received CEA treatment. The perioperative conditions, cerebral blood flow, serum miR-145, IGF1R, Mini Mental State Examination (MMSE) and Montreal Cognitive Assessment Scale (MoCA) were compared between the two groups, and the postoperative complications, restenosis rate and mortality rate were compared. **Results:** There was no significant difference in operation time, intraoperative blood loss, postoperative mechanical ventilation time, ICU stay time and hospitalization time between the two groups($P>0.05$); at postoperative 30 days, there were no significant differences in the relative time to peak (RTTP), relative mean transit time (rmTT), relative cerebral blood volume (rCBV), relative cerebral blood flow (rcbe), serum miR-145, IGF1R, MMSE scale and MOCA scale scores between the two groups($P>0.05$); within postoperative 30 days, there was no significant difference in bradycardia, myocardial enzyme spectrum increased, hyperperfusion syndrome, local hematoma and acute carotid artery occlusion between the two groups($P>0.05$); the incidence of stroke and hypotension in A group were significantly higher than that in B group, the incidence of hypertension in the B group was significantly higher than that in A group ($P<0.05$); at postoperative 1 year, there was no significant difference in mortality and restenosis rate between the two groups ($P>0.05$). **Conclusion:** CAS and CEA have similar effects in the treatment of patients with severe internal carotid artery stenosis, they can effectively improve cerebral blood flow, regulate the expression of serum miR-145 and IGF1R, and promote the recovery of cognitive function. However, the incidence of stroke and hypotension after CAS is higher, and the incidence of hypertension after CEA is higher.

Key words: Severe internal carotid artery stenosis; Carotid artery stenting; Carotid endarterectomy; Cerebral blood flow; miR-145; Insulin-like growth factor 1 receptor; Complications

Chinese Library Classification(CLC): R743.3 **Document code:** A

Article ID: 1673-6273(2021)06-1182-05

* 基金项目:河北省自然科学基金项目(H201320125);沧州市重点研发计划指导项目(172302141)

作者简介:胡晨(1985-),女,硕士研究生,主治医师,研究方向:脑血管病,电话:18832747700,E-mail: jyuwerds@163.com

(收稿日期:2020-09-26 接受日期:2020-10-21)

前言

颈动脉是脑部的主要供血血管,主要作用是将血液经过心脏输送到头、面、颈部的大血管^[1,2]。而颈动脉狭窄是导致血管性认知障碍的重要病因^[3,4]。据报道显示,在颈内动脉重度狭窄的患者中,即便是接受有效的药物进行控制治疗,2年内的脑缺血事件发生率也高达25%以上,且临床上有60%的脑梗死患者是由于颈动脉狭窄所致,对人的生活健康带来了较多不良影响^[5,6]。手术治疗仍是颈内动脉狭窄的重要手段之一,随着医学技术的不断进步,各类术式也层出不穷^[7,8]。颈动脉支架植入术(CAS)、颈动脉内膜剥脱术(CEA)是目前颈动脉狭窄患者的两种常用术式,但两者的疗效在各报道中有一定差异^[9,10]。

miRNA近年来在脑血管疾病中的作用也备受学者重视,有研究指出,miR-145在反映颈动脉粥样硬化程度、狭窄程度上意义重大^[11,12]。胰岛素样生长因子1受体(IGF1R)属一种跨膜受体,其表达和颈动脉狭窄程度之间也具有密切联系^[13,14]。因此,本研究旨在探讨CAS和CEA治疗颈动脉重度狭窄患者的疗效,并观察其对脑血流量、血清miR-145、IGF1R的影响,现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料

