

中枢神经系统自身免疫疾病相关抗体

周昊 综述 杨欢 审校

中南大学湘雅医院神经内科,湖南省长沙市 410008

摘要:免疫反应产生的抗体与相关的中枢神经系统自身免疫性疾病关系密切,对疾病的诊断、治疗及预后具有重要意义。本文综述了视神经脊髓炎、多发性硬化、急性播散性脑脊髓炎及神经系统副肿瘤综合征这几种中枢神经系统受累的免疫性疾病中抗体与疾病的关系。

关键词:中枢神经系统自身免疫疾病;抗体;视神经脊髓炎;多发性硬化;急性播散性脑脊髓炎;副肿瘤综合征,神经系统

中枢神经系统自身免疫性疾病是由于自身免疫反应导致的中枢神经系统(脑和脊髓)损害为主的一组疾病。近年来研究发现,免疫反应产生的相关抗体导致相应的中枢神经系统免疫性疾病。本文综述了中枢神经自身免疫性疾病如视神经脊髓炎、多发性硬化、急性播散性脑脊髓炎及神经系统副肿瘤综合征中各类抗体对疾病的诊断、治疗及预后的意义。

1 视神经脊髓炎与相关抗体

视神经脊髓炎(neuromyelitis optica, NMO)是一种严重的、突发性的中枢神经系统炎性脱髓鞘性的自身免疫性疾病,主要累及脊髓和视神经。自身抗体对于NMO的诊断、临床特点、治疗及预后判断有重要意义。

1.1 抗AQP-4抗体与NMO

1.1.1 抗AQP-4抗体与NMO的诊断 2004年Lennon等^[1]在NMO患者的血清中检测到特异性抗体并命名为“NMO-IgG”,次年他又证明了NMO-IgG的特异性靶点是中枢神经系统血脑屏障上星形胶质细胞足突上的水通道蛋白-4(AQP-4)。NMO-IgG及其特异性靶点AQP-4的发现,标志着NMO作为一种新的中枢神经系统自身免疫性离子通道病而独立于多发性硬化。2010年,欧洲神经病学联盟在NMO诊治指南^[2]中明确定义了NMO疾病谱,并且在NMO疾病谱诊断路径中提出血清或脑脊液抗AQP-4抗体阳性为诊断的主要支持标准。

1.1.2 抗AQP-4抗体与NMO病情严重程度关系 Qiu等^[3]对26例澳大利亚的中枢神经系统脱

髓鞘性疾病患者血清NMO-IgG进行了测定,结果显示AQP-4抗体滴度与脑组织受累严重度、视力受损严重度、脊髓受累节段、发病年龄及疾病预后呈正相关。Takahashi等^[4]也提出在运用激素、免疫抑制剂使抗体水平降低并保持在低水平有助于减轻NMO的损害。然而,也有研究^[5]表明抗AQP-4抗体阳性仅提示个体有更高的复发率,而与视神经和脊髓症状的严重程度并不相关。

1.1.3 抗AQP-4抗体与疾病活动有关 Kim等^[6]在研究中发现AQP-4抗体的滴度与疾病活动有关,研究中38例初始血清抗AQP-4抗体为阳性的NMO病人在有效的免疫抑制治疗后,有21例血清抗体转阴;复发期病人的血清抗AQP-4抗体滴度均较之前增高;13例初始血清抗AQP-4抗体阴性的病人,在病情加剧时血清抗体可转为阳性。

1.2 其他自身抗体与NMO

NMO患者常伴非器官特异性自身抗体阳性,国外文献报道NMO患者的抗核抗体谱阳性率为52.6%^[7],国内刘彩燕等^[8]的研究中NMO患者的自身抗体阳性率为34.1%。故NMO需与系统性结缔组织病引起的神经系统损害相鉴别。实际上,大部分携带自身抗体的NMO患者并不能确诊为全身免疫性疾病,Pittoek等^[7]研究发现虽然NMO-IgG抗体阳性的NMO患者更易携带非器官特异性自身抗体阳性,但并不出现系统性自身免疫病的临床表现,只是该部分患者免疫反应更加广泛。另外,他们发现ANA+dsDNA、ENA中的SSA抗体多出现在NMO-IgG抗体阳性的NMO、复发性视神经炎、长节

