

论 著

3D-ASL磁共振成像对正常中老年人各脑区血流量的测量

刘梦秋 刘 婕 曾飞雁
刘 影*

中国科学技术大学附属第一医院(安徽省立医院)(安徽 合肥 230001)

【摘要】目的 探讨3D-ASL测量正常中老年人各脑区的血流量及性别、年龄对其的影响。**方法** 抽取在我院行头颅MRI T₁WI、T₂WI及Flair序列检查正常及TOF MRA检查无脑血管异常的体检者共102例,其中男性37例,女性65例为研究对象。按年龄分为2组,中年组(50~59岁)36例和老年组(≥60岁)66例,行3D-ASL检查,PLD时间选取2025ms。选取对称脑区的ROI,测量各脑区CBF值。对双侧对称脑区CBF值计算该脑区CBF均值。采用配对t检验,分析双侧对称脑区的CBF值差异,采用方差分析,分析各年龄组及性别组间差异(P<0.05有统计学意义),采用Pearson相关分析分析各脑区、各脑区间CBF值有无相关性。**结果** 双侧对称脑区的CBF值差异无统计学意义(P>0.05);中年组各脑区CBF值均高于老年组,但组间方差分析CBF值的差异无统计学意义(P>0.05);女性各脑区CBF值高于男性,其中双侧顶叶、左侧枕叶、小脑及丘脑间的差异均具有统计学意义。Pearson相关分析显示各脑区CBF值与年龄无明显相关性,双侧顶叶、左额叶、左枕叶、双侧小脑及丘脑的CBF值与性别存在相关性。**结论** 采用3D-ASL技术测量各脑区CBF值时,年龄对各脑区的CBF值无明显影响。女性各脑区CBF值均低于男性,男女性左额叶、左枕叶、双侧小脑及丘脑的CBF值差异均具有统计学意义。

【关键词】 年龄;性别;磁共振成像;动脉自旋标记;脑血流量

【中图分类号】 R81

【文献标识码】 A

DOI:10.3969/j.issn.1672-5131.2022.12.001

3D Arterial Spin-labeling MR: Cerebral Blood Flow Measurement in Middle Aged and Elderly People

LIU Meng-qiu, LIU Jie, ZENG Fei-yan, LIU Ying*.

Department of Radiology, the First Affiliated Hospital of University of Science and Technology of China (Anhui Provincial Hospital), Hefei 230001, China

ABSTRACT

Objective To explore the effect of 3D ASL measurement on cerebral blood flow of normal middle-aged and old people. **Methods** 102 healthy persons (37 males and 65 females) were selected from our hospital who had normal routine physical examination items, neurological examination and MRI examination. They were divided into two groups according to their ages: 36 cases in middle age group (50~59 years old) and 66 cases in old age group (≥60 years old), 3D ASL inspection was performed and PLD time was 2025ms. ROI selected the bilateral symmetrical regions, calculated the mean CBF values of bilateral symmetrical brain regions. Paired t-test was used to analyze the differences in CBF values between bilateral symmetrical brain regions, ANOVA was used to analyze the differences between groups in each age group and sex (P<0.05 was statistically significant), and Pearson's correlation was used to analyze the differences in CBF values among groups and between each brain interval with or without correlation. **Results** there were no significant differences in CBF values between bilateral symmetrical brain regions (P>0.05); The mean CBF of all brain regions in the middle-aged group was higher than that of each brain region in the older age group, but there was no significant difference in CBF values between groups by ANOVA (P values >0.05); The mean CBF of each brain region was higher in women than in men, with statistically significant differences between bilateral parietal, left occipital, cerebellar, and thalamic regions. Pearson correlation analysis showed no significant correlation between cortical CBF values and age in each brain region, and there was a correlation between cortical CBF values and gender in bilateral parietal, left frontal, left occipital, bilateral cerebellar, and thalamocortical regions. **Conclusion** When the CBF values of each brain region were measured by 3d-asl technique, the age factor had no obvious influence on the CBF values of each brain region. CBF values in all brain regions were lower in women than in men, with statistically significant sex differences in CBF values for the left frontal lobe, left occipital lobe, bilateral cerebellum, and thalamus between genders

Keywords: Age; Gender; Magnetic Resonance Imaging; Arterial Spin-Labeling; Cerebral Blood Flow

三维动脉自旋标记(3D arterial spin labeling, 3D-ASL)技术是反映组织血流灌注情况的磁共振功能成像技术。ASL灌注成像是利用血液中水分子作为内源性示踪剂进行脑灌注成像的磁共振技术^[1]。因其无需注射造影剂,且可定量测量及可重复检查等优势,现已成为研究脑组织生理、病理状态下血流动力学改变的重要磁共振功能成像方法^[2-3]。3D-ASL是一种新兴的无创磁共振检查技术,它提供了一种更方便和敏感的方法评价脑局部灌注情况^[4-5]。本研究旨在研究性别及年龄因素对中老年人各脑区血流量的影响,为进一步研究中老年人中枢系统病变引起的脑血流灌注提供标准化参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料 抽取在我院行头颅MR正常及MRA检查无脑血管异常的体检者共102例,其中男性37例,女性65例。按年龄段分为中年组(50~59岁)36例及老年组(≥60岁)66例二组,于GE Discovery 750W检查仪行3D ASL检查。所有受试者均在MRI检查前行双侧颈动脉超声检查,颈动脉均未见明显狭窄,血压均在正常范围内,本研究为前瞻性研究,经过本单位医学伦理委员会批准,所有受试者均已签署检查知情同意书。

