

关节突关节退变与腰椎不稳症关系的研究进展

周智毅^{1,2} 王建伟^{1,2} 张亚峰^{2△} 杜建明² 陈文锦²

[关键词] 关节突; 关节退变; 腰椎不稳症; 研究进展

[中图分类号] R681.5 [文献标志码] A [文章编号] 1005-0205(2018)07-0081-03

腰椎不稳症严重影响中老年人群生活质量,其临床症状缺乏特异性,通常表现为腰容易扭伤,轻微活动可导致腰痛、腰部活动受限。而腰椎关节突关节的病变是导致腰椎不稳症的重要原因。本文以“关节突关节”“腰椎不稳”“解剖”“生物力学”“病理”等为关键词,计算机检索近年来在 Pubmed, Elsevier, 中国知网和万方数据学术论文总库、维普中文科技数据库发表的相关文献,纳入语言为中文和英文,发现关节突关节的病变与腰椎不稳症的发病机制、临床表现有着密切的关系,对指导腰椎不稳症的诊疗有着重要的意义,本文对关节突关节病变与腰椎不稳症的研究进展综述如下。

1 关节突关节形态改变与腰椎稳定性的关系

腰椎关节突关节的形态结构与腰椎的稳定性密切相关。从 L₁~L₅, 关节突关节关节面由近似矢状位向下逐渐变为斜位,至 L₅ 几乎呈冠状位。这种关节结构使脊柱在矢状面活动范围较大,限制了对椎间盘的剪切力,压应力以及扭转应力,并且更大程度地限制了轴向旋转。L_{3~4} 关节突关节曲率较高,提供了多方向的稳定性,对向外侧和向前方的位移提供几乎相等的限制力,而 L₅S₁ 关节面呈冠状位,对椎体向前的位移提供更多的限制,而且 L₅S₁ 节段的稳定性能够得到腰骶韧带的支持。L_{4~5} 节段则既要如同 L_{3~4} 一样限制椎体多方向的异常运动又要如 L₅S₁ 一样限制椎体向前的过度滑移,却得不到腰骶部韧带、肌肉的支持,所以腰椎不稳多发生在 L_{4~5} 节段^[1,2]。

1.1 关节突关节矢状化改变和不对称

近年来的研究发现,腰椎不稳通常会引起腰椎关节突关节形态的一些改变,腰椎不稳使关节突关节所产生的异常应力和异常活动增多,反复发生进而导致关节突关节退变,发生关节软骨磨损、间隙变窄、关节下骨硬化、骨质增生等形态变化^[3]。研究发现,腰椎不稳定患者关节突关节退变程度明显较腰椎间盘突出患者严

重^[4]。腰椎关节突关节矢状化改变致使其抗前滑阻力下降,关节不对称致脊柱运动节段承受载荷时其轴向旋转总是倾向于关节面更斜的一侧,增加了纤维环的扭转应力,进一步破坏腰椎的稳定性,降低抗滑脱力量^[4]。杨家赵等^[3]认为,患者关节突关节方向的矢状化是预先存在解剖学诱因。关节突关节左右不对称与退变性腰椎滑脱关系密切。许伏龙等^[5]通过研究发现退行性腰椎滑脱关节突关节角度均小于正常人。关节突关节的空间和方向改变对退变性腰椎不稳的发生具有一定的病因学意义。关节突关节退变是腰椎不稳发生的重要因素,它们是互为因果、互相协同促进的关系^[6]。

腰椎的稳定由椎间盘、椎旁肌肉、韧带、关节突关节等共同维持,所以,不应夸大关节突关节退变在腰椎不稳症发病过程中的作用。孙永进等^[7]发现,不稳定节段头尾侧关节突关节方向更加偏向矢状位,这种矢状化改变却与滑脱程度及关节突关节退变程度无明显相关性,但是关节突关节的退变程度却与滑脱程度有一定相关性,同时关节突关节的不对称程度也较正常研究对象有明显差异,认为关节突关节空间方向上的改变是要腰椎退变过程中应力作用下二次重塑的结果。张文志等^[8]认为矢状面的关节突关节方向不能作为引起腰椎滑脱的孤立因素,只有当超重、更大的骨盆投射角和骶骨倾斜角等引起腰椎的前向剪切力增大时,矢状面的关节突关节不足以抵抗椎体的前向移动,从而导致滑脱的发生。在腰部及腰骶部,有研究者认为,小关节平面及不对称会随时间的改变而改变,观察小关节不对称应该在一个时间段而不是时间点上进行。范洪武等^[9]用 2 年时间观察腰突症患者的小关节突平面方向矢状突占多数,2 年前后小关节突平面方向改变。2 年时间里 7 例患者小关节突不对称消失,另有 7 例患者小关节突不对称出现,2 年里出现和消失的小关节突不对称的例数比较,差异无统计学意义。

