

- [12] Langner T, Hedström A, Mørwald K, et al. Fully convolutional networks for automated segmentation of abdominal adipose tissue depots in multicenter water-fat MRI[J]. Magn Reson Med, 2019, 81(4): 2736-2745.
- [13] Rundo L, Tangherloni A, Cazzaniga P, et al. A novel framework for MR image segmentation and quantification by using MedGA[J]. Comput Methods Programs Biomed, 2019, 176: 159-172.
- [14] Bouchebbah F, Slimani H. Levels propagation approach to image segmentation: application to breast MR images[J]. J Digit Imaging, 2019, 32(3): 433-449.
- [15] Linder N, Soltz K, Hartmann A, et al. Half-body MRI volumetry of abdominal adipose tissue in patients with obesity[J]. BMC Med Imaging, 2019, 19(1): 80.
- [16] Shungin D, Winkler TW, Croteau-Chonka DC, et al. New genetic loci link adipose and insulin biology to body fat distribution[J]. Nature, 2015, 518(7538): 187-196.
- [17] Tint MT, Fortier MV, Godfrey KM, et al. Abdominal adipose tissue compartments vary with ethnicity in Asian neonates: growing up in singapore toward healthy outcomes birth cohort study[J]. Am J Clin Nutr, 2016, 103(5): 1311-1317.
- [18] Boettcher M, Machann J, Stefan N, et al. Intermuscular adipose tissue (IMAT): association with other adipose tissue compartments and insulin sensitivity[J]. J Magn Reson Imaging, 2009, 29(6): 1340-1345.

(收稿日期: 2020-09-14 修回日期: 2021-01-19)

· 影像技术学 ·

不同屈曲角度 MRI 检查对平山病颈椎相关征象诊断的定量研究

周文, 黄义, 陈唯唯, 潘初

【摘要】 目的:不同屈曲角度 MRI 对平山病(HD)颈椎相关征象诊断的定量研究。**方法:**回顾性分析 2012—2019 年本院确诊的 HD 患者 35 例, 根据颈椎 MRI 扫描时的屈曲角度分为小角度组($<20^\circ$)和大角度组($>20^\circ$)。分别测量颈椎中立位和屈曲位的椎管直径(D)、脊髓前后径(AP)和左右径(TR)、硬膜囊后壁前移位距离(LDS)和脊髓后缘到椎管距离(d), 并采用 t 检验进行不同扫描体位的组间比较。**结果:**两名医师对 d、LDS、D、AP、TR 测量一致性好($ICC > 0.75, P < 0.05$)。中立位 MRI 大、小角度组各测量值在组间均无统计学差异($P > 0.05$)。屈曲位 LDS($4.89 \pm 1.13 \text{ mm}$ vs. $3.29 \pm 1.15 \text{ mm}$)、LDS/D(0.47 ± 0.07 vs. 0.41 ± 0.07)、d/D(0.40 ± 0.07 vs. 0.27 ± 0.08)3 个参数均为大角度组显著高于小角度组($P < 0.05$), 但脊髓径线测量两组间无显著差异。不同体位测量值增量 Δd ($3.72 \pm 1.31 \text{ mm}$ vs. 2.91 ± 1.29)、 ΔLDS ($4.83 \pm 1.18 \text{ mm}$ vs. $3.34 \pm 0.86 \text{ mm}$)、 $\Delta d/D$ (0.31 ± 0.10 vs. 0.24 ± 0.10)、 $\Delta \text{LDS}/D$ (0.40 ± 0.08 vs. 0.27 ± 0.06)大角度组均高于小角度组。**结论:**HD 患者颈椎屈曲位 MRI 屈曲角度对特征征象的观测有影响, 对于疑似 HD 患者屈曲位 MR 扫描屈曲角度尽可能增大, 至少要达到 $20^\circ \sim 30^\circ$ 。

【关键词】 肌萎缩, 脊髓性; 磁共振成像; 颈椎; 定量评价

【中图分类号】 R746.4; R445.2; R682.12; R195 **【文献标识码】** A

【文章编号】 1000-0313(2021)06-0798-05

DOI: 10.13609/j.cnki.1000-0313.2021.06.020

开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Quantitative study on the diagnosis of cervical spine related signs of Hirayama disease by MRI with different flexion angles ZHOU Wen, HUANG Yi, CHEN Wei-wei, et al. Department of Radiology, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China

