

寰枢椎复合体解剖学研究及临床意义

胡勇¹, 谢辉¹, 杨述华²

(1. 宁波市第六医院脊柱外科, 浙江 宁波 315040; 2. 华中科技大学同济医学院附属协和医院骨科)

关键词 寰椎; 枢椎; 解剖

Study on anatomy of a tlan toepistrophic complex and its clinical application HU Yong¹, XIE Hui, YANG Shu-hua² Department of Orthopaedics, the 6th Hospital of Ningbo, Ningbo 315040, Zhejiang, China

Key words Atlas; Axis; Dissection

Zhongguo Gushang/China J Orthop & Trauma, 2007, 20(3): 208-210 www. zggszz. com

寰枢椎作为枕颈移行部,是构成头颅旋转及屈伸运动的重要结构,因其邻近颈髓、椎动脉和颈神经等重要结构,任何原因所导致的寰枢椎和韧带的损伤,均可导致寰枢椎不稳,进一步则可压迫脊髓,甚至危及生命。因此,有作者把上颈椎不稳对脊髓存在的潜在危险,称之为“上颈椎危象”^[1]。本文拟就与临床有关的寰枢椎的解剖形态结构作一文献综述。

1 寰椎临床应用解剖

寰椎外观呈椭圆环状,无椎体、棘突和关节突,由前弓、后弓和两侧的侧块及横突构成。侧块是寰椎两侧增厚的部分,为内薄外厚的楔形,是承受重力和头部运动的主要结构,其上关节面呈肾形凹面,朝向内上后方,与枕骨髁构成寰枕关节。侧块的内侧有一粗糙的结节,系横韧带附着部,Weiglein等^[2]发现此结节于10~13岁形成,是由于横韧带的牵拉应力刺激所致,而非先天遗传。因为在先天性颅颈交界区发育异常或10岁以前齿突骨折假关节形成的患者,其横韧带张力低而未形成此结节。侧块下关节面圆形微凹,朝向下内并呈一定斜面,与枢椎上关节面构成寰枢外侧关节。侧块的两端为三角形的横突,尖端向外,表面粗糙而无分叉。横突孔位于横突基底部偏外,有椎动静脉穿过,横突孔呈卵圆形,矢径7.1mm,横径5.9mm,左右横突孔不对称者占8.8%。一般认为,横突孔小于4mm会对椎动脉构成压迫。侧块内骨小梁密度均匀,除关节面下方骨小梁呈垂直于关节面排列外,它处骨小梁排列无规则,提示作用于侧块的应力方向多变^[3]。前弓约占环的前1/5,后弓约占后2/5,侧块各占两侧的1/5。前弓长(19.7±3.0)mm,受水平方向力作用时易骨折^[4],后弓受垂直力时易骨折^[5]。前、后弓与侧块连接处较细,骨质相对疏松,是寰椎的薄弱部位,是寰椎最易发生骨折部位之一^[6]。前路手术时,寰椎前弓骨窗暴露范围为(18.1±2.0)mm^[7],而不至于损伤两侧的椎动脉和舌下神经。前弓前方正中的隆起为前结节,有颈长肌和前纵韧带附着,后面正中有半圆形的齿凹与齿突形成寰齿前关节。前结节处高度为10.2~15.4mm,厚度为6.4~7.1mm^[3-4],对齿突发育不良或移位的患者,手术切除前弓时应注意切除深度,以免损伤其后的硬膜和颈髓。寰椎中以前弓处皮质骨最厚,与来自齿突的负荷

承载量大有关^[3]。紧靠侧块后方的后弓上面各有一斜形深沟,即为椎动脉沟,通向横突孔,有椎动脉和C₁神经通过。后弓下面紧靠侧块处有较浅的沟潜,与枢椎椎弓根上源的浅沟相合形成椎间孔,有C₂神经通过。后弓外侧骨皮质较薄,钢丝绑扎内固定时应注意避免发生切割骨质^[3]。寰椎椎动脉沟环是指跨越于椎动脉沟上方形成的完全或不完全骨环,其发生率报道不一,发生原因有先天性畸形(返祖现象)和后天性寰枕韧带骨化两种学说。其临床意义是可引起椎动脉供血不足而产生症状,但亦有认为沟环所致的椎动脉供血不全发生率远低于无沟环的发生率,因而不能轻易将椎动脉供血不全归因于沟环的存在^[8-9]。

