

颈内动脉颅外段迂曲与前循环脑梗死的相关性研究

韩龙龙¹, 滕文慧², 张贤军², 王乃东^{2*}

¹青岛大学附属医院全科医学科, 山东 青岛

²青岛大学附属医院神经介入科, 山东 青岛

收稿日期: 2024年4月9日; 录用日期: 2024年5月2日; 发布日期: 2024年5月11日

摘要

目的: 探讨颈内动脉颅外段血管迂曲与前循环脑梗死的相关性; 方法: 回顾性分析2022年5~10月于我院住院的1340例患者, 记录入选者的临床资料(年龄、性别、高血压、高脂血症、糖尿病、吸烟史、冠心病及前循环脑梗死情况)。使用单因素及多因素Logistic回归分析前循环脑梗死与颈内动脉颅外段迂曲及其程度及一般危险因素的关系。结果: 前循环脑梗死组与对照组之间, 年龄、性别、高血压、糖尿病、冠心病、高脂血症、吸烟史以及血管迂曲程度等因素的差异均具有统计学意义。单因素Logistic回归分析揭示, 与前循环脑梗死无显著相关性的只有简单迂曲, 而折曲、卷曲和颈内动脉颅外段的迂曲程度及其他一般性危险因素均与之具有相关性。进一步的多因素Logistic回归分析表明, 年龄、男性、高血压病史、糖尿病史、冠心病史、高脂血症病史以及吸烟史是前循环脑梗死的独立危险因素。然而, 颈内动脉颅外段的迂曲指数无论是左侧(OR 0.92, 95%CI 0.24~3.53, P = 0.91)还是右侧(OR 2.60, 95%CI 0.66~10.23, P = 0.17), 均不构成前循环脑梗死的独立危险因素。结论: 颈内动脉颅外段的折曲和卷曲形态与前循环脑梗死存在显著关联, 但其迂曲程度并不是前循环脑梗死的独立危险因素。

关键词

颈内动脉迂曲, 前循环脑梗死, 折曲, 卷曲

Study on the Correlation between Extracranial Internal Carotid Artery Tortuosity and Anterior Circulation Cerebral Infarction

Longlong Han¹, Wenhui Teng², Xianjun Zhang², Naidong Wang^{2*}

*通讯作者。

文章引用: 韩龙龙, 滕文慧, 张贤军, 王乃东. 颈内动脉颅外段迂曲与前循环脑梗死的相关性研究[J]. 临床医学进展, 2024, 14(5): 450-457. DOI: 10.12677/acm.2024.1451448

¹Department of General Medicine, The Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao Shandong²Department of Neurointervention, The Affiliated Hospital of Qingdao University, Qingdao ShandongReceived: Apr. 9th, 2024; accepted: May 2nd, 2024; published: May 11th, 2024

Abstract

Objective: To explore the correlation between tortuosity of the extracranial internal carotid artery and anterior circulation cerebral infarction. **Methods:** A retrospective analysis of 1340 patients hospitalized from May to October 2022 was conducted, documenting clinical data such as age, gender, hypertension, hyperlipidemia, diabetes, smoking history, coronary artery disease, and the incidence of anterior circulation stroke. The relationship between anterior circulation cerebral infarction and the tortuosity of the extracranial segment of the internal carotid artery, including its degree and other risk factors, was assessed using univariate and multivariate Logistic regression analyses. **Results:** Significant differences were observed between the infarction group and the control group in factors like age, gender, hypertension, diabetes, coronary artery disease, hyperlipidemia, smoking history, and the degree of arterial tortuosity. Univariate analysis showed no significant correlation between simple tortuosity and stroke, while kinking, coiling, the degree of tortuosity, and other risk factors were correlated. Multivariate analysis identified age, male gender, history of hypertension, diabetes, coronary artery disease, hyperlipidemia, and smoking as independent risk factors for stroke. However, the tortuosity index of the extracranial segment, both left (OR 0.92, 95%CI 0.24~3.53, $P = 0.91$) and right (OR 2.60, 95%CI 0.66~10.23, $P = 0.17$), was not an independent risk factor. **Conclusion:** Kinking and coiling of the extracranial internal carotid artery are significantly associated with anterior circulation cerebral infarction, but the degree of tortuosity is not an independent risk factor.

