

· 综述 ·

颈椎术后邻近节段退变性疾病患者矢状位平衡变化的研究进展

李天阳, 马迅*

(山西医科大学第三医院骨科, 太原 030032)

【摘要】 目前对颈椎矢状面平衡参数的研究已取得重大进展, 且有许多学者已致力于对其与邻近节段退变性疾病 (ASD) 关系的研究, 初步结果令人满意。发生 ASD 的患者常存在颈椎矢状位失衡, 不同参数的变化各不相同, 但各参数之间存在极强的相关性。同时, 患者术前的年龄、颈椎退行性改变程度、手术方式及手术节段的选择对 ASD 的发生同样有显著影响。

【关键词】 颈椎; 邻近节段退变; 矢状位平衡

【中图分类号】 R681.5⁺3

【文献标志码】 A

【DOI】 10.11915/j.issn.1671-5403.2023.07.115

Research progress on spine sagittal balance of patients with adjacent segment degeneration after cervical surgery

Li Tianyang, Ma Xun*

(Department of Orthopedics, Third Hospital of Shanxi Medical University, Taiyuan 030032, China)

【Abstract】 At present, great progress has been made in the study of cervical sagittal balance parameters, and many scholars have devoted themselves to investigate the relationship of these parameters with adjacent segment degeneration (ASD). The preliminary results are satisfying. ASD patients often have cervical sagittal imbalance, with varying variations in different parameters. And there are strong correlations among these parameters. At the same time, the preoperative age of patients, severity of cervical degeneration, surgical methods, and selection of surgical segments also have a significant impact on the occurrence of ASD.

【Key words】 cervical vertebrae; adjacent segment degeneration; sagittal balance

This work was supported by the Guidance Project for Scientific and Technological Achievements Transformation of Shanxi Province (201604D132044).

Corresponding author: Ma Xun, E-mail: maxun2532@sina.com

邻近节段退变性疾病的潜在机制被认为是对融合节段运动丧失的补偿, 除了自然退化的进展外, 还导致相邻节段的过度紧张^[1]。测量并分析颈椎术后发生邻近节段退变性疾病 (adjacent segment degeneration, ASD) 患者颈椎矢状面的平衡参数, 可能有助于总结 ASD 进展的相关危险因素, 对术者进行术前评估、术中操作及术后预防有相当重要的指导意义, 同时也可尽量避免因 ASD 而导致的二次缺勤、住院和额外手术增加社会经济负担^[2]。因此, 本文通过检索并深入分析相关文献, 对颈椎矢状面平衡参数与颈椎术后邻近节段退变性疾病之间的关系进行综述, 希望能够对临床决策与科研工作的开展提供一定参考。

1 检索策略

本文以“颈椎矢状面平衡”“颈椎邻近节段退

变”为关键词, 在中国知网数据库、万方数据知识平台检索 2017 年 1 月至今的中文文献; 以“cervical sagittal balance”“adjacent segment degeneration”为关键词, 在 PubMed、GeenMedical 检索 2017 年 1 月至今的英文文献。

纳入标准: (1) 与本综述主题相关的临床或基础研究; (2) 文献类型为已发表的具有代表性的期刊论文。排除标准: (1) 同一作者团队的重复性研究; (2) 循证等级相对不足、研究质量较低的文章。

2 术后发生邻近节段退变患者颈椎矢状面平衡参数的变化

2.1 T₁ 倾斜角的变化

目前 T₁ 倾斜角 (T₁ slope, T₁S) 对颈椎整体曲度的影响已被证实: T₁ 倾斜角较小的患者需要增加颈椎前倾来保持水平注视; T₁ 倾斜角较大的患者需要

收稿日期: 2022-09-19; 接受日期: 2022-11-18

基金项目: 山西省科技成果转化引导专项 (201604D132044)