寰椎与其他椎骨相比,椎孔较大,横径25.9~28.0mm,矢径为28.9~31.7mm,齿突后有效矢径18.1~20.9mm^[3-10]。其前半容纳枢椎齿突,后半容纳脊髓,脊髓有一定的缓冲空间,脊髓前代偿间隙为(3.4±1.2)mm,脊髓后代偿间隙为(5.6±2.2)mm^[10]。Ebraheim等^[10]则认为脊髓的缓冲空间是有限的,在脊髓前部缓冲空间为硬膜外腔(1.01±0.20)mm加上硬膜与脊髓的间距(3.44±1.19)mm,后部缓冲空间为(5.64±2.22)mm,基本符合Steel的三分法原则。Jauregui等^[11]研究了儿童上颈椎椎管的发育变化,发现C₁椎管矢径,齿突后间隙在出生后头5年显著增加,其后增长缓慢,Steel寰椎椎管三分法规则也适用于整个儿童发育期。当寰椎分别前移3、4、5mm时,椎管横切面积在男性分别减少为原来面积的85.5%、80.8%、74.1%,女性则分别为85.9%、82.5%、78.2%,并且在寰椎旋转40°以及伴有前移4、8mm时,椎管面积仅为原面积的58%、42%、23%^[10]。谭军等^[12]认为寰椎平面的代偿空间占脊髓矢状径的20%~80%,平均46%。由于脊髓矢状径的个体差异及脊髓在硬膜囊中所处位置的不同,笼统认为寰椎平面为齿状突、脊髓、代偿空间为三等分是不准确的。

2 枢椎的临床应用解剖

枢椎属于非典型椎骨,主要特征为椎体上方的一柱状突起,称为齿突。综合文献^[13-18]描述的均值范围为:高度为14.4~18.4mm,宽度分别为9.6~10.9mm(最膨大处)及

8.3~9.9 mm(腰部),前后径 9.6~12.0 mm,齿突椎体角 6.1°~13.0°后倾角的范围变异大, -2°~42°;齿突测量男性比女性大 5%~10%,而与身高体重的相关性不大^[15]。Nucca等^[19]研究认为欲打入 2枚直径 3.5 mm 齿突螺钉,齿突宽度应大于 9 mm,而临床上 66%的患者达不到此标准^[15,19];但如果齿突内侧皮质被攻出螺纹,则 95%的患者齿突可并排容纳 2枚直径 3.5 mm 螺钉^[19]。齿突皮质厚,以前侧为甚,与齿突所受的弯曲和扭转应力大体一致。齿突顶端骨小梁极致密类似皮质,提示与应力有关;齿突下方骨小梁极疏松,为 1型齿突骨折发生处^[20]。从枢椎侧位看齿突后倾角平均为 11.0°;如后倾角大于 20.0°,结合外伤史和临床表现,应警惕齿突骨折的可能^[17]。齿突的血供较为复杂, 1型齿突骨折愈合率低的重要原因之一就是其血供受损。

枢椎椎体相对较小,前高 20.3~23.4 mm,后高 15.8~19.7 mm,前唇高 3.8~4.5 mm,椎体宽 18.9 mm,上厚 9.9 mm,终板厚 15.3~16.2 mm,终板宽 16.3~19.5 mm,关节突高度 9.0 mm,上关节面外倾角 20.1°~23.7°;上关节面横径 16.2~17.6 mm,上关节面矢径 17.4~18.2 mm^[13,15-17,18-20]。枢椎体内骨小梁排列方向从上关节面至终板,提示此为主要的力线传递经路^[20]。椎弓根短而粗,椎板较长,棘突粗大,椎弓的上下关节突呈前后位,上关节突在前,下关节突位于上关节突的后下方。两关节之间为一狭窄的骨连接,称为峡部,其间有椎动脉的横突孔穿越。枢椎椎弓根解剖上比较薄弱,杠杆作用大,易因伸展及挤压暴力引起骨折(即 Hangman骨折)。椎弓根长 25.6 mm,宽 7.8~8.3 mm,高 7.4~7.8 mm,椎弓根由后外下向前内上走向,平均内倾角 14.1°~33.0°,上倾角 20.2°~30.0°^[18]。上述参数对于后路经寰枢关节螺钉内固定术具有重要意义。Madawi等^[21]认为椎动脉沟的形状和深度变化较大,52%的标本左右不对称,左侧的椎动脉沟尤其较深,这说明了在螺钉置入过程中,左侧椎动脉容易损伤的原因。Solanki等^[22]进行了 50例枢椎的测量,发现 14%的标本左侧椎动脉沟较深,而在右侧只有 2%,两侧均深为 6%,有 22%的标本其侧块内侧高度 <2.1 mm,认为当内侧高度小于 2.1 mm 或内侧高度与椎动脉沟深度的比值小于 0.85 时,螺钉的置入有可能损伤椎动脉。枢椎横突为一肥厚突起,尖端不分叉。横突孔由前内下向后外上走行,平均外倾为 44.8°(左侧)及 41.2°(右侧),平均后倾角 34.5°(左侧)及 37.2°(右侧),横突孔矢径为 6 mm,横径 6.3 mm^[19]。枢椎上关节面的发育程度与横突孔上口有一定关系,如果上关节面过大,其边缘向外伸出,将横突孔上口内侧部分遮蔽,可使其中通过的椎动脉发生扭曲,特别是在头部向一侧过度旋转或枢椎发生移位时,会加重对椎动脉的压迫。Madawi等^[21]认为椎动脉在经过枢椎侧块下方时,20%会形成一动脉压迹沟,致使侧块内高和椎弓根变薄至 2 mm 以下,而不适宜于经椎弓根螺钉固定。枢椎椎板较厚,平均 6.7 mm,椎板平均高度为 13.0 mm,棘突较长粗大呈分叉状,平均长度为 18.5 mm^[16-17]。枢椎椎管矢径为 15.4~22.0 mm,横径为 21.7~24.5 mm^[11,15]。