Keywords

Tortuous Internal Carotid Artery, Anterior Circulation Cerebral Infarction, Kinking, Coiling

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

脑卒中因其高发病率、高致残率、高复发率及高死亡率而闻名，已成为公众健康的一大威胁。据报道，中国脑卒中的死亡率超过了西方国家，成为成年人死亡的主要原因[1] [2]。缺血性脑卒中作为最常见的类型，占脑血管疾病的约 80% [3]。近年(2013 年至 2019 年)的一项人群基础研究表明，中国脑卒中的加权患病率有显著上升，从 2.28% 增加到 2.58%。随着医学技术的发展，脑卒中的诊断和治疗手段不断改进，公众对其发病机制、预防措施及治疗方法的了解也在增加。特别是近年来，颈内动脉迂曲现象受到医界广泛关注，其与脑血管疾病的潜在联系成为研究焦点[4] [5] [6]。据文献[7] [8] [9] [10]报道，颈内动脉迂曲可能导致脑动脉供血不足，引起一系列症状，如眩晕、视黑、持续性耳鸣、复视、声带麻痹、短暂性脑缺血发作或梗死。有研究指出颈内动脉的折曲与血流动力学损伤及中风或短暂性脑缺血发作(TIA)的风险增加有关[8] [11]。然而，先前研究由于混杂因素众多且样本量小，结果并不一致[12] [13]。这些研究多集中于对迂曲现象的单独亚组分析，缺乏对迂曲进行量化和详细分类。为了克服这一局限，我们进

行了一项大规模研究,全面评估颈内动脉颅外段(eICA)的迂曲与前循环脑梗死之间的关联。

2. 研究对象与方法

2.1. 研究对象

本研究回顾性纳入了 2022 年 5 月至 2022 年 10 月期间于我院住院使用颈动脉 CTA 的 1340 例连续患者。

2.2. 纳入与排除标准

纳入标准: 1) 年龄 ≥ 18 岁; 2) 住院完成头颈部 CTA 检查的患者。排除标准: 1) 颈内动脉颅外段单或双侧血管闭塞; 2) 结缔组织病; 3) 颈内动脉支架或剥脱术治疗后; 4) 图像质量差, 不能满足分析要求; 5) 医疗信息不全; 6) 与血管迂曲相关的遗传性疾病。本研究经青岛大学附属医院伦理委员会批准, 所有患者均签署知情同意书。具体流程图见图 2。

2.3. 研究方法

2.3.1. 临床资料收集

收集以下临床资料, (1) 人口统计学资料, 包括年龄、性别、身高、体重。(2) 既往史: 高血压病史、糖尿病病史、冠心病病史、吸烟史、高脂血症病史、前循环脑梗死病史。颈内动脉迂曲采用的标准是由 Weibel 和 Fields 于 1965 年提出[14], 分为简单迂曲(C 或 S 型伸长)、折曲(一到多个节段的成锐角)、卷曲(伸长或冗余, 导致夸张的 S 形曲线或螺旋结构)(图 1)。

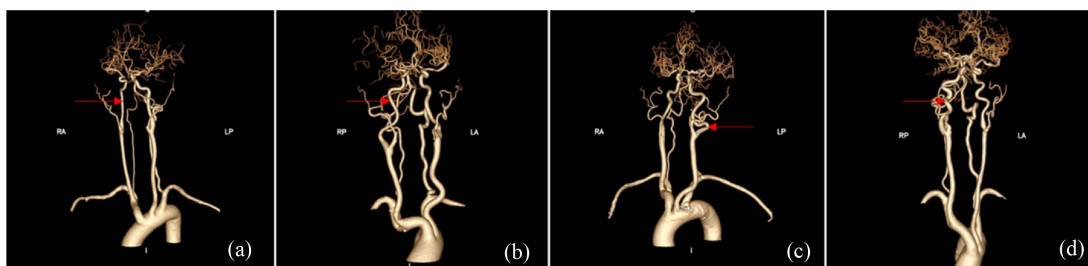


Figure 1. CTA vascular imaging morphological classification of the extracranial part of the internal carotid artery: (a) Normal; (b) Simple tortuosity; (c) Kinking; (d) Coiling