通信作者: 马迅, E-mail: maxun2532@sina.com

更多的能量维持颈椎矢状位平衡,而正常颈椎曲度的丧失可能导致颈椎异常运动并加速退变导致 ASD 的发生^[3]。既往研究中,行人工颈椎间盘置换术 (artificial cervical disc replacement, ACDR) 术后发生 ASD 的患者 T_1 倾斜角显著降低^[4], 同样有研究发现在颈前路椎间盘切除椎间植骨融合术 (anterior cervical discectomy and fusion, ACDF) 术后, 发生 ASD 的患者有更小的 T_1 倾斜角, 并继续指出 $T_1S < 19.5^\circ$ 是发生 ASD 的独立危险因素^[5,6]。

2.2 颈椎前凸角的变化

有关颈椎前凸角 (cervical lordosis, CL) 的研究中发现未发生 ASD 患者术后 CL 较术前明显增加或无变化, 说明充分修复 CL 有利于达到满意的临床效果并预防邻近节段退变性疾病的发生^[1,7,8]。同时在相关研究中已经证实 T_1S 与 CL 存在正相关性, CL 随着 T_1S 的增大而增大^[8], 而较大的 CL 可减少手术邻近节段的活动范围, 从而降低 ASD 的发生率, 这同时印证了前文所述颈椎术后保持 $T_1S \geq 19.5^\circ$ 的必要性。

2.3 $C_2 \sim C_7$ 矢状面轴向距离的变化

$C_2 \sim C_7$ 矢状面轴向距离 (sagittal vertical axis, SVA) 是维持颈椎矢状面平衡的重要参数之一, 健康成年人的 $C_2 \sim C_7$ SVA 约 20 mm, 较大的 $C_2 \sim C_7$ SVA 会导致 CL 减小, 其间存在明显的负相关性^[8], 且在接受颈椎手术治疗后若患者 $C_2 \sim C_7$ SVA > 40 mm, 其健康相关生活质量评分 (health-related quality of life, HRQOL) 通常较低, 最终因 ASD 行二次手术治疗的概率也会有很大提高^[9]。

3 影响颈椎矢状面平衡参数术后变化并导致邻近节段退变的因素

3.1 年龄

在日渐加速的生活节奏下, 颈椎退变性疾病的平均发病年龄逐渐降低, 术后患者发生 ASD 而接受二次手术治疗的发生率逐年升高。Wang 等^[10] 在研究中报告了年龄与 ASD 的关系, 在行单节段 ACDF 术治疗的患者中, 手术时 ≤ 50 岁或发育性椎管狭窄的患者术后更容易发生症状性 ASD, 行二次手术的风险同步增加。也有研究通过对比不同年龄组手术前后 $C_2 \sim C_7$ SVA 及颈椎曲度的变化, 结果得出 70 岁及以上的老年人在手术治疗后更易出现颈椎矢状位失衡, 且术后脊柱前凸丧失和 $C_2 \sim C_7$ SVA 的升高明显高于非老年患者^[11]。

3.2 手术方式

在有关颈后路手术的研究中发现, 大多数患者术后颈椎 CL 减小, 在一定程度上导致了颈椎矢状

位失衡, 这可能与颈后路手术对软组织破坏范围较大、对肌肉-韧带复合体损伤严重有关^[12-14]。若韧带钙化占位率不低于 60%, 行颈椎前路椎体骨化物前移术 (anterior controllable ante-displacement and fusion, ACAF) 在保护颈椎曲度及神经恢复效果方面均优于后路手术, 是一种安全有效的替代治疗方案^[12,15]。在颈前路手术中, ACDF 术和颈前路椎体次全切除减压融合术 (anterior cervical corpectomy and fusion, ACCF) 为治疗脊髓型颈椎病 (cervical spondylotic myelopathy, CSM) 的经典术式, 有研究对 48 例接受颈前路手术的患者进行长达 12 个月的随访后认为 ACDF 术相比于 ACCF 术更能改善颈椎前凸^[16]。目前有多项研究表明 ACDR 对颈椎术后邻近节段退变性疾病翻修临床效果满意, 可明显恢复颈椎 CL, 保留手术节段部分运动功能, 降低邻近节段应力^[4,17,18]。

