

物理治疗冠心病的实践指南

中国中医药信息学会抗衰老分会, 欧美同学会医师协会血管分会

摘要: 2002年以来, 我国冠心病死亡率总体呈逐年增长趋势, 其中农村地区冠心病死亡率上升速度较快^[1]。传统的治疗方法, 如药物治疗、经皮冠状动脉介入治疗、冠状动脉旁路移植术等治疗方法, 虽为冠心病治疗带来较显著的疗效, 但是使用传统方法治疗后, 仍有多达14%的患者出现持续性心绞痛等症状^[2]。针对这些难治性心绞痛的患者还可使用准分子激光冠状动脉斑块消融术(Excimer Laser Coronary Atherectomy, ELCA)、体外心脏震波 (Cardiac Shock Wave Therapy, CSWT)、增强型体外反搏(Enhanced External Counter Pulsation, EECPP)、脊髓电刺激(Spinal Cord Stimulation, SCS)等物理方法治疗。

激光治疗冠心病, 可用于传统治疗方法无法治愈的复杂病变患者, 并且通常很少出现并发症。体外心脏震波是治疗冠心病的新方法, 可缓解冠心病难治性心绞痛, 该技术在德国、意大利等国家已应用于临床^[3]。增强型体外反搏能够加快血流速度, 作用于血管内壁, 治疗患有稳定性心绞痛等冠心病患者^[4]。脊髓电刺激能够增加心绞痛患者的心肌供血, 缓解患者心绞痛症状, 应用于国内外的临床治疗^[5]。

激光和体外心脏震波等物理技术, 能够有效治疗具有复杂病变的冠心病和难治性心绞痛^[6]。本指南旨在为使用激光、体外心脏震波技术、增强型体外反搏、脊髓神经刺激等物理技术治疗冠心病提供指导和方向。本指南主要分为四个部分, 包括: 准分子激光冠状动脉斑块消融术治疗冠心病、体外心脏震波治疗冠心病、增强型体外反搏治疗冠心病和脊髓神经刺激治疗冠心病。

中图分类号: O59

文献标识码: A

DOI: 10.11967/2019170802

Practice Guidelines for Curing Coronary Heart Disease with Physical Technology

*Anti-aging branch of China Information Association of Traditional Chinese Medicine
Vascular Branch of Medical Society of Western Returned Scholars Association*

准分子激光冠状动脉斑块消融术治疗冠心病

准分子激光是以氩气和氯化氢气体为媒介, 释放的一种波长为308 nm的紫外光, 可被组织、血栓吸收, 进而使血栓溶解。改良后的308 nm准分子激光, 具有更强的稳定性, 由于释放的热量更少, 对血管内皮等正常组织损伤较小, 具有更高的安全性^[7]。

ELCA治疗冠心病不存在绝对的禁忌证, 其相对禁忌证为无保护左主干病变, 以及患者及其家属

拒绝签署知情同意书的情况^[8]。

一、科室基本设置及资质要求

1. 要求操作单位具备心外科紧急处理的能力。
2. 主要操作者具备介入治疗资质且每年独立完成经皮冠状动脉介入治疗术(PCI)大于50例, 血管造影并发症发生率低于0.5%, 心血管病介入诊疗技术相关病死率低于0.5%。

编写组成员: 李婷, 欧阳晨曦, 黄金蕊; 通讯作者: 李婷, t.li619@foxmail.com。

二、准分子激光冠状动脉斑块消融术治疗步骤

采用ELCA治疗冠心病的临床操作须按照如下顺序实施五个部分临床操作:

1. 选择激光导管的尺寸:

(1) 激光导管的直径应是冠状动脉血管直径的三分之二, 以避免穿孔。通常情况下, 多使用0.9~1.4 mm的激光导管进行激光消融。若冠状动脉血管超过3 mm, 可使用1.7 mm的激光导管。经6Fr指引导管(外径为2.0 mm, 内径为1.75 mm)可以应用直径为0.9 mm或1.4 mm的激光导管, 经7Fr(外径为2.3 mm, 内径为2 mm)指引导管可以应用直径为1.7 mm的激光导管。

