

Advances in Surgical Treatment of Cervical Spondylotic Disease

Jincheng Liu, Zhibin Liu*

Department of Spinal Surgery, Yan'an University Affiliated Hospital, Yan'an Shaanxi
Email: *liuzhibin1997@126.com

Received: Feb. 23rd, 2020; accepted: Mar. 9th, 2020; published: Mar. 16th, 2020

Abstract

Cervical spondylosis has developed into one of the most common degenerative diseases of the spine and tends to occur in a younger age. Cervical spondylosis is a serious threat to the quality of life and health of human beings both physically and psychologically. In clinical work, there have been many treatment methods for various types of cervical spondylotic diseases. In recent years, new technologies and equipment such as cervical endoscope, 3D printing technology and microscope have been gradually applied to the research of surgical treatment of cervical spondylotic diseases, providing a new choice and hope for the treatment of cervical spondylotic diseases. This paper summarized and analyzed the progress of the clinical efficacy of surgical treatment of cervical spondylotic disease in recent years.

Keywords

Cervical Spondylosis, Treatment, Surgery

颈椎病手术治疗的研究进展

刘金成, 刘志斌*

延安大学附属医院脊柱外科, 陕西 延安
Email: *liuzhibin1997@126.com

收稿日期: 2020年2月23日; 录用日期: 2020年3月9日; 发布日期: 2020年3月16日

摘要

颈椎病已发展为最常见脊柱退行性病变之一, 并且有年轻化的发病趋势。颈椎病从身体和心理等多方面严重威胁着人类的生活质量和健康水平。临床工作中对各型颈椎病已经有较多的治疗方法, 近年来颈椎内窥镜、3D打印技术、显微镜等新技术及设备也逐渐应用到颈椎病手术治疗的研究之中, 为颈椎病的治疗提

*通讯作者。

供了新的选择和希望。本文就近年来国内外有关颈椎病手术治疗的临床疗效研究进展进行总结与分析。

关键词

颈椎病, 治疗方法, 手术

Copyright © 2020 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. 前言

颈椎病是常见的伴有临床症状的脊柱退行性病变,由颈椎间盘退行性改变后继发相邻结构的病理改变,常累及神经、血管等周围组织结构,导致影像学与临床症状相应改变的疾病。最新指南[1]根据组织结构受累程度及其出现的不同临床表现,将颈椎病分为颈型、神经根型、脊髓型和其他型。临床上每一型颈椎病患者因组织退变程度的不同,患者可产生恶心、眼花、耳鸣、心动过速,局部酸痛、上肢无力、麻木、感觉、运动、反射障碍等复杂多样不同程度的临床表现,此外还有研究表明颈椎病手术患者还会出现焦虑、抑郁等一些不良情绪,其心理健康水平低于全国正常人平均水平[2]。目前尚缺乏关于颈椎病患病率及发病率的大型流行病学研究[3]。相关研究表明,我国已有5千万颈椎病患者,每年大约新增1百万颈椎病患者[4]。根据现有的流行病学调查,目前颈椎病的患病人群中年龄最小为5岁,最大为84岁,平均年龄为 47.70 ± 12.98 岁[5],且颈椎病发病趋势呈年轻化[6][7]。关于颈椎病的治疗方式有手术和非手术治疗。颈型、神经根型和其他型颈椎病非手术治疗通常为临床工作者首选和基本的治疗方式。常见的非手术治疗有头颈牵引,颈托制动、热疗、电疗等物理治疗,运动疗法,药物疗法(非甾体类抗炎药物、神经营养药物、骨骼肌松弛类药物等)以及按摩等传统医学。手术治疗方式有经典的前入路、后入路、前后联合入路等治疗方式。近年来颈椎内窥镜、3D打印技术、显微镜等新技术及设备也逐渐应用到颈椎病手术治疗的研究之中。本文就近年来国内外有关颈椎病手术治疗的临床疗效研究进展进行总结与分析。

