

·临床研究·

阿尔茨海默病海马区MRI扫描SWI序列影像学特征研究

韩倩倩 李昕 徐世达

[摘要] 目的 分析阿尔茨海默病(AD)海马区磁共振(MRI)扫描磁敏感加权成像(SWI)序列的影像学特征。方法 选择经临床诊断为AD的患者68例、轻度认知功能障碍阶段(aMCI)患者30例及健康体检的认知功能评定简易智能状态检查表(MMSE)评分 >25 分的30例健康者分别纳入AD组、aMCI组、对照组;比较三组MRI扫描SWI序列影像参数,线性回归分析其与AD的关系。结果 与对照组比较,AD组、aMCI组患者左侧海马相位值、右侧海马相位值明显更低,左侧海马相对体积、右侧海马相对体积明显更小(q 分别=4.16、3.22、4.36、2.83、65.58、32.70、27.59、18.98, P 均 <0.05);与aMCI组比较,AD组左侧海马相位值、右侧海马相对体积明显更小(q 分别=27.06、5.24, P 均 <0.05),但相位值比较,差异无统计学意义(q 分别=0.45、1.52, P 均 >0.05)。与对照组比较,AD组左右侧侧脑室下静脉的直径、长度更短,分支数更少(q 分别=43.34、30.86、7.56;26.96、20.90、23.08, P 均 <0.05),与aMCI组比较,AD组左右侧侧脑室下静脉的直径、长度更短,分支数更少(q 分别=19.95、38.43、19.09;22.70、20.95、23.08, P 均 <0.05)。结论 AD患者海马区体积以及静脉血管形态均发生不同程度变化,将SWI作为常规MRI序列的重要补充,可精确显示静脉血管形态变化,或有助于AD的早期诊断。

[关键词] 阿尔茨海默病; 海马区; 磁共振; 磁敏感加权成像

Imaging characteristics of MRI SWI sequence of the hippocampus in Alzheimer disease HAN Qianqian, LI Xin, XU Shida. Department of Radiology, The Second People's Hospital of Lishui, Lishui 323000, China.

[Abstract] **Objective** To analyze the imaging characteristics of magnetic resonance imaging (MRI) susceptibility weighted imaging (SWI) sequence of the hippocampus in Alzheimer disease (AD). **Methods** A total of 68 patients with AD, 30 patients with mild cognitive impairment (aMCI) and 30 healthy individuals who received health check-ups and mini-mental state examination (MMSE) score higher than 25 were selected as AD group, aMCI group and control group, respectively. Imaging parameters of MRI SWI sequence in the three groups were compared, and their relationship with AD was discussed through linear regression analysis. **Results** Compared with the control group, phase values and relative volume of left and right hippocampi in AD group and aMCI group were significantly smaller ($q=4.16, 3.22, 4.36, 2.83, 65.58, 32.70, 27.59, 18.98, P<0.05$). Compared with aMCI group, phase value of left hippocampus and relative volume of right hippocampus in AD group were significantly smaller ($q=27.06, 5.24, P<0.05$), but there was no statistically significant difference in phase value of right hippocampus ($q=0.45, 1.52, P>0.05$). Compared with the control group, the diameter, length and number of branches of left and right subventricular veins in AD group were significantly smaller ($q=43.34, 30.86, 7.56, 26.96, 20.90, 23.08, P<0.05$). Compared with aMCI group, the diameter, length and number of branches of left and right subventricular veins in AD group were smaller ($q=19.95, 38.43, 19.09, 22.70, 20.95, 23.08, P<0.05$). **Conclusion** There are different degrees of changes in the volume of the hippocampus and the morphology of veins in patients with AD. Using SWI as an important supplement to conventional MRI sequences can accurately display changes

in the morphology of veins, which may contribute to the early diagnosis of AD.