回顾性分析2018年1月至2019年12月我院收治的100例颈动脉重度狭窄患者的临床资料,按照手术方式不同分为A组和B组,每组50例。纳入标准^[15]:①符合颈内动脉重度狭窄诊断标准,通过数字减影血管造影(DSA)检查显示单侧颈动脉狭窄程度结果 $\geq 70\%$,颅内供血情况良好;②具有CAS或者CEA手术适应症;③意识清晰,可配合本研究的量表评估内容;④年龄50~80岁;⑤患者本人及家属签署研究知情同意书。排除标准^[16,17]:①合并症状性冠心病,或者无症状冠状动脉狭窄程度 $>50\%$;②合并难以控制的高血压、糖尿病、急性感染性疾病;③合并脑出血、蛛网膜下腔出血、颅内肿瘤、神经外科手术史等疾病;④合并其余重要脏器功能障碍;⑤合并大面积脑梗死,或者存在脑梗死非颈内动脉供血区者;⑥由于其余疾病所致的认知功能障碍;⑦近半年发生过出血性疾病;⑧合并精神类疾病或者正在服用对精神功能有影响的药物。两组患者的基线资料情况见表1,均无统计学意义($P>0.05$)。且本研究已经由伦理委员会批准实施。

表1 两组患者基线资料情况比较($\bar{x} \pm s, n(\%)$)

Table 1 Comparison of the baseline information between two groups patients($\bar{x} \pm s, n(\%)$)

Groups	Sex		Age(years)	BMI(kg/m ²)	Years of education		Degree of vascular stenosis(%)		Hypertension	Diabetes	Hyperlipidemia	Smoking
	Male	Female			(years)	(years)						
A group (n=50)	30(60.00)	20(40.00)	67.84 $\pm$ 8.40	23.95 $\pm$ 3.61	9.57 $\pm$ 3.91	82.49 $\pm$ 7.72	39(78.00)	14(28.00)	34(68.00)	21(42.00)		
B group (n=50)	32(64.00)	18(36.00)	68.02 $\pm$ 7.59	23.86 $\pm$ 3.72	9.68 $\pm$ 3.22	81.87 $\pm$ 8.56	40(80.00)	15(30.00)	37(74.00)	23(46.00)		

1.2 方法

A组给予CAS治疗,具体步骤如下:①患者取仰卧位,头偏向右侧,局部麻醉下开展手术,进行股动脉穿刺;②进行选择性造影,了解颈内动脉狭窄的部位、程度以及形态学特点,在路径图和导丝的引导下,于狭窄处下方1~2 cm的部位送入8F导引导管,并采用脑保护装置超越狭窄远端部位4 cm的位置,然后释放;③对于狭窄程度严重的患者使用球囊进行预扩张,确认扩张效果满意后,在狭窄段送入支架,支架需覆盖病变的全程,在造影下确保支架位置放置满意后,释放支架;④再次进行造影复查,确保参与狭窄程度 $<30\%$;⑤术后常规服用阿司匹林、氯吡格雷、阿托伐他汀钙,为期3个月,3个月后不再服用氯吡格雷,阿司匹林、阿托伐他汀钙需长期口服。

B组给予CEA治疗,具体步骤如下:①患者取仰卧位,头偏向右侧,全麻下开展手术;②选择胸锁乳突肌前缘部位作切口,若患者病变部位偏高,切口的上缘部位则需沿着下颌缘部位至后上方转折,避免对面神经下缘支造成不必要的损伤,依次将皮肤、皮下组织、颈阔肌部位切开,显露颈总、颈内以及颈外动脉;③对颈动脉窦使用1%利多卡因进行局部浸润麻醉,全身肝素化处理,对颈总、颈内以及颈外动脉进行依次阻断处理;④将颈总、颈内动脉血管壁进行纵行依次切开,将颈动脉内膜和斑块部位剥脱,内膜剥脱处进行纵向缝合处理,并对血管

内膜进行加固,动脉切口部位使用牛心包补片进行成形缝合处理,留置引流管,将切口缝合;⑤术后常规给予甘露醇1次治疗,术后6 h开始进行抗凝处理,术后次日开始服用阿司匹林、氯吡格雷、阿托伐他汀钙,为期3个月,3个月后不再服用氯吡格雷,阿司匹林、阿托伐他汀钙需长期口服。