3.3 手术节段

治疗节段的融合意味着该节段活动度的丧失, 必然导致邻近节段应力及整体矢状位平衡参数的改变, 所以手术治疗的具体节段及融合节段数量是影响邻近节段退变性疾病发生的重要因素之一。有多项报告对单节段 ACDF 术后患者进行回顾性研究, 评估术后 X 线和 MRI, 结果显示 $C5/6$ 节段融合术后患者颈椎 CL 明显增大, 更易发生 ASD^[19,20]。对于三节段及以上的多节段 ACDF 手术治疗患者, ASD 更常发生在先前融合的上节段, 这是因为融合水平数量越多, 颈椎 CL 恢复越小, 导致手术节段上方邻近节段代偿运动增加而加速退变^[21-23]。

3.4 患者术前颈椎退行性改变程度

患者术前颈椎矢状面平衡情况对疗效及各项影像学平衡参数的影响同样不容忽视, 术前存在矢状面严重失衡的患者在术后该情况可能会进一步加重。有多个研究报告显示, 术前 T_1S 或 $C_2 \sim C_7$ SVA 较大的患者术后更易出现颈椎前凸的丧失^[18,24,25]。Xu 等^[26] 也在此基础上继续指出, 术前头部重心 (center gravity of head, CGH) - C_7 SVA (CGH- C_7 SVA) 水平高的患者很容易发生颈椎矢状面失衡和颈椎神经系统症状, 具体临界值为 3.8 cm。但也有研究者指出患者术前颈椎退行性改变程度对术后矢状位平衡影响有限, 手术治疗及积极的术后康复训练可明显改善此前存在的失衡情况^[27]。

3.5 其他

除以上因素之外, 颈椎形成的后纵韧带骨化 (ossification of posterior longitudinal ligament, OPLL) 也会在术后对颈椎矢状面平衡产生影响, 相比于 CSM 患者, OPLL 患者术后 $C_2 \sim C_7$ SVA 和 C_7 倾斜角

更大,限制了颈椎前凸补偿,影响脊髓减压的程度^[28]。在对 OPLL 患者治疗的手术方式的选择上,有研究指出行椎板切除融合术使用融合器所获得的稳定可以抑制 OPLL 厚度的进展,从而减缓邻近节段的退变^[29]。

综上,颈椎矢状面平衡参数在颈椎术后邻近节段退变性疾病的治疗中具有极其重要的临床应用价值。一般来说,颈前路手术,尤其是椎间盘置换术可以更好地恢复颈椎矢状面平衡,且年轻患者及术前即存在严重矢状位失衡患者术后更易发生 ASD,以接受颈椎中段单节段颈前路手术治疗的患者为甚。因此,在临床工作中,医务工作者要严谨进行术前评估,合理设计手术方案,这对患者术后症状改善及预防邻近节段退变性疾病的发生尤为重要。

