

综述

动态颈椎 MRI 临床应用进展

Progress in clinical application of dynamic cervical MRI

雷宇, 于森, 刘晓光

(北京大学第三医院骨科 100191 北京市)

doi: 10.3969/j.issn.1004-406X.2016.08.16

中图分类号: R681.5 文献标识码: A 文章编号: 1004-406X(2016)-08-0758-05

随着人口老龄化加剧, 颈椎退行性改变及其导致的一系列疾病变得越来越普遍。颈椎退变起源于椎间盘, 随着椎间盘退变的进展, 颈椎生物力学发生改变, 继发骨赘形成、韧带肥厚, 最终影响脊髓、神经根等, 引发相应的临床症状^[1]。MRI 不仅能清楚显示椎间盘、韧带等软组织结构的退行性改变, 还能反映脊髓、神经等受压情况, 是检查颈椎退变的主要影像学方法之一。然而, 目前常规颈椎 MRI 是在仰卧体位下行颈椎中立位扫描, 只能获得非承重状态的静态图像, 而颈椎的日常状态多处于承重体位, 伴随着复杂的动态姿势改变。故常规颈椎 MRI 不能完全真实反映日常状态下颈椎生理负荷情况, 且忽略了椎管、椎间盘、韧带等各颈椎结构对脊髓的动态压迫性改变, 以及退变结构对颈椎动力学的改变。因此, 近年来不少学者开始利用动态 MRI 研究颈椎退变, 包括退变对颈椎动力学的影响, 以及颈椎屈伸活动时退变结构的动态变化, 重点是研究脊髓的动态受压情况及其临床意义。现将相关研究进展综述如下。

1 动态 MRI 的检查方法

1.1 仰卧位

目前国内的临床研究中, 多采用传统的封闭式磁共振扫描设备, 只能进行仰卧位检查, 首先行中立位常规扫描。行颈椎动态检查时, 多通过头下垫枕, 使下颌尽量靠近胸骨作为前屈位, 在颈肩部下方垫枕, 使头颈部尽量后仰作为后伸位。这种方法简单易行, 但有一定缺陷: 屈伸角度不容易调节, 且头颈部固定不稳, 容易产生运动伪影。而国外学者行颈椎动态检查时, 多采用自制的头颈部运动装置, 可舒适地固定头颈部, 不易产生运动伪影, 更可精确调节颈椎的屈伸角度^[2-3]。

1.2 直立位

国外已有直立开放式磁共振扫描设备^[4-13], 允许受检者进行直立位检查, 也可以由直立位变为卧位, 能更真实地反映颈椎各结构在日常生理负荷情况下的动态变化。行

颈椎直立位动态检查时, 通常设定中立位为 0°, 前屈位为 40°, 后伸位为 -20°, 通过颈部的接收线圈对每个位置进行 10~12min 的图像采集。参数分别为: T1WI (SE): TR/TE=671/17ms, 层厚 3mm, FOV=24cm, 矩阵 256×200, NEX=2; T2WI (FSE): TR/TE=3432/160ms, 层厚 3mm, FOV=24cm, 矩阵 256×224, NEX=2。但是鉴于设备限制, 国内尚未有相关研究报道。

