

椎间盘真空现象的相关研究进展

顾海鹏 安永胜*

(承德医学院附属医院 河北 承德 067000)

【摘要】椎间盘真空现象 (intervertebral vacuum phenomenon, IVP) 是常见于椎间盘的退行性病变、外伤中的一种表现, 当椎间盘发生退行性改变或者损伤出现间隙时, 周围的血液或者组织中的气体就会进入到裂隙中, 在 X 线和 CT (电子计算机断层扫描) 中出现低密度的影像学表现, 随着科学技术的发展, 椎间盘真空现象在 MRI (磁共振成像) 的诊断准确性也逐渐增高。随着脊柱手术的发展, 椎间盘真空现象手术治疗的相关文献报道越来越多。本文就是汇总近年来国内外关于椎间盘真空现象的相关研究, 为进一步探究椎间盘真空现象提供参考。

【关键词】椎间盘真空现象; 椎间盘退行性病变; 影像学诊断; 手术治疗

椎间盘真空现象是指椎间盘内部的压力低于大气压, 导致椎间盘内部产生气体泡, 周围组织的气体进入椎间盘, 形成的真空区域, 在 1942 年被 kuntsson 提出是椎间盘退行性变的典型标志。这种现象通常发生在椎间盘发生退行性变和外伤时, 尤其是在腰椎间盘中。椎间盘真空现象的发生与椎间盘的水分流失、纤维环的破裂、核髓质的迁移等因素有关。这些因素会导致椎间盘的结构和功能发生改变, 从而影响椎间盘的生物力学性能和稳定性。椎间盘真空现象的临床意义尚不明确, 一些研究认为它与腰痛、腰椎不稳、腰椎滑脱等疾病有关^{[1][2]}, 而另一些研究则认为它是一种正常的生理现象, 不影响患者的预后。本文将对椎间盘真空现象的发生机制、诊断方法和治疗方案进行综述, 为进一步探究椎间盘真空现象提供参考。

1 发生机制

椎间盘真空现象是指椎间盘退行性变导致的椎间盘内气体聚集, 常见于老年人或者有外伤、结缔组织病等因素的患者。椎间盘真空现象的发生机制主要有以下几个方面: (1) 椎间盘负压: 椎间盘退变或损伤使髓核失去原有的营养供给, 出现破坏, 逐渐凋零, 形成低压空腔, 周围组织中的气体 (主要是氮气) 随之脱离原有的细胞或者体液进入空腔内^[3]。有真空现象的腰椎疾病患者, 腰痛与大气变化有着密切关系, 当气压降低时, 腰痛也随之加剧^[4]。(2) 终板退变及生化因素: 在保障椎间盘养分供应的过程中, 终板扮演着至关重要的角色, 它与椎间盘和骨髓、血管紧密接触, 将营养渗入、传播到椎间盘组织内。然而, 终板退变引起结构的改变、生物活性的下降, 可能引发炎症反应, 激活细胞因子, 加速椎间盘组织老化和变性的过程。这导致椎间盘细胞的得不到足够的营养

供给, 组织内酸碱失衡, 细胞代谢功能混乱, 最终引发椎间盘内细胞凋亡和细胞外基质成分减少。表现为髓核液体量大大降低、逐渐纤维化弹性下降和椎间高度的明显丧失, 最终形成椎间盘真空现象的临床表现。^[5] (3) 生物菌学因素: 人体内幽门螺杆菌进入血液后, 它自身释放的细胞空毒素就会进入到我们身体的体液循环, 一部分可能透过血液的营养传递进入椎间盘。随之参与椎间盘细胞的代谢及生物排列中, 对组织进行一系列破坏。这导致椎间盘组织内出现空泡样的变化^[6]。(4) 周围组织气体扩散到椎间盘内: 这一过程是一个动态而复杂的现象, 其中前纵韧带作为连接椎体的关键组织, 承担着维持椎间盘结构和稳定性的重要任务。同时, 椎体终板的健康状况直接影响了气体扩散的效率, 因为终板的变性或损伤可能导致气体渗透的障碍。椎间盘外侧环作为椎间盘的外围支持结构, 也在此过程中发挥着关键的作用。这种周围组织气体扩散到椎间盘内的现象通过这些关键结构的相互作用, 引起椎间盘内部环境的变化, 从而可能对脊柱的整体功能产生重要影响。(5) 一些特殊疾病与椎间盘真空现象可能有着密切的关系, 例如强直性脊柱炎、代谢类疾病等, 具体机制仍不明确。