1.3 观察指标

1.3.1 围术期情况 记录两组患者手术时长、术中失血量、术后机械通气时间、ICU停留时间以及住院时间。

1.3.2 脑血流量 记录两组术前、术后3个月时脑血流量的变化情况,检测仪器选用西门子128层双源螺旋CT,扫描范围为全脑同步动脉,参数设置为80kV、105 mA,层厚为5 mm,旋转时间设置为0.28 s,总扫描时间为40.17 s,检测指标为病变部位的最大层面测量区域和健侧对应区域的血流动力学参数情况,并对相对的血流动力学参数数据进行计算,内容包括相对达峰时间(rTTP)、相对平均通过时间(rMTT)、相对脑血容量(rCBV)、相对脑血流量(rCBE)。

1.3.3 血清miR-145、IGF1R 采集术前、术后3个月时空腹静脉血3 mL,室温下静置后进行离心处理,转速3500 r/min,时间15 min,收集上层血清样本储存于冷冻箱中待用,miR-145总RNA试剂盒、反转录试剂盒均由北京天根生化科技有限公司提供,IGF-1R所使用的酶联免疫吸附法试剂盒由上海泽叶生

物科技有效公司所提供。

1.3.4 评分量表 于术前、术后 3 个月时评价两组患者简易精神状态检查表(MMSE)量表、蒙特利尔认知评估量表(MoCA)评分的变化情况,其中 MMSE、MoCA 量表评价总分均为 30 分,结果越低则表示患者认知障碍程度越严重。

1.4 统计学分析

以 spss18.0 软件包处理实验数据,计量资料用均数±标准

差($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用 t 检验,计数资料组间比较采用 χ^2 检验,以 $P < 0.05$ 表示差异具有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者围术期一般情况比较

两组患者手术时间、术中失血量、术后机械通气时间、ICU 停留时间、住院时间比较,差异无统计学意义($P > 0.05$),见表 2。

表 2 两组患者围术期一般情况比较($\bar{x} \pm s$)

Table 2 Comparison of the general condition of perioperative period between two groups patients($\bar{x} \pm s$)

Groups	Operation time(min)	Intraoperative blood loss(mL)	Postoperative mechanical ventilation time(h)	ICU stay time(d)	Hospital stay(d)
A group(n=50)	141.83± 25.02	421.83± 76.01	16.69± 3.95	2.74± 0.63	6.99± 1.20
B group(n=50)	139.93± 29.47	426.17± 70.85	16.74± 3.20	2.68± 0.69	7.10± 1.14

2.2 两组患者脑血流量情况比较

术后 3 个月时,两组 rTTP、rMTT、rCBV、rCBE 较术前均明

显降低($P < 0.05$),两组术后 rTTP、rMTT、rCBV、rCBE 比较差异均无统计学意义($P > 0.05$),见表 3。

表 3 两组患者脑血流量情况比较($\bar{x} \pm s$)

Table 3 Comparison of the cerebral blood flow between two groups patients($\bar{x} \pm s$)

Groups		rTTP(s)	rMTT(s)	rCBV(mL)	rCBE(mL)
A group(n=50)	Preoperative	1.38± 0.27	1.30± 0.24	1.08± 0.16	1.09± 0.14
	Postoperative	1.07± 0.15*	1.04± 0.13*	0.91± 0.11*	0.89± 0.10*
B group(n=50)	Preoperative	1.40± 0.23	1.29± 0.27	1.09± 0.14	1.07± 0.18
	Postoperative	1.05± 0.18*	1.03± 0.19*	0.90± 0.12*	0.88± 0.13*

Vs the preoperative, * $P < 0.05$.