【Abstract】 Objective: To quantitatively analyze the MRI with different flexion angles in the diagnosis of cervical spine related signs of Hirayama disease (HD). **Methods:** A total of 35 patients with HD from 2012 to 2019 were retrospectively analyzed. All patients were divided into small angle group

作者单位: 430030 华中科技大学同济医学院附属同济医院(周文、陈唯唯、潘初); 315010 中国科学院大学宁波华美医院(黄义)

作者简介: 周文(1984—), 男, 浙江绍兴人, 主管技师, 主要从事中枢神经及头颈影像诊断工作。

通信作者: 陈唯唯, E-mail: 153737391@qq.com

(<20°) and large angle group (>20°) according to the flexion angle of cervical spine on MRI. On the images of cervical spine in neutral and flexional positions, spinal canal diameter (D), anteroposterior (AP) and left-right diameter (TR) of the spinal cord, anterior displacement distance of the posterior wall of the dural sac (LDS) and distance from the posterior edge of the spinal cord to the spinal canal (d) were measured and compared between groups. **Results:** Two radiologists showed good agreement on the measurements of d, LDS, D, AP, TR (ICC>0.75, $P<0.05$). No significant difference in the measured values between the large and small angle groups in neutral position MRI ($P>0.05$). In the flexion position MRI, the LDS ($4.89\pm1.13\text{mm}$ vs. $3.29\pm1.15\text{mm}$), LDS/D (0.47 ± 0.07 vs. 0.41 ± 0.07) and d/D (0.40 ± 0.07 vs. 0.27 ± 0.08) in large-angle group were significantly higher than those in the small-angle group ($P<0.05$). However, there was no significant difference between the two groups in spinal cord diameter. The increments of d ($3.72\pm1.31\text{mm}$ vs. 2.91 ± 1.29), LDS ($4.83\pm1.18\text{mm}$ vs. $3.34\pm0.86\text{mm}$), d/D (0.31 ± 0.10 vs. 0.24 ± 0.10) and LDS/D (0.40 ± 0.08 vs. 0.27 ± 0.06) in the large angle group were higher than those of the small angle group. **Conclusion:** The MRI flexion angle of cervical spine in HD patients has an impact on the observation of the characteristic signs. For suspected HD patients, the flexion angle during MRI scan should be increased as much as possible, at least 20°~30°.

【Key words】 Muscular atrophy, spina; Magnetic resonance imaging; Cervical vertebrae; Quantitative evaluation

平山病(hirayama disease, HD)是好发于 15~25 岁男青年的良性自限性疾病,也被称为青少年上肢远端肌萎缩症。临床上起病隐匿,容易漏诊。除临床症状和神经电生理检查外,屈曲位颈椎 MRI 平扫及增强检查是确诊 HD 的重要检查手段。尽管屈曲位颈椎 MRI 上 C₅₋₆ 节段硬膜囊后壁前移,脊髓受压变扁,萎缩,硬脊膜外腔血管丛强化是 HD 特异性影像表现,但颈椎不同的屈曲角度对上述特异性 MRI 征象观察影响极大^[1-3]。本研究通过比较颈椎 MRI 不同屈曲角度对 HD 患者各特征影像参数定量的影响,寻找最适合 HD 临床诊断 MRI 检查的颈椎屈曲角度。

材料与方法

1. 临床资料

本研究获得医院伦理审查委员会批准。回顾性搜集 2012~2019 年我院临床诊断为 HD 患者临床和影像学资料 35 例,纳排标准如下:①临床上表现为手或(和)上肢前臂肌萎缩或(和)肌无力;②肌电图示受累肌肉表现为慢性神经源性损害;③神经系统检查无主观感觉障碍以及锥体束受累表现;④所有患者均行颈椎中立位和屈曲位 MRI 检查;⑤排除急性外伤史,既往有过颈椎手术史及其他病因导致的肌萎缩和乏力的患者。

2. 扫描方案

所有患者均采用 GE 3.0T MRI 扫描仪(Discovery MRI750, General Electric, Milwaukee, WI, USA)进行颈椎中立位和屈曲位常规 MRI 扫描。扫描序列及参