【参考文献】

- [1] Schuermans VNE, Smeets AYJM, Wijsen NPMH, *et al.* Clinical adjacent segment pathology after anterior cervical discectomy, with and without fusion, for cervical degenerative disc disease: a single center retrospective cohort study with long-term follow-up[J]. *Brain Spine*, 2022, 2: 100869. DOI: 10.1016/j.bas.2022.100869.
- [2] Bonano J, Cummins DD, Burch S, *et al.* Economic impact of revision operations for adjacent segment disease of the subaxial cervical spine[J]. *J Am Acad Orthop Surg Glob Res Rev*, 2022, 6(4): e22.00058. DOI: 10.5435/JAAOSGlobal-D-22-00058.
- [3] Yang P, Li Y, Li J, *et al.* Impact of T1 slope on surgical and adjacent segment degeneration after Bryan cervical disc arthroplasty[J]. *Ther Clin Risk Manag*, 2017, 13: 1119–1125. DOI: 10.2147/TCRM.S138990.
- [4] Wang X, Meng Y, Liu H, *et al.* Association of cervical sagittal alignment with adjacent segment degeneration and heterotopic ossification following cervical disc replacement with Prestige-LP disc[J]. *J Orthop Surg (Hong Kong)*, 2020, 28(3): 2309499020968295. DOI: 10.1177/2309499020968295.
- [5] 钟远鸣, 廖俊城, 霍杰钊, 等. 颈椎前路融合后邻近节段退变与矢状位参数[J]. *中国矫形外科杂志*, 2020, 28(5): 390–394. DOI: 10.3977/j. issn. 1005-8478. 2020. 05. 02.
- [6] Song J, Zhang YX, Song KH, *et al.* Risk factors of adjacent segment disease after anterior cervical arthrodesis: a retrospective study of sagittal measurement of thoracic inlet parameters[J]. *World Neurosurg*, 2018, 114: e1094–e1100. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.03.152.
- [7] 王志钢, 田纪伟, 汪海滨, 等. 颈前路减压融合手术对颈椎矢状位形态的影响[J]. *中国矫形外科杂志*, 2022, 30(3): 270–272. DOI: 10.3977/j. issn. 1005-8478. 2022. 03. 17.
- [8] 刘涛, 邱水强, 黄宇峰, 等. 颈前路椎间融合术后矢状位参数变化与临床疗效的相关性研究[J]. *中华骨科杂志*, 2018, 38(2): 79–85. DOI: 10.3760/cma.j. issn. 0253-2352. 2018. 02. 003.
- [9] Özer AF, Ateş Ö, Çerezci Ö, *et al.* Changes in cervical sagittal alignment and the effects on cervical parameters in patients with cervical spondylotic myelopathy after laminoplasty[J]. *J Craniovertebr Junction Spine*, 2021, 12(2): 183–190. DOI: 10.4103/jevjs.jevjs_213_20.
- [10] Wang F, Hou HT, Wang P, *et al.* Symptomatic adjacent segment disease after single-lever anterior cervical discectomy and fusion: incidence and risk factors[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2017, 96(47): e8663. DOI: 10.1097/MD.0000000000008663.
- [11] Sakaura H, Ohnishi A, Yamagishi A, *et al.* Differences in postoperative changes of cervical sagittal alignment and balance after laminoplasty between cervical spondylotic myelopathy and cervical ossification of the posterior longitudinal ligament[J]. *Global Spine J*, 2019, 9(3): 266–271. DOI: 10.1177/2192568218784951.
- [12] Chen Y, Sun J, Yuan X, *et al.* Comparison of anterior controllable antedisplacement and fusion with posterior laminoplasty in the treatment of multilevel cervical ossification of the posterior longitudinal ligament: a prospective, randomized, and control study with