2.3 两组患者血清 miR-145、IGF1R 水平变化情况比较

术后 3 个月时,两组患者血清 miR-145 水平表达结果均高于术前,IGF1R 均比术前低($P < 0.05$),两组术后血清 miR-145、

IGF1R 水平表达情况比较差异均无统计学意义($P > 0.05$),见表 4。

表 4 两组患者血清 miR-145、IGF1R 水平变化情况比较($\bar{x} \pm s$)

Table 4 Comparison of the the changes of serum miR-145 and IGF1R levels between two groups patients($\bar{x} \pm s$)

Groups		miR-145	IGF1R(ng/mL)
A group(n=50)	Preoperative	0.40± 0.07	3.60± 0.76
	Postoperative	0.89± 0.11*	2.59± 0.40*
B group(n=50)	Preoperative	0.41± 0.05	3.57± 0.82
	Postoperative	0.91± 0.10*	2.55± 0.49*

Vs the preoperative, * $P < 0.05$.

2.4 两组患者 MMSE 量表、MoCA 量表评分变化情况比较

术后 3 个月时,两组患者 MMSE 量表、MoCA 量表评分结

果均明显比术前更高($P < 0.05$),两组术后 MMSE 量表、MoCA 量表评分情况比较差异均无统计学意义($P > 0.05$),见表 5。

表 5 两组患者 MMSE 量表、MoCA 量表评分变化情况比较($\bar{x} \pm s$,分)

Table 5 Comparison of the the changes of MMSE and MOCA scores levels between two groups patients($\bar{x} \pm s$, scores)

Groups		MMSE	MoCA
A group(n=50)	Preoperative	23.16± 2.50	22.98± 2.33
	Postoperative	26.20± 1.95*	25.33± 1.65*
B group(n=50)	Preoperative	23.20± 2.19	22.93± 2.71
	Postoperative	26.28± 1.90*	25.38± 1.59*

Vs the preoperative, * $P < 0.05$.

3 讨论

颈动脉是颅脑系统的主要供血动脉,若其发生狭窄可导致多种脑血管疾病的发生,并对患者认知功能产生影响。颈动脉狭窄导致患者出现认知功能障碍的机制主要包括以下三点:^①随着颈动脉狭窄程度的加重,可导致局部组织处于低灌注状态,诱发神经组织缺血、缺氧,加速海马区 β -淀粉样蛋白沉积以及 Tau 蛋白的生成,促使神经细胞凋亡;^②颈动脉狭窄可致使脑白质出现病变,例如轴突、脱髓鞘变性、神经胶质增生等情况,对神经网络产生破坏作用,导致患者出现认知功能障碍;^③颈动脉狭窄的发生可在局部组织形成微栓子,并对远端小血管产生阻塞,从而导致腔隙性脑梗死、短暂性脑缺血等情况的发生^[18,19]。

临床上针对颈动脉狭窄的治疗主要包括药物和手术两种,但在颈动脉重度狭窄的患者中,常规的药物治疗难以有效逆转血管狭窄情况,且在预防远期并发症方面疗效甚微,因此多数患者需接受手术治疗^[20,21]。CEA 是目前治疗颈动脉重度狭窄患者的常用术式之一,主要是通过将手术斑块切除,达到促进血流重建的目的,该方式的疗效和安全性已被临床实验证实,随着医师技术的不断提高,该方式的适用性也得到了扩展^[22,23]。CAS 是近 20 年兴起的一种血管内治疗技术,主要是通过合金支架产生机械性压迫作用,达到改善血流的目的,且尤其适用于合并心脏疾病、肾脏疾病的患者中^[24,25]。但由于临床上各类实验设计标准、纳入标准、医师水平差异等情况,关于 CEA 和 CAS 的疗效方面仍存在着不同程度的差异^[26,27]。

本研究通过观察显示,手术时间、术中失血量、术后机械通气时间、ICU 停留时间、住院时间比较中其差异性无统计学意义,且在术后 3 个月时,两组患者的脑血流量情况、MMSE 量表、MoCA 量表评分较术前均得到了明显的改善,显示出两种方式均有助于改善颈动脉重度狭窄患者的脑血流量及认知功能障碍情况,这和 Cho SM 等^[28]统计结果具有相似性。