1.2 关节囊的退变

关节病变和椎体不稳互为因果。椎体不稳使力的平衡遭到破坏,加重了腰椎关节的负荷,促进关节病变的发展。关节囊是关节突关节的附属结构,对关节活动起到一定的稳定作用,关节囊在关节软骨退变的进

基金项目:国家自然科学基金面上项目(81473693)

¹ 南京中医药大学(南京,210046)

² 南京中医药大学无锡附属医院

△通信作者 E-mail: orthozhang@sina.com

程中,会慢慢变小并变薄,常导致发生腰椎活动明显受限,影响了腰椎正常的活动^[1]。小关节积液也被认为是腰椎存在不稳的指征,小关节积液量与腰椎不稳存在相关性^[10-12],小关节积液量越多,发生腰椎不稳的可能性也越大,提示小关节积液可能与下腰痛相关。也有发现小关节积液与慢性下腰痛程度无显著性相关^[13],可能的原因为:1)小关节退变与小关节积液具有一定的相似性,或小关节积液对慢性下腰痛的影响程度弱于小关节退变,所以在多因素回归中被更具重要性的小关节退变所代表;2)正常小关节也含有少量滑液,虽然常以液性高信号宽度 ≥ 1 mm作为液体增多的标准,但这一标准仍可能包含了较多的正常人群,有研究误差^[14,15]。

2 关节突关节退变对腰椎三关节复合体的影响

椎间盘位于腰椎前部,关节突关节位于腰椎的后部,两者共同构成三关节复合体,共同维持腰椎的稳定,起到传递载荷、引导和限制腰椎运动的作用^[16],保证了各种剪切力、压缩力的正常传递,使人体得以完成多种动作,三关节复合体对腰椎的稳定十分重要。腰椎关节突关节的退变对三关节复合体的功能有重要的影响。腰椎关节突关节可以抵消一部分对椎间盘的扭转力、剪切力,对椎间盘有一定的保护作用,椎间盘退变、关节突关节骨关节炎都会影响到腰椎稳定性,椎间盘退变性疾病改变了相应节段和邻近节段的腰椎关节突关节的活动范围,以L₄S₁椎间盘退变的患者为例^[17],L_{4~5}节段左右侧屈腰椎关节突关节的活动范围较健康受试者显著增加,L_{4~5}和相邻节段L_{3~4}的屈伸活动范围也显著增加,而相邻节段L_{3~4}和L_{2~3}腰椎关节突关节旋转活动范围则显著减少。腰椎间盘突出与腰椎小关节角左右侧不相等有关;腰椎小关节角和后外侧角自L_{3~4}至L₅S₁逐渐更偏向冠状位,而内侧角在L_{4~5}节段更偏冠状位,可能与腰椎管狭窄的发病有关^[18]。MR上显示的腰椎间盘退变与腰椎过伸过屈位X线片相比较,并没有发现腰椎间盘的退变与腰椎不稳在统计学上有显著相关^[19]。

关节突关节矢状化与不对称使得在扭转运动时,腰椎间盘的压力和向前的剪切力增加,加速了腰椎间盘的退变。粘多糖的侧链(gagCEST)是腰椎间盘的重要组成部分,gagCEST的减少是腰椎退变过程中的重要特征^[20],在关节突关节关节面方向与不对称的程度与年轻志愿者的椎间盘中gagCEST含量的呈负相关,提示关节突关节关节面方向与不对称在腰椎间盘的早期退变中起着重要作用。关节突关节矢状化与不对称致使椎间盘和关节突关节的轴向应力增加^[21],使得关节突关节在扭力作用下更加容易受伤。研究发现,腰椎不稳、腰椎的异常运动与关节突关节骨关节炎程度呈负相关。而关节突关节退变限制了椎体异常的侧弯与前后滑移。退变性腰椎滑脱的患者,存在不稳定的节段与其它相邻的节段相比较,关节突关节旋转活