收稿日期:2013-04-10;修回日期:2013-05-30

作者简介:周昊,硕士研究生。

通讯作者:杨欢,教授,主要从事中枢神经系统自身免疫性疾病的研究。

段横贯性脊髓炎患者中。所以非器官特异性自身抗体的产生和中枢神经系统的炎性脱髓鞘的部位、严重程度可能有关。刘彩燕等^[8]的研究也认为合并 ANA、ENA、ANCA 阳性 NMO 患者鞘内免疫炎性反应严重,神经功能缺失较重,并且可能需要强化免疫治疗。目前,NMO 合并抗核抗体谱阳性的机制尚不清楚,可能与共同的免疫病理机制、遗传或环境因素所致的自身免疫易感性等因素有关^[9]。

2 多发性硬化与相关抗体

多发性硬化(multiple sclerosis, MS)是一种以中枢神经系统白质炎症性脱髓鞘为主要病理特点的自身免疫病,其确切病因及发病机制迄今不明。近年来国内外研究已发现 MS 患者中存在多种自身抗体,除报道较多的经典的抗髓鞘碱性蛋白(MBP)抗体、抗髓鞘少突胶质细胞糖蛋白(MOG)抗体外,还有抗髓鞘脂质抗体、糖基化结构抗体、亚硝基化蛋白质抗体、转化相关蛋白 70(SWAP70)抗体等。它们各自或者共同在不同程度上对 MS 的诊断和预后转归有着重要的意义。

2.1 抗 MBP 抗体及抗 MOG 抗体与 MS

抗 MBP 抗体及抗 MOG 抗体作为 MS 的经典自身抗体,在既往研究中多有涉及,但其是否可作为 MS 的主要标记性抗体并非毫无争议,其对 MS 诊断及病情提示的意义近来受到一些学者的挑战。Wang 等^[10]研究发现,虽然健康人血清中抗 MOG IgG 抗体的存在与患 MS 的风险相关,但是在调整了 Epstein-Barr(E-B)病毒核抗原(EBNA)的抗体滴度后,这种相关性便减弱。故其认为尽管抗 MOG 抗体阳性的个体发展为 MS 的风险大,但二者间的联系部分是源于 MOG 抗原与 EBNA 的抗原交叉效应。Gabibov 等^[11]对 MS 发病机制的解释也印证了上述观点。他发现 E-B 病毒的潜伏膜蛋白-1(LMP1)与 MBP 有相同的抗原表位,机体在感染 E-B 病毒后诱导产生的抗 LMP1 抗体同时也可以对 MBP 产生交叉效应,进而致炎性脱髓鞘。Tewarie 等^[12]的研究中抗髓鞘抗体的强度在 MS 组和对照组的脑脊液和血清中均无显著性差异,并且脑脊液中的抗髓鞘抗体的强度与 MRI 所显示的致病灶数量也无相关性,进而不认为抗髓鞘抗体反应与 MS 或 MRI 所反应的病灶情况有确定相关性。

2.2 抗髓鞘脂质抗体、抗糖基化结构抗体与 MS

半乳糖脑苷脂(GalC)在中枢神经系统髓鞘脂质中占主要成分,GalC 抗体在 MS 患者中被发现,

但在健康对照组者中不存在,且抗体在临床孤立综合征(CIS)患者中也未检测到,因此 GalC 抗体可以作为预测 CIS 患者是否会转变成临床确诊的 MS 患者的有用的指标^[13]。总之,抗髓鞘脂质抗体可以作为 MS 病情监控和神经变性的生物标记^[14]。许多髓鞘蛋白都是糖基化蛋白,而多数髓鞘脂质也是糖基化的。因此,可以推测这些糖基化结构也是 MS 自身抗体识别的重要区域。Brettschneider 等^[15]研究发现复发-缓解型 MS 组病人血清中针对糖基化抗原 Glc(al,4)Glc(a)的抗体滴度较正常组和其他神经疾病组高,故其认为抗 Glc(al,4)Glc(a)抗体可以作为区分复发-缓解型 MS 与其他神经疾病患者或正常人的生物指标;此外,他还发现抗 Glc(al,4)Glc(a)抗体可以将复发-缓解型 MS 或继发进展型 MS 与原发进展型 MS 区分开来。

