

颈椎后凸畸形诊治的研究进展

孙泽宇¹ 罗旭¹ 李波² 朱欢叶³

【摘要】 颈椎后凸畸形是一类由于各种病因最终导致颈椎生理结构异常的疾病,不仅使病人外观异常,严重时可对脊髓、神经根和椎动脉等产生压迫,影响病人生活质量,甚至造成严重后果。近年来,关于颈椎后凸畸形的研究较多,但目前仍无统一的诊疗标准,对其手术治疗方法存在一定争议,其诊断和手术方案的选择可明显影响病人预后。本文就颈椎后凸畸形的定义、分类、诊断及治疗作一综述,为今后相关研究提供借鉴。

【关键词】 颈椎后凸畸形;分类;诊断;治疗;综述

颈椎后凸畸形是多种病因导致的颈椎生理性前凸消失、形成弧形或角状后凸畸形,颈椎正常序列被破坏,并引起局部症状和(或)神经症状及体征的临床综合征^[1,2]。过去通常认为正常的颈椎曲度为 $15^{\circ}\sim 25^{\circ}$,仅通过主观评判将颈椎分为“前凸”、“直立”和“后凸”三种形态。目前,对于颈椎后凸畸形的定义尚无统一标准。Etame等^[3]和Ames等^[4]认为 $C_2\sim C_7$ Cobb角应为 14.4° 左右,Grob等^[5]认为将颈椎 $C_2\sim C_7$ 后切线角为 $-4^{\circ}\sim 4^{\circ}$ 定义为颈椎直立, $< -4^{\circ}$ 或 $> 4^{\circ}$ 定义为前凸或后凸。同时也有学者认为后凸Cobb角 $> 5^{\circ}$,即可称为后凸畸形^[6]。基于此,本文通过检索近十年的相关文献,就颈椎后凸畸形的分类方法、影像学检查及治疗方法作一综述,为今后相关研究提供参考。

一、文献检索策略

本文通过中文检索词“颈椎后凸”、“后凸畸形”、“手术治疗”、“保守治疗”、“诊断”以及英文检索词“cervical spine”、“cervical kyphosis”、“treatment”、“diagnosis”在中国知网、万方数据库、维普数据库、PubMed、Web of Science等平台检索相关文献,共检索到文献1 800篇。应用EndNote删除重复及无法获得全文的文献,先后浏览文题、摘要及全文,根据纳入排除标准最终纳入文献48篇,其中中文文献16篇,英文文献32篇(图1)。

文献纳入标准:①已正式发表的期刊文献;②文献内容与颈椎后凸畸形的诊疗密切相关;③同类研究中质量、证据等级较高的文献;④语言为中文或英文的文献。文献排除标准:①文献质量、证据等级较低的文献;②学位论文、会议类文献;③非中文及英文的文献;④无法获得全文的文献。

