

钩椎关节及其与颈椎病关系的研究进展

Research progress in uncovertebral joint and its association with cervical spondylosis

杨毅, 刘浩, 孟阳

(四川大学华西医院骨科 610041 成都市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2019.09.12

中图分类号: R322.7, R681.5 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2019)-09-0851-05

钩椎关节(uncovertebral joint; Luschka joint)是颈椎区别于胸腰椎所特有的重要解剖结构。1834年Rathke^[1]首先对钩突进行了描述,认为颈椎后外侧椎体边界向上(颅骨方向)的骨性凸起为钩突(uncinate process);1858年解剖学家Von Luschka^[2]对钩突进行了描述,因为这些突起与退化的肋骨头很相似,因而其最初对钩突描述命名为“eminentia costaria”;Von Luschka进一步研究认为钩突与上位椎体下方斜坡形成的结构为关节结构,并称之为“半关节(half joints)”。1893年Trolard^[3]将其称之为“articulationes uncovertebrales”。之后学术界沿用至今称之为钩椎关节(uncovertebral joint),又名Luschka关节。笔者从钩椎关节的组织学、解剖学、发育学、生物力学功能、钩椎关节增生与颈椎病关系等方面进行综述。

1 钩椎关节的组织学研究

Luschka认为钩椎关节是一个由钩突包含向内突向纤维环的关节腔构成的可以经过发育形成分泌关节液的滑膜关节^[4]。但随着后续研究的不断深入,钩椎关节是否是一个真正的典型的滑膜关节还存在争议。部分学者认为钩椎关节并不是一个真正的关节,仅仅只是纤维环的一部分,构成了一个纤维软骨裂隙(uncovertebral clefts)^[5]。Brown等^[6]进行免疫组织化学检测研究以后认为这个区域不适合称为钩椎关节而应该称为钩椎界面(uncovertebral interface)更为合适。王星等^[7]对1具3岁男孩的颈椎标本进行组织学染色,在所有石蜡切片镜下均未发现有滑膜组织或滑膜细胞的存在。

然而,另外一些学者仍然在钩椎关节区域发现了关节滑膜并认为钩椎关节是一个典型的滑膜关节^[8,9]。Yilmazlar等^[10]对8具成年尸体颈椎进行研究,发现了一种钩突到上位椎体的关节韧带组织结构。Brismee等^[11]对2例新鲜男性尸体颈椎钩椎关节进行苏木素-伊红(hema-

toxylin and eosin, HE)染色和免疫组织化学染色后发现了滑膜细胞和软骨细胞的存在,从而证实了钩椎关节本质上为滑膜关节,同时免疫组织化学染色结果(蛋白基于产物9.5、神经肽Y、降钙素基因相关肽、P物质)也证实了钩椎关节受自主神经和躯体神经双重支配。也有学者认为,钩椎关节并非“与生俱来”的恒定的滑膜关节,当椎间盘退变含水量减少、高度降低以后,钩椎关节区域承受更大的应力负荷,在应力负荷和活动度增大时促使钩椎关节发生分化,形成含有滑膜细胞的滑膜关节^[12]。

2 钩椎关节的解剖学研究

钩突通常被认为主要存在颈椎(C3~C7)椎体上,但也有研究报道在第1或第2胸椎上可见钩突^[13]。目前对钩椎关节解剖学研究主要集中在钩突高、钩突基底宽、钩突基底长、钩突间距、钩突-横突孔距离值等测定及不同节段的变化差异,研究的方法有X线平片、CT三维重建、尸体标本测量以及干骨标本测量等。一些学者通过X线正侧位片、斜位片进行颈椎钩突的长、基底宽和椎体夹角的测量,但C7椎体往往很难显示清晰,这种测量方式的精确度难以达到尸体解剖测量和CT三维重建测量的准确性^[14]。朱建兵等^[15]运用螺旋CT对120例成年志愿者进行薄层CT扫描后测量钩突的大小及相关解剖参数,发现性别和年龄在不同程度上影响着钩突大小,钩突大小同椎体及椎间孔大小有相关性。王星等^[16]对66例6~20岁的无外伤、无神经症状的青少年进行颈椎CT三维重建研究,发现青少年钩突基底长、宽和钩突高、间距从C1~C7均呈递增趋势,且随年龄增长逐渐递增,但男女性别和左右两侧测量结果无统计学差异。康小燕^[17]运用CT三维重建技术对92例7~12岁健康儿童颈椎进行测量,发现7~12岁儿童的确存在钩椎关节,且钩突高、钩突基底宽、钩突间距等数值和年龄变化有一定的规律。Kocabiyik等^[18]对63个颈椎椎体标本进行解剖测量,钩突平均高度在4.88mm(T1)~7.54mm(C4)之间,平均宽度在4.25mm(C3)~6.33mm(T1)之间,平均长为6.88mm(T1)~11.46mm(C4)之间,钩突相对于矢状面的倾斜角较为恒定,均值为41.39°,钩突长轴与矢状面