数:CTL 线圈,矢状面 T₁WI (TR 362 ms, TE 10.43 ms), T₂WI (TR 2000 ms, TE 127.83 ms), STIR (TR 2574 ms, TE 27.84 ms), 矩阵 288×160, 视野 240 mm×240 mm, 层厚 3.5 mm, 层间距 4 mm。轴面脂肪抑制 T₂WI (TR 4449 ms, TE 116.78 ms), 矩阵 192×288, 视野 200 mm×200 mm, 层厚 5 mm, 层间距 5.5 mm。

3. 图像分析

分组:颈椎屈曲角度以屈曲位颈椎拐角处分别向上和向下沿椎体后缘作两条直线,所形成夹角的补角即为颈椎屈曲角度(图 1a)。以 20°为分界将患者颈椎屈曲位 MRI 分为小角度组(屈曲角度 10°~20°)和大角度组(屈曲角度 20°~30°)。

定量测量参数:由两名诊断医师采取随机、双盲方式观测所有患者脊髓萎缩及变扁,硬膜囊后壁前移位距离及程度,脊髓后缘到椎管距离及程度。测量参数及方法:①椎管直径(D):在 STIR 序列正中矢状面硬膜剥离最大处测量(图 1b),若无硬膜囊后壁前移位,测量在 C₅ 椎体中段水平进行。②脊髓前后径(AP)和左右径(TR):均在屈曲位硬膜囊最大向前移位的 T₂WI 脂肪抑制序列横断面测量。AP 在横断面脊髓中线处测量(图 1c);TR 在横断面脊髓最大左右径处测量(图 1d);对于没有表现出硬膜囊后壁向前移位的受试者,测量在 C₅ 椎体中段水平进行。③硬膜囊后壁前移位距离(LDS):屈曲位正中矢状面硬膜剥离最大处对应 T₂WI 脂肪抑制序列横断面测量(图 1d);若无硬膜囊后壁前移位则在 C₅ 椎体中段水平进行;④脊髓