2. 颈椎病的手术方式

2.1. 颈型

型颈椎病主要以为颈部僵硬、疼痛、不适、活动受限、反复落枕等颈部症状为主,部分患者也可有一过性上肢麻、痛、感觉异常等临床表现。主要由颈椎生物力学失衡、颈椎间盘退变及局部炎症所导致。影像学检查常有颈椎生理曲度变直、反张或“天鹅颈”等改变,在颈椎动力位侧位片有椎间关节不稳定、椎体移位等改变[8]。通常认为颈型颈椎病是其几种颈椎病发病的初始临床表现,若不对其进行早期救治,将逐渐发展为神经根型颈椎病、脊髓型颈椎病、其他型颈椎病(椎动脉型、交感型颈椎病)更为严重的其他类型的颈椎病,最终将影响到患者的工作和生活。

颈型颈椎病的治疗以非手术治疗为主,通常不需要手术治疗。治疗方式主要包括药物治疗、物理治疗、牵引治疗、功能锻炼,及中医治疗等。由研究表明离子导入、磁疗、超声波、低中频电疗(如TENS、电脑中频)、高频(微波、超短波)等可以改善局部血液循环、减轻组织水肿以及消炎、止痛、缓解痉挛等作用[9][10]。牵引治疗通过牵引力和反牵引力之间的相互作用,使局部痉挛的肌肉松弛,改善颈椎小关节紊乱。朱立国等[11]研究表明,颈部康复锻炼可以通过纠正颈部不良体姿、增强局部肌力、缓解肌肉疲

劳、解除肌肉痉挛,使得颈椎的力学平衡,达到颈型颈椎病的治疗目的。中医治疗有药物治疗(内服、外用)、针刺疗法、艾灸疗法、针灸疗法等多种方式。针灸具有副作用小,操作简便的特点,虽然其机制尚不清楚,临床研究表明,针灸治疗颈椎病可以缓解疼痛并缓解症状[12]。

2.2. 神经根型

神经根型颈椎病常见的临床表现为颈部疼痛、手臂疼痛、运动无力和感觉知觉下降等根性压迫或刺激的相应症状和体征。主要为颈椎间盘、椎间关节退行性改变累及相应节段颈神经根所导致。约 19% 神经根型颈椎病患者经非手术治疗后症状缓解,疗效满意[13] [14], 然而有 10% 至 15% 的神经根型颈椎病患者最终必须通过手术治疗,手术可能比物理疗法或颈部颈圈固定更快地缓解颈神经根病患者的疼痛[15]。对于临床表现持续 8 周以上、反复发作半年以上、上肢伴有明显放射痛、麻木以及肌肉萎缩及肌力下降以至于严重影响工作和生活,或者通过影像学检查发现颈椎退变严重,有神经根或硬膜囊压迫表现、或病变节段明显椎间不稳定的患者应接受手术治疗[16]。目前主要通过多种颈椎前路或后路椎板切除术来实现脊髓或神经根减压的目的。手术治疗包括颈椎前路减压融合术(Anterior cervical discectomy and fusion, ACDF)、颈椎间盘置换术、人工颈椎间盘置换术(Cervical artificial disc replacement, CADR)等。

颈椎前路减压融合术(ACDF)于 1950 年代由 Smith 和 Robinson 首先报道,目前已成为解除颈脊髓和颈神经根受压的主要治疗方式[17] [18]。从 20 世纪 60 年代开始,颈椎前路减压融合术取得了良好的远近期临床治疗效果,逐渐被认为是治疗颈椎退行性变的标准术式,该术式在恢复椎间高度及改善曲度方面具有优势,可取得较高的融合率与较好的疗效。然而相关研究表明,ACDF 可有效减轻神经压迫症状的同时,减小了颈椎的活动范围,改变了颈椎的生物力学特性,导致速相邻节段的退变加速,且随着时间的延长退变将逐步加重[19]。