图 1. 颈内动脉颅外部分的 CTA 血管成像形态学分类(a) 正常; (b) 简单迂曲; (c) 折曲; (d) 卷曲

2.3.2. 影像学检查

采用 Siemens Definition FLASH 双源 CT 机行头颈部 CTA 扫描。在患者右肘正中静脉置入套管针, 于肘正中静脉注射对比剂碘普罗胺(370 mg/mL) 50 mL, 注射流率 5 mL/s, 之后以相同流率注入生理盐水 40 mL。扫描后, 得到原始断层扫描图像。图像分析和参数测量: 应用 Mimics 软件导出头颈部 CTA 原始断层扫描图像, 利用“Thresholding”和“Regional Growing”等工具进行双侧颈动脉三维重建。应用软件 Medcad 模块的“Fit Centerline”功能据血管外壁轮廓生成血管中心线。应用 Mimics 软件“Centerline Tortuosity”工具测量计算颈内动脉(internal carotid artery, ICA)的迂曲指数(tortuosity index, TI), TI 为血管的长度(L)与血管两端的直线距离(D)的比值(L/D)(图 2)。

2.4. 统计学方法

采用 SPSS 26.0 统计软件进行数据处理与分析。所有正态分布的连续变量均表示为均数 $\pm$ 标准差,

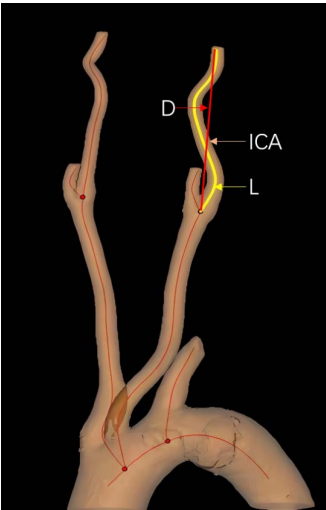


Figure 2. Measurement of the tortuosity index
图 2. 迂曲指数的测量

分类变量表示为数字和频率。两独立样本数据的计量资料比较采用独立样本 t 检验，计数资料采用 χ^2 检验或 Fisher 确切概率法。采用单因素和多因素 Logistic 回归分析前循环脑梗死与迂曲及一般危险因素之间的相关性。 $P < 0.05$ 差异具有统计学意义。

3. 结果

3.1. 一般临床资料

前循环脑梗死组和对照组分别为 501 例和 542 例患者，男女比例为 310:232 和 353:148。前循环脑梗死组年龄 18~93 岁，对照组年龄 27~88 岁。

两组患者年龄、男性、高血压病史、糖尿病史、冠心病史、高脂血症病史、吸烟史、eICA 两侧迂曲指数(TI)差异具有统计学意义，eICA 迂曲差异无统计学意义(表 1)。

Table 1. Comparison of general data and tortuosity indexes between the anterior circulation cerebral infarction group and the control group

表 1. 前循环脑梗死组和对照组一般资料及迂曲指标比较

变量	正常组	前循环脑梗死组	P 值
年龄/岁	60.33 ± 12.05	63.92 ± 10.20	<0.0001
男性/例(%)	311 (57.20)	353 (70.46)	<0.0001
高血压病史/例(%)	297 (54.79)	376 (75.05)	<0.0001
糖尿病史/例(%)	143 (26.38)	193 (38.52)	<0.0001
冠心病史/例(%)	149 (27.49)	277 (55.29)	<0.0001
高脂血症病史/例(%)	232 (42.80)	274 (54.69)	<0.0001
吸烟史/例(%)	126 (23.25)	333 (66.47)	<0.0001
eICA 迂曲/例(%)	450 (83.02)	437 (87.22)	0.057
eICATI (左)	1.20 ± 0.14	1.22 ± 0.15	0.043
eICATI (右)	1.16 ± 0.13	1.19 ± 0.17	0.002

注：eICA 迂曲：颈内动脉颅外段迂曲；eICATI：颈内动脉颅外段迂曲指数。

3.2. 前循环脑梗死危险因素筛查

将年龄、男性、高血压病史、糖尿病史、冠心病史、高脂血症病史、吸烟史、eICA 迂曲纳入前循环脑梗死危险因素进行研究，用单因素 Logistic 回归分析，结果显示除 eICA 迂曲外均是前循环脑梗死的危险因素(见表 2)。随后将该以上危险因素纳入多因素 Logistic 回归分析，结果显示年龄(OR 1.02, 95%CI 1.005~1.03, P = 0.008)、男性(OR 0.81, 95%CI 0.65~1.25, P = 0.045)、高血压病史(OR 1.75, 95%CI 1.28~2.39, P < 0.001)、糖尿病史(OR 0.73, 95%CI 0.66~1.29, P = 0.028)、冠心病史(OR 2.75, 95%CI 1.005~1.03, P = 0.008)、高脂血症病史(OR 1.62, 95%CI 1.21~2.17, P = 0.001)、吸烟史(OR 7.25, 95%CI 5.27~9.97, P < 0.001)。