[Key words] Alzheimer disease; hippocampus; magnetic resonance imaging; susceptibility weighted imaging

DOI: 10.13558/j.cnki.issn1672-3686.2025.002.010

基金项目:浙江省中医药科技计划项目(2024ZL1284)

作者单位:323000 浙江丽水,丽水市第二人民医院放射科(韩倩倩、李昕);丽水市中医医院放射科(徐世达)

通讯作者:徐世达, Email: 984042455@qq.com

阿尔茨海默病(Alzheimer disease, AD)是以进行性认知功能障碍和行为损害为特征的神经系统疾病,主要发生于老年人群^[1,2]。海马区则为人大脑结构、功能最复杂及变异最多的一部分,研究表明AD患者海马体体积较健康人更小,但关于AD患者海马组织结构与静脉血管变化特点的研究较少^[3]。磁敏感加权成像(susceptibility weighted imaging, SWI)是核磁共振功能成像方式之一,在老龄脑淀粉样血管病、帕金森等疾病的临床诊断、病情评估中发挥重要价值^[4,5],也有研究将其用于AD患者^[6],但少见针对性基于SWI探讨其海马区静脉血管变化规律及其与AD的关系类研究,鉴于此,本次研究展开如下回顾性分析,以期SWI在AD中的应用提供临床依据。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择2021年4月至2023年5月在丽水市第二人民医院就诊的68例AD患者、30例轻度认知功能障碍(mild cognitive impairment due to AD, aMCI)患者分别纳入AD组、aMCI组。纳入标准包括:①AD、aMCI诊断标准参考美国精神疾病诊断及统计手册第5版^[7];②年龄 ≥ 60 岁;③AD、aMCI患者均为首次就诊且未经治疗者;④患者或其家属自愿签署知情同意书。排除标准包括:①有精神疾病;②合并患有其他脑部血管疾病;③其他原因诱发痴呆;④临床资料缺失。另选取同期在本院接受健康体检且认知功能评定简易精神状态检查量表(minimum mental state examination, MMSE)评分^[8] > 25 分的健康体检者30例作为对照组。本次研究经医院伦理委员会审批通过。AD组中男性39例、女性29例;年龄60~80岁,平均 (70.51 ± 4.46) 岁;受教育年限5~17年,平均 (10.42 ± 2.17) 年。aMCI组中男性17例、女性13例;年龄60~79岁,平均 (71.44 ± 3.28) 岁;受教育年限4~15年,平均 (9.67 ± 2.85) 年。对照组中男性15例、女性15例;年龄60~75岁,平均 (69.57 ± 3.16) 岁;受教育年限6~16年,平均 (10.68 ± 2.04) 年。三组患者性别、年龄、受教育年限比较,差异均无统计学意义(P 均 > 0.05)。

1.2 方法 MRI SWI扫描方法:采用西门子公司1.5T MRI成像设备对所有研究者海马区图像进行采集,标准头颅圈。先采集形态图像,扫描序列为三维快速小角度激发序列,以正中矢状面作平行于脑干长轴的斜冠状切面为扫描标准,其前界以连合白质为准,后界至后连合水平;扫描参数:

TR 15 ms、TE 78 ms、NEX 2、FOV 230 mm $\times$ 230 mm,矩阵为256 $\times$ 192,层厚1.0 mm,层间距0 mm。再行SWI图像采集,采用完全流动补偿、三维、梯度回波序列进行横断位扫描,其具体参数设置如下:TR 49 ms、TE 40 ms、FOV 230 mm $\times$ 230 mm,矩阵为448 $\times$ 381, NEX 2,翻转角为15°,层厚1.80 mm,层间距为0 mm。

1.3 监测指标

1.3.1 左右侧海马体相位值、相对体积 依据SWI相位图在斜冠状位上对海马图像进行分割,以相关解剖学标志点作为解剖学边界参考依据,在高场磁共振上将钩隐窝显示作为第一个海马出现的层面标志,以卵圆形灰质区将消失层面在分割中不易辨认时作为其最后一个层面,同时结合冠状面、矢状面以及前后层面确定边界标志,记录三组左右侧海马体相位值、相对体积。