第一作者简介:男(1990-),医师,医学博士,研究方向:脊柱外科
电话:(028)85422570 E-mail:hxyy@live.cn

通讯作者:刘浩 E-mail:liuhao6304@hotmail.com

的夹角从 C5~T1 逐渐增大,均值为 20.74° ($6^{\circ}\sim 60^{\circ}$)。Tubbs 等^[10]对 40 具成年尸体颈椎解剖测量分析后发现,钩突高度平均为 4.8mm,最高在 C3 椎体;前后长度均值为 8mm,基底宽度均值为 4.9mm,顶端宽度均值为 1.8mm,不同节段钩突基底宽度未见明显差异。Lu 等^[20]对 54 具干燥颈椎标本(270 个椎体)进行解剖测量,发现钩突最高值在 C3~C6($5.8\pm 1.1\text{mm}\sim 6.1\pm 1.3\text{mm}$ 之间)。可见钩椎关节解剖测量结果仍然存在争议,可能与标本的处理方式(干燥的骨、新鲜尸体)、人群差异、测量方法不一致(X 线、CT、实体解剖测量)、样本量、钩椎形态变异较大等有关,仍有待进一步研究。

3 钩椎关节的发育学研究

有学者认为钩突是爬行动物和鸟类的肋脊关节在系统发育上的残余部分^[21]。Luschka 最初也是因为这些突起与退化的肋骨头很相似,因而将钩突描述命名为“*eminentia costaria*”。Orofino 等^[12]通过研究后认为钩突在胎儿时期即开始发育,尤其是 3~4 月龄的胎儿时期发育尤其明显,足月的胎儿钩突与上位椎体间隙中并没有滑膜组织,相反填充的是一些疏松纤维组织和血管组织,这与一般的经典的滑膜关节发育不同,经典的滑膜关节在妊娠 10~11 周即开始形成滑膜组织并且在足月的时候已经形成滑膜。有学者认为钩突从 4 岁开始增高发育,并且从 9~14 岁开始向侧方发育,钩椎裂隙也在此时逐渐在椎间盘侧方和后外侧处形成,20~35 岁之间钩椎裂隙继续向内横贯椎间盘并最终在 45 岁左右同对侧的裂隙汇合^[22]。多位学者进行研究后认为成人钩椎裂隙是从周围向中心发育,并且裂隙是椎间盘胶原纤维扭转的产物。Tondury^[23]的研究发现这种变化并不发生在胚胎或者 6 岁以下儿童颈椎中,其观察到的最早年龄为 9 岁。Mercer 和 Bogduk^[24]的研究发现在年轻的研究样本中裂隙只是部分向中心进行扩展,而在更年长的研究样本中裂隙已经完全横断椎间盘后方的 2/3,裂隙的渗透现象或者说是胶原纤维的瓦解非常缓慢,随着年龄增长及钩突增高从周围向中心移动。Stahl 和 Huth^[25]在 1980 年报道了 1 例 1 个月大的婴儿出现了钩椎裂隙,是否存在一个真正的滑膜关节仍存在争议,裂隙并未延伸到纤维环中。Prescher^[26]认为颈椎生理曲度的发育完成导致颈椎受力的分配和大小的改变,椎间盘区域所受的巨大负荷在旋转和侧屈运动时增大,并进一步促进裂隙的产生。尽管裂隙组织产生的具体细节还有待研究,但是一部分学者仍认为裂隙组织是颈椎负荷增大的结果。随着年龄的增长,钩椎关节继续发育,当钩突增高变成锥形尖端以后即开始增宽和变平的发育^[27]。当钩突发育成唇形骨赘后钩突开始向侧方发育^[22]。钩突结构的改变被认为是随着年龄相关的椎间盘改变的一部分结果,40~50 岁时,椎间盘开始脱水和变窄,钩突承受更大的负荷力,为了承受应力开始变平和向侧方发育生长^[26,28]。王星等^[17]对 1 具 3 岁儿童尸体颈椎行组织学染色后观察发现,儿童颈椎未形成