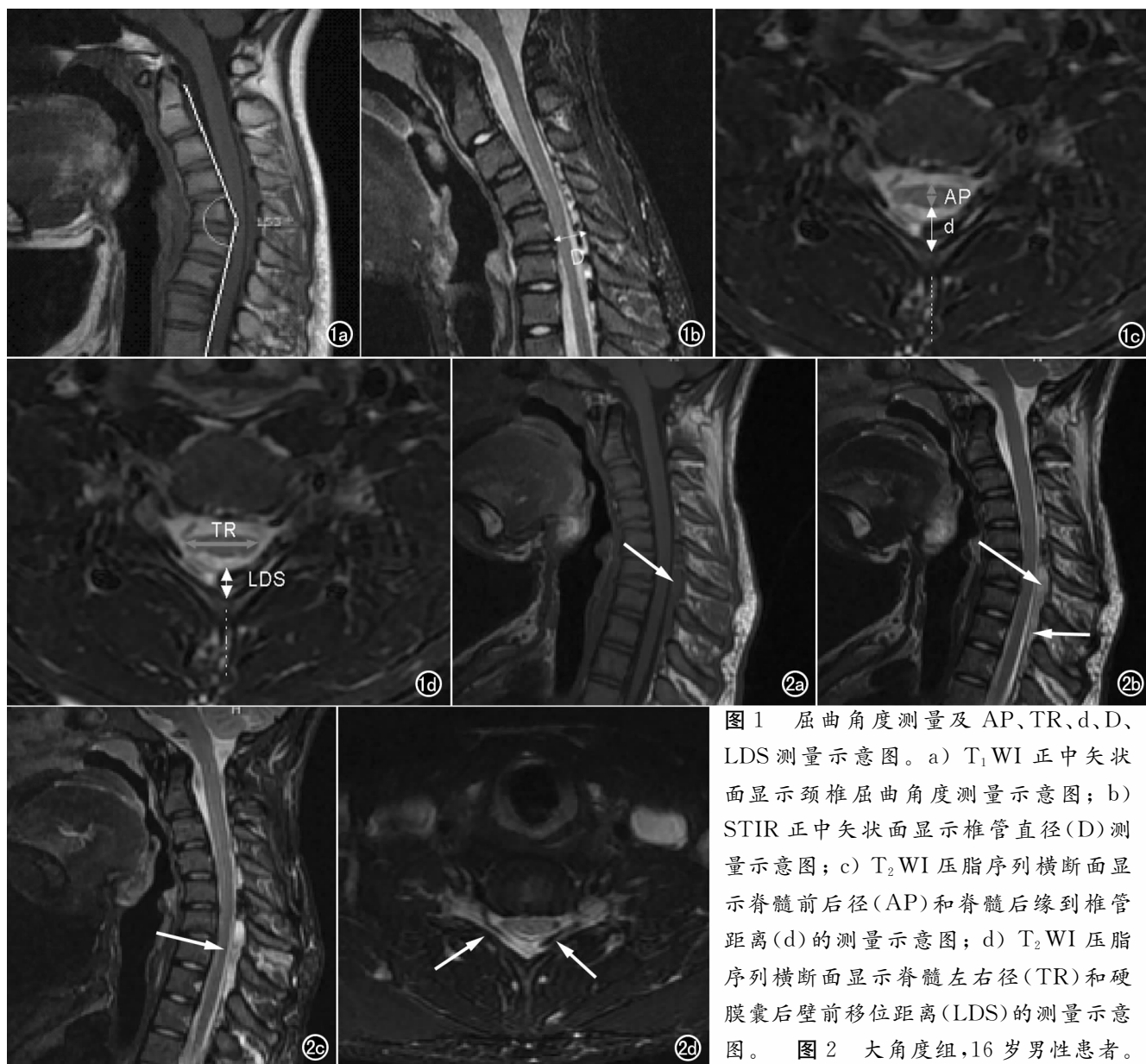


图1 屈曲角度测量及AP、TR、d、D、LDS测量示意图。a) T₁WI正中矢状面显示颈椎屈曲角度测量示意图; b) STIR正中矢状面显示椎管直径(D)测量示意图; c) T₂WI压脂序列横断面显示脊髓前后径(AP)和脊髓后缘到椎管距离(d)的测量示意图; d) T₂WI压脂序列横断面显示脊髓左右径(TR)和硬膜囊后壁前移位距离(LDS)的测量示意图。图2 大角度组, 16岁男性患者。

a) T₁WI矢状面显示硬膜外间隙新月形低信号影(箭); b) T₂WI矢状面示硬膜囊后壁前移位(箭), 硬膜外间隙明显增宽(长箭), 其内信号不均; c) STIR矢状面示下颈段脊髓萎缩(箭), 受压并向前移位; d) T₂WI压脂横断面示脊髓变扁, 双侧硬膜后方可见长条形流空血管影(箭), 左侧为著。

后缘到椎管距离(d): 测量层面同 LDS 测量层面(图 1c)。

4. 统计学分析

采用统计软件 SPSS V23.0 进行统计分析。所有测量数据采用正态性检验后, 符合正态分布数据以均数±标准差表示, 不符合正态分布数据以中位数±四分位数间距表示。采用 ICC 评估两名医师测量结果的一致性, ICC 0.75 提示一致性好。若测量一致性好, 则采用两名医师测量平均值作后续统计学分析。采用 Student-*t* 检验或 Mann-Whitney 秩和检验比较大、小角度组在年龄及不同扫描体位(中立位, 屈曲位)各测量参数(d、D、AP、TR、d/D、AP/TR)差异。采用

Fisher 确切概率法比较大、小角度组间性别差异。以 $P < 0.05$ 为检验水准。

结 果

本研究纳入 35 例 HD 患者中大角度组 17 例, 小角度组 18 例。两组患者的性别和年龄无统计学差异(表 1)。两名医师对屈曲位和直立位各参数的测量值一致性好, ICC 值均 0.85, $P < 0.05$ (表 1~2)。

不同成像体位(中立位和屈曲位)在大、小角度组之间的组间比较: 中立位 MRI 大、小角度组均未观察到明显硬膜囊后壁前移位, 且其它各测量值在组间均无统计学差异($P > 0.05$, 图 2、表 1)。屈曲位 MRI 大