1.3.2 左右侧侧脑室下静脉的直径、长度及分支情况 SWI图像主要通过相位图的相位掩码、低通滤波、复数相乘以及1.2 mm层厚的最小密度投影获得,SPIN软件测量相位图上各ROI区每个解剖结构最大层面及其前后相邻层面的相位值,取三个层面加权平均值,进一步将所获得的SWI图像导入以进一步锐化并进行分割,对照解剖结构找出侧脑室下静脉,取研究对象侧脑室下静脉SWI像,分别测量三组左右侧侧脑室下静脉的直径、长度,以及分支数目。为减少判断误差,上述图像处理时每个图像均安排3名本科室医师对所有研究对象的MRI图像进行勾画,取其平均值作为最终结果。

1.4 统计学方法 采用SPSS 24.0统计学软件进行数据分析。计量资料以均数 $\pm$ 标准差($\bar{x} \pm s$)表示。组间计量资料比较采用单因素方差分析,两两比较采用SNK- q 检验;计数资料比较采用 χ^2 检验。设 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 三组左右侧海马体相位值、体积比较见表1

由表1可见,三组左右侧海马体相位值、体积比较,差异均有统计学意义(F 分别=4.62、7.04、1088.60、193.19, P 均 < 0.05);与对照组比较,AD组、aMCI组患者左侧海马相位值、右侧海马相位值明显更低,左侧海马相对体积、右侧海马相对体积明显更小(q 分别=4.16、3.22、4.36、2.83、65.58、32.70、27.59、18.98, P 均 < 0.05);与aMCI组比较,AD组左侧海马相位值、右侧海马相对体积明显更小(q 分别

=27.06、5.24, P 均 <0.05),但相位值比较,差异均无统计学意义(q 分别=0.45、1.52, P 均 >0.05)。

表1 三组左右侧海马体相位值、相对体积比较

组别	n	相位值/ $\times 10^{-3}$ mrad		相对体积/ mm^3	
		左侧海马	右侧海马	左侧海马	右侧海马
AD组	68	$-0.09 \pm 0.08^*$	$-0.10 \pm 0.08^*$	$2021.64 \pm 37.61^{*#}$	$2294.56 \pm 27.81^{*#}$
aMCI组	30	$-0.08 \pm 0.02^*$	$-0.08 \pm 0.03^*$	$2191.05 \pm 44.87^*$	$2319.87 \pm 36.66^*$
对照组	30	-0.05 ± 0.02	-0.05 ± 0.02	2432.15 ± 41.84	2427.86 ± 32.51

注: *: 与对照组比较, $P < 0.05$; #: 与aMCI组比较, $P < 0.05$ 。

2.2 三组左右侧侧脑室下静脉的直径、长度及分支情况比较见表2

表2 三组左右侧侧脑室下静脉的直径、长度及分支情况比较

组别	n	左侧脑室下静脉			右侧脑室下静脉		
		直径/mm	长度/mm	分支数/条	直径/mm	长度/mm	分支数/条
AD组	68	$0.94 \pm 0.06^{*#}$	$10.51 \pm 1.24^{*#}$	$2.71 \pm 0.76^{*#}$	$1.02 \pm 0.07^{*#}$	$11.61 \pm 1.34^{*#}$	$2.08 \pm 0.16^{*#}$
aMCI组	30	$1.23 \pm 0.10^*$	$17.11 \pm 1.00^*$	$5.31 \pm 1.15^*$	$1.50 \pm 0.20^*$	15.62 ± 0.83	3.56 ± 0.60
对照组	30	1.57 ± 0.14	15.81 ± 0.86	3.74 ± 0.82	1.59 ± 0.17	15.24 ± 0.76	3.71 ± 0.69

注: *: 与对照组比较, $P < 0.05$; #: 与aMCI组比较, $P < 0.05$ 。

由表2可见,三组患者左右侧侧脑室下静脉的直径、长度及分支数比较,差异均有统计学意义(F 分别=481.92、469.89、91.91、239.29、185.99、186.36, P 均 <0.05);与对照组比较,AD组左右侧侧脑室下静脉的直径、长度更短,分支数更少(q 分别=43.34、30.86、7.56; 26.96、20.90、23.08, P 均 <0.05),aMCI组左侧脑室下静脉的直径明显更短,长度更长、分支数明显更多(q 分别=19.86、6.43、9.78, P 均 <0.05),右侧脑室下静脉直径明显更短($q=3.61$, $P < 0.05$),但右侧脑室下静脉长度、分支数与对照组比较,差异均无统计学意义(q 分别=1.80、1.86, P 均 >0.05);与aMCI组比较,AD组左右侧侧脑室下静脉的直径、长度更短,分支数更少(q 分别=19.95、38.43、19.09; 22.70、20.95、23.08, P 均 <0.05)。