(2) 根据病变类型和冠状动脉大小选择激光导管的尺寸, 在利用ELCA处理弯曲的冠状动脉病变、支架扩张不足以及钙化病变时, 建议使用0.9 mm的激光导管。

2. ELCA的准备激光仪需在使用前预热5 min, 术前导管内腔进行肝素化冲洗, 将末端连接至激光操纵台, 进行导管的校准。

3. 激光导管推入冠状动脉血管

(1) 在手术前使用肝素冲洗导管内腔。在手术过程中使用普通肝素抗凝, 维持活化凝血的时间应250 s, 不常规应用血小板糖蛋白Ⅱb/Ⅲa受体拮抗药。

(2) 将激光导管沿导丝经桡动脉入径缓慢地推入冠状动脉血管, 以避免激光导管对血管造成的切割损伤。激光导管的移动速度应小于1 mm/s(如果技术允许0.5 mm/s较好)。

(3) ELCA导管从近端到远端的推法(推)可能使组织的外侧消融。相反, 从远端到近端的推法(拉)可能会蒸发组织的内侧, 根据需要, 适当采用推拉法。

4. 激光物理参数设定范围

ELCA中, 激光的能量、频率以及总应用时间因病变特征的不同而不同。各病变特征的适宜参数在下面的准分子激光冠状动脉斑块消融术的适

应证有具体叙述。但最大能量不超过80 mJ/mm², 频率不超过80 Hz。每个消融周期中有10 s的间歇, 以便于评估激光导管的位置或回撤激光导管使血流再次充盈。

5. 保护正常组织

在使用ELCA进行治疗的过程中, 需不断向鞘内注入生理盐水, 以减轻正常组织的损伤。在使用ELCA进行治疗结束后, 再次进行造影, 并根据造影结果选择适当的治疗方法。

三、准分子激光冠状动脉斑块消融术的适应症

1. 使用ELCA治疗支架内再狭窄

冠状动脉内支架置入术出现后, 有效的控制了大多数患者的冠心病病情, 但是术后支架内再狭窄率较高, 支架内再狭窄问题仍是临床上难以解决的棘手问题^[9]。使用药物球囊能够治疗支架内再狭窄(ISR, In-Stent Restenosis), 但是在治疗的过程中, 无法消除支架下病变而且有可能使金属支架磨损。使用ELCA可在不磨损支架的前提下, 对支架内外的病变进行消融^[10]。ELCA是治疗支架内再狭窄的有效方法。

通常使用能量为62±12 mJ/mm², 频率为40±21 Hz的准分子激光在病变处反复消融, 在每个消融周期之间都要间隔10 s。若病变部位较硬, 可适当增加能量和频率, 为增强消融效果也可选择加入适量碘对比剂^[11-12]。

ELCA也可联合药物涂层球囊治疗ISR。药物涂层球囊可明显提高血管的畅通率, 治疗再狭窄^[13]。ELCA联合药物涂层球囊治疗ISR, 临床实验证明血管畅通更高^[14]。

2. 使用ELCA辅助治疗钙化病变

钙化病变可以影响支架、球囊的扩张, 影响手术的顺利进行。虽然冠脉旋磨术也可治疗钙化病变并且具有一定显著疗效^[15], 但是冠脉旋磨术不能保护分支。ELCA可在分支预置保护导丝, 使操作相比冠脉旋磨术更加安全。而且在进行冠脉

旋磨术后, 支架、球囊的效果仍不够好, 需要使用ELCA来消蚀钙化病变^[16]。使用ELCA消蚀钙化病变后, 根据病情选择支架、球囊扩张治疗。

可使用能量为80 mJ/mm², 频率为80 Hz的准分子激光在病变处反复消蚀。对于一些较硬的钙化病变, 单独使用ELCA不能做到将病变消蚀^[17], 可使用ELCA与冠脉旋磨术相结合的方法, 治疗冠脉钙化病变。先使用ELCA对病变进行消蚀, 然后使用旋磨导丝等设备进行旋磨。

3. 使用ELCA辅助治疗慢性完全闭塞病变

在进行PCI的患者中, 约有15%的患者出现慢性完全闭塞(Chronic Total Occlusion, CTO)而不能进行常规PCI治疗^[18-19]。在患有CTO的患者中, 球囊不能通过病变部位的概率为2~15%。ELCA可降低CTO病变治疗的难度和风险, 提高手术的成功率^[20]。

可使用激光导管直径为0.9 mm, 能量为45 mJ/mm², 频率为40 Hz的准分子激光在病变处反复消蚀, 再消蚀过程中, 可逐渐增加能量和频率。如所处理的部位为主要供血血管, 则需每30 s退出导管使血流供应恢复10 s^[21-23]。

ELCA可与螺旋穿通微导管和旋磨术联合使用。螺旋穿通微导管、旋磨导丝若无法通过病变部位, 可导致后续治疗无法进行。激光导管可经冠脉导丝送入病变处进行消蚀, 提高器械通过性。