2 影像学诊断

椎间盘真空现象的诊断主要依靠影像学检查, 常用的方法有以下几种: (1) X 线平片: 是最常用的检查方法, 特异性高, 但是敏感性低, 检出率仅有 28.2%^[7], 可显示椎间盘内的气体影像, 呈圆形或椭圆形的透亮区, 边缘清晰, 与周围组织分界明显。真空现象可发生在任何椎间盘, 但以颈椎和腰椎最为多见, 胸椎较少见。真空现象可分为中心型和边缘型, 中心型指气体影像位于椎间盘中央, 边缘型指气体影

像位于椎间盘外侧或后方^[8]。中心型真空现象多见于颈椎和胸椎,边缘型真空现象多见于腰椎。(2)CT扫描:被当做是诊断椎间盘真空现象的金标准,可更清楚地显示椎间盘内的气体影像及其与周围结构的关系,尤其是对于边缘型真空现象的诊断有较高的敏感性和特异性:中心型真空现象呈现为椎间盘中央区域的透亮影像,形状通常为圆形或椭圆形;边缘型真空现象表现为椎间盘边缘区域的透亮影像,呈弧形或环形。边缘型真空现象通常与椎间盘的边缘关节突之间的气体积聚有关。CT扫描还可显示合并的其他病变如神经根管狭窄、脊髓受压、滑脱等。(3)MRI检查:尤其是对于中心型真空现象的诊断有较高的敏感性和特异性。在MRI图像上,气体呈现为低信号区,清晰显示椎间盘的结构。MRI检查还可显示合并的其他病变如髓核突出、椎管狭窄、脊髓水肿等。

3 手术治疗

3.1 开放手术

临床上腰椎退行性病变最常用的手术治疗方法就是腰椎开放融合术。Ki-Chan An等通过研究发现,PLIF(后路腰椎椎间融合术)与PLF(后外侧腰椎融合术)在治疗单节段腰椎间盘突出真空现象的临床效果和融合率上没有统计学差异,术后都得到了良好改善。Yen等^[9]研究椎间盘内真空现象对退行性腰椎病侧位椎体间融合术疗效的影响的研究中,发现IVP的存在对术后的脊柱调整有积极作用,因为IVP的存在潜在地提高了产生脊柱稳定性和恢复椎间盘高度的能力。Atici等的研究表明,对于腰椎滑脱伴真空征的患者,通过TLIF(经椎间孔入路腰椎椎间融合术)进行治疗,相较于PLF(后外侧腰椎融合术),在改善前凸角、滑脱程度和椎间高度方面有着显著的优势。Camino-Willhuber等在接受手术治疗的退行性椎体滑脱患者中,发现L4/L5椎间盘处的真空现象程度与术前背部疼痛加重以及Oswestry功能障碍指数的增加呈正相关。进一步观察发现,严重椎间盘真空现象更有利于融合。Shuhei Ohyama等通过研究腰椎间盘真空现象术前严重程度和位置对单节段经椎间孔腰椎椎间融合术后手术结局的影响,发现腰椎间盘真空现象的术前严重程度并不会影响手术结果,但是非融合节段的间盘真空现象的术前严重程度与术后临床疗效有着密切联系;同时他们研究未融合节段的椎间盘真空现象对有腰椎前凸和无腰椎前凸的患者行单节段经椎间孔腰椎椎间融合术后的手术疗效,发现有腰椎前凸和无腰椎前凸的患者术前未融合椎间盘真空现象严