颈椎后路椎间孔切开减压术由 Spurling 和 Scoville 于 1944 年首次提出,也称颈椎后路“钥匙孔”切开减压术[20]。该术式可对神经根进行充分减压的同时可以保留颈椎的运动节段,可避免前路手术对颈椎前方气管、食管、神经和血管的等织结构的损伤。具有减少与骨移植有关的并发症,显著减少相邻椎体退变发生率等优点[21],是治疗神经根型颈椎病的有效方法[22] [23]。但传统的颈椎后路椎间孔切开减压术创伤较大,术中出血量多。随着临床工作者对脊柱微创技术的不断探索及发展,微创通道下颈椎后路椎间孔切开减压术、经皮全脊柱内镜下颈椎后路椎间孔切开减压术等微创手术逐渐被患者及术者所青睐[24]。

20 世纪 60 年代人们开始设计人工椎间盘假体,近年来因人工颈椎间盘置换术后并发症低、再手术和邻近节段退变程度低、手术安全性高、耐受性良好、术后良好的颈椎活动度等优点,保留手术节段功能设计的人工颈椎间盘置换术(CADR)逐渐应用于颈椎病的临床工作中[25]。但也有研究表明 ACDF 和 ACDA 对因椎间盘突出而引起的神经根型患者的治疗效果相当,分别经两种手术方式治型的患者在临床转归方面没有临床相关性差异[26]。目前临床工作中常用人共椎间盘的主要有 Prestige-LP、Bryan、Cervicore、PCM、Prodisc-C 等假体[27]。目前临床应用的人工椎间盘假体主要由金属合金和高分子材料组合而成[28],金属材料主要为不锈钢合金、钴铬合金、钛金属;陶瓷材料主要是氧化铝、氧化锆;聚合物材料主要为超高分子量聚乙烯及聚氨酯。按照不同材料的组配方式可分为金属-金属、金属-聚合物、陶瓷-陶瓷。其中 CerviCore、Kineflex-C 属于金属-金属,Bryan、PCM 属于金属-聚合物,Cervidisc 属于陶瓷-陶瓷类[29]。目前临床应用最为广泛人工椎间盘是 Bryan 假体[30]。目前人工颈椎间盘置换术治疗颈椎病尚无明确统一的标准[27],该术式的主要优点是达到传统融合手术的临床疗效的同时,还有保留手术节段活动度、延缓邻近节段椎间盘退变。研究显示该术式的主要缺点由假体松动及移位、假体下沉、异位骨化与自发融合、置换节段后凸畸形、节段活动度丧失等假体相关并发症[31]。

全内窥镜由 Ruettent 等提出应用于治疗神经根型颈椎病(percutaneous transforaminal endoscopic cer-

vical discectomy, PTECD) [32], 后逐渐应用于临床后。根据手术入路的不同分为经皮前路内镜下颈椎间盘切除术和经皮后路内镜下颈椎间盘切除术。APECD 有经椎间盘和经椎体两种不同入路; PPECD 主要经椎板间入路。该手术方式与经典的 ACDF 相比, 具有术后恢复快、术中出血少、住院时间更短等优点, 然而该手术方式难度较大, 对术者要求较高, 有一定的学习曲线[33]。

2.3. 脊髓型

脊髓型颈椎病常因脊髓被压迫的程度、部位和范围而变现为不同程度的临床表现, 主要表现为下肢走路不稳、易跌倒、步态蹒跚、可出现痉挛步态; 上肢表现为麻木、无法进行精细动作等临床表现。由椎间盘、椎体、钩椎关节, 后纵韧带、黄韧带出现增生、骨化等退行性病变, 导致脊髓受压或脊髓缺血, 最终表现为脊髓功能障碍。脊髓型颈椎病经按摩、牵引等保守治疗可能会加重临床症状甚至有截瘫风险, 通常一经确诊应详细告知患者治疗方案, 尽早为其安排手术治疗。手术治疗的目的主要是减轻脊髓压迫, 重建颈椎稳定性, 并阻止颈椎退变的进展, 从而尽可能挽救并保存患者的神经功能。常见术式按手术入路有前路、后路和前后路联合。前路与后路孰优孰劣, 目前仍存在很大的争议。临床工作中为保证治疗的有效性和安全性, 必要时采用前后路联合的术式。