4. 使用ELCA在急性血栓性病变中的应用

与传统的血栓抽吸导管相比, 激光导管具有更好的通过性, 而且操作简单。在急性血栓病变, 因有血栓存在, 会影响支架的扩张, 使用ELCA治疗将解决这一问题。

由于急性血栓性病变的斑块和血栓与纤维性以及钙化病变相比较软, 因此可使用初始能量为45 mJ/mm², 频率为25 Hz的准分子激光在病变处消蚀^[24]。ELCA TIMI血流3级发生率、心肌灌注成色分级 MBG均优于血栓抽吸治疗^[25]。使用ELCA治疗, 可以改善急性血栓性病变患者PCI术后的顺行冠状动脉血流。

5. 使用ELCA处理支架扩张充分

治疗支架扩张充分仍然是一个技术挑战, 在这种情况下传统的方法已经不能作为有效的方法了^[26-27]。使用ELCA进行辅助治疗可以使支架实现较好的扩张。

使用激光导管直径为0.9 mm, 初始能量为45 mJ/mm², 频率为25 Hz的准分子激光在病变处消蚀并逐渐增加^[28]。

四、准分子激光冠状动脉斑块消融术与传统治疗方法的结合

激光治疗冠心病, 主要应用于传统的介入治疗方法的治疗难点。冠状动脉慢性完全阻塞、血管钙化导致球囊无法通过病变区域或无法实现扩张。支架内再狭窄传统介入治疗方法亟待的难题。准分子激光冠状动脉斑块消融术能够治疗传统介入治疗方法无法治愈的复杂病变患者^[29]。

体外心脏震波治疗冠心病

CSWT是一种无创、安全的全新心肌重建方法^[30]。CSWT是使用超声定位, 对缺血心肌区域释放震波^[31]。2012年以来德国、俄罗斯等国家将CSWT运用于临床治疗冠心病患者^[32]。

使用CSWT可治疗使用传统方法治疗后仍会出现的难治性心绞痛, 可与冠状动脉重建等传统疗法优势互补^[33-34]。CSWT能改善心肌灌注、减轻心肌纤维化、减轻炎症反应、减轻心肌缺血症状^[35-36]。但并不是所有患者都能进行CWST治疗^[37]。

一、科室基本设置及资质要求

1. 开设CSWT的医院应具备处置严重并发症的应急处理机制(包括科室间转运机制、急诊会诊等), 以保障接受CSWT患者的基本医疗安全。

2. 操作医师及技师需通过相关放射科培训并获取相应上岗资格; 相关医师和及技师应熟悉有

关CSWT原理, 并进行CSWT相关专业培训, 具备射线安全防护意识和CSWT专业技术能力。

二、体外心脏震波治疗步骤

1. 定位缺血心肌: 按照美国心脏病学会推荐的方法行短轴、水平长轴、垂直长轴三个层面17个节段的半定量评价, 采用4点记分法(摄取正常=3, 轻度降低=2, 中度降低=1, 重度降低或缺损=0)以确定缺血心肌的位置^[38]。

2. 心脏震波治疗缺血心肌: 患者安静平卧, 常规心电、血压、呼吸及氧饱和度监测, 依据术前定位结果, 确定缺血心肌位置。用超声探头寻找并锁定靶心肌, 之后降低水囊与胸壁接触。

根据缺血心肌靶目标的具体节段调节水囊位置。调整超声探头至水囊的合适位置, 使水囊与胸壁充分接触, 以避免震波能量的衰减。

体外心脏震波能量可根据患者的耐受能力从小到大调节冲击波能量, 若患者无胸痛等不适, 可增加冲击波能量从0.04至0.09 mJ/mm²。选定的缺血区域被分割成约1 cm² (8~10 mm) 的区域, 每个疗程至少定位和治疗6个不同的缺血区域, 治疗强度等于对一个部位施加100~200次脉冲, 每疗程最多对患者施加1200次脉冲^[2,39]。调节震波仪对缺血区进行微调治疗。每个月治疗1周, 休息3周, 每个治疗周内使用心脏震波3次, 分别在治疗周的第1、3、5天, 共持续3个月, 累计9次。