重程度影响单节段经椎间孔腰椎椎间融合术后影像学改变和临床疗效,单节段经椎间孔腰椎椎间融合术后的手术结果可以通过有无腰椎前凸和非融合椎间盘处的椎间盘VP严重程度的结合来可靠地预测。姜棚菲等^[10]采用TLIF(经椎间孔椎体间融合)手术治疗患有腰椎滑脱伴真空征的患者,手术后有效地重建了椎间高度和脊柱前凸角,取得了显著的疗效。

3.2 微创手术

随着科学仪器和医疗技术的进步,脊柱微创手术取得了突飞猛进的发展,相对于开放手术,较小的切口和损伤、更短的恢复时间、更小的感染风险让脊柱微创手术成为更多患者和医师的选择。Camino等在2015年首次报道了经皮骨水泥椎间盘成形术,用于治疗伴有真空征的退行性腰痛患者,术后,患者的症状显著改善,且并发症发生率相对较低,随后,骨水泥注射逐渐被多数临床医师认可为一种有效治疗椎间盘真空征的方法^[11]。Nakama等使用聚甲基丙烯酸甲脂作为填充物注射于真空椎间盘中,以恢复椎间盘高度,通过间接减压来缓解受压神经根,患者术后坐骨神经痛得到显著缓解。然而,有研究指出,将骨水泥注射到真空椎间盘中可能明显增加脊柱轴向的僵硬发生,容易导致相邻节段的椎体骨折,因此在老年和骨质疏松症患者的治疗中存在较大的风险。Camino-Willhuber等通过对经皮椎间盘成形术患者术后Modic改变的研究,发现术前椎间盘真空现象的严重程度和术后的Modic改变参数可能有着密切的关系。赵晓明等^[12]通过研究经皮骨水泥椎间盘成形术治疗老龄伴有真空现象的椎间不稳症患者的临床疗效发现手术有效地恢复了椎间隙的一部分高度,增强了力学稳定性,间接实现了椎间孔的减压效果,成功缓解了患者腰背部和下肢的放射性疼痛症状,并且有效地恢复了腰椎的功能。Zhu等研究团队通过椎间孔入路、经皮内窥镜下的减压术成功治疗了由真空征引起的硬膜外含气假性囊肿,取得了令人满意的临床疗效。甄瑞鑫等^[13]通过研究内窥镜治疗带真空现象椎间盘突出症的临床疗效分析及发病机制,发现虽然经椎间孔入路的内镜椎间盘切除术对椎间盘突出患者有效,但有真空现象的患者术后可能出现长期腰、髋部疼痛。

4 结语和展望

近年来,椎间盘真空现象作为椎间盘疾病的一种突出表现,在临床和科研领域引起了广泛关注。椎间盘真空现象常见于椎间盘的退行性病变和外伤,其形成机制涉及椎间盘的负压、终板的退行性变、脊柱不

稳定、周围组织气体扩散等多个方面。随着医学影像技术的进步,尤其是MRI在椎间盘真空现象的诊断中的应用,我们对该现象的认知逐渐提高。

近年来,微创手术逐渐崭露头角,成为椎间盘真空现象治疗的新方向。一些研究显示穿刺抽吸和经皮椎间盘成形术在术后腰腿痛症状的缓解方面取得了显著效果,为微创治疗提供了有力支持。在微创治疗中,经皮骨水泥椎间盘成形术成为备受关注的新兴技术。通过注射骨水泥,术后患者症状得到显著改善,而且相对较低的并发症发生率也增加了患者接受治疗的信心。不过,也有一些研究指出该方法可能导致脊柱轴向僵硬和相邻节段的椎体骨折等并发症,因此在应用时需要慎重考虑患者的年龄和骨质状况。此外,微创手术的另一亮点是通过内窥镜进行治疗。经皮穿刺抽吸和内窥镜椎间盘切除术不仅能够有效治疗真空征引起的症状,还能减小患者的手术创伤。然而,尽管这些方法在初步的研究中取得了一些积极的结果,但其长期疗效和安全性仍需要更多的大样本研究进行验证。