二、颈椎后凸畸形的分类

目前有多种颈椎后凸畸形的分类方法,如根据晚期退行

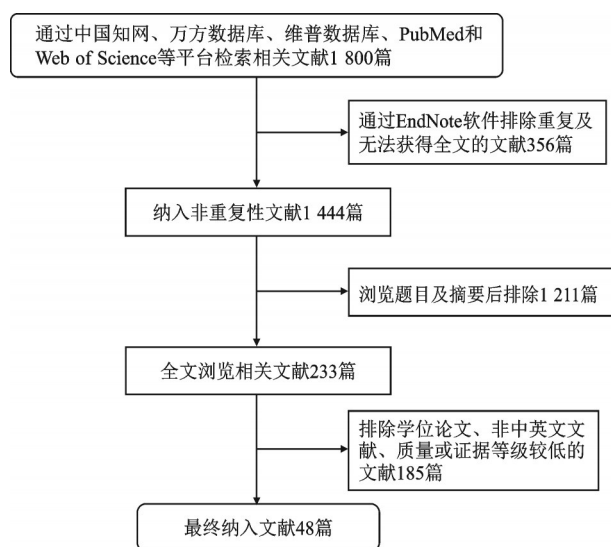


图1 文献检索流程图

性疾病、创伤、肿瘤性疾病、感染和医源性因素等病因分类,同时根据颈椎柔软程度和后凸畸形严重程度的分类方法也被广泛应用于临床工作中。

(一)根据病因分类

1. 医源性畸形

医源性畸形最常见于椎板切除术后,尤其是多节段椎板切除。由于术中对后方结构的破坏,特别是关节突关节联合棘突或椎板的切除,很可能导致后方应力结构的改变以及椎体前部负荷加重,从而造成颈椎整体力学结构的变化,颈椎稳定性丧失,最终导致后凸畸形的发生和进展。据报道,广泛椎板切除术后颈椎后凸畸形的发生率为 $38\%\sim 100\%$ ^[7]。另一个常见的医源性原因是多节段无融合前路椎间盘切除术,术后颈椎后凸畸形的发生率可达 33% 以上^[8]。这意味着无论是前路还是后路手术,颈椎术中无坚强固定或过多破坏小关节、术后支撑功能丧失等是导致术后颈椎失稳的重要原因,也是术后发生颈椎后凸畸形的危险因素。同时,青少年在椎板切除术后,未发育成熟的颈椎存在后柱稳定性丧失

DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2020.02.017

基金项目:贵州省人民医院国家自然科学基金补助基金项目(黔科合平台人才[2017]5724-5)

作者单位:1. 贵州医科大学,贵阳 550001;2. 贵州省人民医院骨科,贵阳 550002;3. 宁波市第六医院骨科,浙江宁波 315000

通信作者:李波, E-mail: libo3@medmail.com.cn

而前柱持续发育的矛盾也是术后发生颈椎后凸畸形的重要原因^[9]。

2. 青少年特发性畸形

近年来,青少年特发性颈椎后凸畸形的发病率呈上升趋势。青少年长时间伏案低头学习导致颈椎长时间处于屈曲位,椎间盘压力增加,颈部肌肉长期处于紧张状态,会加速颈椎退变;加之青少年处于生长发育阶段,软骨骨骺尚未完全闭合,最终可造成椎体楔形变、椎间高度丢失、椎间隙狭窄,导致颈椎后凸畸形的发生。

3. 退行性畸形

退行性颈椎后凸畸形与年龄和职业有关。随着年龄的增长,椎间盘中的蛋白多糖网状结构逐渐减少,椎体前方承担了过多的压力负荷,椎体后方结构牵张力负荷增大,椎间盘不再能承受自身重力的挤压,椎间高度不断丢失,导致头部重心后移,最终造成颈椎后凸畸形,影像学可见多节段椎间隙狭窄和椎体后缘骨刺。

4. 感染性畸形

感染(如结核等)可破坏椎体结构,最终导致椎体后凸畸形的发生。颈椎结核发病率仅占脊柱结核的3%~5%^[10]。但是颈椎结核造成的后凸畸形易导致脊髓损伤,致残率较高,多数病人椎体前方破坏程度较重,且破坏范围较广,最终造成颈椎失稳和颈椎后凸,通常需要手术治疗^[11,12]。同时强直性脊柱炎(ankylosing spondylitis, AS)晚期病人常合并脊柱后凸畸形,严重者将影响病人平视、平卧功能,甚至造成呼吸、吞咽困难等。

5. 先天性畸形

神经纤维瘤病是一种常见的单基因遗传性疾病,临床上将其分为周围型(NF-1)和中枢型(NF-2)两种。周围型神经纤维瘤病又称 Von Recklinghausen 病,是一种常染色体显性遗传性疾病,可涉及全脊柱范围,且常以后凸畸形为主^[13]。目前国内外对于该病引起颈椎后凸畸形的相关研究较少,临床上多以手术治疗控制畸形发展。