2.3 抗亚硝基半胱氨酸抗体与 MS

Hvaring 等^[16]近期的一项研究发现,复发-缓解型多发性硬化患者脑脊液内抗亚硝基半胱氨酸的 IgM 滴度较对照组显著升高;此外,他们还发现复发期脑脊液内抗亚硝基半胱氨酸 IgM 滴度较缓解期增高,和血清中抗亚硝基半胱氨酸 IgM 相比,其滴度亦较高;进一步的研究则发现脑脊液内抗亚硝基半胱氨酸 IgM 是在鞘内合成而不是从外周血液进入髓鞘内的。故 Hvaring 等^[16]认为可将抗亚硝基半胱氨酸 IgM 作为诊断多发性硬化及判断缓解-复发型多发性硬化复发的生物标记。但目前关于该抗体与多发性硬化的关系的研究较少,其在多发性硬化中的角色仍有待商榷。

2.4 SWAP70 抗体与 MS

Erdag 等^[17]通过基因序列分析认为 SWAP70 可能为复发-缓解型多发性硬化自身免疫攻击的潜在靶点,他们进一步比较了 90 名复发-缓解型多发性硬化患者、145 名白塞病患者、40 名感染性脑膜炎患者及 70 名健康对照者血清中 SWAP70 抗体的滴度后发现,有 23.3% 的多发性硬化患者血清中 SWAP70 抗体滴度明显增高,且在复发期该抗体阳性率更高。故 Erdag 等^[17]认为 SWAP70 可能参与了多发性硬化的病理过程,其对复发-缓解型 MS 的复发有一定预测作用,但该作用仍需进一步研究证实。

3 急性播散性脑脊髓炎与相关抗体

急性播散性脑脊髓炎(acute disseminated encephalomyelitis, ADEM)是一种广泛累及中枢神经系统

白质的急性炎症性脱髓鞘病。本病多呈单相病程, 常见于儿童与青年人, 往往与感染、疫苗接种有关。近来研究中, 自身抗体尤其是抗髓鞘少突胶质细胞糖蛋白(MOG)抗体在ADEM的诊断、预后中具有提示意义。

3.1 MOG IgG 抗体水平与 ADEM 的诊断

Di Pauli 等^[18]分析了266例(包含儿童及成人 ADEM、临床孤立综合征、MS、其它神经系统疾病及健康对照组)血清样本, 其中高滴度(1:160 或以上的)MOG IgG 抗体在 ADEM 病人中占 44.1% (15/34), 而在临床孤立综合征、MS、其他神经系统疾病及健康对照组病人中分别仅为 7.9% (3/38)、2% (2/89)、1.7% (1/58)、0 (0/47), 且高滴度的抗体主要存在于更年轻的患者(<18岁)。进而其认为, 虽然抗 MOG 抗体可存在于 ADEM、MS 中, 但高滴度的 MOG IgG 抗体更特异性地存在于年轻 ADEM 患者的血清中。这也许对 ADEM 鉴别于 MS 有一定帮助。另外, Probstel 等^[19]研究了血清 MOG 抗体在儿童脱髓鞘疾病中随时间动态变化的过程, 发现其在 ADEM 与 MS 中有所不同。在为期 5 年的随访观察中, 所有(16例) ADEM 患儿的血清 MOG 抗体滴度迅速下降, 并且其中 63% 的患儿出现抗体转阴; 而在 8 例诊断为 MS 的患儿中, 6 例血清 MOG 抗体滴度持续在原有水平波动且出现了再次增高。这一发现提示了儿童 ADEM 与儿童 MS 有着不同的免疫学形态。然而, ADEM 是否属于 MS 疾病谱中特殊的一类以及抗体在脱髓鞘疾病发病机制中的影响都有待进一步的研究。

3.2 抗 MOG 抗体与 ADEM 的预后有关

Di Pauli 等^[18]对 10 例血清含高滴度 MOG Ig 抗体的 ADEM 患者进行了纵向分析, 发现完全康复的 ADEM 患者中 MOG Ig 抗体滴度呈持续下降的趋势(其中 1 例病人在 63 个月随访后抗体转阴); 相反, 康复不完全的 ADEM 患者 MOG Ig 抗体滴度总是保持在较高的水平。因此, 作者认为 MOG Ig 抗体滴度呈下降趋势的动态过程往往提示 ADEM 患者良好的临床预后。但其观点需要更大样本研究的进一步支持。

4 神经系统副肿瘤综合征与相关抗体

神经系统副肿瘤综合征(paraneoplastic neurologic syndrome, PNS)是指一些恶性肿瘤非直接侵犯及非转移引起的神经和(或)肌肉损害的一组临床症候群。抗神经抗体作为 PNS 的标志物, 对 PNS 的诊