2 颈椎结构的动态改变

颈椎在生理屈伸活动时, 其各部分结构如椎间孔、椎间盘、韧带、脊髓、椎管等发生着动态改变, 动态 MRI 可以清楚显示不同体位时颈椎各结构的变化。

2.1 椎间孔

颈椎椎间孔构成复杂, 上界为上位椎椎弓根下部, 下界为下位椎椎弓根上部, 前界为下位椎的钩突和上位椎的椎体后外侧, 后界为下位椎的上关节突。Yoo 等^[14]通过尸体研究证实, 椎间孔的大小随颈椎的屈伸而改变。当椎间盘突出、骨刺形成时, 特定的体位可诱发神经根性症状。Muhle 等^[15]前瞻性对 30 名健康志愿者进行前屈、后伸及轴向旋转 MRI 检查, 测量不同体位的椎间孔大小, 发现与中立位相比较, 前屈位时椎间孔增大 30%, 后伸位时椎间孔减小 20%; 而轴向旋转时, 同侧的椎间孔减小, 对侧的椎间孔增大, 且变化程度与旋转角度成正比。在另一项研究中, Muhle 等^[16]对 21 例有症状患者同样行动态 MRI 检查, 发现当患者颈椎处于后伸位且向疼痛侧旋转时, 椎间孔面积减小。故动态 MRI 能反映椎间孔的动态改变, 为解释部分患者为何产生姿势诱发的神经根性症状提供了依据。

2.2 椎体序列

正常颈椎椎体后缘形成光滑的弧形曲线, 保证椎管的连续性。当椎间盘退变、韧带松弛时, 椎体相互间可出现滑脱甚至不稳定, 而屈伸活动则进一步加重椎体序列的不稳定, 可造成脊髓病理损害。一般认为, 椎体滑移大于 3mm 或成角大于 11°, 即可诊断颈椎不稳^[17]。张威江等^[18]对 60 例颈椎病患者行动态 MRI 检查发现, 不同病例前屈位和后伸位都可加重滑脱的程度。Suzuki 等^[19]通过直立位动态 MRI 对 468 例颈痛患者进行检查, 发现中立位有 2~

3mm 滑脱的患者与无滑脱患者比较, 屈伸位上的滑脱加重。而中立位超过 3mm 滑脱的患者, 屈伸位出现颈椎不稳的几率更高。

2.3 椎管

颈椎管由上下颈椎的椎孔连接而成, 屈伸活动时椎管形态可发生动态改变。目前评价椎管大小的主要指标是椎管矢状径。Chen 等^[19]通过尸体研究证实, 前屈位时椎管矢状径增大, 后伸位时椎管矢状径减小。Dalbayrak 等^[20]对 258 例脊髓型颈椎病患者行动态 MRI 检查, 同样发现颈椎管矢状径前屈位大于中立位, 中立位大于后伸位。

2.4 椎间盘

正常椎间盘能够帮助颈椎活动、维持颈椎稳定, 无论颈椎屈伸、侧弯或旋转均无突出。然而椎间盘是最早退变的组织, 退变的椎间盘水分丢失, 纤维环出现裂隙, 在外力作用下可诱发髓核从裂隙突出, 造成脊髓前方受压。突出的椎间盘随颈椎的屈伸活动有动态变化。宋兴华等^[21]对 31 例颈椎间盘突出患者, 通过动态 MRI 测量不同体位下的突出椎间盘大小, 发现椎间盘突出大小过伸位大于中立位, 中立位又大于过屈位。而张威江等^[18]行动态 MRI 研究发现, 前屈位和后伸位时椎间盘突出均较中立位加重, 尤以前屈位为重。另外张芳等^[22]报道在后伸位椎间盘突出程度加重, 而在前屈位也可发生椎间盘突出程度加重, 但发生几率和程度都较后伸位轻。研究结果均表明后伸位时椎间盘突出加重, 其机制可能是后伸位时纤维环和后纵韧带松弛, 破裂的纤维环和髓核易向后突出。但不同的研究关于前屈位时椎间盘突出程度的结果有所差异。可能与纳入病例数较少, 椎间盘退变程度不同有关, 尤其是与纤维环是否完全破裂有关。纤维环未完全破裂时, 前屈位后纵韧带紧张, 椎间隙后方加宽, 突出的髓核前移, 突出程度减轻; 纤维环完全破裂时, 前屈位髓核前方受压, 从破裂的纤维环进一步突出。最近, Lao 等^[11]对 500 例有背痛症状患者进行直立位动态 MRI 检查, 发现后伸位椎间盘突出程度较中立位显著加重, 而前屈位较中立位加重不明显。