骨软骨发育不良者常见脊柱畸形,如颈椎不稳、后凸畸形、侧凸和椎管狭窄^[14]。该病较为罕见,且手术风险高、难度大,术前应充分准备,可先行支具或 Halo 支架治疗。

6. 其他病因类型

除上述类型外,颈椎后凸畸形还可能因肿瘤、外伤等因素造成。其中转移性肿瘤是最常见的肿瘤性致畸因素,后凸塌陷伴发疼痛或神经系统损害较为常见^[15]。同时,颈椎骨折引起的椎体高度丢失和小关节脱位等,是导致后凸的常见原因^[16,17]。

(二)根据柔软程度分类

目前国内外根据颈椎后凸畸形的柔软程度将其分为柔软型(可复性)颈椎后凸畸形和僵硬型(难复性)颈椎后凸畸形。柔软型后凸畸形指后凸节段在伸屈运动中有椎间活动,后凸可完全或部分纠正;僵硬型后凸畸形指后凸节段在伸屈运动中无椎间活动,后凸无变化。O'Shaughnessy 等^[18]将过伸位 X 线片所示的后凸角减少 < 50% 作为僵硬型后凸畸形的

诊断标准;因为过伸位后凸畸形矫正超过 50% 者可通过前柱撑开及椎体间融合等常规手术达到复位目的。张宏其等^[19]根据脊柱侧凸畸形的标准,将僵硬型颈椎后凸畸形定义为柔软性 < 30%。但是这类方法数值范围太过固定,常因病人颈部疼痛等原因不能准确反映其柔软程度。故有学者提出颈椎过伸过屈位或者颅骨牵引下后凸畸形完全不能矫正,同时 CT 显示颈椎前方和(或)后方骨性强直的畸形则称为僵硬型颈椎后凸畸形^[20]。

(三)根据后凸畸形严重程度分类

根据后凸畸形严重程度,将后凸节段后切线夹角 < 40° 定义为轻度畸形;后凸节段后切线夹角 ≥ 40° 定义为重度畸形^[21]。当颈椎节段后凸 Cobb 角超过 30° 时,病人常出现明显的临床症状,因此,也有学者认为颈椎后凸畸形角度超过 30° 时称为严重颈椎后凸畸形^[22,23]。同时,沈晓龙等^[24]通过回顾性分析 23 例青少年特发性颈椎后凸畸形病人后发现后凸指数(kyphosis index, KI)能更直接地反映后凸畸形的严重程度。

三、颈椎后凸畸形的影像学检查

(一)X 线检查

颈椎后凸畸形病人需拍摄颈椎正侧位、动力位甚至脊柱全长 X 线片,以全面评估全脊柱曲度情况及柔软度。

目前基于 X 线片的测量指标包括后凸节段后切线角(上、下端椎后缘连线的夹角)、两切线 Cobb 角(上端椎的上终板和下端椎的下终板连线的垂直线的夹角)、颈椎曲度指数(CI)和 KI。Shen 等^[25]通过回顾性研究 41 名青少年特发性颈椎后凸畸形病人的影像学资料后发现, KI 能准确描述后凸畸形的严重程度。

动力位 X 线片可协助评估病人后凸畸形的柔软程度。颈椎后凸畸形后凸顶点具有指导手术的重要意义,正常颈椎生理前凸顶点多位于 C₄ 与 C₅ 之间。有学者研究发现特发性颈椎后凸畸形的顶点位于椎体的后上缘,以 C₄ 椎体后上缘最为多见, C₅ 椎体后上缘次之,顶点位置相邻椎体间的后凸角度往往较大^[25]。同时有学者认为后凸节段的 Cobb 角 ≥ 20° 或后切线夹角 ≥ 20° 是导致后凸畸形出现临床症状的相关因素^[26]。Harrison 等^[27]发现后切线角比两切线 Cobb 角更能准确地反映颈椎后凸曲度,可能是由于长期畸形对椎体上下终板造成破坏导致两切线 Cobb 角的准确度丢失。有研究表明,矢状面垂直轴(sagittal vertical axis, SVA)和 T₁ 倾斜角对于颈椎曲度是否关键^[28]。同时,近年来有学者在关于颈椎后凸畸形影像学研究中,增加了矢状面椎体平移距离(sagittal vertebral translation, SVT),并且该指标无论在术前还是术后都表现出同局部后凸角(region kyphosis angle, RKA)矫正率密切相关^[29]。这种类似于腰椎滑脱的测量方法能评估椎体之间的稳定性,有助于术前评估和选择手术方案。