结合临床症状、查体及影像学检查, 对于椎体骨赘、突出间盘和骨化的后纵韧带等来自脊髓前方的直接压迫的患者, 常采取前入路手术。尤其对于只有 1~2 个病变节段、颈椎曲度凸超过 13、老年患者、身体状况较差或在存在严重椎管狭窄或脊髓压迫(占位率大于 50%或 60%)时, 从神经功能恢复的角度, 前路减压优于后路术式[34]。目前临床较常用的术式有颈前路椎间盘切除融合术(Anterior cervical discectomy and fusion, ACDF)、颈前路椎体次全切除融合术(anterior cervical corpectomy and fusion, ACCF)及颈前路混合式减压融合术(anterior cervical hybrid decompression and fusion, ACHDF)。

对于单纯的颈椎间盘突出的脊髓型颈椎病患者 ACDF 手术更由优越性。因 ACCF 具有减压范围更大, 植骨更充分等优点, 对于脊髓压迫来源于椎管内较大骨赘、后纵韧带骨化并存在椎管狭窄时 ACCF 更为合适[35]。但 ACCF 术硬膜撕裂、脑脊液漏、植骨移位等并发症较高。ACHDF 既能解决多节段 ACDF 视野显露不清晰、减压不易彻底等问题, 也能在控制出血量的同时保证钛网沉降率、脊柱稳定性[36], 该术式在临床工作中必要时所采纳。

后路术式不仅可以去除来自脊髓后方的压迫, 也可以对于腹侧压迫则通过脊髓漂移的原理达到间接减压的目的。因后路手术操作相对简单、安全, 在临床中应用广泛。研究表明手术节段为 3 个及以上、压迫来自后方、或压迫虽然来自前方, 当前路减压风险较大时, 从安全性角度应优先选择后路术式[34]。治疗脊髓型颈椎病的后路手术主要为椎板成形术和椎板切除术, 椎板成形术包括单开门和双开门椎管扩大椎板成形术, 椎板切除术包括半椎板切除减压术和全椎板切除减压术。

单开门或者双开门椎管扩大成形术主要通过椎管减压或椎管成型达到增加椎管内容积、解除脊髓压迫、改善脊髓血供改善患者临床症状。椎板成形术通过对椎板的重建可以较多保留了脊柱后方结构, 使剥离的肌肉和韧带结构重新附着于棘突, 可保持颈椎运动的稳定性; 具有保护脊髓免受水肿的压迫, 阻止疤痕组织增生造成继发性脊髓压迫等优点, 可避免前路手术中必须除骨性压才能实现脊髓神经减压, 降低了手术风险; 术中可有效止血, 必要时可在开门侧进一步神经根减压[37]。然而前路手术相比, 后路手术对颈椎管骨性结构及颈后部肌肉韧带复合体等破坏较多, 易改变颈椎正常生物力学结构, 术中血量较多, 术后轴性疼痛发生率高, 且不能较好地保持颈椎曲度[38]。相关文献报道双开门术术中操作安全性高, 可避免损伤脊髓、降低术后轴性症状的发生[39] [40]。尽管后路单开门椎管成形术较双开门能搞好的改善椎管容积, 但两种手术方式在改善颈椎曲度、活动度、手术时间、出血量方面差异无显著性意义[41]。

椎板切除术曾经是最常采用的手术式, 研究表明椎板成形术与椎板切除内固定术后脊髓功能改善无

明显差异,但它的主要缺点时神经减压以椎板缺如为代价,导致后方结构破坏,部分椎旁及失去肌肉附着点,造成椎旁肌肉萎缩,术后出现后突畸形[42][43]。目前多数骨科医生行椎板切除术后通过侧块钉棒系统固定融合颈椎,在获得加压的同时颈椎获得稳定性,使患者在改善脊髓功能等同时可减少术后远期颈椎后凸畸形的发生[44]。