治疗过程密切监测并记录患者生命体征, 询问有无心悸、胸痛、呼吸困难、眩晕等症状。

四、体外心脏震波的适应证

1. 经皮冠脉介入治疗或冠脉旁路移植术等血运重建的方法以及经内科治疗没有效果仍存在心肌缺血的症状且仍存在存活心肌的患者。

2. 存在缺血心肌, 且有存活心肌, 无血运重建指征或无法接受血运重建的患者。

4、体外心脏震波技术禁忌证

1. 患者心肌梗死在三个月以内。
2. 患者在三个月以内进行血运重建手术。
3. 患者进行心脏移植术、金属瓣膜置换术后。
4. 患者存在心腔内血栓, 或严重的难以控制的心衰及血流动力学不稳定者。
5. 患者的左心室射血分数小于30%, 室颤或心率小于40次/分或大于120次/分。
6. 患者的治疗区域皮肤破溃、湿疹或感染, 或患有严重阻塞性肺疾病及肺大泡、原发性恶性肿瘤或左侧有硅胶移植术。
7. 患者是孕妇。

五、体外心脏震波与传统治疗方法的结合

体外心脏震波是一种安全有效、促进缺血心脏以及组织的血管重新生成并加速侧支循环的重新建立, 因此对于经过药物治疗和介入治疗后仍发生心绞痛的患者、或患有严重血管病变的老年患者、或患有缺血性心肌病却无法使用目前传统的治疗方法改善心肌供血的患者体外心脏震波可选择体外心脏震波进行治疗^[40-42]。

增强型体外反搏治疗冠心病

EECP是一种有效、安全的无创性机械循环方法。在心脏舒张期, EECP的装置加压于人体的臀部、大腿和小腿等部位, 产生一种舒张期增强波^[43]。EECP能够驱动血液流动, 并使心脏的冠状动脉供血得到显著改善, 使静脉回心血量和心排血量增加。增强型体外反搏被国内外指南推荐为有效治疗冠心病的方法^[44]。

EECP配合药物治疗时, 能够使冠心病稳定性心绞痛患者的心肌缺血症状得到改善。EECP可帮助冠心病患者形成冠脉侧支血管。

一、科室基本设置及资质要求

具有EECP设备的体外反搏室，有专业技术人员能够协助完成治疗。其中EECP装置应满足体外反搏执行机构的加或减压动作应与心电同步触发；为确保体外反搏的疗效，有创性动脉内血压监测的舒张期增压波与收缩波的比值应达到或超过1.2。

二、增强型体外反搏治疗冠心病的基本步骤

患者平躺在体外反搏装置上，对患者进行心电及经皮血氧饱和度监护，测量血压、心率和血氧饱和度。在EECP治疗前，将患者的血压控制在140/90 mmHg以下，心率控制在100次/min以内。在臀部、大腿、小腿分别包扎上气囊，并在骨骼突出部位放置衬垫可减少皮肤损坏。EECP的气源压力为0.45~0.5 kg/cm³，一天治疗一次，一次治疗一个小时，治疗6次为一个疗程，疗程之间间隔一天，共进行六个疗程。在治疗期间应时刻观察患者是否出现不良反应，若出现立即停止治疗^[45-47]。

三、增强型体外反搏治疗冠心病的适应证

1. 患有慢性稳定性心绞痛或慢性不稳定性心绞痛的患者。
2. 患有急性心肌梗死后的患者。
3. 患有慢性充血性心力衰竭的患者。
4. 不适合进行血运重建的患者。
5. 患有弥漫冠状动脉粥样硬化的患者。
6. 已使用药物治疗却仍心绞痛的患者。

四、增强型体外反搏治疗冠心病的禁忌证

1. 具有各种出血性疾病或出血倾向的患者。
2. 患有活动性血栓性静脉炎的患者。
3. 患有失代偿性心力衰竭的患者。
4. 患有中至重度的主动脉瓣关闭不全的患者。
5. 患有夹层动脉瘤的患者。
6. 患有显著的肺动脉高压的患者。

7. 孕妇。

五、增强型体外反搏与传统治疗方法的结合

经过药物治疗、介入治疗等传统治疗无效的终末期冠心病患者可以使用EECP治疗改善心绞痛症状，减少硝酸甘油使用量，提高患者的生活质量^[43]。对于Ⅱ~Ⅲ级左心衰或Ⅱ~Ⅲ级缺血性心脏病心力衰竭的患者在接受适宜药物治疗基础上，可使用EECP进行辅助治疗，可降低心血管事件发生的危险^[46]。