断意义重大。抗神经抗体阳性患者, 即使临床未发现肿瘤证据, 仍高度怀疑 PNS。目前已经明确的典型抗神经抗体有: ①1 型抗神经元细胞核抗体(ANNA1), 即 Hu; ②1 型抗浦肯野细胞胞质抗体(PCAI), 即 Yo; ③Ri(ANNA2); ④抗坍塌反应调节蛋白 5 抗体(CRMP5), 即 CV2; ⑤Ma2; ⑥ amphiphysin 抗体。典型的抗神经抗体对诊断 PNS 的特异度高达 90% 以上。尚处研究中的非典型抗神经抗体有: 抗 Tr、ANNA3、PCA2、Zic4、代谢性谷氨酸受体亚型 1(mGluR1)、恢复蛋白(recoverin)、N-甲基-D-天冬氨酸受体(NMDAR)抗体。PNS 患者中 5%~10% 可检测出非典型抗神经抗体^[20]。

4.1 抗神经抗体对 PNS 的预测和诊断

抗神经抗体对 PNS 或某些类型的肿瘤的诊断具有高特异性。典型的抗神经抗体对诊断 PNS 的特异度高于 90%^[20]。国内任海涛等^[21]对 1500 余例患者的血清和脑脊液进行抗 Hu 抗体检测, 共 27 例患者抗体阳性, 27 例中有 22 例可确诊为 PNS, 抗 Hu 抗体在 PNS 诊断中的阳性预测值为 81.5% (22/27)。然而, 临床上抗体的出现并不总能正确预测 PNS, 一些没有 PNS 表现的肿瘤患者也可出现低滴度的抗体, 而抗体检测阴性也可以出现 PNS。抗神经抗体不是诊断 PNS 的唯一条件。基于 Graus 在 2004 年提出的 PNS 诊断标准, 王湘等^[22]认为典型的临床表现才是确诊的最重要依据, 对于疑似 PNS 的患者重要的不是首先去寻找自身抗体, 而是根据其特殊的神经系统临床表现去寻找相关肿瘤, 抗体的类型可帮助缩小寻找相关肿瘤的范围。

4.2 抗神经抗体与 PNS 的临床表现

副肿瘤综合征可累及神经系统的任何部位, 如脑、脊髓、周围神经、神经-肌肉接头和肌肉等。将临床类型相对常见或具有特征性的 PNS 分为若干临床综合征, 其中包括亚急性小脑变性、脑脊髓膜炎、边缘叶脑炎、亚急性感觉神经元病、斜视眼阵挛-肌阵挛、视神经炎、僵人综合征等。典型的抗神经抗体对 PNS 不同临床综合征或某些类型的肿瘤具有高特异性(如抗 Hu 抗体常存在于表现为脑脊髓炎的 PNS 中, 且常提示潜在的肺癌, 尤其是小细胞肺癌), 这将有助于根据抗体的类型缩小寻找原发肿瘤的范围。表 1 归纳了各种抗神经抗体(典型和非典型)对 PNS 不同临床综合征和某些类型肿瘤的特异性^[20, 23]。

表1 不同抗神经抗体在PNS中的特异性

抗体	相关的神经综合征/神经系统表现	相关肿瘤
抗 Hu	脑脊髓炎、亚急性感觉神经元病	小细胞肺癌
抗 Yo	亚急性小脑变性	卵巢癌、乳腺癌
抗 Ri	亚急性小脑变性、斜视眼阵挛-肌阵挛	乳腺癌、妇科肿瘤
抗 CV2	脑脊髓炎、舞蹈病、视神经炎、眼葡萄膜炎、周围神经病	小细胞肺癌、胸腺瘤
抗 Ma	边缘叶脑炎、下丘脑型脑炎、脑干型脑炎	肺癌、乳腺癌、腮腺癌、结肠癌
抗 amphiphysin	僵人综合征、脑脊髓炎	乳腺癌、小细胞肺癌
抗 Tr	亚急性小脑变性	霍奇金淋巴瘤
抗 Zic4	亚急性小脑变性	小细胞肺癌
抗 PCA2	脑脊髓炎、共济失调	小细胞肺癌
抗 ANNA3	共济失调、边缘叶脑炎	小细胞肺癌
抗 NMDAR	边缘叶脑炎、癫痫、精神症状	卵巢畸胎瘤