(二)CT 检查

CT 检查有助于了解颈椎骨性解剖结构,仔细观察关节突关节和椎板的形态,钩椎关节形态及是否发生骨性融合、椎动脉的走行通道和椎弓根发育情况等是否异常,甚至可以通过 3D 打印重建椎体,为术中置钉和截骨方案等提供帮助。

(三)MRI 检查

MRI可以显示后凸椎体对脊髓及神经根的压迫情况,而后凸椎体顶椎或顶椎下位椎间盘水平对后方脊髓压迫最为严重。有学者在MRI片上测量颈椎后凸畸形顶点的脊髓矢状径及延髓和脑交界处的延髓矢状径,并最终认为两者的比值 ≤ 0.338 是导致临床症状出现的主要相关因素,是发生脊髓病变的危险因素^[30]。

四、颈椎后凸畸形的治疗

(一)保守治疗

早期轻度颈椎后凸畸形具有一定可复性。对于轻度柔软型颈椎后凸,通过改变低头的生活、工作习惯,应用颈枕睡眠,必要时应用石膏支具等方式后,症状大多明显缓解,同时畸形角度也有一定程度的改善^[31]。临床上治疗轻度颈椎后凸畸形的方有:①颈椎牵引、颈托固定;②热疗、光疗等物理治疗;③非甾体类抗炎药、神经营养药及肌肉松弛剂等药物治疗;④生活工作方式的改变和颈部肌肉功能锻炼^[32]。大部分病人通过保守治疗可明显缓解颈部症状,明显改善颈椎功能。

颈椎后凸畸形病人早期仅出现颈部酸胀不适等症状,大多不易引起重视;随着畸形的不断进展,当病人逐渐出现神经根压迫、脊髓损害症状以及头晕等情况时,方来就诊,此时多需进行手术干预,而重度颈椎后凸畸形手术难度大,风险高,花费高。

(二)手术治疗

颈椎后凸畸形的手术治疗一直是脊柱外科的难点与热点,无论是对手术入路的选择还是手术方式的选择,都存在一定的争议。手术的目的是恢复颈椎生理曲度、充分解除神经根和脊髓的压迫,改善病人外观和症状。手术入路的选择通常与脊髓受压的方向、后凸节段、是否存在骨性强直、后凸畸形严重程度以及是否存在僵硬型后凸畸形等有关。

1. 单纯前路手术

维持颈椎稳定、改善生理曲度和充分解除压迫是颈椎前路手术的主要目的。颈椎后凸畸形对脊髓的压迫主要来自前方,其中最常见的部位是后凸的顶椎或椎间盘,前路手术可直接并充分减压,同时矫正畸形。

袁文等^[23]认为对于大部分短节段柔软型后凸畸形且无明显后方压迫的病人,即使是严重的畸形也可选择单纯前路手术,既可避免后路手术的并发症,又能达到缓解症状的目的。前路手术能直接解除脊髓前方的压迫,同时手术创伤较小,无论有无骨性强直,颅骨牵引后能改善曲度的病人可行单纯前路减压植骨矫形内固定术。有研究认为颈椎椎板切除术后颈椎后凸畸形的青少年病人行单纯前路植骨内固定术能获得满意疗效^[33]。对于颈椎结核造成的后凸畸形病人,虽然有研究表明后-前联合手术的生物力学稳定性比单纯前路更强^[34],但是,由于结核病人机体营养条件较差,临床工作中单纯前路手术能在风险较小的情况下改善病人症状,配合术后抗结核药物治疗,可达到满意的疗效。同时,对于外伤、肿瘤和感染使前柱结构破坏最终导致畸形者,前路手术是必需的^[35,36]。Gu等^[37]通过回顾性研究7名神经纤维瘤病