是前循环脑梗死的独立危险因素(见表 3)。为了进一步研究迂曲，我们对迂曲进行亚组分析，结果显示折曲和卷曲是前循环脑梗死的危险因素而简单迂曲被排除在外(见表 4)。

Table 2. Univariate Logistic Regression analysis of risk factors for anterior circulation cerebral infarction
表 2. 前循环脑梗死危险因素的单因素 Logistic 回归分析

变量	标准误	瓦尔德	OR 值	95%CI	P 值
年龄	0.006	25.35	1.02	1.03~1.04	<0.001
男性	0.13	19.09	1.77	1.37~2.29	<0.001
高血压	0.14	45.61	2.49	1.90~3.23	<0.001
糖尿病	0.13	17.41	1.75	1.35~2.27	<0.001
冠心病	0.13	80.65	3.56	2.22~4.52	<0.001
高脂血症	0.13	14.66	1.61	1.26~2.06	<0.001
吸烟	0.14	182.89	6.94	4.98~8.59	<0.001
eICA 迂曲	0.17	3.52	1.39	0.99~1.95	0.061
eICATI (左)	0.42	4.06	2.35	1.02~5.40	0.044
eICATI (右)	0.44	9.04	3.71	1.58~8.70	0.003

注：eICA 迂曲：颈内动脉颅外段迂曲；eICATI：颈内动脉颅外段迂曲指数。

Table 3. Multivariate Logistic regression analysis of risk factors for anterior circulation cerebral infarction
表 3. 前循环脑梗死危险因素的多因素 Logistic 回归分析

变量	标准误	瓦尔德	OR 值	95%CI	P 值
年龄	0.007	7.05	1.02	1.005~1.03	0.008
男性	0.17	0.36	0.81	0.65~1.25	0.045
高血压	0.16	12.54	1.75	1.28~2.39	<0.001
糖尿病	0.17	0.21	0.73	0.66~1.29	0.028
冠心病	0.17	35.10	2.75	1.97~3.84	<0.001
高脂血症	0.15	10.33	1.62	1.21~2.17	0.001
吸烟	0.16	148.43	7.25	5.27~9.97	<0.001
eICATI (左)	0.68	0.014	0.92	0.24~3.53	0.91
eICATI (右)	0.70	1.87	2.60	0.66~10.23	0.17

注：eICA 迂曲：颈内动脉颅外段迂曲；eICATI：颈内动脉颅外段迂曲指数。

Table 4. Analysis of the correlation between anterior circulation cerebral infarction and the tortuosity of the extracranial segment of the internal carotid artery and its subgroups
表 4. 前循环脑梗死与颈内动脉颅外段血管迂曲及其亚组的相关性分析

变量	标准误	瓦尔德	OR	95%CI	P 值
迂曲	0.17	3.52	1.39	0.99~1.95	0.061
简单迂曲	0.18	3.57	1.40	0.99~1.98	0.059
折曲	0.20	4.88	1.56	1.05~2.32	0.027
卷曲	0.25	5.66	1.80	1.11~2.91	0.017

4. 讨论

颈内动脉迂曲现象，在医学影像学领域内，随着技术进步而日益受到重视，已被广泛识别。据文献报道[15]颈内动脉迂曲的患病率范围为 4%~66%，这一巨大的差异反映了其普遍存在及诊断标准的不一致性。研究发现年龄、性别、高血压、糖尿病、冠心病、高脂血症和吸烟历史均为前循环脑梗死的独立危险因素。值得注意的是，颈内动脉的折曲和卷曲形态与前循环脑梗死之间存在显著联系，而相比之下，简单迂曲形态并未显示出这样的关联性。这与 Wang 等[8]人通过对 1062 位接受数字减影血管造影(DSA)检查的患者进行的回顾性研究结果相一致。尽管当前关于颈内动脉迂曲与脑梗死之间的相关性讨论仍存在分歧，一般观点倾向于认为颈内动脉的折曲和卷曲形态是脑梗死的潜在危险因素[5] [8] [11]。少然而，也有少数研究提出了不同的看法[9] [16] [17]，特别是针对颈内动脉卷曲现象，一些研究认为[9] [17]它是由先天性胚胎发展异常导致的，与缺血性脑卒中的直接关联不大。目前认为折曲及卷曲引起脑梗死是通过以下几种方式[8] [18] [19]：1) 血液动力学机制：颈内动脉折曲和卷曲部位的湍流导致能量损失，这种能量损失进而降低了流向大脑远端区域的灌注压力，可能导致脑组织血流量不足；2) 血栓栓塞机制[18] [20]：血管的弯曲不仅引起血流紊乱，还可能损伤局部的血管内膜，这些损伤的区域成为微栓塞形成的潜在场所，最终可能导致栓塞事件发生，阻断脑部的血液供应；3) 极端的血管折曲病变有时会直接发展成为管腔狭窄，这种物理性阻塞直接减少了血流到达脑部的量；4) 某些特定情况下，例如颈部的某些旋转动作，可能会暂时性地阻塞已经存在折曲的动脉，进一步加剧脑部的血流障碍。