本研究还显示,两组患者术后并发症主要表现为脑卒中、心动过缓、心肌酶谱升高、高灌注综合征、高血压、低血压、局部血肿、颈动脉急性闭塞,其中 CAS 主要体现在术后脑卒中、低血压发生较多,CEA 主要体现在高血压患者较多,发生差异的因素和两种术式的操作原理不同相关,主要原因如下:^①CAS 术中有球囊扩张、脑保护装置的应用,容易对血管产生刺激作用,且术中可能会发生动脉粥样硬化斑块脱落等情况,从而增加了术后脑卒中的发生率,Mukherjee D 等^[29]研究数据也得出了该观点;然而也有研究指出,CEA 术中颈内动脉阻断后,可能会造成脑血流量降低、形成微血栓等风险,也会增加脑卒中的发生机率^[30],但上述情况可通过减少转流管使用、缩短术中操作时间、密切加强术中监测等处理避免,在一定程度上可减少脑卒中的发生情况;^②CAS 术中由于颈动脉窦部会受到自膨支架的持续性压迫,因此会增加低血压的发生情况,而 CEA 术中会将颈动脉窦部位位置切开,因此也就增加了术后高血压发生情况;^③术后高灌注综合征的发生主要和长期颈动脉狭窄所致的低灌注及自身血管调节异常、低血压所导致的远端血管损伤、血管再通所致的高灌注及高血压等因素相关,且有报道发现,在有高血压病史的患者中围术期发生高灌注综合征的风

险也会明显增加^[31];本研究中两组术后高灌注综合征发生率分别为 10.00%和 8.00%,差异无统计学意义,考虑和两组合并高血压的患者比例相似相关;局部血肿、颈动脉急性闭塞的发生主要和手术切口、穿刺口止血不当、术中操作不当等相关,两种方式在这两种并发症的发生情况上也具有明显差异性;^④心肌梗死一直是 CEA 术后常见的并发症之一,但本研究中两组心动过缓、心肌酶谱升高的发生率均无统计学意义,考虑是由于本研究排除了合并潜在的心血管疾病风险的患者,可能造成了结果偏倚。

miRNA 近年来在脑血管疾病中的意义已被临床研究证实,miRNA 可通过在氧化应激、血管生成及凋亡等过程中发挥介导作用,参与着脑血管疾病的发生和发展。miR-145 是 miRNA 家族的代表成员之一,有报道指出,在血管缺氧环境下,miR-145 表达的降低可促进血管平滑肌发生过度的增殖、迁移现象,不仅可加重血管损伤程度,还是诱导血管狭窄的重要危险因素。IGF1R 属于一种跨膜受体,是酪氨酸激酶受体大家族的重要成员,主要表达可受到 IGF-1、IGF-2 相关激素的激活和生成,随着学者的不断研究也发现,在颈动脉狭窄患者中 IGF1R 的水平也有明显升高趋势,且和狭窄程度密切相关。在强华等^[32]实验中还发现,通过提高 miR-145 的表达,可缓解血管损伤情况,对颈动脉狭窄产生保护作用,且高表达 miR-145 对 IGF1R 的生成还具有抑制作用,可进一步改善颈动脉狭窄情况。

本研究结果显示,两组患者术后 3 个月时血清 miR-145 均明显升高,IGF1R 水平均明显降低,且两组比较差异无统计学意义,通过分析是由于,CEA 和 CAS 均可有效解除颈动脉狭窄,并促进脑血流量增加,缓解脑组织低灌注情况,避免血管平滑肌出现过度增殖、迁移现象,达到修复血管损伤的目的,这也可能是两种术式均可有效促进认知功能恢复的内在机制之一。

综上所述,CAS 和 CEA 治疗颈内动脉重度狭窄患者的疗效相似,均可有效改善脑血流量,调节血清 miR-145、IGF1R 水平的表达,促进认知功能恢复,但 CAS 术后脑卒中、低血压发生率更高,CEA 术后高血压发生率更高。

参考文献(References)