I型颈椎后凸畸形病人后认为,术前牵引配合单纯前路手术能起到良好疗效。同时,重度颈椎后凸畸形的病人应用单纯前路截骨矫形能达到治疗目的^[38]。

前路矫形手术可最大限度地恢复颈椎生物力学特性,通过受累椎体间的撑开尽可能增加前柱高度,实现前柱的拉长,最终恢复颈椎前凸。对于度数大、僵硬的后凸畸形,截骨技术带来了很大帮助。但前路手术容易引起声带麻痹、气管/食管损伤、感染或血肿^[39]。目前国内外学者对于颈椎后凸畸形尤其以脊髓前方受压为主的畸形,在熟练掌握前路手术技巧的情况下多主张行单纯前路手术。

2. 单纯后路手术

临床普遍认为僵硬型后凸畸形病人的神经压迫主要来自前方,单纯后路很难恢复生理力线且不能充分减压,并可能破坏椎体后方结构造成后凸畸形的进一步加重,故多数情况下不推荐行单纯后路手术。

关晓明等^[40]研究发现对于多节段脊髓型颈椎伴后凸畸形的病人,单纯后路单开门椎管扩大成形术虽然不能有效矫正后凸角度,但可明显改善病人的神经症状,维持颈椎曲度。同时有学者认为脊髓多节段受压,尤其是腹背侧均受压者,应采用单纯后路手术^[41]。亦有很多学者认为对于柔软、可复型后凸畸形者行单纯后路手术矫正,维持脊柱生理曲度即可,加以椎弓根螺钉固定限制后凸发展是不错的选择^[35,42-44]。

对于颈椎后方小关节骨性强直的病人,后路手术有助于解除压迫,缓解神经症状,恢复和维持生理曲度。同时对于轻度柔韧型后凸畸形,手术可矫正并限制后凸进展,同时扩大椎管容积并改善症状。但对后方结构复合体的破坏也可能导致未来后凸畸形的进展。同时C₅神经根麻痹和长期轴向疼痛的出现将会使手术效果大打折扣。

3. 前后联合手术

联合手术常常能带来更好的曲度恢复与维持以及更好的植骨融合率,但同样也存在手术时间长和并发症多等劣势。

Sasso等^[45]发现前路融合+后路固定能有效分散前方植骨界面的压力,增强固定的牢固程度,恢复后方张力带结构完整,降低术后植骨失败率。并且,有学者认为前后联合手术与单纯入路手术相比,可以获得更快、更充分的脊髓功能的恢复^[31]。僵硬型后凸畸形,大部分需要术前颅骨牵引,颅骨牵引可打开椎间隙,帮助恢复椎间高度,松懈颈椎周围组织,甚至帮助恢复一定的后凸畸形,以减小矫正力度。同时,对于一些前后方骨性强直不是很坚强的椎体,持续颅骨牵引可破坏骨性融合,恢复一定的柔软度。对于那些颅骨牵引不能松动,持续存在骨性融合的病人,应行前后联合手术。对于重度僵硬型后凸畸形,有学者认为可以行前路松解和后路截骨来实现矫形和缓解神经压迫的作用,其中后路截骨矫形是治疗重度僵硬型颈椎后凸畸形的常用手术方式^[23,46]。

Landi等^[47]通过对一名67岁的重度感染性颈椎后凸畸形女性病人的研究发现,前后联合手术对于治疗这类畸形有着理想的长期疗效。而Shah等^[48]进一步研究认为对于畸形较