脊髓电刺激辅助治疗冠心病

SCS是利用电流刺激脊髓治疗缺血性心脏、心绞痛的方法。在给予适宜刺激后，各脊髓节段及其支配的内脏或皮节区域将产生运动或感觉效应^[5]。脊髓电刺激通过阻断脊髓向大脑传递疼痛的感觉，缓解心肌缺血导致的心绞痛，并能够使心肌缺血的各种症状得到改善。SCS被欧洲心脏病学会和美国心脏病学会基金会指南推荐用于经过传统治疗效果较差并且无法进行介入治疗的慢性稳定性心绞痛^[48]。

一、科室基本设置及资质要求

1. SCS是一种长期治疗慢性疾病的方法，必须建立适当的基础设施，用于持续监测和支持。
2. 尽管SCS是一种安全可逆的微创手术，但也存在一定风险，操作人员必须是具备成熟的操作技巧并且有能力处理SCS并发症的临床医生。
3. SCS治疗需将电极和发生器永久植入。在术前，医生应向病人交代手术中可能发生的情况，告知病人术后自身管理流程，并与患者签订知情同意书。

二、脊髓电刺激治疗冠心病的基本步骤

SCS治疗前,对患者进行手术区域的局部麻醉。SCS手术分为两个阶段。

第一个阶段(测试阶段):患者通常采取俯卧位、进行循环呼吸监测并开放静脉。定位穿刺的椎间隙,并做标记,电极通常放置在C6-T2水平。通过X线引导进行经皮穿刺,将带有4触点或8触点的一根或两根电极放置在硬膜外腔,根据患者情况适当调节电极位置,直至电流能够覆盖疼痛区域。病人经过一周的测试体验决定是否进行第二阶段。将电极末端与体外临时延伸导线、体外刺激器相连。

第二阶段(发生器植入):发生器植入位置通常为腹部或臀部,以不影响病人正常生活的方式为佳。

电刺激的频率为50 Hz,脉宽为270 μs ,电刺激强度能够使感觉轻微异常、但无明显麻痛感即可^[49-51]。

三、脊髓电刺激治疗冠心病的适应症

经过保守治疗无效的神经病理性疼痛及血管源性疼痛

四、脊髓电刺激治疗冠心病的禁忌证

1. 具有各种出血性疾病或出血倾向的患者。
2. 正在进行抗凝治疗的患者。
3. 患有全身性或局部败血症的患者
4. 植入心脏装置(起搏器和埋藏式心脏电除颤器)的患者。

五、脊髓电刺激与传统治疗方法的结合

脊髓电刺激辅助西药物治冠心病可得显著的治疗效果。并且对于不适合进行介入治疗或血管源性疼痛的难治性冠心病患者可使用脊髓电刺激进行有效治疗^[5,50]。

总结

准分子激光冠状动脉斑块消融术和体外心脏震波治疗冠心病的机制尚未明确,若其机制明确,将有更深入的临床研究和应用。随着ELCA设备和技术不断改进其在现代介入治疗中的应用范围正在逐渐拓宽。冠状动脉介入导管等器械的不断更新,经桡动脉ELCA已经完全可以处理一些复杂病变,但仍有一些使用ELCA治疗的疾病,要较多依赖医生的经验,如CTO时采用内膜下穿刺技术。希望随着ELCA设备和技术的发展,更多使用ELCA治疗冠心病的成功率可以得到较明显提高。CSWT作为一种全新、无创、安全的促进心肌血运重建方法,可望与冠状动脉血流重建等传统疗法优势互补,使冠心病的疗效进一步得到提高,有效改善冠心病患者的生活质量。增强型体外反搏是目前能够获得的最佳体外反搏方式,能够加快血流速度,作用于血管内壁,治疗患有稳定性心绞痛等冠心病的患者。脊髓电刺激能够有效阻止冠心病患者心肌缺血的发展,增加心绞痛患者的心肌供血,缓解患者心绞痛症状。综上所述,上述四种物理方法均能够有效改善冠心病患者的临床症状,且安全有效,为广大冠心病患者带来了福音。此外,中医内针法与上述物理刺激方法具有相近的物理机理,在我国中医药领域实践中也被观察到很好的疗效,将在后续指南中专题详细阐述。

一、编写组成员:

李婷, 欧阳晨曦, 黄金蕊

二、专家组成员:

感谢中国中医药信息学会抗衰老分会、欧美同学会医师协会血管分会的专家们和其他临床专家们对《物理技术治疗冠心病的技术指导原则》的修改、完善和审核。主要贡献专家成员名单姓名按姓氏拼音排序:崔海燕(上海交通大学医学院附属医院第九人民医院红梅特需门诊教授), 达晶(宝鸡市中心医院老年心脑血管病科主治医师), 符俊(武汉亚洲心脏病医院心外科主任医师), 韩浩