2.5 黄韧带

黄韧带富含弹性纤维, 前屈位时受牵拉而伸长变薄, 后伸位时由于自身的弹性回缩而变短增厚, 而正常黄韧带由于具有“预张力”, 不致发生皱褶突入椎管。当黄韧带弹性降低或骨化形成、椎间盘高度降低时, 后伸位时黄韧带可能发生皱褶突出, 造成脊髓后方受压。Gu 等^[23]通过尸体研究证实, 随着颈椎后伸角度增大, 黄韧带突出程度呈“S”形加重。Sayit 等^[10]通过直立位动态 MRI 检查, 测量了 257 例有颈痛症状患者在不同体位下的黄韧带厚度, 同样发现黄韧带后伸位时增厚, 前屈位时变薄。

2.6 脊髓

正常人在屈伸活动时脊髓的形态大小、相对于椎管的位置也会有所改变。Kuwazawa 等^[24]对 20 名健康志愿者分别进行仰卧位和直立位的动态 MRI 检查, 比较不同体位的颈脊髓长度, 发现无论是仰卧位还是直立位, 颈脊髓

长度均为过屈位大于中立位, 中立位大于过伸位, 而仰卧位与直立位之间无明显差异。Endo 等^[25]对 62 例健康受试者进行卧位动态 MRI 检查, 同样发现颈脊髓长度在过屈位最长, 在过伸位最短。在另一项研究中, Kuwazawa 等^[26]比较了不同体位下椎间盘水平的脊髓横截面积以及脊髓矢状径, 发现椎间盘水平的脊髓横截面积在任一节段均为过伸位大于中立位, 中立位大于过屈位, 而仰卧位和直立位之间无明显差异; 脊髓矢状径同样是在任一节段均为过伸位大于中立位, 中立位大于过屈位, 且仰卧位和直立位之间同样无明显差异。Muhle 等^[2]对 40 名健康受试者进行动态 MRI 检查, 发现与中立位相比较, 过屈位时脊髓腹侧蛛网膜下腔变窄, 背侧蛛网膜下腔增宽, 脊髓变细; 过伸位时, 脊髓腹侧蛛网膜下腔增宽, 背侧蛛网膜下腔变窄, 脊髓增粗。这些研究结论均表明, 过屈位时脊髓拉长变细, 向前方滑动, 而过伸位时脊髓缩短增粗, 向后方滑动。

3 退变对颈椎动力学的影响

颈椎是脊柱中活动度最大的节段, 传统对颈椎动力学的研究多采用屈伸侧位 X 线片, 忽略了退变因素对颈椎动力学的影响。颈椎退变的基础是椎间盘退变, 不同学者基于 MRI 研究提出了略有不同的椎间盘退变程度分级标准^[5, 27-28]。直立位动态 MRI 可精确反映颈椎退变, 特别是椎间盘退变对运动节段滑移、成角的改变以及对整体活动度的影响。

3.1 颈椎正常活动度

Xiong 等^[13]对 468 例有症状患者进行直立位动态 MRI 检查, 排除严重椎间盘退变患者后, 最终只纳入 61 例无退变或轻度退变的患者, 分别测量了各节段的水平位移及角度变化, 发现水平位移从 C2/3 到 C7/T1 逐渐减少, 角度变化则是 C2/3 和 C7/T1 显著小于其他节段, 而 C5/6 对颈椎整体活动度的贡献最大, C7/T1 贡献最小。该研究展示了正常颈椎的活动度, 与退变颈椎的活动度比较即可发现退变对颈椎动力学的影响。

3.2 椎旁肌退变对活动度影响

Inoue 等^[29]对 188 例有症状的患者进行直立位动态 MRI 检查, 发现椎旁肌脂肪变性在 C3 节段和 C7 节段较多, 但是脂肪变性的数量与相应节段的 Cobb 角、水平位移、角度变化、椎间盘退变程度之间无相关性。他们认为椎旁肌的脂肪变性对颈椎的节段活动度几乎无影响。