表 1 性别、年龄及中立位各测量值在大、小角度组的组间比较

	大角度组 (n=17)	小角度组 (n=18)	t	P	ICC
年龄(岁)	15~26	14~35			
	19.18±2.94	21.11±4.79	1.43	0.162	/
男女比例	16:1	17:1	/	1.000	/
d(mm)	2.03±1.53	2.17±1.21	0.31	0.760	0.886
D(mm)	12.40±1.38	12.43±1.15	0.78	0.939	0.855
AP(mm)	5.33±0.65	5.40±0.89	0.24	0.816	0.924
TR(mm)	13.63±1.40	13.68±1.06	0.11	0.915	0.869
d/D	0.16±0.11	0.17±0.09	0.43	0.668	/
AP/TR	0.40±0.07	0.40±0.07	0.05	0.960	/

注:d:脊髓后缘到椎管距离;D:椎管直径;AP:脊髓前后径;TR:脊髓左右径;“/”表示无

角度组 LDS、LDS/D、d/D 3 个参数均显著高于小角度组($P<0.05$,图 3、表 2)。

不同屈曲角度对测量值的影响:无论是大角度组还是小角度组,仅 d、LDS、d/D、LDS/D 4 个参数在屈曲位与中立位之间的差值具有显著统计学意义($P<0.05$,表 3),但大角度组不同体位 d、LDS、d/D、LDS/D 增量均高于小角度组。

讨 论

平山病临床上起病隐匿,常表现为单侧或双侧不对称性上肢远端肌萎缩、乏力等症状,尺侧肌肉受累较桡侧更明显。发病早期易与肌萎缩侧索硬化、肌萎缩性颈椎病等疾病相混淆^[4],容易漏诊。尽管大部分 HD 患者呈现良性自限性病程^[5],但仍有少部分病例可持续进展或预后不良^[6,7]。早期诊断对 HD 有重要意义^[8]。HD 早期诊断有一定难度。首先,临床诊断难。起病早期临床上通常很难将 HD 与其他症状相似的疾病区分开,包括下颈段神经根病,肌萎缩侧索硬化以及多灶性运动神经病。仅凭临床表现或电生理检查可能会延迟诊断或误诊。其次,影像诊断难。即使是典型 HD 患者也可能出现 MRI 阴性,并且假阴性率高达 24%~29%^[9,10]。可能原因:①MRI 成像技术不规范。尽管屈曲位颈椎 MRI 平扫及增强是诊断 HD 常规检查方法,但是屈曲角度对特征性征象显示有极大影响^[2,3]。如何选择患者能够耐受且利于诊断体位是亟待解决的问题。

表 2 屈曲位各测量值在大、小角度组的组间比较

	大角度组	小角度组	t/Z 值	P	ICC
d(mm)	5.78±1.24	5.05±1.16	1.79	0.083	0.873
LDS(mm)	4.89±1.13	3.29±1.15	4.15	0.000	0.896
D(mm)	12.11±1.46	12.23±1.06	0.27	0.787	0.921
AP(mm)	5.09±0.88	5.08±0.79	0.49*	0.639	0.874
TR(mm)	14.56±2.16	13.90±1.37	1.06	0.296	0.917
d/D	0.47±0.07	0.41±0.07	2.60	0.009	/
LDS/D	0.40±0.07	0.27±0.08	5.12	0.000	/
AP/TR	0.36±0.09	0.38±0.06	0.59	0.563	/

注:*为 Z 值,其余为 t 值;d:脊髓后缘到椎管距离;LDS:硬膜囊后壁前移位距离;D:椎管直径;AP:脊髓前后径;TR:脊髓左右径。

表 3 大、小角度组中立位和屈曲位各测量值的差值比较

	大角度组		小角度组	
	Δ	P	Δ	P
d(mm)	3.72±1.31	0.000	2.91±1.29	0.000
LDS(mm)	4.83±1.18	0.000	3.34±0.86	0.000
D(mm)	0.33±0.92	0.154	0.16±0.81	0.428
AP(mm)	-0.24±1.12	0.434	-0.26±0.81	0.244
TR(mm)	0.93±1.93	0.096	0.34±0.90	0.171
d/D	0.31±0.10	0.000	0.24±0.10	0.000
LDS/D	0.40±0.08	0.000	0.27±0.06	0.000
AP/TR	-0.04±0.07	0.075	-0.03±0.05	0.053

注:d:脊髓后缘到椎管距离;LDS:硬膜囊后壁前移位距离;D:椎管直径;AP:脊髓前后径;TR:脊髓左右径;Δ:屈曲位与中立位各测量值差值;“-”表示屈曲位与中立位测量值差值为负。