3 寰枢椎韧带

寰枢椎之间无椎间盘,关节囊较薄弱,韧带是稳定寰枢关节的主要结构。包括前寰枢韧带、后寰枢韧带、齿突尖韧带、

寰枢副韧带、外侧寰枕韧带、寰枕前膜、寰枕后膜和覆膜、翼状韧带和寰椎十字韧带等。其中坚强的横韧带、翼状韧带和覆膜是稳定寰枢椎的主要韧带。

3.1 寰椎横韧带 寰椎横韧带是强有力的束状组织,位于椎管前方、齿突后方,连于寰椎左右侧侧块。此韧带呈“十”字形,除横形束带纤维外,较小的垂直束带附于齿突后方上、下处。横韧带平均长 19.7 mm(范围 14~25 mm),男性显著长于女性,韧带中部最细,平均 2.0 mm^[23]。韧带截面积为 (13.0 ± 3.3) mm²^[24]。此韧带是一重要的系带结构,使齿突稳定在寰椎骨环内,对保持寰枢椎关节的完整性有重要的意义。横韧带主要限制寰枢椎关节的前屈运动和寰椎向前过度滑移。生物力学实验表明,横韧带断裂后,寰枢椎关节前屈活动范围增加了 20.7%(50.5%),而发生寰枢椎前脱位与不稳;后伸活动范围无明显变化;侧屈活动范围增加了 7.9°实际意义不大,还不至于引起显著性寰枢侧方移位;旋转增加了 11.8°(19.8%),而且中性区增加的比重大,可间接影响旋转稳定性^[25]。

3.2 翼状韧带 翼状韧带对称地起于齿突的背外侧,斜向上止于枕骨髁的内侧面,两韧带水平面投影成 150°~180°角。翼状韧带平均长度为 11 mm,截面为椭圆形,面积为 3.2 mm²。组织学特性决定其抗拉性能较小,易于损伤,枕颈部作屈或伸运动时遭受轴向旋转暴力作用,翼状韧带最易断裂。翼状韧带位于尖韧带外侧,质较坚韧,起于齿突上外侧面,止于同侧枕骨髁的内面,亦有认为翼状韧带除止于枕骨髁外,还有部分止于寰椎侧块或前弓。翼状韧带的走向可分为斜向上、水平和斜向下 3类:长约 10.3~12.3 mm,齿突起点处宽 6.9 mm,厚为 6.9 mm,枕骨髁止点处宽 6.6 mm,厚为 6.3 mm^[14,26]。翼状韧带主要由胶原纤维组成,仅在边缘区可见少量弹力纤维,纤维排列方向平行于韧带走向,在韧带背侧纤维致密而腹侧相对疏松,大量的血管神经从腹侧进入翼状韧带^[27]。翼状韧带的主要作用在于限制寰枢椎关节的轴向旋转运动。以往认为,一侧翼状韧带限制寰枢椎关节向对侧旋转,一侧翼状韧带断裂后向对侧旋转增加 30%。但亦有实验发现,一侧翼状韧带断裂后,寰枢椎关节向双侧的旋转运动范围均增加,且两侧间差异无显著性意义,平均增加 22%~26%,单侧或双侧翼状韧带断裂时寰枢椎关节旋转运动并无差异。因而认为,一侧翼状韧带损伤导致双侧韧带功能均丧失,双侧韧带协同作用才能有效限制寰枢椎关节的过度轴向旋转^[26]。同时,翼状韧带参与旋转寰枢椎关节和寰枢椎关节向对侧的侧屈运动,而对寰枢椎关节屈伸稳定性的影响不大。寰椎十字韧带分为横部和直部,横部即为寰椎横韧带,甚为坚强,张于寰椎两侧块内面之间,使齿突局限于寰椎前弓后面的关节切迹内,其前缘与齿突后面形成寰齿后关节。直部上纵束止于枕骨大孔前缘,位于尖韧带之后;下纵束止于后面的中部。横韧带长 19.7~21.9 mm,厚 2.0 mm(中央部),高 8.5~11.3 mm(中央部)及 5.7 mm(两侧附着部)^[14,26]。横韧带主要由胶原纤维组成,仅在周围有少量弹力纤维,在齿突及两侧的附着点附近,纤维走向相互平行,在中央部胶原纤维沿韧带走向成 30°交互成网^[27]。横韧带被认为是枕颈部体积最大、最厚、强度最大且非常坚韧的韧带,是维持寰枢椎稳定的最主要韧带^[28]。