4.3 抗神经抗体与PNS的治疗及预后

Shams' ili 等^[24]研究发现,抗神经抗体的种类与副肿瘤性小脑变性(PCD)患者的预后有关。抗 Ri 抗体阳性患者 PCD 确诊后生存时间显著长于抗 Yo 和抗 Hu 抗体阳性者。Selby 等^[25]报道了一例 61 岁女性因进行性复视和共济失调入院的病例:患者入院时脑脊液中显示高滴度的抗 Yo-抗体, MRI 显示小脑变性。进一步影像学检测始终没有发现恶性肿瘤,患者也无其他症状。考虑到抗 Yo 抗体与妇科肿瘤的高相关性,医生在缺乏影像学诊断的情况下仍为患者进行了双侧卵巢及输卵管切除术。术后病理显示为输卵管浆液性腺癌 1 期。手术后患者抗 Yo 抗体的滴度有所下降,其神经系统的症状也没有再进展。Shams' ili 等^[24]认为这一病例一定程度上提示即便在缺乏肿瘤的影像学证据时,抗 Yo 抗体可以作为 PNS 患者尽早手术探查肿瘤的指征。

5 结语

目前大部分中枢神经系统自身免疫性疾病的发病机制仍不清楚,抗体检测对疾病的意义也有进一步明确的需要,也许存在对某种中枢神经免疫性疾病相关性更高的抗体有待发现。这些都将让我们对中枢神经系统自身免疫性疾病的发病机制、诊断、治疗及预后有更深的了解和掌握。

参 考 文 献

[1] Lennon VA, Kryzer TJ, Pittock SJ, et al. IgG marker of optic-spinal multiple sclerosis binds to the aquaporin-4 water channel. *J Exp Med*, 2005, 202(4): 473-477.

[2] Sellner J, Boggild M, Clanet M, et al. EFNS guidelines on diagnosis and management of neuromyelitis optica. *Eur J Neurol*, 2010, 17(8): 1019-1032.

[3] Qiu W, Wu JS, Zhang MN, et al. Longitudinally extensive

myelopathy in Caucasians: a West Australian study of 26 cases from the Perth Demyelinating Diseases Database. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2010, 81(2): 209-212.

- [4] Takahashi T, Fujihara K, Nakashima I, et al. Anti-aquaporin-4 antibody is involved in the pathogenesis of NMO: a study on antibody titre. *Brain*, 2007, 130(Pt 5): 1235-1243.
- [5] Matsuoka T, Matsushita T, Kawano Y, et al. Heterogeneity of aquaporin-4 autoimmunity and spinal cord lesions in multiple sclerosis in Japanese. *Brain*, 2007, 130(Pt 5): 1206-1223.
- [6] Kim W, Lee JE, Li XF, et al. Quantitative measurement of anti-aquaporin-4 antibodies by enzyme-linked immunosorbent assay using purified recombinant human aquaporin-4. *Mult Scler*, 2012, 18(5): 578-586.
- [7] Pittock SJ, Lennon VA, de Seze J, et al. Neuromyelitis optica and non organ-specific autoimmunity. *Arch Neurol*, 2008, 65(1): 78-83.
- [8] 刘彩燕,徐雁,崔丽英,等.血清抗核抗体、可提取性核抗原、抗中性粒细胞胞质抗体对视神经脊髓炎临床特点及急性复发期脑脊液特征的影响. *中华神经科杂志*, 2010, 43(11): 784-787.
- [9] Cho JH, Gregersen PK. Genomics and the multifactorial nature of human autoimmune disease. *N Engl J Med*, 2011, 365(17): 1612-1623.
- [10] Wang H, Munger KL, Reindl M, et al. Myelin oligodendrocyte glycoprotein antibodies and multiple sclerosis in healthy young adults. *Neurology*, 2008, 71(15): 1142-1146.
- [11] Gabibov AG, Belogurov AJ, Lomakin YA, et al. Combinatorial antibody library from multiple sclerosis patients reveals antibodies that cross-react with myelin basic protein and EBV antigen. *FASEB J*, 2011, 25(12): 4211-4221.
- [12] Tawarie P, Teunissen CE, Dijkstra CD, et al. Cerebrospinal fluid anti-whole myelin antibodies are not correlated to magnetic resonance imaging activity in multiple sclerosis. *J Neuroimmunol*, 2012, 251(1-2): 103-106.
- [13] Menge T, Lalive PH, von Budingen HC, et al. Antibody re-