3 讨论

AD属中枢神经系统退行性病变,多见于老年群体。海马为颞叶内侧区重要神经结,根据相关研究显示,AD患者海马功能及其体积均会发生不同程度减退^[9,10]。本次研究对三组海马相位值进行比较,发现AD患者左右侧海马体相位值均明显低于aMCI患者与对照组,且AD组左右侧海马体相位值明显低于aMCI患者(P 均 <0.05)。提示AD患者海马存在铁沉积增加现象。这与往期报道结论相似^[11,12],分析主要与AD患者脑内铁离子异常沉积有关,因氧化应激产生的自由基会引起溶酶体破裂和细胞内物质的渗漏,因此导致相位值差异。另外本次研究也证明,AD患者、aMCI患者左右侧海马体相对体积

均明显低于对照组,且AD患者左右侧海马体体积明显低于aMCI患者,说明AD患者海马相对体积存在缩小现象,且这一现象与AD的发生密切相关。

AD海马区萎缩后多为低流速的血管结构,常规MRI对低流速血管显示能力有限^[13],而SWI则是以T2*加权梯度回波序列为基础,对低流速的血管结构较敏感^[14,15]。本次研究应用SWI对AD患者海马区静脉血管形态变化进行分析,结果显示,与对照组比较,AD组左右侧侧脑室下静脉的直径、长度更短,分支数更少,aMCI组左侧脑室下静脉的直径明显更短,长度更长、分支数明显更多,右侧脑室下静脉直径明显更短,但右侧脑室下静脉长度、分支数与对照组无明显差异;与aMCI组比较,AD组左右侧侧脑室下静脉的直径、长度更短,分支数更少。分析AD患者海马区静脉直径、长度明显小于正常组可能与疾病阶段海马静脉发生病理性变化有关;而aMCI组左侧脑室下静脉长度及分支数明显更高的原因或与海马区毛细血管代偿性改变有关,aMCI患者毛细血管血流量重新分配并出现形式改变,从而代偿海马区代谢。随着病情进展,静脉直径、长度进一步缩短,海马区小静脉血流形式改变,组织液交换障碍加剧,导致神经元受损,最终引起海马体萎缩^[16]。但本次研究也存在不足,样本量较小,为单中心样本,可能存在一定程度选择偏倚,故关于AD患者海马区不同病变阶段的SWI影像学变化特征还有待进一步更深入的研究。

综上所述,AD患者海马区体积以及静脉血管形

态均发生不同程度变化,将SWI作为常规MRI序列的重要补充,可精确显示静脉血管形态变化,有助于AD的早期诊断。今后可将联合MRI和SWI技术应用更大样本AD患者,探讨其治疗前后静脉形态变化,进一步论证AD海马结构功能病理变化规律。