- [1] Constantine S, Roach D, Liberali S, et al. Carotid Artery Calcification on Orthopantomograms (CACO Study) - is it indicative of carotid stenosis?[J]. Aust Dent J, 2019, 64(1): 4-10
- [2] Yuan G, Zhou S, Wu W, et al. Carotid Artery Stenting Versus Carotid Endarterectomy for Treatment of Asymptomatic Carotid Artery Stenosis[J]. Int Heart J, 2018, 59(3): 550-558
- [3] Maguire SC, Elnagar M, Nazar A, et al. A comparison of outcomes of eversion versus conventional carotid endarterectomy: one centre experience[J]. Ir J Med Sci, 2020, 189(1): 103-108
- [4] Mutzenbach SJ, Millesi K, Roesler C, et al. The Casper Stent System for carotid artery stenosis [J]. J Neurointerv Surg, 2018, 10 (9): 869-873
- [5] Arapi B, Bayoğlu B, Cengiz M, et al. Increased Expression of Interleukin-18 mRNA is Associated with Carotid Artery Stenosis [J]. Balkan Med J, 2018, 35(3): 250-255
- [6] Cui L, Han Y, Zhang S, et al. Safety of Stenting and Endarterectomy for Asymptomatic Carotid Artery Stenosis: A Meta-Analysis of Randomised Controlled Trials[J]. Eur J Vasc Endovasc Surg, 2018, 55(5):