在本研究中，我们不再依赖于对颈部动脉影像的主观判断来确定血管的迂曲程度，而是采用迂曲指数这一客观标准进行量化分析，旨在降低主观因素对结果准确性的影响。单因素 Logistic 回归分析表明，eICA 的迂曲程度与前循环脑梗死有相关性。然而，当将迂曲程度纳入多变量 Logistic 回归分析中，发现迂曲程度并非前循环脑梗死的独立危险因素。这表明迂曲程度的影响可能被其他因素，如年龄和高血压等已知的一般性危险因素所掩盖。这种情况可能反映了迂曲程度与前循环脑梗死之间的关联是复杂的，且受多种因素共同作用的影响。年龄和高血压等因素不仅是脑梗死的独立危险因素，也可能增加颈内动脉迂曲的风险，从而间接影响脑梗死的风险[4] [5]。因此，迂曲程度与脑梗死的相关性可能被这些一般性危险因素的存在所减弱。

尽管我们的研究提供了颈内动脉迂曲与前循环脑梗死关联的有力证据，但仍有几个限制。首先，研究采用的是回顾性设计，这一设计本质上限制了我们在确定颈内动脉迂曲与前循环脑梗死之间因果关系上的能力。其次，我们在研究中尽最大努力控制了已知的多种混杂因素，以尽可能减少它们对研究结果的影响。然而，仍然存在可能未被识别或评估的变量，这些潜在的变量可能对颈内动脉迂曲与脑梗死的关联产生影响，从而影响结果的解释。最后，颈内动脉迂曲的测量是通过手动方式进行的，并且是在前后位的二维图像上而非三维图像中完成，这可能引入了测量误差。二维图像可能无法完全捕捉到血管的

三维结构和迂曲的真实程度,因此,这种测量方法可能不足以准确反映血管的实际迂曲情况。

综上所述,尽管本研究成功揭示了颈内动脉的特定迂曲类型(如折曲和卷曲)与前循环脑梗死之间存在的显著关联,为深入理解这一复杂现象的生理机制奠定了基础,但未来的研究仍需要采用前瞻性设计,并结合更为精确的血流动力学评估工具来进一步探索这种关联的生物学基础。这样的研究将有助于我们更好地理解颈内动脉迂曲如何影响脑血流,以及这些变化如何促成脑梗死的发生,从而在临床实践中更有效地利用这些信息,优化脑卒中的预防和治疗策略,最终改善患者的临床结局。此外,考虑到手动测量方法的局限性,采用先进的影像技术和自动化测量方法可能为未来研究提供更高的准确性和可靠性。