钩椎关节,也未在此区域发现滑膜细胞。康小燕等^[17]对 7~12 岁小儿颈椎进行 CT 三维重建扫描后发现此年龄段的儿童有钩椎关节。王星等^[29]对 66 例 6~20 岁的青少年行颈椎 CT 三维重建扫描也发现颈椎钩突随着年龄增长呈一定的变化趋势,且钩突的相关结构特征可能和颈椎的稳定性相关。目前关于钩椎关节发育的细节尚待完善,综合国内外研究结果钩椎关节可能是一个伴随颈椎间盘退变、颈椎曲度改变等原因造成颈椎负荷应力增大的一个发育伴随退变的结果。

4 钩椎关节的生物力学功能

钩椎关节影响着颈椎在过伸、过屈、左右侧屈、左右旋转六个维度上的活动,颈椎在侧屈运动时冠状面上伴随着旋转运动,颈椎在过伸、过屈运动中会产生前后滑动,有学者认为颈椎钩突类似导轨一样控制着颈椎在伸、屈运动中产生的前后移动,椎间后外侧的钩突顶峰部分限制了颈椎在伸屈运动时的冠状面上的移动^[30]。魏威等^[31]利用有限元分析方法对钩椎关节和小关节压力进行了分析,研究发现钩椎关节应力分布类似小关节的应力分布,当前屈时 C4~5 节段钩椎关节应力最大,在后伸时 C3~4 节段应力最大,在侧弯时受压一侧应力较大,而在旋转情况下,应力分布相对均匀,钩椎关节应力值范围为 0~26MPa。Penning 和 Wilminck^[32]对 26 例年龄在 20~26 岁的健康志愿者进行颈椎旋转运动 CT 扫描并测量每个节段在旋转运动时的角度,发现钩椎关节影响着颈椎旋转运动。Clausen 等^[33]利用有限元分析方法构建了一个 C5~6 节段的完整的颈椎模型并对钩椎关节和钩突的生物力学重要性进行了分析,发现钩椎关节和钩突是下颈椎耦合运动的主要贡献者,钩突可有效减小耦合运动范围,尤其是旋转和侧屈运动,而钩椎关节则可以增加耦合运动,切除钩突可以增加颈椎活动度。杨卫良等^[34]通过新鲜尸体标本进行生物力学研究发现,钩椎关节切除以后椎体矢状面相对下椎体水平位移、旋转角度和冠状面侧方位移有显著性差异,其结果显示钩椎关节是颈椎稳定的重要结构,有限制椎体向侧方移位和过度旋转的作用。Kotani 等^[35]对 14 例尸体颈椎进行钩椎关节分阶段切除(后方椎间孔部分、后半部分、前半部分),然后进行生物力学测试,其结果显示三种不同程度的钩椎关节切除均影响颈椎稳定性,单侧和双侧椎间孔区域切除主要影响过伸运动并分别减少 30%和 36%,其次是扭转和侧屈的稳定性;钩椎关节在维持稳定性方面在不同节段具有差异性,其最主要的作用是调节后伸和侧屈运动,其次是扭转运动;钩椎关节稳定性维持主要是由后方的钩椎关节部分完成,因此此区域的钩突同前方的钩突相比在形态上更高更宽。Snyder 等^[36]进行了体外生物力学研究,定量探讨钩椎关节切除后对颈椎间盘置换术后颈椎运动功能的影响,对 7 具尸体颈椎标本置入金属/聚乙烯球臼型半限制型假体,按照完整组、右侧后中部切除、右侧全切除、双侧全切除顺序进行测试,均在屈伸位、侧屈位和轴性旋转