动范围显著缩小,且与腰椎间盘退变性疾病的患者相比,该节段关节突关节旋转活动范围也显著缩小^[22]。当三关节长期在过高应力作用下,会发生相应的小关节、椎间盘、终板变性及其结构完整性的丧失,其病变会导致关节咬合关系失常,进而引起腰椎不稳。

3 关节突关节对于腰椎不稳症诊疗的意义

3.1 为诊断病情提供参考

关节突关节由于其特殊的解剖结构、生物力学特点与腰椎不稳症的发病机制、临床表现与影像学表现等有重要的关系。了解关节突关节的解剖和生物力学特点对于腰椎不稳症的诊疗有重要的意义。腰椎小关节突关节的退变是小关节异常应力和异常活动的表现。骨关节炎、关节肥大、骨赘形成、关节软骨硬化、关节间隙狭窄的影像学表现可作为诊断腰椎不稳的参考依据。最近的研究显示腰椎关节积液和腰椎不稳也具有显著的相关性,这些可以通过影像学检查所发现,并可作为判断腰椎不稳症的参考,并有望通过积极的治疗获得病情的改善^[23,24]。

3.2 为制定更科学更严谨的手术方式提供参考

在腰椎后路手术中,为了减轻对神经根的压迫,常需要切除腰椎关节突关节及周围的软组织,手术切除的范围往往会影响到腰椎稳定性。有研究认为,部分切除双侧关节突关节对腰椎稳定性影响不大,全部切除双侧关节突关节方可导致节段后伸及旋转活动范围增加^[25]。有限元分析方法可以实现参数化建模,计算关节突关节在不同条件下的生物力学特点,为研究不同手术方式影响腰椎稳定性的生物力学机制提供了方法。有研究者用有限元模拟单节段腰椎关节突关节分级切除,发现当双侧关节突关节切除达到1/3时,与术前完整模型相比,模型前屈运动范围增加18%,后伸运动范围增加27%,侧向旋转运动范围增加45%,且随着关节突关节切除范围的增大,运动范围变化也增大^[26]。各模型在侧向弯曲时运动范围变化不显著。双侧关节突关节切除范围达到1/3时,即可能引起退变腰椎节段的稳定性丢失。有研究者在腰椎有限元模型的基础上模拟全椎板切除、半椎板切除及椎板开窗减压术,比较减压节段的运动范围及相应椎间盘的应力改变^[32]。在小关节切除后,腰椎节段对扭转运动的限制能力显著下降,椎间盘可出现加速破坏和退变。而椎板开窗减压术模型因为保留了大部分的关节突及后部结构,与其他两种手术模型相比,运动范围明显减少。

在临床实践中,脊柱内固定系统是腰椎手术中重要的辅助工具,而椎弓根螺钉植入过程中可能会增加关节突关节的损伤,后路腰椎固定融合都可能加速邻近节段的退变。陈佳佳等^[27]发现单节段后路腰椎固定融合(PLIF)术前后邻近节段关节突关节的退变发生率、退变程度有显著性差异,其中以关节间隙狭窄和软骨下骨的侵蚀最为常见。英龙等^[28]认为,因为自L₃~L₅,关节突关节的关节面由相对矢状位逐渐转变为

相对冠状位,融合节段的邻近上位节段位于下腰椎(L₄,L₅)较上腰椎更容易出现椎弓根螺钉对关节突关节的损伤,关节突的关节面与冠状面之间的夹角越小,进钉时越容易损伤关节突关节。Lee 等^[29]认为,腰椎椎弓根螺钉置入对近端相邻关节突关节侵扰是加速关节突关节退变的重要危险因素之一,侵扰会使关节突关节表面的接触应力和椎间盘压力有所增加,加速关节突关节退变。李振宙等^[30]认为,腰椎融合术后相邻节段关节突关节关节囊的牵张应力会增加,也会引起相邻节段关节突关节源性腰痛。经皮脊神经背内侧支切断术对既往行腰椎融合手术的患者成功率不高,可能与术后瘢痕粘连、脊神经背内侧支异位、消融时热传导不足等因素有关。唐恒涛等^[31]发现,椎间盘摘除后,相应节段关节突关节压力在直立、后伸、侧屈及旋转都较正常状态明显增高;屈曲状态则较正常状态减小。邻近下位节段融合后,变化更为明显。因此,确定手术方案时,对关节突关节的处理应充分考虑到其在三关节复合体中的力学机制,降低由于手术引起的不良影响,保护腰椎的稳定性不遭到近期或远期的破坏。