为僵硬、畸形区域的压迫来自前后方且涉及长节段或前后方均存在骨性强直的病人,也应选择前后联合手术。

联合手术是治疗重度僵硬型颈椎后凸畸形的重要手段,在解除压迫、恢复和维持曲度上要明显优于单纯入路,但是手术时间长、出血多、术中需翻身和费用高等是其劣势,所以在选择联合手术时需要更为严格地把控手术指征。

五、小结

对于早期颈椎后凸畸形病人,可通过改变生活和工作习惯,药物或理疗等辅助来矫正畸形和缓解症状,若保守治疗无效,畸形进展,则需手术治疗。而过度追求畸形的矫正可能会加重脊髓损伤,因此手术应以解决脊髓压迫、限制后凸进展和稳定椎体为主要目的。颈椎后路手术对后方软组织通常需要广泛剥离,存在损伤脊神经后支、无法直接解除前方压迫以及远期后凸畸形加重的风险,目前大多数学者对单纯后路手术的选择仅限定在脊髓背侧受压以及轻度柔软型的后凸畸形。前后路联合手术对颈椎生物力学改善更佳,但手术时间、出血量、并发症等均较单一入路多。而单纯前路手术能在创伤较小、并发症较少的情况下恢复后凸角度、缓解病人症状。

颈椎后凸畸形的发生原因复杂,目前国内外对颈椎后凸畸形的诊断、临床评估及其诊治原则尚未达成共识,同时颈椎后凸畸形的治疗方法因病因不同而有一定差异,目前对于此疾病的研究数量尚不足,需日后多中心、大样本的研究。相信随着医疗水平的不断发展,更多诊疗方法的出现,在不久的将来我们一定可就颈椎后凸畸形的诊疗提出新的理念,制定相关指南,为病人提供更安全、更有效、更个体化的治疗手段。