2.4. 其他型

《颈椎病的分型、诊断及非手术治疗专家共识(2018)》[1]将其他型颈椎病细分为椎动脉型、交感型颈椎病,影像学检查前常不易确诊。椎动脉型颈椎病主要表现为椎-基底动脉供血不全症状及交感神经症状,椎-基底动脉供血不全症状表现为偏头痛、迷路症状、前庭症状、猝倒等特点,主要系椎动脉缺血所致;交感神经症状胃肠、心血管及呼吸系统症状及 Horner 征为特点,主要因椎动脉受累时累及周围的交感神经所致。交感神经型颈椎病多数表现为交感神经兴奋症状及少数表现为交感神经抑制症状,由颈椎周围的交感神经末梢受到退变的周围组织的刺激所致。目前关于交感神经型颈椎病、椎动脉型颈椎病手术治疗的报道较少,以非手术治疗为主。田野[45]等对 14 例以交感神经症状为主颈椎病患者行前路椎间扩大减压植骨融合内固定术、4 例患者行前路椎体次全切除植骨融合内固定术术后,交感症状缓解优 7 例,良 10 例,差 1 例。椎动脉型颈椎病的手术方法主要有横突孔切开椎动脉减压术、钩椎关节切除术、钩椎关节切除及横突孔切开椎动脉减压术、椎间植骨融合术、钩椎关节切除及椎间孔扩大术、前路减压及钩椎关节切除、植骨融合术、突孔切开、钩椎关节切除、颈椎椎体次全切除术等术式,手术满意率达 93.8%,但有损伤主动脉风险[46]。

2.5. 新技术

传统的颈椎手术中常因光线不足、手术操作空间狭窄而影响手术操作及术后疗效,手术视野的局限及清晰不足,有加重脊髓、神经根损伤的风险,术后易存在咽喉部不适、喉返神经刺激症状等并发症。显微镜技术辅助传统颈椎手术可以提供良好的照明、通过手术显微镜的放大作用,使手术更加精确和安全,有利于助手的配合。显微组手术时间及术中出血量明显小于常规手术[47]。然而在显微镜下进行手术有一定的学习曲线,对于不习惯在显微镜下行手术操作的手术医生,因组织放大失真和对视野深浅把握不准确,也会影响手术疗效,显微镜辅助传统颈前路减压植骨融合术治疗颈椎病患者术后疗效是否优于传统手术疗效尚需进一步研究。

脊髓型颈椎病椎间盘摘除减压融合内固定术中应用植入 3D 打印骨块能明显减少患者手术时间、术中出血量、术后并发症及住院时间,逐步恢复患者生理曲度和椎间隙高度,可更有效地缓解患者神经受压症状,促进术后神经功能的恢复[48]。

计算机辅助导航技术已经成功应用于骨科多个领域[49][50][51][52],计算机辅助导航技术能有效指导颈椎病模型前路骨减压范围,降低椎动脉损伤率,与常规手术相比计算机导航手术有更高的安全性,术者操作范围更加准确、手术切除更加彻底[53]。但目前计算机导航技术在颈椎病的临床治疗的研究目前并不多见,应用计算机导航技术治疗颈椎病的优越性尚缺乏临床数据支持。

3. 总结与展望

国内外专家目前对颈椎病的治疗方法已有较多的研究,并将现有的方法不断改进,但具体每种手术方法的优越性目前仍然存在一些争议,每种手术方式都有其各自的优缺点,总体遵循压迫来自何处就从何处进行减压的原则。在实际临床工作中临床医生为个体治疗术式的选择,应该根据病理性压迫的具体位置、形态以及患者的经济能力等决定,为患者选择简单、安全、有效、经济的手术方式。3D 打印技术、计算机辅助导航技术、显微镜等技术的应用为颈椎病的治疗提供了新的选择和希望,然而目前缺乏在临床治疗中

实际应用的报道, 其治疗颈椎病的优越性缺乏临床数据支持, 有待进一步研究。随着目前缺乏等新技术新的治疗方式探索以及新技术的应用, 将会有更加适合、理想的治疗方式, 更好地为患者减除病痛。