4 结语

关节突关节位于腰椎的后部,其退变对腰椎不稳症病情的发展有着重要的影响。作为三关节复合体的重要组成,关节突关节和椎间盘协同作用,起到传递载荷、引导和限制腰椎运动的作用,关节突关节的退变会加速椎间盘的退变,导致结构完整性的丧失,从而导致腰椎不稳症的发生。基于关节突关节对于维持腰椎稳定性的重要作用,关节突关节的某些病理变化可以用于判断腰椎不稳症的参考,而且临床工作中在制定手术方案时对关节突关节的处理应充分考虑到其在三关节复合体中的力学机制,降低由于手术引起的不良影响。尽管如此,目前该领域还有许多问题有待于更深入的研究,比如,腰椎不稳症的经常出现的疼痛、绞锁等症状通常是在轻微屈伸、旋转或侧屈活动时出现,目前对腰椎稳定性的评估大都采用 X 线片过伸过屈位椎体间的位移及角度变化作为依据,但这种评估方法具有较大的局限性:没有对腰椎的侧屈、旋转活动做出评估;腰椎活动是复杂的三维方向运动,过伸过屈位只是一种静止状态,很难描述腰椎活动复杂的动态过程。目前还缺乏能被广泛接受的动态影像学检查方法^[32],更直观的资料和相关的实验室数据的获取还有待于计算机辅助技术的进一步发展和相关的生物力学研究的深入。

参考文献

- [1] Gong K,Shao W,Chen H,et al. Rat model of lumbar facet joint osteoarthritis associated with facet-mediated mechanical hyperalgesia induced by intra-articular injection of monosodium[J]. J Formos Med Assoc,2011,110(3): 145-152.
- [2] Yao Q,Wang S,Shin JH,et al. Lumbar facet joint motion in patients with degenerative spondylolisthesis[J]. J Spi-

- nal Disord Tech,2013,26(1):E19-27.
- [3] 杨家赵,方诗元. 头尾侧关节突关节方向与退变性腰椎滑脱病因关系的研究[J]. 中国矫形外科杂志,2013,21(21):2127-2132
- [4] 许勇,育才,郭昭庆. 腰椎小关节在退变性腰椎滑脱发病机制中的作用[J]. 中国医师进修杂志,2012,35(21):1-3.
- [5] 许伏龙,朱青安,王吉星,等. 关节突关节倾斜度与退行性腰椎滑脱的相关性研究[J]. 实用骨科杂志,2017,23(8): 707-710.
- [6] 洪波,赵鹤亮,刘振翠,等. 退变性腰椎滑脱与相关解剖学因素关系探讨[J]. 医学研究杂志,2014,43(7):118-121
- [7] 孙永进,张文志. 关节突关节角变化与退变性腰椎滑脱间关系的临床研究[J]. 中华解剖与临床杂志,2015,6(4): 298-301.
- [8] 张文志,丁英胜,段丽群,等. 退变性腰椎滑脱的关节突关节形态学分析[J]. 中华骨科杂志,2015,35(8):865-870.
- [9] 范洪武,曾建勇,湛先发,等. 腰椎间盘突出症患者腰椎小关节突不对称的时间变化[J]. 中华创伤杂志,2010,26(9):826-828.
- [10] Lattig F,Fekete TF,Grob D,et al. Lumbar facet joint effusion in MRI:a sign of instability in degenerative spondylolisthesis[J]. Eur Spine J,2012,21(2):276-281.
- [11] Kim YK, Lee JW, Kim HJ, et al. Diagnostic advancement of axial loaded lumbar spine MRI in patients with clinically suspected central spinal canal stenosis[J]. Spine (Phila Pa 1976),2013,38(21):1342-1347.
- [12] 韩秀丰,李大鹏,黄永辉,等. 腰椎 4 至 5 节段不稳程度与小关节积液和 Modic 改变及 Oswestry 功能障碍指数的相关性分析[J]. 中国医药,2015,10(3):395-398.
- [13] 任东风,侯树勋,吴文闻,等. MRI 腰椎小关节积液影像对退行性腰椎动态不稳的预测价值[J]. 中国疼痛医学杂志,2011,17(3):131-133.
- [14] 张堃,朱璐,袁慧书. 腰椎后部结构 MRI 退变征象与慢性下腰痛的关系[J]. 中国中西医结合影像学杂志,2015,13(4):373-375.
- [15] 张堃,李曼,裴新龙,等. 腰椎 MR 退变征象与慢性下腰痛关系的最优尺度回归研究[J]. 中华放射学杂志,2014,48(12):1019-1023.
- [16] Jaumard NV, Welch WC, Winkelstein BA. Spinal facet joint biomechanics and mechanotransduction in normal [J]. injury and degenerative conditions[J]. Biomech Eng, 2011,133(7):58-63.
- [17] Li W,Wang S,Xia Q,et al. Lumbar facet joint motion in patients with degenerative disc disease at affected and adjacent levels: an in vivo biomechanical study[J]. Spine (Phila Pa 1976),2011,36(10):E629-637.
- [18] 闫广辉,徐宝山,夏群,等. 腰椎小关节方向性与腰椎间盘突出症[J]. 中国组织工程研究与临床康复,2011,15(35):6563-6566.
- [19] Friederike L, Tama's FF, Dieter G, et al. Lumbar facet joint effusion in MRI:a sign of instability in degenerative spondylolisthesis? [J]. Eur Spine,2012,21(2):276-281.