3.3 椎间盘退变对活动度影响

Miyazaki 等^[6]对 168 例有症状的患者进行直立位动态 MRI 检查, 发现随着椎间盘退变程度加重, 从 II 级到 III 级时相应节段水平位移增大, 而从 IV 级到 V 级时相应节段水平位移和角度变化均减小。他们认为椎间盘退变会影响相应节段的活动度, 随着椎间盘退变程度加重, 运动节段首先从正常到不稳定, 而不稳定又加速退变, 最后严重退变时活动度减小, 进入强直期。

椎间盘退变影响本节段活动度, 而对邻近节段活动

度是否有影响? Daffner 等^[7]和 Fei 等^[8]对 407 例颈痛患者进行直立位动态 MRI 检查,发现无论椎间盘退变程度如何,退变节段的椎间盘对邻近节段的水平位移和角度变化均无影响。他们认为椎间盘退变的进程与邻近节段的椎间盘退变无关。

3.4 颈椎曲度对活动度影响

在另一项直立位动态 MRI 研究中, Miyazaki 等^[9]将 201 例有轻度颈痛患者根据中立位矢状面上 C1~C7 的 Cobb 角分为 5 组:后凸、僵直、低度前凸、正常前凸以及过度前凸。他们发现随着颈椎前凸曲度变小,各节段的水平位移和角度变化均减小,并且 C1/2、C2/3、C3/4 对颈椎整体活动度的贡献增大,而 C4/5、C5/6、C6/7 对颈椎整体活动度的贡献减小。他们认为颈椎曲度不仅影响整体活动度,也影响各运动节段对整体活动度的贡献大小。

3.5 脊髓压迫对活动度影响

Morishita 等^[5]对 289 例颈痛患者进行直立位动态 MRI 检查,发现当有严重脊髓受压时,椎间盘为中度退变节段对颈椎整体活动度的贡献较严重退变节段小;当椎间盘为中度退变时,脊髓受压节段对对颈椎整体活动度的贡献较无受压节段小;而当椎间盘严重退变时,脊髓受压程度与活动度无关系。他们认为椎间盘可能通过限制有脊髓受压节段的活动从而保护脊髓,即随着椎间盘退变,当出现脊髓受压时,椎间盘会利用其残存的功能限制该节段活动,保护脊髓不进一步受损害;而当椎间盘严重退变时,其基本功能丢失,则无法继续通过限制活动来保护脊髓。

4 脊髓动态受压的机制

Muhle 等^[30]于 1998 年首次基于动态 MRI 提出颈椎管狭窄程度分级标准,根据不同体位的 T2WI 矢状径将颈椎管狭窄程度分 4 级:0 级,颈脊髓腹背侧蛛网膜下腔无狭窄;1 级,颈脊髓腹背侧蛛网膜下腔部分狭窄;2 级,颈脊髓腹背侧蛛网膜下腔完全闭塞,但无脊髓受压;3 级,颈脊髓不同程度受压。在另一项研究中, Muhle 等^[31]对 46 例颈椎退变患者行动态 MRI 检查,发现无论前屈位还是后伸位均可出现椎管狭窄程度加重,尤其以后伸位明显。此后,许多学者采用该分级标准行动态 MRI 研究,均观察到前屈后伸位脊髓的动态受压,以后伸位明显^[12,32-34]。