参考文献

- Knopman DS, Amieva H, Petersen RC, et al. Alzheimer disease[J]. Nat Rev Dis Primers, 2021, 7(1):33.
 - Ferrari C, Sorbi S. The complexity of Alzheimer's disease: An evolving puzzle[J]. Physiol Rev, 2021, 101(3):1047-1081.
 - Serrano-Pozo A, Das S, Hyman BT. APOE and Alzheimer's disease: Advances in genetics, pathophysiology, and therapeutic approaches[J]. Lancet Neurol, 2021, 20(1):68-80.
 - 尹长林, 余永强, 田仰华, 等. 阿尔茨海默病患者精神行为症状与海马及其亚区灰质体积关系的研究[J]. 安徽医学, 2019, 40(10):1087-1090.
 - 袁宪起, 薛华妮, 毕春花. 3.0T磁共振磁敏感加权成像对脑血管疾病诊断[J]. 中华生物医学工程杂志, 2019, 25(4):486-490.
 - 张聪, 郑阳, 王小明. 阿尔茨海默病患者APT、SWI与MMSE相关应用研究[J]. 磁共振成像, 2020, 11(6):406-410.
 - Battle DE. Diagnostic and statistical manual of mental disorders (DSM)[J]. Codas, 2013, 25(2):191-192.
 - 高明月, 杨珉, 况伟宏, 等. 简易精神状态量表得分的影响因素和正常值的筛查效度评价[J]. 北京大学学报(医学版), 2015, 47(3):443-449.
 - Pluta R, Januszewski S, Czuczwar SJ. Post-ischemic neurodegeneration of the hippocampus resembling Alzheimer's disease proteinopathy[J]. Int J Mol Sci, 2021, 23(1):306.
 - Jayaraman A, Htike TT, James R, et al. TNF-mediated neuroinflammation is linked to neuronal necroptosis in Alzheimer's disease hippocampus[J]. Acta Neuropathol Commun, 2021, 9(1):159.
 - 李芸菲, 孟凡华, 胡绮莉, 等. 阿尔茨海默病患者选择性损害海马后部的MRI研究[J]. 同济大学学报(医学版), 2020, 41(3):82-86.
 - Zhao Z, Zhang L, Luo W, et al. Layer-specific microstructural patterns of anterior hippocampus in Alzheimer's disease with ex vivo diffusion MRI at 14.1 T[J]. Hum Brain Mapp, 2023, 44(2):458-471.
 - 张聪, 郑阳, 王小明. 阿尔茨海默病患者APT、SWI与MMSE相关应用研究[J]. 磁共振成像, 2020, 11(6):406-410.
 - Park M, Moon Y, Han SH, et al. Motor cortex hypointensity on susceptibility-weighted imaging: A potential imaging marker of iron accumulation in patients with cognitive impairment[J]. Neuroradiol, 2019, 61(6):675-683.
 - Rizzo G, De Blasi R, Capozzo R, et al. Loss of swallow tail sign on susceptibility-weighted imaging in dementia with lewy bodies[J]. J Alzheimers Dis, 2019, 67(1):61-65.
 - 刘宏, 吴政俊, 何明方. MSCT和MRI在脑血管疾病中的诊断价值比较[J]. 中国CT和MRI杂志, 2019, 17(12):17-19.
- (收稿日期 2024-10-04)
(本文编辑 高金莲)
-
- (上接第108页)
- Physiol Rep, 2017, 5(6):e13081.
- Zhang DY, Lei JS, Sun WL, et al. Follistatin Like 5 (FSTL5) inhibits epithelial to mesenchymal transition in hepatocellular carcinoma[J]. Chin Med J (Engl), 2020, 133(15):1798-1804.
 - Parfenova OK, Kukes VG, Grishin DV. Follistatin-like proteins: Structure, functions and biomedical importance[J]. Biomedicines, 2021, 9(8):999.
 - Quan Z, Li H, Quan Z, et al. Appropriate macronutrients or mineral elements are beneficial to improve depression and reduce the risk of depression[J]. Int J Mol Sci, 2023, 24(8):7098.
 - Kalia LV, Lang AE. Parkinson's disease[J]. Lancet, 2015, 386(9996):896-912.
 - Shaib AH, Staudt A, Harb A, et al. Paralogs of the calcium-dependent activator protein for secretion differentially regulate synaptic transmission and peptide secretion in sensory neurons[J]. Front Cell Neurosci, 2018, 12:304.
 - Wu LY, Song YJ, Zhang CL, et al. KV channel-interacting proteins in the neurological and cardiovascular systems: An updated review[J]. Cells, 2023, 12(14):1894.
 - Liu J, Meng F, Wang W, et al. PPM1F in hippocampal dentate gyrus regulates the depression-related behaviors by modulating neuronal excitability[J]. Exp Neurol, 2021, 340:113657.
- (收稿日期 2024-08-26)
(本文编辑 葛芳君)