在未来的研究中,需要深入探讨不同手术方法的优势和局限性,特别是在长期效果和并发症方面的表现。因此,对椎间盘真空现象发生机制和临床表现的研究有待深入,以更好地理解和治疗这一疾病。总体而言,椎间盘真空现象的治疗领域正朝着更为个体化、微创化的方向发展,为患者提供更为安全、有效的治疗手段。

参考文献:

[1] Lewandrowski Kai-Uwe, Le ó n Jorge Felipe Ram í rez, Yeung Anthony, Use of "Inside-Out" Technique for Direct Visualization of a Vacuum Vertically Unstable Intervertebral Disc During Routine Lumbar Endoscopic Transforaminal Decompression—A Correlative Study of Clinical Outcomes and the Prognostic Value of Lumbar Radiographs.[J]. *Int J Spine Surg*, 2019, 13: 399–414.

[2] Camino-Willhuber Gaston, Schönnagel Lukas, Caffard Thomas et al. Severe Intervertebral Vacuum Phenomenon is Associated With Higher Preoperative Low Back Pain, ODI, and Indication for Fusion in Patients With Degenerative Lumbar Spondylolisthesis.[J]. *Clin Spine Surg*, 2023, undefined: undefined.

[3] Ravago Mark A, Maldjian Pierre D, Pneumomediastinum From Vacuum Disc and Vertebral

Trauma.[J]. *Cureus*, 2021, 13: e16942.

[4] Kasai Yuichi, Takegami Kenji, Uchida Atsumasa, Change of barometric pressure influences low back pain in patients with vacuum phenomenon within lumbar intervertebral disc.[J]. *J Spinal Disord Tech*, 2002, 15: 290–3.

[5] Li Fang-Cai, Zhang Ning, Chen Wei-Shan et al. Endplate degeneration may be the origination of the vacuum phenomenon in intervertebral discs.[J]. *Med Hypotheses*, 2010, 75: 169–71.

[6] 胡子昂, 赵凤东, 范顺武. 脊柱真空现象的诊断与临床相关性研究进展 [J]. *中华骨科杂志*, 2010, 30 (05): 513–516.

[7] Tsukamoto Masatsugu, Morimoto Tadatsugu, Kobayashi Takaomi et al. The relationship between traction spurs, Modic change, vacuum phenomenon, and segmental instability of the lumbar spine. [J]. *Sci Rep*, 2022, 12: 9939.

[8] 吴晓明, 胡美春, 陈明高. 76例脊柱真空现象的CT诊断 [J]. *临床医学*, 2007, (07):

[9] Yen Chun-Po, Beckman Joshua M, Vivas Andrew C et al. Effects of intradiscal vacuum phenomenon on surgical outcome of lateral interbody fusion for degenerative lumbar disease.[J]. *J Neurosurg Spine*, 2017, 26: 419–425.

[10] 姜棚菲, 邓亚军, 高鑫原等. L₄退变性滑脱症椎间盘真空征的临床意义 [J]. *中国矫形外科杂志*, 2017, 25(09):

[11] 郑刚, 李晨旭, 陈伟国等. 椎间盘真空征的临床研究进展 [J]. *脊柱外科杂志*, 2023, 21(03):

[12] 赵晓明, 娄啸霄, 高军等. 经皮骨水泥椎间盘成形术治疗老年真空征型的椎间不稳症患者的临床疗效 [J]. *西安交通大学学报 (医学版)*,

[13] 甄瑞鑫, 赵红莲, 史凡祺. 内窥镜技术治疗有真空现象的椎间盘突出临床效果分析及其发病机制研究 (英文) [J]. *南开大学学报 (自然科学版)*, 2023, 56(03):

作者简介:

顾海鹏 (1995.9.13–) 男, 河北省衡水市, 硕士研究生, 研究方向: 方向微创脊柱外科。

通讯作者:

安永胜 (1971.6–), 男, 河北省承德市, 硕士, 主任医师、副教授, 研究方向: 方向微创脊柱外科。