参考文献

- [1] 霍晓川, 高峰. 急性缺血性卒中血管内治疗中国指南 2023 [J]. 中国卒中杂志, 2023, 18(6): 684-711.
- [2] Cao, J., Eshak, E.S., Liu, K., et al. (2019) Age-Period-Cohort Analysis of Stroke Mortality Attributable to High Sodium Intake in China and Japan. *Stroke*, **50**, 1648-1654. <https://doi.org/10.1161/STROKEAHA.118.024617>
- [3] 任彦学, 于倩, 赵琳琳, 等. 免疫机制参与缺血性脑卒中损伤的研究进展[J]. 国际免疫学杂志, 2023(6): 684-688.
- [4] Saba, L., Sanfilippo, R., Suri, J.S., et al. (2021) Does Carotid Artery Tortuosity Play a Role in Stroke? *Canadian Association of Radiologists Journal*, **72**, 789-796. <https://doi.org/10.1177/0846537121991057>
- [5] van Rooij, J.L.M., Takx, R.A.P., Velthuis, B.K., et al. (2021) Coiling of the Internal Carotid Artery Is Associated with Hypertension in Patients Suspected of Stroke. *Clinical Neuroradiology*, **31**, 425-430. <https://doi.org/10.1007/s00062-020-00892-4>
- [6] Liu, Y., Ni, L., Wang, C., et al. (2023) Association between Internal Carotid Artery Kinking and Ischemic Stroke: A Population-Based Cross-Sectional Study. *Journal of Stroke and Cerebrovascular Diseases*, **32**, Article ID: 107417. <https://doi.org/10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2023.107417>
- [7] Han, H.C. (2012) Twisted Blood Vessels: Symptoms, Etiology and Biomechanical Mechanisms. *Journal of Vascular Research*, **49**, 185-197. <https://doi.org/10.1159/000335123>
- [8] Wang, J., Lu, J., Qi, P., et al. (2022) Association between Kinking of the Cervical Carotid or Vertebral Artery and Ischemic Stroke/TIA. *Frontiers in Neurology*, **13**, Article ID: 1008328. <https://doi.org/10.3389/fneur.2022.1008328>
- [9] Yu, J., Qu, L., Xu, B., et al. (2017) Current Understanding of Dolichoarteriopathies of the Internal Carotid Artery: A Review. *International Journal of Medical Sciences*, **14**, 772-784. <https://doi.org/10.7150/ijms.19229>
- [10] Maier, J., Abdulhady, L. and Glad, H. (2019) Extracranial Internal Carotid Artery Tortuosity May Cause Vocal Cord Palsy. *Acta Oto-Laryngologica*, **139**, 304-308. <https://doi.org/10.1080/00016489.2018.1554263>
- [11] Saba, L. and Mallarini, G. (2010) Correlation between Kinking and Coiling of the Carotid Arteries as Assessed Using MDCTA with Symptoms and Degree of Stenosis. *Clinical Radiology*, **65**, 729-734. <https://doi.org/10.1016/j.crad.2010.04.015>
- [12] Oliviero, U., Scherillo, G., Casaburi, C., et al. (2003) Prospective Evaluation of Hypertensive Patients with Carotid Kinking and Coiling: An Ultrasonographic 7-Year Study. *Angiology*, **54**, 169-175. <https://doi.org/10.1177/000331970305400205>
- [13] Togay-Isikay, C., Kim, J., Betterman, K., et al. (2005) Carotid Artery Tortuosity, Kinking, Coiling: Stroke Risk Factor, Marker, or Curiosity? *Acta Neurologica Belgica*, **105**, 68-72.
- [14] Weibel, J. and Fields, W.S. (1965) Tortuosity, Coiling, and Kinking of the Internal Carotid Artery. I. Etiology and Radiographic Anatomy. *Neurology*, **15**, 7-18. <https://doi.org/10.1212/WNL.15.1.7>
- [15] Wang, H.F., Wang, D.M., Wang, J.J., et al. (2017) Extracranial Internal Carotid Artery Tortuosity and Body Mass Index. *Frontiers in Neurology*, **8**, Article No. 508. <https://doi.org/10.3389/fneur.2017.00508>
- [16] Ballotta, E., Abbruzzese, E., Thiene, G., et al. (1997) The Elongation of the Internal Carotid Artery: Early and Long-Term Results of Patients Having Surgery Compared with Unoperated Controls. *Annals of Vascular Surgery*, **11**, 120-128. <https://doi.org/10.1007/s100169900021>
- [17] Beigelman, R., Izaguirre, A.M., Robles, M., et al. (2010) Are Kinking and Coiling of Carotid Artery Congenital or Acquired? *Angiology*, **61**, 107-112. <https://doi.org/10.1177/0003319709336417>
- [18] Brachlow, J., Schafer, M., Oliveira, H., et al. (1992) A Fatal Intraoperative Cerebral Ischemia Following Kinking of the Internal Carotid Artery? *Anaesthesist*, **41**, 361-364.
- [19] Dilba, K., van Dam-Nolen, D.H.K., Crombag, G., et al. (2021) Dolichoarteriopathies of the Extracranial Internal Carotid Artery: The Plaque at RISK Study. *European Journal of Neurology*, **28**, 3133-3138.

<https://doi.org/10.1111/ene.14982>

- [20] Wang, L.J., Wang, D.M., Liu, J.C., *et al.* (2011) Endovascular Management of Symptomatic Carotid Stenosis Combined with Kinking. *Chinese Journal of Surgery*, **49**, 105-108.