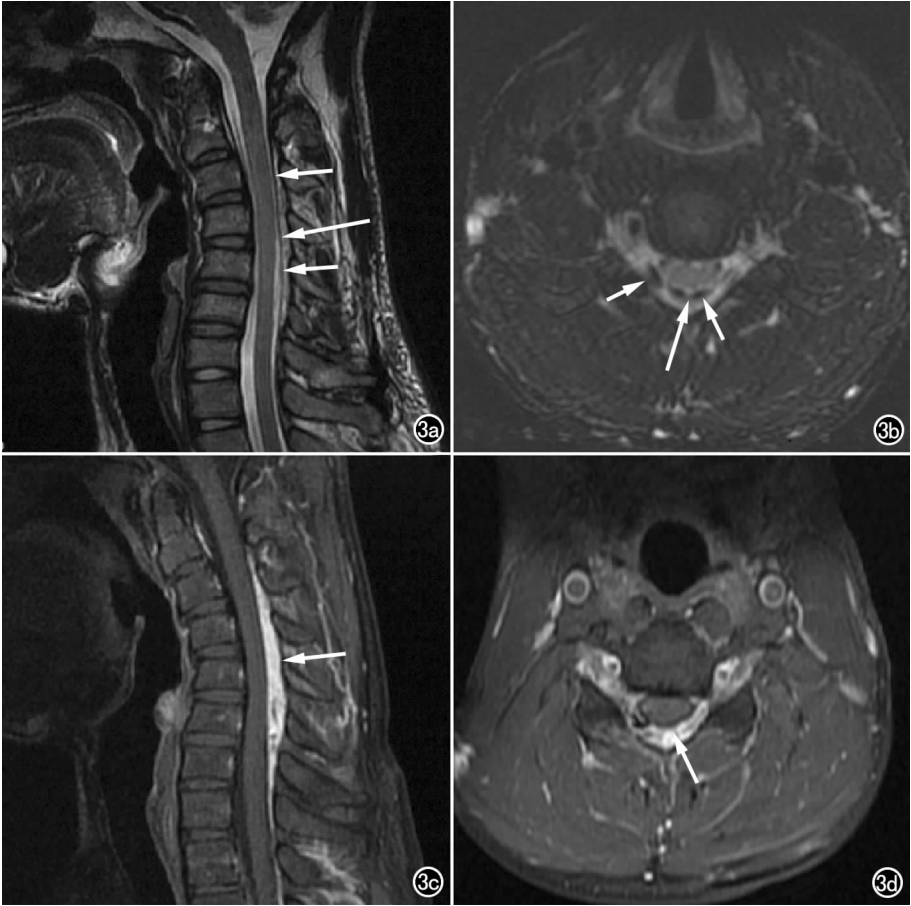


图 3 小角度组,21 岁男性患者。a) T₂WI 矢状面示硬膜囊后壁前移(箭),硬膜外间隙稍增宽(长箭);b) T₂WI 横断面压脂序列可见硬膜外间隙稍增宽(长箭),右侧硬膜外间隙流空血管影(箭);c) T₁WI 增强扫描矢状面可见硬膜外间隙明显强化(箭);d) T₁WI 增强扫描横断面示硬膜外间隙明显强化(箭)。

②既往研究多集中在扫描方式(中立位/屈曲位,平扫/增强)和影像表现的描述性研究。影像诊断多为主观判断,缺乏统一的量化标准进行规范化。③少数定量研究仅限于测量硬膜囊后壁前移位距离(LDS)与椎管直径(D)之比这一个参数^[3,11,12]。针对这些问题,本研究采用多参数测量定量研究设计,聚焦于屈曲角度对测量值的影响。

本研究结果显示成像体位及屈曲角度对脊髓径线测量影响较小,而对于硬膜囊后壁前移位和脊髓前移位这两个特征性征象的测量值影响较大。并且,硬膜囊后壁前移位和脊髓前移位仅在屈曲位颈椎 MRI 显示且随着屈曲角度增大($>20^\circ$)特征性征象显示更为明显,更有利于 HD 的诊断。以往的文献也确实有因为 MRI 屈曲角度不充分而漏诊的报导。Marinos 等^[13]研究 1 名患者在初次 MRI 检查中因屈曲不充分并不能显示出硬膜囊后壁的前移位,但由于临床高度怀疑,该患者 3 个月后复查了颈椎 MRI,当颈部充分屈曲时出现特征性的影像学表现。既往基于单一参数 LDS/D 定量研究结果显示屈曲角度为 20° 时,研究对象硬膜囊后壁前移位出现率为 75.6%, 25° 、 30° 、 35° 、 40° 该征象出现率为 100%,且 35° 时 LDS/D 达到峰值,据此提出 25° 是疑似 HD 患者颈椎屈曲位磁共振最小屈曲角度, 35° 为最佳屈曲角度^[3],也与我们的多参数定量研究结果一致。