- 614-624
- [7] Del Porto F, Cifani N, Proietta M, et al. Carotid artery stenosis, diabetes mellitus, and TCD4 (+) lymphocyte subpopulations [J]. *J Diabetes*, 2019, 11(4): 335-336
- [8] Shoji F, Takeo S, Yamazaki K, et al. Impact of Preoperative Ultrasonography Screening for Carotid Artery Stenosis in Lung Cancer Patients[J]. *Ann Thorac Surg*, 2018, 106(4): 1047-1054
- [9] Lamanna A, Maingard J, Barras CD, et al. Carotid artery stenting: Current state of evidence and future directions [J]. *Acta Neurol Scand*, 2019, 139(4): 318-333
- [10] Cole TS, Mezher AW, Catapano JS, et al. Nationwide Trends in Carotid Endarterectomy and Carotid Artery Stenting in the Post-CREST Era[J]. *Stroke*, 2020, 51(2): 579-587
- [11] Badacz R, Przewłocki T, Gacoń J, et al. Circulating miRNA levels differ with respect to carotid plaque characteristics and symptom occurrence in patients with carotid artery stenosis and provide information on future cardiovascular events [J]. *Postępy Kardiologii Interwencyjnej*, 2018, 14(1): 75-84
- [12] Dolz S, Górriz D, Tembl JJ, et al. Circulating MicroRNAs as Novel Biomarkers of Stenosis Progression in Asymptomatic Carotid Stenosis[J]. *Stroke*, 2017, 48(1): 10-16
- [13] Sukhanov S, Higashi Y, Shai SY, et al. SM22alpha (Smooth Muscle Protein 22-alpha) Promoter-Driven IGF1R (Insulin-Like Growth Factor 1 Receptor) Deficiency Promotes Atherosclerosis [J]. *Arterioscler Thromb Vasc Biol*, 2018, 38(10): 2306-2317
- [14] Bake S, Okoreeh AK, Alaniz RC, et al. Insulin-Like Growth Factor (IGF)-I Modulates Endothelial Blood-Brain Barrier Function in Ischemic Middle-Aged Female Rats [J]. *Endocrinology*, 2016, 157(1): 61-69
- [15] Su SF, Su HY, Wu MS. Nursing Care of Patients With Carotid Artery Stenosis Who Receive Carotid Artery Stent[J]. *Hu Li Za Zhi*, 2018, 65(6): 104-110
- [16] Takai H, Uemura J, Yagita Y, et al. Plaque Characteristics of Patients with Symptomatic Mild Carotid Artery Stenosis [J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2018, 27(7): 1930-1936
- [17] Dankbaar JW, Kerckhoffs KGP, Horsch AD, et al. Internal Carotid Artery Stenosis and Collateral Recruitment in Stroke Patients[J]. *Clin Neuroradiol*, 2018, 28(3): 339-344
- [18] Hamada S, Kashiwazaki D, Yamamoto S, et al. Impact of Plaque Composition on Risk of Coronary Artery Diseases in Patients with Carotid Artery Stenosis [J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2018, 27(12): 3599-3604
- [19] Gavrilenko AV, Skrylev SI, Kravchenko AA, et al. Carotid endarterectomy and stenting in patients with internal carotid artery stenosis and contralateral occlusion[J]. *Khirurgiia (Mosk)*, 2018, (4): 52-56
- [20] Paraskevas KI, Robertson V, Saratzis AN, et al. Editor's Choice - An Updated Systematic Review and Meta-analysis of Outcomes Following Eversion vs. Conventional Carotid Endarterectomy in Randomised Controlled Trials and Observational Studies [J]. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2018, 55(4): 465-473
- [20] Patel NJ, Heuser RR. Which embolic protection device is ideal during carotid artery stenting? [J]. *Catheter Cardiovasc Interv*, 2018, 92(6): 1136-1137
- [21] Udesch R, Natarajan P, Thiagarajan K, et al. Transcranial Doppler Monitoring in Carotid Endarterectomy: A Systematic Review and Meta-analysis[J]. *J Ultrasound Med*, 2017, 36(3): 621-630
- [22] Bissacco D, Barbetta I. Carotid endarterectomy: a world of discrepancies[J]. *J Cardiovasc Surg (Torino)*, 2018, 59(2): 296-297
- [23] Ericsson A, Hult C, Kumlien C. Patients' Experiences During Carotid Endarterectomy Performed Under Local Anesthesia [J]. *J Perianesth Nurs*, 2018, 33(6): 946-955
- [24] Volkov SV, Mytsyk SA, Naumov SM, et al. Intravascular ultrasound-guided internal carotid artery stenting [J]. *Angiol Sosud Khir*, 2019, 25(4): 41-52
- [25] Paraskevas KI, de Borst GJ, Eckstein HH, et al. Transfemoral vs Transcervical Carotid Artery Stenting [J]. *J Endovasc Ther*, 2019, 26(2): 228-230
- [26] Yokomachi K, Tatsugami F, Higaki T, et al. Neointimal formation after carotid artery stenting: phantom and clinical evaluation of model-based iterative reconstruction (MBIR)[J]. *Eur Radiol*, 2019, 29(1): 161-167
- [27] Paraskevas KI. Alarming Results for Carotid Artery Stenting in Patients with Contralateral Carotid Artery Occlusion [J]. *J Stroke Cerebrovasc Dis*, 2018, 27(9): 2551-2552
- [28] Cho SM, Deshpande A, Pasupuleti V, et al. Radiographic and symptomatic brain ischemia in CEA and CAS: A systematic review and meta-analysis[J]. *Neurology*, 2017, 89(19): 1977-1984
- [29] Mukherjee D, Roffi M. Minimizing Distal Embolization During Carotid Artery Stenting [J]. *JACC Cardiovasc Interv*, 2019, 12(4): 404-405
- [30] Vang S, Hans SS. Carotid endarterectomy in patients with high plaque[J]. *Surgery*, 2019, 166(4): 601-606
- [31] Yamauchi K, Enomoto Y, Otani K, et al. Prediction of hyperperfusion phenomenon after carotid artery stenting and carotid angioplasty using quantitative DSA with cerebral circulation time imaging [J]. *J Neurointerv Surg*, 2018, 10(6): 576-579
- [32] He QH, Wang YH, Liu Q, et al. The Correlation between the Levels of miR-145 and IGF1R and Carotid Artery Stenosis in Elderly Patients with Cerebral Infarction[J]. *Hebei Med*, 2019, 25(1): 131-135