- [20] Schleich C, Müller-Lutz A, Blum K, et al. Facet tropism and facet joint orientation; risk factors for the development of early biochemical alterations of lumbar intervertebral discs[J]. Osteoarthritis Cartilage, 2016, 24(10): S1063-4584.
- [21] Kim HJ, Chun HJ, Lee HM, et al. The biomechanical influence of the facet joint orientation and the facet tropism in the lumbar spine[J]. Spine, 2013, 13(10): 1301-1308.
- [22] Yao Q, Wang S, Shin JH, et al. Lumbar facet joint motion in patients with degenerative spondylolisthesis[J]. J Spinal Disord Tech, 2013, 26(1): E19-27.
- [23] 黄靖, 李曼. 腰椎小关节 MRI 异常征象在腰痛患者中的临床意义[J]. 实用放射学杂志, 2013, 29(12): 1997-2000.
- [24] 于杰, 朱立国, 高景华, 等. 退行性腰椎滑脱症治疗与康复方案的临床研究[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2016, 24(11): 11-14.
- [25] Kiapour A, Ambati D, Hoy RW, et al. Effect of graded facetectomy on biomechanics of Dynesys dynamic stabilization system[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2012, 37(10): E581-589.
- [26] 赵凡, 刘正, 王炳强, 等. 有限元模拟单节段腰椎小关节分
级切除对腰椎稳定性的影响[J]. 中华医学杂志, 2015, 95(13): 973-977.
- [27] 陈佳佳, 龚沈初, 保国锋, 等. 腰椎后路单节段固定融合术后邻近节段关节突关节退变的随访观察[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2017, 27(10): 883-888.
- [28] 英龙, 曾至立, 于研, 等. 经椎间孔腰椎椎间融合术中椎弓根螺钉对关节突关节的影响[J]. 中华医学杂志, 2015, 95(13): 965-968.
- [29] Lee SE, Jahng TA, Kim HJ. Facet joint changes after application of lumbar nonfusion dynamic stabilization[J]. Neurosurgicalfocus, 2016, 40(1): E6.
- [30] 李振宙, 侯树勋, 商卫林, 等. 内窥镜下脊神经背内侧支切断术治疗腰椎关节突关节源性慢性腰痛[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 2013, 23(3): 215-221.
- [31] 唐恒涛, 赵卫东, 吴学建. ISOBAR TTL 半坚强动态固定系统对腰椎固定节段关节突关节载荷的影响[J]. 中华实验外科杂志, 2015, 32(3): 593-595.
- [32] 周智毅, 张亚峰, 周悦, 等. 量化 X 线测量技术评估脊柱推拿手法对腰椎稳定性的影响[J]. 中国中医骨伤科杂志, 2018, 26(1): 10-16.

(收稿日期: 2017-12-09)