(内蒙古民族大学医学院生理学与病理学教研室讲师), 黄金蕊(天津医科大学生物医学工程研究助理), 李汉增(深圳北大医院分院疼痛科副主任医师), 李卉(山西医科大学第一医院心血管内科主治医师), 李婷(中国医学科学院生物医学工程研究所研究员), 梅菲(宜昌中心医院血管外科主任医师), 欧阳晨曦(中国医学科学院阜外医院血管外科中心主任医师), 蒲江波(中国医学科学院生物医学工程研究所神经工程室副研究员), 石鑫(武警特色医学中心心血管科副主任医师), 孙乐瞳(原中国人民解放军总医院国际部抗衰老医学美容中心主任), 王海涛(空军航空医学研究所航空医学工程研究中心研究员), 王剑(华中科技大学同济医学院附属协和医院血管外科副主任医师), 王军奎(陕西省人民医院心血管内一科主任, 主任医师), 王松鹏(河南中医药大学副教授), 王维慈(华中科技大学同济医学院附属协和医院血管外科副主任医师), 王依倩(天津医科大学生物医学工程系研究助理), 汪奇(中国人民解放军总医院(301医院)心血管内科副主任医师), 王盈(北京同有三和中医药发展基金会主治医师), 吴永健(国家心血管病中心、阜外医院心脏内科学主任医师, 冠心病中心副主任兼任22A病区主任, 北京海淀医院心内科主任, 厦门市中医院心内科主任), 邢玉洁(陕西省人民医院心血管内一科主治医师), 严欣欣(中国医学科学院阜外医院), 杨宁(武警特色医学中心心血管内科副主任医师), 俞梦孙(空军航空医学研究所航空医学工程研究中心主任), 张馨予(中国武警后勤学院卫生勤务系人体机能学教研室副主任), 张勇(陕西省人民医院心血管内一科副主任医师), 赵军舰(河北武警总队唐山医院外科主任医师), 赵明镜(北京中医药大学研究所执行所长, 北京中医药大学东直门医院气血研究所实验室主任), 赵宁(海南省人民医院医疗报健中心主任医师), 郑月宏(北京协和医院血管外科主任医师), 周金芳(河北省武警总队医院副主任医师)。

利益冲突: 所有作者均声明不存在利益冲突。

参考文献

- [1] 国家卫生和计划生育委员会. 中国卫生和计划生育统计年鉴2016. 北京中国协和医科大学出版社.
- [2] Evgeny S , Greta B , Gabrieli J , *et al.* A randomized, triple-blind trial of cardiac shock-wave therapy on exercise tolerance and symptoms in patients with stable angina pectoris[J]. *Coronary Artery Disease*, 2018, 29(7): 579-586.
- [3] 刘保逸. 体外心脏震波治疗严重冠心病的初步研究[D]. 2015.
- [4] 梁建文, 李小玲, 吴奋生, 等. 增强型体外反搏治疗对冠心病支架术后患者心肌微循环功能的影响[J]. *岭南心血管病杂志*, 2018, 24(03): 11-15, 29.
- [5] 杨小立, 吴明远, 邢国刚, 等. 脊髓刺激与心脑血管病的研究进展[J]. *中华老年心脑血管病杂志*, 2010, 12(3): 282-284.
- [6] 周全昌. 难治性心绞痛治疗的新进展[J]. *检验医学与临床*, 2014, 11(14):2007-2009.
- [7] Bittl JA , Chew DP , Topol EJ , *et al.* Meta-Analysis of randomized trials of percutaneous transluminal coronary angioplasty versus atherectomy, cutting balloon atherotomy, or laser angioplasty[J]. *Journal of the American College of Cardiology*, 2004, 43(6): 936-942.
- [8] 周玉杰. 准分子激光在经桡动脉复杂冠状动脉病变介入治疗中的应用[J]. *中华医学信息导报*, 2017, 32(20):18-19.
- [9] 谷涌泉, 郭建明, 崔世军, 等. 激光消融联合药物涂层球囊成形治疗椎动脉支架重度再狭窄1例[J]. *介入放射学杂志*, 2018, 27(10): 97-98.
- [10] Kang SJ , Mintz GS , Park DW , *et al.* Mechanisms of In-Stent Restenosis After Drug-Eluting Stent Implantation Intravascular Ultrasound Analysis[J]. *Circ Cardiovasc Interv*, 2011, 4(1): 9-14.
- [11] Latib A , Takagi K , Chizzola G , *et al.* Excimer Laser LEsion Modification to Expand Non-dilatable sTents: The ELLEMENT Registry[J]. *Cardiovascular*

Revascularization Medicine, 2014, 15(1): 8-12.