正常人在生理屈伸活动时,脊髓与椎管虽然形态改变,但因脊髓周围的蛛网膜下腔的缓冲作用,不会造成脊髓受压。而随着颈椎退变,屈伸活动时上述结构发生动态改变,则可引起脊髓动态受压。颈椎前屈时,脊髓前移,椎体后方增生的骨赘、退变突出的椎间盘、骨化的后纵韧带可从前方对脊髓造成损害。颈椎后伸时,脊髓增粗,且椎管矢状径减小,脊髓与椎管比值增大,即脊髓周围缓冲间隙减小;且前方椎间盘突出程度加重、后方黄韧带皱褶突出,可共同形成“钳夹”效应^[31],对脊髓造成严重损害。若同时合并椎体滑脱、颈椎不稳,则进一步加重脊髓的动态受压程度^[9]。

5 动态 MRI 的临床价值

5.1 协助诊断

临床上部分患者有颈脊髓损害症状体征,但常规 MRI 检查并未发现明显脊髓受压,是否能诊断脊髓型颈椎病?是否需进一步行肌电图、脑脊液穿刺等复杂检查除多发硬化、肌萎缩侧索硬化症?而动态 MRI 也许能帮助明确诊断。Hattou 等^[35]报道了 6 例年轻患者,有脊髓压迫症状,常规 MRI 未见脊髓受压,在进行动态 MRI 检查后均观察到“动态不稳”,即屈伸位上椎管矢状径减小,出现脊髓受压。Hayashi 等^[12]通过直立位动态 MRI 检查,对 435 例有症状患者的共 2610 个颈椎节段进行分析,发现中立位上 5.3%的节段出现脊髓受压,即颈椎管狭窄 3 级,排除这些受压节段后,在前屈位上又有 1.6%的节段出现了新的脊髓受压,而后伸位上 8.3%的节段出现新的脊髓受压。从而证实常规中立位 MRI 低估了脊髓受压情况,有可能中立位无异常而屈伸位有脊髓受压。Guppy 等^[36]报道了 2 例患者常规 MRI 示脊髓高信号但无任何潜在压迫,屈伸位 X 线片也未见不稳定,通过动态 MRI 检查发现过伸位上的脊髓受压,从而解释了高信号的出现。他们认为动态 MRI 可以降低脑脊液穿刺等复杂检查以除外脱髓鞘病变的需要。

5.2 指导手术

动态 MRI 能多体位反映脊髓受压情况,更好地指导手术治疗。Muhle 等^[37]对 81 例颈椎退变患者行动态 MRI 检查,对比静态中立位 MRI,其中 23 例患者改变了手术方式。多数原计划行前路手术者改为后路手术或后路+前路手术,因为后伸位时观察到后方椎管狭窄增加、后方脊髓受压以及“钳夹”现象。Harada 等^[38]对 54 例拟行选择性椎板成形术患者研究发现,颈椎后伸位时,压迫节段的数目增加。他们认为术前行动态 MRI,尤其是后伸位 MRI,能很好地指导减压节段的选择。Miura 等^[39]对 20 例行椎板成形术患者行动态 MRI 检查,经术前术后对比发现,术后无论是中立位还是屈伸位,脊髓到椎体距离增大,即术后脊髓始终后移,从影像学上肯定了椎板成形术的减压效果。

6 动态 MRI 的适应证

动态 MRI 不仅能反映颈椎退变对其动力学的改变,还能反映颈椎负重状态及运动状态才可能出现的潜在病理改变,提高了影像学对颈椎疾病诊断的敏感性,对手术治疗也有重要的指导意义。然而动态 MRI 也有不足之处,比如扫描时间长、患者耐受差、价格昂贵等,并且目前进行动态 MRI 检查时屈伸角度无统一标准^[40],故仍主要用于科学研究,尚未在临床工作中普及开来。正因为动态 MRI 对颈椎退变患者并不是必需的,部分学者试图寻找可以预测脊髓动态受压的指标,即动态 MRI 的适应证。Chen 等^[32]对 62 例颈椎退变患者进行研究,尽管未找到明确的指征,但他们发现当中立位有颈椎退变(椎间盘突出、骨赘形成、黄韧带肥厚)伴 C7 水平椎管矢状径 $\leq 10\text{mm}$ 时,动