方面进行测试,结果显示椎间盘置换术后单侧钩椎关节完全和部分切除后侧屈运动正常,但双侧钩椎关节完全切除会导致屈伸运动范围和轴性运动范围比正常增加。随着年龄的增长,椎间盘脱水,椎间隙变窄,钩椎关节将承担更大的应力负荷并促进钩突形态上的发育和变化^[26,28,37],钩椎关节还被认为是一个屏障,可以防止椎间盘向后外侧或外侧突出^[38]。

5 钩椎关节与颈椎病的关系

钩椎关节增生被认为和神经根型颈椎病、椎动脉型颈椎病有关,同时,颈椎前路减压融合术中(anterior cervical decompression and fusion, ACDF) 是否行钩椎关节切除减压也存在争议。

钩突后份的增生造成椎间孔的狭窄被认为是引起神经根型颈椎病的主要原因。王祺等^[39]利用多层螺旋 CT 对 177 例神经根型颈椎病患者进行椎间孔狭窄原因分析后发现,钩椎关节骨质增生发生率高达 86.96%。随着年龄的增长,椎间盘水分含量减少,椎间盘高度降低,钩椎关节应力负荷增加,以及其他外伤、劳损等原因造成钩椎关节损伤后可能出现骨膜撕裂、炎症、机化、钙盐沉积等,关节面出现凹陷和象牙骨质变化,钩突出现变形,骨赘形成,颈椎出现退变性改变。一般认为钩椎关节骨关节炎改变开始于 40 岁以后,且随着年龄增长更多的钩椎关节会被累及且变形更重^[40]。Houser 等^[41]对 95 例患者狭窄的椎间孔进行研究后认为,钩突骨赘形成是由软帽帽进展性的钙化形成一个成熟的骨赘演变而来。骨赘增生通常是由钩突的后份部分开始,增生的骨赘可突入椎间孔中并激惹压迫其中的神经根^[42]。增生的部位以 C4~C6 水平节段受累居多,尤其是 C5~C6 节段,这可能与此节段区域钩突更长、椎间孔的前后径及上下径更短、神经根在此区域走行更长有关^[43,44]。

椎动脉型颈椎病的发病机制仍存在争议,各种学说互有交叉,至今无单一学说可完全解释椎动脉型颈椎病的发病情况。颈椎退变椎间盘高度丢失或颈椎不稳应力刺激导致钩椎关节横向增生可导致椎动脉 V2 段区域受到刺激激惹和压迫,引起椎动脉机械性受压或者伴随颈交感神经刺激引起椎动脉反射性的收缩、痉挛、缺血等,这可能是椎动脉型颈椎病的发病机制之一^[45]。刘丽芬等^[46]对 23 例临床拟诊为椎动脉型颈椎病的患者行椎动脉 CT 血管造影(CTA)检查,发现患者钩椎关节均有不同程度的增生,13 例轻度骨质增生者对椎动脉无影响,10 例中重度钩椎关节增生者对椎动脉有压迫,当钩突最突出处到椎体中线距离超过 15.86mm 时将椎动脉造成压迫或推移。目前针对钩椎关节增生压迫引起的椎动脉型颈椎病的治疗方式意见尚不统一,药物治疗联合康复理疗的综合治疗方式仍应当被首选,当保守治疗无效后可酌情采用手术治疗。手术治疗方式包括单纯的钩椎关节切除术、钩椎关节切除联合横突孔减压术等多种手术方式,其产生疗效的机制可能不是单纯的物理减压,还可能与稳定节段、交感神经末梢

毁损等减少周围组织对椎动脉的刺激有关^[47]。对一些合适的病例手术治疗是一种可选择的有效治疗方式。然而钩椎关节增生引发椎动脉型颈椎病的机制还未完全阐明,椎动脉型颈椎病是一种多因素、多机制的疾病,术者在决定手术时应充分考量并针对患者个体差异制定个性化的手术方式。