参考文献

- [1] 中华外科杂志编辑部. 颈椎病的分型、诊断及非手术治疗专家共识[J]. 中华外科杂志, 2018, 56(6): 401-402.
- [2] 陈霞, 马成龙, 薛友儒. 颈椎病患者术前心理健康水平调查[J]. 齐鲁护理杂志, 2017, 23(6): 48-50.
- [3] 刘鹏飞. 显微镜辅助下颈前路精细化减压治疗脊髓型颈椎病的临床研究[D]: [硕士学位论文]. 济南: 山东大学, 2018: 49.
- [4] 李雷. 《颈椎病诊治与康复指南》解读[J]. 中国实用乡村医生杂志, 2007, 14(12): 45-47.
- [5] 谢兴文, 王春晓, 李宁. 颈椎病发病特征与影响因素的流行病学调查[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2012, 20(7): 46-47.
- [6] 罗晓, 刘康, 杨维新. 某医院 2014-2016 年颈椎病住院患者流行病学现状分析[J]. 解放军预防医学杂志, 2018, 36(1): 124-126.
- [7] 圣磊, 朱龙飞. 颈椎病年轻化趋势的调查及 X 线表现[J]. 中外医学研究, 2012, 10(3): 60-61.
- [8] 卓大宏. 中国康复医学[M]. 北京: 华夏出版社, 2003.
- [9] 王细霞. 牵引并超短波、电脑中频治疗仪治疗颈椎病[J]. 实用医学杂志, 2008(6): 1066.
- [10] 周万松. 磁疗法治疗颈椎病的应用进展[J]. 生物磁学, 2005, 5(3): 49-51.
- [11] 朱立国, 等. 功能锻炼和颈椎牵引治疗颈型颈椎病的 Meta 分析[J]. 时珍国医国药, 2019, 30(1): 222-225.
- [12] Wang, P., et al. (2020) Meta-Analysis of the Therapeutic Effect of Acupuncture and Chiropractic on Cervical Spondylosis Radiculopathy. *Medicine*, **99**, e18851. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000018851>
- [13] Heckmann, J.G., et al. (1999) Herniated Cervical Intervertebral Discs with Radiculopathy: An Outcome Study of Conservatively or Surgically Treated Patients. *Journal of Spinal Disorders*, **12**, 396-401. <https://doi.org/10.1097/00002517-199912050-00008>
- [14] Arnasson, O., Carlsson, C.A. and Pellettieri, L. (1987) Surgical and Conservative Treatment of Cervical Spondylotic radiculopathy and Myelopathy. *Acta Neurochirurgica*, **84**, 48-53. <https://doi.org/10.1007/BF01456351>
- [15] Nikolaidis, I., et al. (2010) Surgery for Cervical Radiculopathy or Myelopathy. *Cochrane Database of Systematic Reviews*, No. 1, CD001466. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD001466.pub3>
- [16] 神经根型颈椎病诊疗规范化研究专家组. 神经根型颈椎病诊疗规范化的专家共识[J]. 中华外科杂志, 2015, 53(11): 812-814.
- [17] Emery, S.E., et al. (1998) Anterior Cervical Decompression and Arthrodesis for the Treatment of Cervical Spondylotic Myelopathy. Two to Seventeen-Year Follow-Up. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, **80**, 941-51. <https://doi.org/10.2106/00004623-199807000-00002>
- [18] Bohlman, H.H., et al. (1993) Robinson Anterior Cervical Discectomy and Arthrodesis for Cervical Radiculopathy. Long-Term Follow-Up of one Hundred and Twenty-Two Patients. *The Journal of Bone and Joint Surgery. American Volume*, **75**, 1298-307. <https://doi.org/10.2106/00004623-199309000-00005>
- [19] Zou, S., et al. (2017) Anterior Cervical Discectomy and Fusion (ACDF) versus Cervical Disc Arthroplasty (CDA) for Two Contiguous Levels Cervical Disc Degenerative Disease: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *European Spine Journal*, **26**, 985-997. <https://doi.org/10.1007/s00586-016-4655-5>
- [20] Zeidman, S.M. and Ducker, T.B. (1993) Posterior Cervical Laminoforaminotomy for Radiculopathy: Review of 172 Cases. *Neurosurgery*, **33**, 356. <https://doi.org/10.1227/00006123-199309000-00002>
- [21] Gala, V.C., et al. (2007) Posterior Minimally Invasive Approaches for the Cervical Spine. *Orthopedic Clinics of North America*, **38**, 339-349. <https://doi.org/10.1016/j.ocl.2007.02.009>
- [22] Henderson, C.M., et al. (1983) Posterior-Lateral Foraminotomy as an Exclusive Operative Technique for Cervical Radiculopathy: A Review of 846 Consecutively Operated Cases. *Neurosurgery*, **5**, 5. <https://doi.org/10.1227/00006123-198311000-00004>
- [23] Fager, C. (1977) Management of Cervical Disc Lesions and Spondylosis by Posterior Approaches. *Clinical Neurosurgery*, **24**, 488-507. https://doi.org/10.1093/neurosurgery/24.CN_suppl_1.488
- [24] 吕京懋, 许卫兵, 杨东方. 颈椎后路椎间孔切开减压术治疗神经根型颈椎病的研究进展[J]. 中国骨与关节损伤杂志, 2019, 34(5): 553-555.