态 MRI 检查的阳性率可从 31% 提高到 79%, 因此对该类患者建议行动态 MRI 检查。Lao 等^[11]认为若患者有颈椎病根性症状, 但常规 MRI 未见异常时, 应行动态 MRI 检查。Kim 等^[14]则认为对于老年患者且有脊髓压迫体征的, 均建议行动态 MRI 检查。

7 小结

颈椎退变过程中, 结构退变引起动力学改变, 动力学改变又加重结构退变, 彼此相互影响, 最终导致脊髓、神经根等损害, 出现相应临床症状。动态 MRI 不仅能反映退变结构对颈椎动力学的影响, 而且能清楚显示颈椎各结构的退变及其对脊髓、神经根的动态压迫, 是常规中立位 MRI 的重要补充。动态 MRI 对于颈椎退行性疾病的诊断及手术治疗有一定的指导意义。但鉴于设备限制, 仍需进一步研究来明确检查指征, 规范操作标准。

8 参考文献

- Morishita Y, Hymanson H, Miyazaki M, et al. Kinematic evaluation of the spine: a kinetic magnetic resonance imaging study[J]. J Orthop Surg (Hong Kong), 2008, 16(3): 348-350.
- Muhle C, Wiskirchen J, Weinert D, et al. Biomechanical aspects of the subarachnoid space and cervical cord in healthy individuals examined with kinematic magnetic resonance imaging[J]. Spine, 1998, 23(5): 556-567.
- Schlamann M, Reischke L, Klassen D, et al. Dynamic magnetic resonance imaging of the cervical spine using the NeuroSwing System[J]. Spine, 2007, 32(21): 2398-2401.
- Miyazaki M, Hymanson HJ, Morishita Y, et al. Kinematic analysis of the relationship between sagittal alignment and disc degeneration in the cervical spine[J]. Spine, 2008, 33(23): E870-E876.
- Morishita Y, Hida S, Miyazaki M, et al. The effects of the degenerative changes in the functional spinal unit on the kinematics of the cervical spine[J]. Spine, 2008, 33(6): E178-E182.
- Miyazaki M, Hong SW, Yoon SH, et al. Kinematic analysis of the relationship between the grade of disc degeneration and motion unit of the cervical spine[J]. Spine, 2008, 33(2): 187-193.
- Daffner SD, Xin J, Taghavi CE, et al. Cervical segmental motion at levels adjacent to disc herniation as determined with kinetic magnetic resonance imaging[J]. Spine, 2009, 34(22): 2389-2394.
- Fei Z, Fan C, Ngo S, et al. Dynamic evaluation of cervical disc herniation using kinetic MRI[J]. J Clin Neurosci, 2011, 18(2): 232-236.
- Suzuki A, Daubs MD, Inoue H, et al. Prevalence and motion characteristics of degenerative cervical spondylolisthesis in the symptomatic adult[J]. Spine, 2013, 38(17): E1115-E1120.
- Sayit E, Daubs MD, Aghdasi B, et al. Dynamic changes of the ligamentum flavum in the cervical spine assessed with kinetic magnetic resonance imaging[J]. Global Spine J, 2013, 3(2): 69-74.
- Lao L, Daubs MD, Scott TP, et al. Missed cervical disc bulges diagnosed with kinematic magnetic resonance imaging[J]. Eur Spine J, 2014, 23(8): 1725-1729.
- Hayashi T, Wang JC, Suzuki A, et al. Risk factors for missed dynamic canal stenosis in the cervical spine [J]. Spine, 2014, 39(10): 812-819.
- Xiong C, Suzuki A, Daubs MD, et al. The evaluation of cervical spine mobility without significant spondylosis by kMRI [J]. Eur Spine J, 2015, 24(12): 2799-2806.
- Yoo JU, Zou D, Edwards WT, et al. Effect of cervical spine motion on the neuroforaminal dimensions of human cervical spine[J]. Spine, 1992, 17(10): 1131-1136.
- Muhle C, Resnick D, Ahn JM, et al. In vivo changes in the neuroforaminal size at flexion-extension and axial rotation of the cervical spine in healthy persons examined using kinematic magnetic resonance imaging[J]. Spine, 2001, 26(13): E287-E293.
- Muhle C, Bischoff L, Weinert D, et al. Exacerbated pain in cervical radiculopathy at axial rotation, flexion, extension, and coupled motions of the cervical spine: evaluation by kinematic magnetic resonance imaging [J]. Invest Radiol, 1998, 33(5): 279-288.
- 陈仲强, 刘忠军, 党耕町. 脊柱外科学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2013. 224-225.
- 张威江, 汪桦. MRI 运动扫描分析脊髓型颈椎病的脊髓致压因素[J]. 中华放射学杂志, 2003, 37(12): 1134-1139.
- Chen IH, Vasavada A, Panjabi MM. Kinematics of the cervical spine canal: changes with sagittal plane loads [J]. J Spinal Disord, 1994, 7(2): 93-101.
- Dalbayrak S, Yaman O, Firidin MN, et al. The contribution of cervical dynamic magnetic resonance imaging to the surgical treatment of cervical spondylotic myelopathy [J]. Turk Neurosurg, 2015, 25(1): 36-42.
- 宋兴华, 欧阳甲, 王宏伟, 等. 颈椎间盘突出的动态 MRI 测量及意义[J]. 中国脊柱脊髓杂志, 1999, 9(2): 77-80.
- 张芳, 张媛, 高树明, 等. 颈椎动态 MRI 评估颈椎椎管变化[J]. 中华放射学杂志, 2007, 41(9): 956-958.
- Gu R, Zhu Q, Lin Y, et al. Dynamic canal encroachment of ligamentum flavum: an in vitro study of cadaveric specimens [J]. J Spinal Disord Tech, 2006, 19(3): 187-190.
- Kuwazawa Y, Pope MH, Bashir W, et al. The length of the cervical cord: effects of postural changes in healthy volunteers using positional magnetic resonance imaging[J]. Spine, 2006, 31(17): E579-E583.
- Endo K, Suzuki H, Nishimura H, et al. Kinematic analysis of the cervical cord and cervical canal by dynamic neck motion[J]. Asian Spine J, 2014, 8(6): 747-752.
- Kuwazawa Y, Bashir W, Pope MH, et al. Biomechanical