4 椎动脉临床应用解剖

椎动脉起自锁骨下动脉,经过 C₆的横突孔向上直行。在枢椎横突孔转到关节外缘,而后又向上行,穿过寰椎横突孔后,折转向后内方,绕侧块之后,经后弓上面的椎动脉沟,在距后弓前部中线的 10.9 ~ 11.3 mm^[4,17]、后弓后部中线的 12 mm、后弓上部中线的 8 mm处^[29]穿过寰枕后膜进入颅内。

5 寰枢关节临床应用解剖

寰枢关节由寰枢正中关节和两侧的寰枢外侧关节组成。寰枢正中关节为车轴关节,分为寰齿前关节和寰齿后关节,分别由寰椎前弓后关节凹与齿突前关节面及齿突后关节面与横韧带前方的关节面组成。寰椎前弓,齿突前后关节软骨的平均厚度均为 0.8 mm,关节滑膜与关节囊相连,包绕寰齿前后关节腔^[30]。有研究认为,24.8%的尸体标本存在寰齿侧关节,即寰椎侧块内侧结节相当于横韧带的附着处与齿突侧面形成关节,其关节腔与寰齿后关节腔相连^[31]。寰枢关节的主要功能是轴向旋转,正常旋转以齿突为轴心,运动范围约 45°;整个颈部旋转可达 90°,其中一半发生于寰枢关节,另一半则发生于其他颈椎。在头颅和上颈椎旋转 20°~30°后,下位颈椎开始呈递减量旋转而完成整个 90°旋转量。Selecki 发现寰枢关节旋转 30°以上可引起对侧椎动脉扭转和牵拉,旋转达 45°时同侧椎动脉也被扭转。当寰枢关节旋转达 63°以上时,寰椎侧块可在枢椎上关节面上形成交锁。寰枢关节的前屈或后伸运动范围均约 10°;一般认为寰枢关节间不存在侧屈运动或运动范围极微。

综上所述,对于寰枢椎骨性结构、手术内固定物置放等的应用研究报道较多。但对寰枢椎周围软组织特别是肌肉、手术入路的临床应用解剖、寰枢椎与邻近结构的显微位置关系以及上颈椎复合体运动的整体规律及其影响因素等研究报道相对较少。手术时必须考虑到个体差异、性别差异、左右差异,仔细分析形态学资料,了解椎弓根、横突孔和椎动脉的变异情况,相应调整手术方案,实现个性化操作。提示术中必须禁忌盲目操作以免造成椎动脉、神经根及脊髓损伤。

参考文献

- 1 侍德,赵整炎,张明,等. 上颈椎不稳定性骨折脱位做前方融合术的探讨. 中华骨科杂志, 1992, 12: 175-177.
- 2 Weiglein AH, Schmidberger HR. The radio-anatomic importance of the colliculus atlantis Surg Radiol Anat, 1998, 20 (3) : 209-214.
- 3 Doherty BJ, Heggeness MH. The quantitative anatomy of the atlas Spine, 1994, 19: 2497-2500.
- 4 朱海波,贾连顺,孙启全,等. 寰椎测量及临床意义. 解剖学杂志, 1997, 20 (6) : 517-520.
- 5 Panjabi MM, Oda T, Crisco JJ 3rd, et al Experimental study of atlas injuries . Biomechanical analysis of their mechanisms and fracture patterns Spine, 1991, 16 (10 Suppl) : 460-465.
- 6 Xia Hong, Yin Dong, Chang YB, et al Posterior screw placement on the lateral mass of atlas: an anatomic study. Spine, 2004, 29: 500-503.
- 7 水涛,李捷,高永中,等. 经口入路颅颈交界区的显微外科解剖. 中华显微外科杂志, 1997, 20 (1) : 48-52.
- 8 Wight S, Osborne N, Breen AC. Incidence of ponticulus posterior of the atlas in migraine and cervicogenic headache J Manipulative Physion Ther, 1999, 22 (1) : 15-20.
- 9 孙静宜,张琼珍. 寰椎椎动脉沟与环颈性眩晕. 中华外科杂志,