- [25] Sasso, W.R., *et al.* (2016) Long-Term Clinical Outcomes of Cervical Disc Arthroplasty: A Prospective, Randomized, Controlled Trial. *Spine*, **42**, 209-216. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000001746>
- [26] Goedmakers, C.M.W., *et al.* (2019) Cervical Radiculopathy: Is a Prosthesis Preferred over Fusion Surgery? A Systematic Review. *European Spine Journal*. <https://doi.org/10.1007/s00586-019-06175-y>
- [27] 张传健, 等. 人工颈椎间盘置换术临床应用探讨与存在问题[J]. 中国矫形外科杂志, 2017, 25(5): 442-447.
- [28] Torre, J.D.L., Grauer, J.N. and Yue, J.J. () Update on Cervical Disc Arthroplasty: Where Are We and Where Are We Going? *Current Reviews in Musculoskeletal Medicine*, **1**, 124-130. <https://doi.org/10.1007/s12178-008-9019-2>
- [29] 李游, 等. 人工颈椎间盘的研究与应用现状[J]. 中国组织工程研究, 2020, 24(12): 1941-1948.
- [30] 吴巷, 任莉荣, 舒钧. 人工颈椎间盘置换术治疗颈椎病的研究进展[J]. 华西医学, 2018, 33(12): 1563-1567.
- [31] 余成诚, 等. 人工颈椎间盘置换术并发症的研究进展[J]. 中华骨与关节外科杂志, 2016, 9(4): 347-350.
- [32] Ruetten, S., *et al.* (2008) Full-Endoscopic Cervical Posterior Foraminotomy for the Operation of Lateral Disc Herniations Using 5.9-mm Endoscopes. *Spine*, **33**, 940-948. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e31816c8b67>
- [33] Ruetten, S., *et al.* (2009) Full-Endoscopic Anterior Decompression versus Conventional Anterior Decompression and Fusion in Cervical Disc Herniations. *International Orthopaedics*, **33**, 1677-1682. <https://doi.org/10.1007/s00264-008-0684-y>
- [34] 陈亮, 等. 脊髓型颈椎病的研究进展[J]. 中国康复理论与实践, 2019, 25(8): 875-881.
- [35] Park, Y., *et al.* (2009) Comparison of Anterior Cervical Fusion after Two-Level Discectomy or Single-Level Corpectomy: Sagittal Alignment, Cervical Lordosis, Graft Collapse, and Adjacent-Level Ossification. *The Spine Journal*, **10**. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2009.09.006>
- [36] Lian, X.F., *et al.* (2010) Noncontiguous Anterior Decompression and Fusion for Multilevel Cervical Spondylotic Myelopathy: A Prospective Randomized Control Clinical Study. *European Spine Journal*, **19**, 713-719. <https://doi.org/10.1007/s00586-010-1319-8>
- [37] Hale, J.J., Gruson, K.I. and Spivak, J.M. (2006) Laminoplasty: A Review of Its Role in Compressive Cervical Myelopathy. *The Spine Journal*, **6**, S289-S298. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2005.12.032>