- aspects of the cervical cord: effects of postural changes in healthy volunteers using positional magnetic resonance imaging[J]. J Spinal Disord Tech, 2006, 19(5): 348-352.
27. Miyazaki M, Hong SW, Yoon SH, et al. Reliability of a magnetic resonance imaging -based grading system for cervical intervertebral disc degeneration [J]. J Spinal Disord Tech, 2008, 21(4): 288-292.
28. Suzuki A, Daubs MD, Hayashi T, et al. Magnetic resonance classification system of cervical intervertebral disc degeneration: its validity and meaning[J]. Clin Spine Surg, 2016. [Epub ahead of print].
29. Inoue H, Montgomery S, Aghdasi B, et al. Analysis of relationship between paraspinal muscle fatty degeneration and cervical spine motion using kinetic magnetic resonance imaging[J]. Global Spine J, 2012, 2(1): 33-38.
30. Muhle C, Metzner J, Weinert D, et al. Classification system based on kinematic MR imaging in cervical spondylitic myelopathy[J]. AJNR Am J Neuroradiol, 1998, 19(9): 1763-1771.
31. Muhle C, Weinert D, Falliner A, et al. Dynamic changes of the spinal canal in patients with cervical spondylosis at flexion and extension using magnetic resonance imaging [J]. Invest Radiol, 1998, 33(8): 444-449.
32. Chen C, Hsu H, Niu C, et al. Cervical degenerative disease at flexion-extension MR imaging: prediction criteria [J]. Radiology, 2003, 227(1): 136-142.
33. Zhang L, Zeitoun D, Rangel A, et al. Preoperative evaluation of the cervical spondylotic myelopathy with flexion-extension magnetic resonance imaging[J]. Spine, 2011, 36(17): E1134-E1139.
34. Kim CH, Chung CK, Kim K, et al. Cervical extension magnetic resonance imaging in evaluating cervical spondylotic myelopathy[J]. Acta Neurochir(Wien), 2014, 156(2): 259-266.
35. Hattou L, Morandi X, Le Reste P, et al. Dynamic cervical myelopathy in young adults[J]. Eur Spine J, 2014, 23(7): 1515-1522.
36. Guppy KH, Hawk M, Chakrabarti I, et al. The use of flexion-extension magnetic resonance imaging for evaluating signal intensity changes of the cervical spinal cord [J]. J Neurosurg Spine, 2009, 10(4): 366-373.
37. Muhle C, Metzner J, Weinert D, et al. Kinematic MR imaging in surgical management of cervical disc disease, spondylosis and spondylotic myelopathy [J]. Acta Radiol, 1999, 40(2): 146-153.
38. Harada T, Tsuji Y, Mikami Y, et al. The clinical usefulness of preoperative dynamic MRI to select decompression levels for cervical spondylotic myelopathy[J]. Magn Reson Imaging, 2010, 28(6): 820-825.
39. Miura J, Doita M, Miyata K, et al. Dynamic evaluation of the spinal cord in patients with cervical spondylotic myelopathy using a kinematic magnetic resonance imaging technique[J]. J Spinal Disord Tech, 2009, 22(1): 8-13.
40. Bartlett R J, Hill CA, Rigby AS, et al. MRI of the cervical spine with neck extension: is it useful [J]? Br J Radiol, 2012, 85(1016): 1044-1051.
- (收稿日期:2016-04-12 修回日期:2016-06-22)
(本文编辑 彭向峰)