- sponses against galactocerebroside are potential stage-specific biomarkers in multiple sclerosis. *J Allergy Clin Immunol*, 2005, 116(2): 453-459.
- [14] Quintana FJ, Yeste A, Weiner HL, et al. Lipids and lipid-reactive antibodies as biomarkers for multiple sclerosis. *J Neuroimmunol*, 2012, 248(1-2): 53-57.
- [15] Bretschneider J, Jaskowski TD, Tumani H, et al. Serum anti-GAGA4 IgM antibodies differentiate relapsing remitting and secondary progressive multiple sclerosis from primary progressive multiple sclerosis and other neurological diseases. *J Neuroimmunol*, 2009, 217(1-2): 95-101.
- [16] Hvaring C, Vujicic S, Aasly JO, et al. IgM to S-nitrosylated protein is found intrathecally in relapsing-remitting multiple sclerosis. *J Neuroimmunol*, 2013, 256(1-2): 77-83.
- [17] Erdag E, Tuzun E, Ugurel E, et al. Switch-associated protein 70 antibodies in multiple sclerosis: relationship between increased serum levels and clinical relapse. *Inflamm Res*, 2012, 61(9): 927-930.
- [18] Di Pauli F, Mader S, Rostasy K, et al. Temporal dynamics of anti-MOG antibodies in CNS demyelinating diseases. *Clin Immunol*, 2011, 138(3): 247-254.
- [19] Probstel AK, Dormmair K, Bittner R, et al. Antibodies to MOG are transient in childhood acute disseminated encephalomyelitis. *Neurology*, 2011, 77(6): 580-588.
- [20] 陈建华, 李晓光. 抗神经抗体的研究进展. *中华神经科杂志*, 2010, 43(4): 298-301.
- [21] 任海涛, 赵燕环, 关鸿志, 等. 抗 Hu 抗体检测在神经系统副肿瘤综合征诊断中的临床意义. *中国神经免疫学和神经病学杂志*, 2011, 18(5): 332-335.
- [22] 王湘, 白春梅. 神经系统副肿瘤综合征的研究进展. *癌症进展*, 2011, 9(1): 58-62; 76.
- [23] Rosenfeld MR, Dalmau J. Update on paraneoplastic neurologic disorders. *Oncologist*, 2010, 15(6): 603-617.
- [24] Shams'ili S, Grefkens J, de Leeuw B, et al. Paraneoplastic cerebellar degeneration associated with antineuronal antibodies: analysis of 50 patients. *Brain*, 2003, 126(Pt 6): 1409-1418.
- [25] Selby KJ, Warner J, Klemmner S, et al. Anti-Yo antibody associated with occult fallopian tube carcinoma. *Int J Gynecol Pathol*, 2011, 30(6): 536-538.

磁共振弥散加权成像在中枢神经系统疾病中的临床应用进展

陈倩 综述 李长清 审校

重庆医科大学附属第二医院神经内科, 重庆市 400010

摘要: 磁共振弥散加权成像(DWI)自20世纪90年代中期开始应用于临床,最初主要用于超急性或急性脑梗死的诊断。随着技术的不断发展,DWI作为常规MRI序列的重要补充,根据不同病灶表现出的特异性的信号改变或动态变化,为包括脑血管疾病在内的颅内占位性病变、感染及脊髓病变等相关疾病的诊断提供了新的认识和视角。本文主要综述DWI在部分中枢神经系统疾病中的应用进展。

关键词: 弥散加权成像;表观弥散系数;短暂性脑缺血发作;颅内占位;颅内感染;变性疾病;脊髓梗死

弥散是自然界中最基本的物理现象,磁共振弥散加权成像(diffusion weighing imaging, DWI)主要通过检测组织中水分子的微观运动来反映病变内部结构和组织成分,提供相关功能及代谢方面的信息,并在一定程度上进行量化分析,对病灶的发现有一定的特异性及敏感性。

1 弥散加权成像的物理基础及原理

1.1 成像原理

DWI在常规SE序列基础上,在180度聚焦射频脉冲前后各加上一个位置对称极性相反的弥散梯度场,没有位置移动的水分子将不会因为梯度场而发生相位离散,而在弥散梯度场方向上移动的质子相位将发生离散,在回波时间内不能完全重聚,

收稿日期:2013-01-10;修回日期:2013-04-09

作者简介:陈倩(1988-),女,在读硕士研究生。

通讯作者:李长清(1965-),男,教授,博士研究生导师,主要从事脑血管病防治和自主神经功能等研究。