- [38] 宋晓飞. 后路单开门椎管扩大成形术与前路植骨融合内固定术治疗多节段脊髓型颈椎病的疗效比较[J]. 颈腰痛杂志, 2019, 40(3).
- [39] 梁和胜, 肖立军, 邓德礼. 颈椎后路单开门与双开门椎管扩大修复多节段脊髓型颈椎病: 颈椎活动度对比[J]. 中国组织工程研究, 2016, 20(22): 3235-3241.
- [40] 范志丹, 等. 颈椎后路单、双开门椎管扩大成形术在颈椎管狭窄症中的效果对比[J]. 中国当代医药, 2017, 24(16): 98-100.
- [41] Luo, W., *et al.* () Open-versus French-Door Laminoplasty for the Treatment of Cervical Multilevel Compressive Myelopathy: A Meta-Analysis. *World Neurosurgery*. 117: p. 129-136. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2018.06.026>
- [42] 王晓滨等. 后路单开门椎板成形侧块螺钉内固定术治疗合并不稳定的多节段脊髓型颈椎病患者疗效和安全性[J]. 中华老年医学杂志, 2018, 37(2).
- [43] Woods, B.I., *et al.* (2011) Laminoplasty versus Laminectomy and Fusion for Multilevel Cervical Spondylotic Myelopathy. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, **469**, 688-695. <https://doi.org/10.1007/s11999-010-1653-5>
- [44] Anderson, P.A., *et al.* (2009) Laminectomy and Fusion for the Treatment of Cervical Degenerative Myelopathy. *Journal of Neurosurgery Spine*, **11**, 150-156. <https://doi.org/10.3171/2009.2.SPINE08727>
- [45] 钱军, 等. 以交感神经症状为主颈椎病患者的手术治疗[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2009, 19(7): 515-519.
- [46] 韩伟, 等. 椎动脉型颈椎病的外科手术治疗[J]. 中国骨伤, 2006(8): 469-471.
- [47] 王俊, 等. 显微镜辅助下颈前路减压植骨融合术治疗颈椎病的疗效观察[J]. 颈腰痛杂志, 2018, 39(5): 597-599.
- [48] 吴敏飞, 等. 3D 打印椎间融合器在脊髓型颈椎病椎间盘摘除减压融合内固定术的应用效果[J]. 中华骨与关节外科杂志, 2019, 12(2): 98-101.
- [49] Deep, K., Shankar, S. and Mahendra, A. (2017) Computer Assisted Navigation in Total Knee and Hip Arthroplasty. *SICOT-J*, **3**, 50. <https://doi.org/10.1051/sicotj/2017034>
- [50] Koh, J. (2005) Computer-Assisted Navigation and Anterior Cruciate Ligament Reconstruction: Accuracy and Outcomes. *Orthopedics*, **28**, s1283-s1287.
- [51] Song, S.J. and Bae, D.K. (2016) Computer-Assisted Navigation in High Tibial Osteotomy. *Clinics in Orthopedic Surgery*, **8**, 349-357. <https://doi.org/10.4055/cios.2016.8.4.349>

- [52] Young, P.S., Bell, S.W. and Mahendra, A. (2015) The Evolving Role of Computer-Assisted Navigation in Musculoskeletal Oncology. *The Bone & Joint Journal*, **97**, 258-264. <https://doi.org/10.1302/0301-620X.97B2.34461>
- [53] 鹿洪辉, 沈惠良, 林欣. 计算机辅助导航技术在颈椎病模型前路手术的骨减压效果评估[J]. 中国临床解剖学杂志, 2008, 26(6): 624-628.