消息

第七届上海微创脊柱外科国际论坛会议通知

进入新世纪以来,微创脊柱外科技术的新理论、新技术层出不穷,已日益成为脊柱外科领域的焦点和热点。自 2010 年第一届《上海微创脊柱外科国际论坛》成功举办,论坛已连年成功举办多届,每年都吸引了众多国内外脊柱外科领域的专家和同行参会,成为国内具有相当学术影响力的微创脊柱外科的高端交流平台。依托瑞金医院百年传统和学术传承,由上海交通大学医学院附属瑞金医院骨科主办的第七届上海微创脊柱外科国际论坛将于 2016 年 10 月 14~16 日在上海举行。论坛将坚持国际化方向,广邀国内外脊柱外科名家,聚焦微创脊柱外科前沿,以专题演讲、病例讨论及专家辩论等方式深入讨论微创脊柱外科相关学术热点。论坛还将设立微创脊柱外科手术技术培训班,就脊柱内镜技术、腰椎侧路融合术、通道减压技术等内容进行专题的标本操作培训。与会嘉宾可获得国家级医学教育 I 类学分 10 分。

会议地址:上海市瑞金医院科技楼 2 楼报告厅(上海市瑞金二路 197 号);操作培训地址:上海交通大学医学院解剖实验室(上海市重庆南路 280 号)。

日程:10 月 14 日(星期五)14:00-18:00 报到;10 月 15 日(星期六)8:30-17:30 微创手术技术操作培训;10 月 16 日(星期日)8:00-17:00 上海微创脊柱外科国际论坛。

费用:注册费 800 元/人,会议+操作培训 3800 元/人,住宿费用自理。

联系方式:上海市瑞金二路 197 号,上海瑞金医院骨科,邮编:200025;联系人:虞佩(13818758036);传真:021-54660217;E-mail:shrjspine@163.com。