ACDF 术中切除钩椎关节减压的必要性一直存在争议。Cloward^[48]认为颈椎前路手术中应切除所有的致压物彻底减压,包括切除增生的钩椎关节骨赘。但 Robinson 等^[49]则认为随着脊柱稳定性的建立和异常应力刺激的解除,骨赘可自行吸收。许金松^[50]将钩椎关节切除与不切除进行对照研究后认为,钩椎关节切除减压可以取得良好的疗效,具有一定的临床推广价值。Shen 等^[51]进行了一项回顾性对照研究,对 ACDF 术中钩椎关节切除与保留进行比较,发现切除组与保留组患者疗效接近,认为 ACDF 术中不需常规性切除钩椎关节,钩椎关节切除减压可能增加手术时间和手术并发症。林栋等^[52]进行的一项回顾性研究发现,钩椎关节切除组与保留组患者临床疗效无统计学差异,认为神经根型颈椎病患者 ACDF 术中不应常规切除钩椎关节,稳定是达到融合的重要条件,保留钩椎关节可能为颈椎融合创造更好的条件。然而这种理论尚有待生物力学和临床研究证实,现阶段在有颈椎前路钢板等内固定辅助下,切除钩椎关节与保留钩椎关节的固定稳定性有无差异、差异程度以及这种差异能否影响颈椎的融合都有待进一步研究。总之,目前关于颈椎前路手术是否行钩椎关节切除仍然存在争议,现阶段的研究普遍样本量偏小且为回顾性研究,还有待高质量的前瞻性随机对照研究进一步论证。在目前的临床实践中对钩椎关节增生严重压迫明显的患者仍主张行钩椎关节切除减压,以尽快解除对神经或椎动脉的压迫,切除范围各研究报道也不一致,早期以单侧全切为主,近年来对神经根型颈椎病多采取椎间孔部切除,对椎动脉型颈椎病压迫明显诊断明确的以切除增生的骨赘为主。

6 小结与展望

从目前的研究来看,钩椎关节可能是由于人体颈椎应力负荷增大(椎间盘退变、颈椎曲度改变等)造成的一个发育伴随退变的结果。对钩椎关节解剖测量各项研究结果也存在差异,可能与标本的处理方式、人群差异、测量方法不一致、样本量偏小、钩椎形态变异较大等有关。钩椎关节对颈椎运动单元的稳定和活动具有重要的作用,并且可以承担应力负荷、防止椎间盘向后外侧或外侧突出。钩椎关节增生是神经根型颈椎病发病的主要原因,可能是椎动脉型颈椎病众多发病原因之一。目前 ACDF 术中是否行钩椎关节切除减压尚存在争议,不建议常规行钩椎关节切除减压,但对增生严重者仍主张行钩椎关节部分切除减压。关于钩椎关节的组织学研究因标本来源不统一、研究方法不一致且样本量普遍偏小,结论尚不统一,需进一步研究。同