- at least 1-year follow up[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2020, 45(16): 1091–1101. DOI: 10.1097/BRS.0000000000003462.
- [13] Zhang L, Cheng Z, Zhang T, *et al.* Correlation between C(7) slope and cervical lordosis in patients after expansive open-door laminoplasty[J]. *Br J Neurosurg*, 2020, 34(4): 419–422. DOI: 10.1080/02688697.2020.1751066.
- [14] Hitchon PW, Woodroffe RW, Noeller JA, *et al.* Anterior and posterior approaches for cervical myelopathy: clinical and radiographic outcomes[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2019, 44(9): 615–623. DOI: 10.1097/BRS.0000000000002912.
- [15] Kong QJ, Luo X, Tan Y, *et al.* Anterior controllable antedisplacement and fusion (ACAF) *vs* posterior laminoplasty for multilevel severe cervical ossification of the posterior longitudinal ligament: retrospective study based on a two-year follow-up[J]. *Orthop Surg*, 2021, 13(2): 474–483. DOI: 10.1111/os.12856.
- [16] Zhou P, Zong L, Wu Q, *et al.* Analysis of cervical sagittal balance in treating cervical spondylotic myelopathy: 1-level anterior cervical corpectomy and fusion *versus* 2-level anterior cervical discectomy and fusion[J]. *Med Sci Monit*, 2020, 26: e923748. DOI: 10.12659/MSM.923748.
- [17] 郝定均, 刘团江, 贺宝荣, 等. 颈椎人工间盘置换术治疗单节段颈椎椎病的疗效观察[J]. *中华医学杂志*, 2020, 100(45): 3590–3595. DOI: 10.3760/cma.j.cn112137-20200715-02122.
- [18] Xu S, Liang Y, Wang J, *et al.* Cervical spine balance of multilevel total disc replacement, hybrid surgery, and anterior cervical discectomy and fusion with a long-term follow-up[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2020, 45(16): E989–E998. DOI: 10.1097/BRS.0000000000003474.
- [19] Alhashash M, Shousha M, Boehm H. Adjacent segment disease after cervical spine fusion: evaluation of a 70-patient long-term follow-up[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2018, 43(9): 605–609. DOI: 10.1097/BRS.0000000000002377.
- [20] Ma X, Du Y, Wang S, *et al.* Adjacent segment degeneration after intervertebral fusion surgery by means of cervical block vertebrae[J]. *Eur Spine J*, 2018, 27(6): 1401–1407. DOI: 10.1007/s00586-017-5371-5.
- [21] Jeon SI, Hyun SJ, Han S, *et al.* Relationship between cervical sagittal alignment and patient outcomes after anterior cervical fusion surgery involving 3 or more levels[J]. *World Neurosurg*, 2018, 113: e548–e554. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.02.088.
- [22] Teo SJ, Goh GS, Yeo W, *et al.* The relationship between cervical sagittal balance and adjacent segment disease after three-level anterior cervical discectomy and fusion[J]. *Clin Spine Surg*, 2021, 34(5): E264–E270. DOI: 10.1097/BSD.0000000000001135.
- [23] Basques BA, Louie PK, Mormal J, *et al.* Multi- *versus* single-level anterior cervical discectomy and fusion: comparing sagittal alignment, early adjacent segment degeneration, and clinical outcomes[J]. *Eur Spine J*, 2018, 27(11): 2745–2753. DOI: 10.1007/s00586-018-5677-y.
- [24] Lee JS, Son DW, Lee SH, *et al.* The predictable factors of the postoperative kyphotic change of sagittal alignment of the cervical spine after the laminoplasty[J]. *J Korean Neurosurg Soc*, 2017, 60(5): 577–583. DOI: 10.3340/jkns.2017.0505.007.
- [25] Wang WX, Zhao YB, Lu XD, *et al.* Influence of extending expansive open-door laminoplasty to C1 and C2 on cervical sagittal parameters[J]. *BMC Musculoskelet Disord*, 2020, 21(1): 75. DOI: 10.1186/s12891-020-3083-1.
- [26] Xu C, Zhang Y, Dong M, *et al.* The relationship between preoperative cervical sagittal balance and clinical outcome of laminoplasty treated cervical ossification of the posterior longitudinal ligament patients[J]. *Spine J*, 2020, 20(9): 1422–1429. DOI: 10.1016/j.spinee.2020.05.542.
- [27] Tamai K, Suzuki A, Yabu A, *et al.* Clinical impact of cervical imbalance on surgical outcomes of laminoplasty: a propensity score-matching analysis[J]. *Clin Spine Surg*, 2020, 33(1): E1–E7. DOI: 10.1097/BSD.0000000000000849.
- [28] Nori S, Aoyama R, Ninomiya K, *et al.* Ossified posterior longitudinal ligament existing at an intervertebral level limits compensatory mechanism of cervical lordosis after muscle-preserving selective laminectomy[J]. *Spine Surg Relat Res*, 2019, 3(4): 312–318. DOI: 10.22603/ssr.2019-0036.
- [29] Ha Y, Shin JJ. Comparison of clinical and radiological outcomes in cervical laminoplasty *versus* laminectomy with fusion in patients with ossification of the posterior longitudinal ligament[J]. *Neurosurg Rev*, 2020, 43(5): 1409–1421. DOI: 10.1007/s10143-019-01174-5.