[12] Ambrosini V , Cioppa A , Salemm L , *et al.* Excimer laser in acute myocardial infarction: Single centre experience on 66 patients[J]. International Journal of Cardiology, 2008, 127(1): 0-102.

[13] 刘蓉, 马士新, 赵钢, 等. 紫杉醇药物涂层球囊扩张冠状动脉支架内再狭窄病变增加远期管腔面积[J]. 介入放射学杂志, 2017,26(4):367-369.

[14] Kokkinidis DG , Hossain P , Jawaid O , *et al.* Laser Atherectomy Combined With Drug-Coated Balloon Angioplasty Is Associated With Improved 1-Year Outcomes for Treatment of Femoropopliteal In-Stent Restenosis[J]. Journal of Endovascular Therapy, 2018, 25(1): 81-88.

[15] Mckenzie DB , Talwar S , Jokhi PP , *et al.* How should I treat severe coronary artery calcification when it is not possible to dilate a balloon or deliver a RotaWire™?[J]. Eurointervention, 2011, 6(6): 779-783.

[16] Ashikaga T , Yoshikawa S , Isobe M . The efficacy of excimer laser pretreatment for calcified nodule in acute coronary syndrome[J]. Cardiovascular Revascularization Medicine, 2015, 16(3): 197-200.

[17] Gemma D , Galeote García, Guillermo, Sánchez-Recalde, ángel. Effects of Excimer Laser Coronary Atherectomy Assessed by OCT. Revista Española de Cardiología (English Edition), 2017, 70(2):69-134.

[18] Kirtane AJ , Stone G W . The Anchor-Tornus technique: A novel approach to "Uncrossable" chronic total occlusions[J]. Catheterization and Cardiovascular Interventions, 2007, 70(4): 554-557.

[19] Morino Y , Abe M , Morimoto T , *et al.* Predicting Successful Guidewire Crossing Through Chronic Total Occlusion of Native Coronary Lesions Within 30 Minutes: The J-CTO (Multicenter CTO Registry in Japan) Score as a Difficulty Grading and Time Assessment Tool[J]. Jacc Cardiovascular Interventions, 2011, 4(2): 213-221.

[20] Fernandez JP, Hobson AR, Mckenzie D B, *et al.* How should I treat severe calcific coronary artery disease?[J]. Eurointervention, 2011, 7(3): 400-407.

[21] 赵杰, 吴永健, 杨跃进, 等. 准分子激光冠状动脉成形术在慢性完全闭塞性病变中的应用[J]. 中国循环杂志, 2017, 32(3): 222-226.

[22] 郭忱, 王效增, 李智, 等. 准分子激光冠状动脉斑块消融术治疗慢性闭塞病变一例[J]. 中华心血管病杂志, 2018, 46(12): 993-995.

[23] Sueta D, Hokimoto S, Miyazaki T, *et al.* Usefulness of excimer laser atherectomy for balloon uncrossable lesion in chronic total occlusion[J]. IJC Heart & Vasculature, 2015, 9(7): 70-72.

[24] Topaz O , Ebersole D , Das T , *et al.* Excimer laser angioplasty in acute myocardial infarction (the CARMEL multicenter trial)[J]. American Journal of Cardiology, 2004, 93(6): 694-701.

[25] Shishikura D , Otsuji S , Takiuchi S , *et al.* Vaporizing Thrombus With Excimer Laser Before Coronary Stenting Improves Myocardial Reperfusion in Acute Coronary Syndrome[J]. Circulation Journal, 2013, 77(6):1445-1452.

[26] Herzum, M. Managing a complication after direct stenting: removal of a maldeployed stent with rotational atherectomy[J]. Heart, 2005, 91(6): e46.

[27] Balan O , Kobayashi Y , Moses JW . Cutting Balloon angioplasty for underexpanded stent deployed through struts of previously implanted stent[J]. The Journal of invasive cardiology, 2002, 14(11): 697-701.

[28] Ashikaga T , Yoshikawa S , Isobe M . The effectiveness of excimer laser coronary atherectomy with contrast medium for underexpanded stent: The findings of optical frequency domain imaging[J]. Catheterization and Cardiovascular Interventions, 2015, 86(5): 946-949.