正常人于颈椎屈曲位时也可出现轻微的硬膜囊后壁前移位的征象,若对于 HD 疑似病例,若扫描时屈曲角度不足,则有因 LDS 测量过小而导致漏诊的可能。在实际扫描操作过程中,因患者特殊体位、对颈部屈曲的耐受性、线圈类型、磁体孔径等方面原因的限制,对角度的控制比较困难^[14]。但本研究结果显示对于疑似 HD 患者屈曲位 MR 扫描屈曲角度尽可能增大,至少要达到 $20^\circ\sim 30^\circ$ 。

没有对同一个研究对象作不同屈颈角度 MRI 扫描,比较不同屈颈角度 HD 患者之间各个影像征象测量值的差异是本研究的不足之处,也是将来继续研究的方向。

参考文献:

- [1] 周卫军,计明珍,窦娅芳,等. 平山病的 MRI 诊断[J]. 放射学实践, 2012,27(9):954-956.
- [2] No SW, Sung DH, Kim DH. Significance of sufficient neck flexion during magnetic resonance imaging in the diagnosis of hirayama disease: report of two cases[J]. Ann Rehabil Med, 2019, 43(5): 615-620.
- [3] Hou C, Han H, Yang X, et al. How does the neck flexion affect the cervical MRI features of Hirayama disease? [J]. Neurol Sci, 2012, 33(5): 1101-1105.
- [4] Rosliakova A, Zakroshchikova I, Bakulin I, et al. Hirayama disease: analysis of cases in Russia[J]. Neurol Sci, 2019, 40(1): 105-112.
- [5] Verma R, Lalla R, Patil TB, et al. Hirayama disease: a frequently undiagnosed condition with simple inexpensive treatment[J]. BMJ Case Rep, 2012, 201: bcr2012007076.
- [6] Xu H, Shao M, Zhang F, et al. Snake-eyes appearance on MRI occurs during the late stage of hirayama disease and indicates poor prognosis[J]. Biomed Res Int, 2019; 9830243.
- [7] Quarracino C, Aguirre F, Rugilo CA, et al. Severe spinal injury in hirayama disease[J]. Asian Spine J, 2015, 9(5): 794-797.
- [8] Cortese R, Gerevini S, Dicuonzo F, et al. Hirayama disease: the importance of an early diagnosis[J]. Neurological Sciences, 36(6): 1049-1050.
- [9] Lehman VT, Luetmer PH, Sorenson EJ, et al. Cervical spine MR imaging findings of patients with Hirayama disease in North America: a multisite study[J]. Am J Neuroradiol, 2013, 34(2): 451-456.
- [10] Zhou B, Chen L, Fan D, et al. Clinical features of hirayama disease in mainland China[J]. Amyotrophic Lateral Sclerosis: Official Publication of the World Federation of Neurology Research Group on Motor Neuron Diseases, 2010, 11(1-2): 133-139.
- [11] 高亚娟,孙万里,王伟,等. 不同屈曲位颈椎 MRI 检查对平山病特异性征象的影响[J]. 磁共振成像, 2017, 8(1): 38-41.
- [12] 高慧,韩鸿宾,徐晓娟,等. 改变颈椎屈曲角度对平山病特异性 MRI 征象的影响[J]. 中华放射学杂志, 2010, 44(6): 653-656.
- [13] 朱青,汪晶,孔祥泉,等. 平山病的 MRI 表现及临床诊断价值[J]. 临床放射学杂志, 2014, 33(4): 489-493.
- [14] Foster E, Tsang BK, Kam A, et al. Hirayama disease[J]. J Clin Neurosci, 2015, 22(6): 951-954.

(收稿日期:2020-08-19 修回日期:2020-09-30)