参 考 文 献

- [1] Han K, Lu C, Li J, et al. Surgical treatment of cervical kyphosis [J]. *Eur Spine J*, 2011, 20(4): 523-536.
- [2] Scheer JK, Tang JA, Smith JS, et al. Cervical spine alignment, sagittal deformity, and clinical implications: a review [J]. *J Neurosurg Spine*, 2013, 19(2): 141-159.
- [3] Etame AB, Wang AC, Than KD, et al. Outcomes after surgery for cervical spine deformity: review of the literature [J]. *Neurosurg Focus*, 2010, 28(3): E14.
- [4] Ames CP, Blondel B, Scheer JK, et al. Cervical radiographical alignment: comprehensive assessment techniques and potential importance in cervical myelopathy [J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2013, 38(22 Suppl 1): S149-S160.
- [5] Grob D, Frauenfelder H, Mannion AF. The association between cervical spine curvature and neck pain [J]. *Eur Spine J*, 2007, 16(5): 669-678.
- [6] 贾连顺. 浅谈颈椎后凸畸形基本概念与诊断学基础 [J]. *脊柱外科杂志*, 2010, 8(2): 126-128.
- [7] Otsuka NY, Hey L, Hall JE. Postlaminectomy and postirradiation kyphosis in children and adolescents [J]. *Clin Orthop*, 1998(354): 189-194.
- [8] Lang RJ, Ng I, Seeley HM, et al. Prospective study of clinical and radiological outcome after anterior cervical discectomy [J]. *Br J Neurosurg*, 2001, 15(4): 319-323.
- [9] Bonney RA, Corlett EN. Head posture and loading of the cervical spine [J]. *Appl Ergon*, 2002, 33(5): 415-417.
- [10] Karabay O, Kilic S, Gurcan S, et al. Cervical lymphadenitis: tuberculosis or tularaemia? [J]. *Clin Microbiol Infect*, 2013, 19(2): E113-E117.
- [11] Peralta Fernández G. [Tuberculosis infections of the head and neck] [J]. *Acta Otorrinolaringol Esp*, 2009, 60(1): 59-66.
- [12] Chiesa Estomba CM, Betances Reinoso FA, Rivera Schmitz T, et al. Head and neck tuberculosis: 6-year retrospective study [J]. *Acta Otorrinolaringol Esp*, 2016, 67(1): 9-14.
- [13] Korf BR. Diagnosis and management of neurofibromatosis type 1 [J]. *Curr Neurol Neurosci Rep*, 2001, 1(2): 162-167.
- [14] 丁立祥, 姚琦, 陈迎春, 等. 5例骨软骨发育异常导致脊柱侧凸的手术治疗 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2009, 17(21): 1664-1666.
- [15] 王磊, 陈维善. 颈椎后凸畸形手术治疗 [J]. *国外医学(骨科学分册)*, 2005, 26(6): 362-364.
- [16] Zhou L, Fan J, Cheng L, et al. Changes of cervical sagittal alignments during motions in patients with cervical kyphosis [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2017, 96(47): e8410.
- [17] Yokota K, Maeda T, Kawano O, et al. Progression of local kyphosis after conservative treatment for compressive cervical spine fracture with spinal cord injury [J]. *J Orthop Surg*, 2019, 14(1): 98.
- [18] O'Shaughnessy BA, Liu JC, Hsieh PC, et al. Surgical treatment of fixed cervical kyphosis with myelopathy [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2008, 33(7): 771-778.
- [19] 张宏其, 袁丹, 刘少华, 等. 重度僵硬型非角状颈椎后凸畸形的手术治疗 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2008, 18(4): 266-269.
- [20] 李方财, 陈其昕, 陈维善. 严重僵硬型颈椎后凸畸形的入路选择 [J]. *中华骨科杂志*, 2015, 35(4): 368-373.
- [21] 钟沃权, 姜亮, 孙宇, 等. 单纯前路与前后路联合入路矫形手术治疗重度颈椎后凸畸形 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2012, 22(3): 235-240.
- [22] Guigui P, Benoist M, Deburge A. Spinal deformity and instability after multilevel cervical laminectomy for spondylotic myelopathy [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1998, 23(4): 440-447.
- [23] 袁文, 刘洋, 陈德玉, 等. 重度颈椎后凸畸形的手术治疗 [J]. *中华骨科杂志*, 2007, 27(9): 671-676.
- [24] 沈晓龙, 田野, 东人, 等. 青少年特发性颈椎后凸畸形的影像学特征及其临床指导意义 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2011, 21(9): 745-749.
- [25] Shen XL, Tian Y, Zhou XH, et al. A radiographic analysis of cervical sagittal alignment in adolescent idiopathic cervical kyphosis [J]. *Clin Spine Surg*, 2017, 30(5): E560-E566.
- [26] 方加虎, 周许辉, 袁文, 等. 颈椎后凸畸形患者影像学测量指标与临床症状的相关性研究 [J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2009, 19(8): 601-604.
- [27] Harrison DE, Harrison DD, Cailliet R, et al. Cobb method or Harrison posterior tangent method: which to choose for lateral cervical radiographic analysis [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2000, 25(16): 2072-2078.
- [28] Hey HWD, Lau ET, Wong GC, et al. Cervical alignment variations in different postures and predictors of normal cervical kyphosis [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2017, 42(21): 1614-1621.
- [29] Koller H, Ames C, Mehdian H, et al. Characteristics of deformity surgery in patients with severe and rigid cervical kyphosis (CK):