时,对钩椎关节发育尚缺乏系统的研究,今后的研究仍需注重对钩椎关节发育研究。

7 参考文献

- Rathke. Zur normalen und pathologischen anatomie der Halbswirbelsäule[J]. Deutsche Zeitschrift Für Chirurgie, 1834, 242 (11-12): 122-137.
- Von Luschka H. Die Halbgelenke des Menschlichen Körpers [M]. Berlin: Germany: Georg Reimer, 1858.
- Trolard A. Quelques articulations de la colonne vertébrale [J]. J Int Med Anat Physiol, 1893, 10(19): 1-11.
- Tubbs RS, Vahedi P, Loukas M, et al. Hubert von Luschka (1820-1875): his life, discoveries, and contributions to our understanding of the nervous system [J]. J Neurosurg, 2011, 114(1): 268-272.
- Taylor JR, Twomey LT. Acute injuries to cervical joints: an autopsy study of neck sprain[J]. Spine(Phila Pa 1976), 1993, 18(9): 1115-1122.
- Brown MF, Hukkanen MV, McCarthy ID, et al. Sensory and sympathetic innervation of the vertebral endplate in patients with degenerative disc disease[J]. J Bone Joint Surg Br, 1997, 79(1): 147-153.
- 王星, 康小燕, 史君, 等. 学龄前期儿童钩椎关节部位的组织学观察及意义[J]. 局解手术学杂志, 2016, 25(12): 859-862.
- Gershon-Cohen J, Boreadis AG, Glauser F. Luschka joints of the cervical spine with relation to nerve root irritation [J]. J Albert Einstein Med Cent(Phila), 1954, 3(1): 29-32.
- Silberstein CE. The evolution of degenerative changes in the cervical spine and an investigation into the "joints of Luschka"[J]. Clin Orthop Relat Res, 1965, 40: 184-204.
- Yilmazlar S, Ikiz I, Kocaeli H, et al. Details of fibroligamentous structures in the cervical uncovertebral region: an obscure corner[J]. Surg Radiol Anat, 2003, 25(1): 50-53.
- Brismee JM, Sizer PJ, Dedrick GS, et al. Immunohistochemical and histological study of human uncovertebral joints: a preliminary investigation[J]. Spine(Phila Pa 1976), 2009, 34 (12): 1257-1263.
- Orofino C, Sherman MS, Schechter D. Luschka's joint—a degenerative phenomenon[J]. J Bone Joint Surg Am, 1960, 42-A: 853-858.
- Tubbs RS, Rompala OJ, Verma K, et al. Analysis of the uncinate processes of the cervical spine: an anatomical study [J]. J Neurosurg Spine, 2012, 16(4): 402-407.
- 毛雨. 正常人体颈部钩椎关节 X 线研究(附 40 例 X 线测量) [J]. 医学综述, 2008, 14(19): 3029-3030.
- 朱建兵, 龚建平, 钱铭辉. 螺旋 CT 研究颈椎钩突的大小及其相关因素[J]. 颈腰痛杂志, 2006, 27(2): 88-92.
- 王星, 史君, 张少杰, 等. 三维图像测量青少年颈椎钩突的形态特征[J]. 中国组织工程研究与临床康复, 2011, 15(30): 5587-5590.
- 康小燕. 7~12 岁儿童“Luschka joint”的数字化三维形态测量与有限元分析[D]. 内蒙古医科大学, 2016.
- Kocabiyyik N, Ercikti N, Tunali S. Morphometric analysis of the uncinate processes of the cervical vertebrae [J]. Folia Morphol(Warsz), 2017, 76(3): 440-445.
- Tubbs RS, Rompala OJ, Verma K, et al. Analysis of the uncinate processes of the cervical spine: an anatomical study [J]. J Neurosurg Spine, 2012, 16(4): 402-407.
- Lu J, Ebraheim NA, Yang H, et al. Cervical uncinate process: an anatomic study for anterior decompression of the cervical spine[J]. Surg Radiol Anat, 1998, 20(4): 249-252.
- Bland JH, Boushey DR. Anatomy and physiology of the cervical spine[J]. Semin Arthritis Rheum, 1990, 20(1): 1-20.
- Taylor J, Twomey L, Bo L. Contrasts between cervical and lumbar motion segments[J]. Critical Reviews in Physical & Rehabilitation Medicine, 2000, 12(4): 28.
- Tondury G. Development of the spinal column[J]. Rev Chir Orthop Reparatrice Appar Mot, 1953, 39(5-6): 553-569.
- Mercer S, Bogduk N. The ligaments and annulus fibrosus of human adult cervical intervertebral discs[J]. Spine(Phila Pa 1976), 1999, 24(7): 619-628.
- Stahl C, Huth F. Morphological evidence of synovial spaces in the uncovertebral region of cervical discs [J]. Z Orthop Ihre Grenzgeb, 1980, 118(5): 721-728.
- Prescher A. Anatomy and pathology of the aging spine [J]. Eur J Radiol, 1998, 27(3): 181-195.
- Pait TG, Killefer JA, Arnautovic KI. Surgical anatomy of the anterior cervical spine: the disc space, vertebral artery, and associated bony structures[J]. Neurosurgery, 1996, 39 (4): 769-776.
- Resnick D. Degenerative diseases of the vertebral column[J]. Radiology, 1985, 156(1): 3-14.
- 王星. 青少年 Luschka 关节增龄变化的影像解剖学研究[D]. 内蒙古医科大学; 内蒙古医学院, 2010.
- Milne N. The role of zygapophysial joint orientation and uncinate processes in controlling motion in the cervical spine [J]. J Anat, 1991, 178(2): 189-201.
- 魏威, 廖胜辉, 韩颖. 颈椎生理曲度变直全节段有限元建模与分析[J]. 浙江医学, 2011, 33(7): 982-985, 插 3.
- Penning L, Wilmink JT. Rotation of the cervical spine: a CT study in normal subjects[J]. Spine(Phila Pa 1976), 1987, 12 (8): 732-738.
- Clausen JD, Goel VK, Traynelis VC, et al. Uncinate processes and Luschka joints influence the biomechanics of the cervical spine: quantification using a finite element model of the C5-C6 segment[J]. J Orthop Res, 1997, 15(3): 342-347.
- 杨卫良, 陈更新, 曲彦隆, 等. Luschka 关节对下颈椎稳定性影响的临床生物力学研究[J]. 中国矫形外科杂志, 2006, 14 (23): 1804-1806.
- Kotani Y, McNulty PS, Abumi K, et al. The role of antero-medial foraminotomy and the uncovertebral joints in the sta-