- 1990, 28 (10) : 592-594.
- 10 Ebraheim NA, Lu J, Yang H. The effect of translation of the C₁-C₂ on the spinal canal Clin Orthop Relat Res, 1998, 351: 222-229.
- 11 Jauregui N, Lincoln T, Mubarak S, et al Surgically related upper cervical spine canal anatomy in children Spine, 1993, 18: 1939-1944.
- 12 谭军,万卫平,侯之启,等. 国人正常枕寰枢椎区矢状径线的 MRI 与 X 线的对照测量及临床意义. 中国脊柱脊髓杂志, 1995, 5 (3) : 97-100.
- 13 Doherty BJ, Heggeness MH. Quantitative anatomy of the second cervical vertebra Spine, 1995, 20: 513-517.
- 14 Keiko O. Anatomical study of the ligaments in the occipito-atlantoaxial complex J Jpn Orthop Assoc, 1995, 69 (10) : 1259-1266.
- 15 Schaffler MB, Alson MD, Heller JG, et al Morphology of the dens: a quantitative study. Spine, 1992, 17: 738-743.
- 16 Xu R, Nadaud MC, Ebraheim NA, et al Morphology of the second cervical vertebral and the posterior projection of the C₂ pedicle axis Spine, 1995, 20: 259-263.
- 17 朱海波,贾连顺,寇庚,等. 枢椎解剖学测量及临床意义. 解剖学杂志, 1997, 20 (4) : 305-309.
- 18 翟东滨,金大地,江建明,等. 齿突形态的测量及临床意义. 中国临床解剖学杂志, 1999, 17 (4) : 338-339.
- 19 Nucci RC, Seigal S, Merola AA, et al Computed tomographic evaluation of the normal adult odontoid Implications for internal fixation Spine, 1995, 20: 264-270.
- 20 Heggeness MH, Doherty BJ. The tabecular anatomy of the axis Spine, 1993, 18: 1945-1949.
- 21 Madawi AA, Solanki GA, Casey ATH, et al Variation of the groove in the axis vertebra for the vertebral artery. J Bone Joint Surg (Br), 1997, 79 (5) : 820-823.
- 22 Solanki GA, Crookard HA. Peroperative determination of safe superior transarticular screw trajectory through the lateral mass Spine, 1999, 24: 1477-1482.
- 23 Okazaki K Anatomical study of the ligaments in the occipito-atlantoaxial complex Nippon Seikeigeka Gakkai Zasshi, 1995, 69 (12) : 1259-1267.
- 24 孙俊,朱青安,卢海俊. 人体寰椎横韧带拉伸性能的实验研究. 中国临床解剖学杂志, 1999, 17 (3) : 270-271.
- 25 袁文,贾连顺,丁祖泉,等. 寰椎横韧带断裂对寰枢关节三维运动的影响. 中国临床解剖学杂志, 1996, 14 (1) : 61-63.
- 26 Panjabi MM, Oxland TR, Parks EH. Quantitative anatomy of cervical spine ligaments Part : upper cervical spine. J Spinal Disord, 1991, 4 (3) : 270-276.
- 27 Saldinger P, Dvorak J, Rahn BA, et al Histology of the anterior and transverse ligaments Spine, 1990, 15: 257-261.
- 28 Dickman CA, Manourian A, Sonntag VK, et al Magnetic resonance imaging of the transverse atlantal ligament for evaluation of atlantoaxial instability J Neurosurg, 1991, 75 (2) : 221-227.
- 29 Ebraheim NA, Xu R, Ahmad M, et al The quantitative anatomy of the vertebral artery groove of the atlas and its relation to the posterior atlantoaxial approach Spine, 1998, 23: 320-323.
- 30 Ebraheim NA, Yang H, Lu J, et al Cartilage and synovium of the human atlanto-odontoid joint: an anatomic and histological study Acta Anat, 1997, 159 (1) : 48-56.
- 31 李义凯,钟世镇,李忠华,等. 寰齿侧关节的观测及其临床意义. 中国临床解剖学杂志, 1997, 15 (2) : 120-121.

(收稿日期: 2005 - 12 - 13 本文编辑: 李为农)