- results of the CSRS - Europe multi - centre study project [J]. *Eur Spine J*, 2019, 28(2): 324-344.
- [30] Iwasaki M, Yamamoto T, Miyauchi A, et al. Cervical kyphosis: predictive factors for progression of kyphosis and myelopathy [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2002, 27(13): 1419-1425.
- [31] 方加虎, 贾连顺, 周许辉, 等. 颈椎后凸畸形的临床特征和外科治疗策略[J]. *中华外科杂志*, 2010, 48(20): 1546-1549.
- [32] 胡珏, 邓俊才, 唐六一, 等. 非手术治疗轻度颈椎后凸畸形的疗效观察[J]. *实用医院临床杂志*, 2014, 11(4): 198-200.
- [33] 吴艳刚, 孙宇. 青少年颈椎椎板切除术前后凸畸形防治的研究进展[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2005, 15(11): 694-695.
- [34] Richman JD, Daniel TE, Anderson DD, et al. Biomechanical evaluation of cervical spine stabilization methods using a porcine model[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1995, 20(20): 2192-2197.
- [35] Gadia A, Shah K, Nene A. Cervical Kyphosis [J]. *Asian Spine J*, 2019, 13(1): 163-172.
- [36] Hosoi K, Tonomura H, Takatori R, et al. Usefulness of anterior cervical fusion using titanium interbody cage for treatment of cervical degenerative disease with preoperative segmental kyphosis [J]. *Medicine (Baltimore)*, 2017, 96(32): e7749.
- [37] Gu YF, Shen XL, Liu Y, et al. Clinical outcomes of anterior correction and reconstruction for neurofibromatosis - associated severe cervical kyphotic deformity [J]. *Int Orthop*, 2019, 43(3): 639-646.
- [38] 沈晓龙, 吴卉乔, 胡之浩, 等. 颈椎前路手术治疗重度颈椎后凸畸形的效果分析[J]. *中华外科杂志*, 2017, 55(3): 166-171.
- [39] Cho SK, Safir S, Lombardi JM, et al. Cervical spine deformity: indications, considerations, and surgical outcomes [J]. *J Am Acad Orthop Surg*, 2019, 27(12): e555-e567.
- [40] 关晓明, 马迅, 冯皓宇. 多节段脊髓型颈椎病变伴后凸畸形不同入路方式的选择和疗效[J]. *中国脊柱脊髓杂志*, 2016, 26(6): 481-487.
- [41] 黄伟, 王华东, 郭继东, 等. 青少年颈椎长节段严重后凸畸形手术方案的个体化选择[J]. *中国医药导报*, 2012, 9(3): 156-158.
- [42] Ganju A, Ondra SL, Shaffrey CI, et al. Cervical kyphosis [J]. *Techniques in Orthopaedics*, 2002, 17(3): 345-354.
- [43] Song KJ, Johnson JS, Choi BR, et al. Anterior fusion alone compared with combined anterior and posterior fusion for the treatment of degenerative cervical kyphosis [J]. *J Bone Joint Surg Br*, 2010, 92(11): 1548-1552.
- [44] Qian S, Wang Z, Jiang G, et al. Efficacy of laminoplasty in patients with cervical kyphosis [J]. *Med Sci Monit*, 2018, 24: 1188-1195.
- [45] Sasso RC, Ruggiero RA Jr, Reilly TM, et al. Early reconstruction failures after multilevel cervical corpectomy [J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2003, 28(2): 140-142.
- [46] 周许辉, 张咏, 方加虎, 等. 重度青少年特发性颈椎后凸畸形的手术治疗[J]. *中华外科杂志*, 2010, 48(4): 276-279.
- [47] Landi A, Marotta N, Mancarella C, et al. 360° fusion for realignment of high grade cervical kyphosis by one step surgery: case report [J]. *World J Clin Cases*, 2014, 2(7): 289-292.
- [48] Shah KC, Gadia A, Pawar U, et al. Cervical gibbectomy for rigid, rounded kyphosis in pediatric patient: surgical planning with technical note [J]. *World Neurosurgery*, 2018, 116: 357-361.

(收稿日期: 2019-08-19)

(本文编辑: 陈姗姗)

本文引用格式

孙泽宇, 罗旭, 李波, 等. 颈椎后凸畸形诊治的研究进展[J]. *骨科*, 2020, 11(2): 173-177.

DOI: 10.3969/j.issn.1674-8573.2020.02.017.