[29] 刘巍, 周玉杰, 赵迎新, 等. 新型准分子激光在复杂冠状动脉病变介入治疗中的应用[J]. 中国医药, 2018, 13(4):504-507.

- [30] 李鹏, 谭潇, 刘保逸, 等. 体外心脏震波治疗对冠心病患者预后影响的荟萃分析[J]. 中国心血管杂志, 2018, 23(3): 208.
- [31] 何青. 冠心病治疗的新理念——体外心脏震波治疗[J]. 中国心血管杂志, 2018, 23(3): 189.
- [32] 贾娜, 何青. 体外心脏震波治疗——晚期冠心病患者的新曙光[J]. 中国心血管杂志, 2018, 23(3): 190.
- [33] 王钰, 彭云珠, 杨萍, 等. 体外心脏震波: 冠心病与心力衰竭康复治疗新手段——中国云南应用经验[J]. 中国心血管杂志, 2018, 23(3): 194.
- [34] 杨萍, 彭云珠. 体外心脏震波疗法——冠心病治疗的最新选择[J]. 心血管病学进展, 2010, 31(4): 530-533.
- [35] Alunni G, Marra S, Meynet I, *et al.* The beneficial effect of extracorporeal shockwave myocardial revascularization in patients with refractory angina[J]. *Cardiovascular Revascularization Medicine*, 2015, 16(1): 6-11.
- [36] Ruiz-Garcia J, Lerman A. Cardiac shock-wave therapy in the treatment of refractive angina pectoris[J]. *Interventional Cardiology*, 2011, 3(2): 191-201.
- [37] 王钰, 郭涛, 蔡红雁, 等. 体外心脏震波治疗冠心病的应用研究[J]. 中华心血管病杂志, 2010, 38(8): 711-715.
- [38] 崔洁, 西雁, 钱菊英, 等. 体外冲击波在心血管疾病中的治疗进展[J]. 中国心血管杂志, 2018, 23(3): 197-199.
- [39] Duque AS, Ceccon CL, Wilson M, *et al.* Cardiac shock wave therapy improves myocardial perfusion and preserves left ventricular mechanics in patients with refractory angina: A study with speckle tracking echocardiography[J]. *Echocardiography*, 2018, 35(10): 1564-1570.
- [40] 刘伟静, 沈建颖, 朱梦云, 等. 体外心脏震波系统在缺血性心脏病中的应用[J]. 中国心血管杂志, 2018, 23(3): 200-203.
- [41] 刘伟静, 沈建颖, 朱梦云, 等. 体外心脏震波治疗顽固性心绞痛的有效性和安全性[J]. 上海医学, 2017, 40(4): 206-209.
- [42] 贾娜, 何青. 体外心脏震波治疗——晚期冠心病患者的新曙光[J]. 中国心血管杂志, 2018, 23(3): 190-193.
- [43] 伍贵富, 杜志民, 冷秀玉. 增强型体外反搏的作用机制与常见问题[J]. 新医学, 2008, 39(3): 144-147.
- [44] 梁建文, 李小玲, 吴奋生, 等. 增强型体外反搏治疗对冠心病支架术后患者心肌微循环功能的影响[J]. 岭南心血管病杂志, 2018, 24(3): 253-257, 271.
- [45] 米翔, 管起招, 付鹏. 增强型体外反搏仪治疗老年不稳定型心绞痛的临床研究[J]. 华夏医学, 2015, 28(1): 32-35.
- [46] 丁关琳, 周礼, 马虹. 增强型体外反搏治疗冠心病临床疗效及CT评估[J]. 广东医学, 2009, 30(5): 771-773.
- [47] 国际体外反搏学会, 中国康复医学会心血管病专业委员会, 中国老年学学会心脑血管病专业委员会. 心血管疾病康复处方——增强型体外反搏应用国际专家共识[J]. 中华内科杂志, 2014, 53(7): 587-590.
- [48] 刘妍, 宋涛. 脊髓电刺激治疗慢性难治性心绞痛[J]. 中国疼痛医学杂志, 2019, 25(2): 139-142.
- [49] 李玉波, 孙明莉, 孙国强. 脊髓电刺激治疗冠心病心肌缺血的疗效观察[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2015, 37(6): 438-439.
- [50] 王振岭, 陈红梅. 脊髓电刺激治疗冠心病心肌缺血的临床疗效[J]. 世界最新医学信息文摘, 2016, 16(75): 97.
- [51] 周超, 庞玺倬, 郭涛. 脊髓刺激治疗顽固性心绞痛新进展[J]. 中国循环杂志, 2014, 29(10): 855-857.