- bility of the cervical spine: a biomechanical study[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 1998, 23(14): 1559-1565.
36. Snyder JT, Tzermiadianos MN, Ghanayem AJ, et al. Effect of uncovertebral joint excision on the motion response of the cervical spine after total disc replacement[J]. *Spine(Phila Pa 1976)*, 2007, 32(26): 2965-2969.
37. 郑国海, 侯铁胜, 丁祖泉, 等. 颈椎间盘部分切除对钩椎关节轴向应力影响的实验研究[J]. *医用生物力学*, 1996, 11(1): 47-50.
38. Yamazaki S, Kokubun S, Ishii Y, et al. Courses of cervical disc herniation causing myelopathy or radiculopathy: an analysis based on computed tomographic discograms[J]. *Spine (Phila Pa 1976)*, 2003, 28(11): 1171-1175.
39. 王祺, 李会侠, 张永婷, 等. 多层螺旋 CT 显示神经根型颈椎椎间孔狭窄的应用价值 [J]. *河北医药*, 2018, 40 (22): 3439-3442.
40. Pesch HJ, Bischoff W, Becker T, et al. On the pathogenesis of spondylosis deformans and arthrosis uncovertebralis: comparative form -analytical radiological and statistical studies on lumbar and cervical vertebral bodies [J]. *Arch Orthop Trauma Surg*, 1984, 103(3): 201-211.
41. Houser OW, Onofrio BM, Miller GM, et al. Cervical neural foraminal canal stenosis: computerized tomographic myelography diagnosis[J]. *J Neurosurg*, 1993, 79(1): 84-88.
42. Giles LG. Mechanisms of neurovascular compression within the spinal and intervertebral canals[J]. *J Manipulative Physiol Ther*, 2000, 23(2): 107-111.
43. 程思. 基于 CT 三维重建技术的颈椎钩突及周围结构解剖学研究[D]. 重庆医科大学, 2013.
44. Ebraheim NA, Lu J, Biyani A, et al. Anatomic considerations for uncovertebral involvement in cervical spondylosis[J]. *Clin Orthop Relat Res*, 1997, 334: 200-206.
45. 陈日勇, 高丽霞, 张立岩, 等. 椎动脉型颈椎病与颈椎不稳的相关性临床研究[J]. *实用骨科杂志*, 2006, 12(2): 181-182.
46. 刘丽芬, 苏秉亮. 椎动脉 CTA 对椎动脉型颈椎病的应用研究 [J]. *实用医学影像杂志*, 2005, 6(1): 1-3.
47. 王峰, 张佐伦, 刘立成, 等. 颈性眩晕的病因及其治疗[J]. *中国矫形外科杂志*, 2002, 9(2): 149-151.
48. Cloward RB. The anterior approach for removal of ruptured cervical disks[J]. *J Neurosurg*, 1958, 15(6): 602-617.
49. Robinson RA, Walker AE, Ferlic DC, et al. The results of anterior interbody fusion of the cervical spine [J]. *J Bone Joint Surg Am*, 1962, 44(8): 1569-1587.
50. 许金松. 颈椎病行颈前路钩椎关节减压联合改良植骨术治疗的疗效观察[J]. *中国伤残医学*, 2015, 23(2): 78-79.
51. Shen FH, Samartzis D, Khanna N, et al. Comparison of clinical and radiographic outcome in instrumented anterior cervical discectomy and fusion with or without direct uncovertebral joint decompression[J]. *Spine J*, 2004, 4(6): 629-635.
52. 林栋, 陈长青, 林东, 等. 保留与切除钩椎关节在颈前路手术的临床效果比较[J]. *中国矫形外科杂志*, 2018, 26(1): 11-16.

(收稿日期:2019-04-10 末次修回日期:2019-07-05)

(本文编辑 卢庆霞)