1.2 检查方法 采用GE Discovery MR 750W 3.0T磁共振检查仪、8通道头颈联合线圈对受试者行头颅磁共振检查。MRI检查序列包括横断位T₁WI、T₂WI、T₂WI-FLAIR序列,MRA为TOF MRA。3D ASL采用脉冲式连续动脉自旋标记ASL(3D Pulsed Continuous ASL,3D PCasL)技术,并将T₂WI-FLAIR图像与3D ASL灌注图像进行融合。3D ASL序列参数如下:标记后延迟时间(post labelled delay, PLD)2025ms,TR 4640ms, TE10.7ms,层厚4mm,层数36层,FOV 24cm×24cm,矩阵512×8,采集次数3次,扫描时间4min29s。

1.3 3D ASL图像后期处理及分析 采用GE ADW 4.6工作站 Functool后处理软件进行图像分析。为了更好的定位各脑区,将T₂-FLAIR图像与ASL图像进行融合。以双侧大脑半球各脑叶皮层及小脑半球皮层、丘脑对称脑区为感兴趣区,测量各脑区皮层的血流灌注值。

1.4 统计学分析 采用 SPSS Statistics (25.0版本)进行分析,其中,双侧脑区对称区域CBF值的差异采用配对t检验(P<0.05有统计学意义),各年龄和性别分组差异采用方差分析(P<0.05有统计学意义)。采用分别控制变量偏相关分析各脑区CBF值及各组间相关性。

【第一作者】 刘梦秋,女,主治医师,主要研究方向:头颈中枢系统影像诊断。E-mail: 290534306@qq.com

【通讯作者】 刘 影,女,主任医师,主要研究方向:中枢神经系统影像诊断。E-mail: felice828@126.com

2 结果

双侧大脑各脑叶皮层对称脑区的CBF值差异的配对t检验P值>0.05(见表1)。中年组各脑区CBF均值均高于老年组各脑区,但组间方差分析无明显统计学意义(见表2)。除顶叶外,女性各脑区测量所得CBF值均低于男性,其中双侧顶叶、左枕叶、双侧小脑及丘脑间的CBF值差异均具有统计学意义(见表3)。Pearson相关分析显示双侧顶叶皮层、左额叶、左枕叶皮层及双侧小脑皮层、双侧丘脑CBF值与性别存在相关性,各脑区的CBF值与年龄无明显相关性(见表4)。各脑区的融合CBF图及ROI的选取方法(见图1~图3)。

表1 双侧对称脑区的CBF值的配对t检验

	t值	P值(双侧)
左-右顶叶皮层	-1.513	0.136
左-右额叶皮层	-1.006	0.319
左-右颞叶皮层	0.594	0.555
左-右枕叶皮层	-0.353	0.725
左-右小脑皮层	-1.005	0.319
左-右丘脑	-1.716	0.092

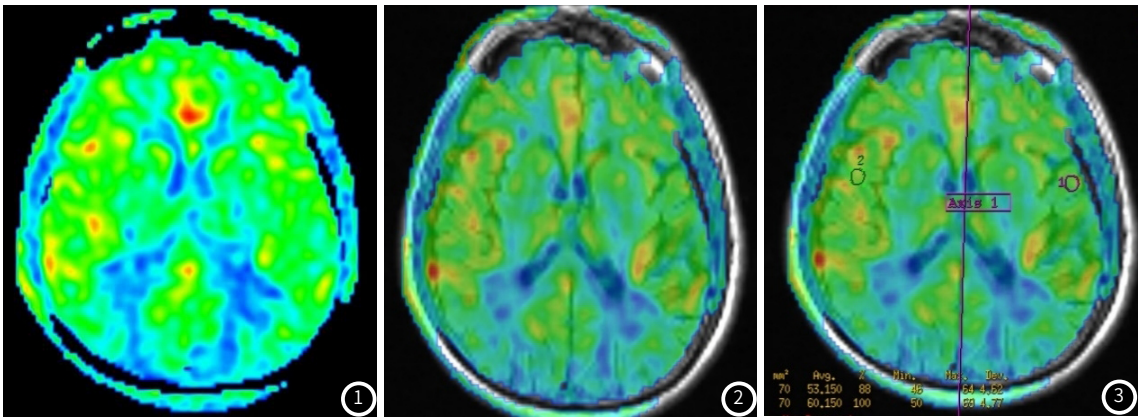


图1 处理后的3D ASL图像; 图2 T₂-FLAIR与ASL融合图; 图3 以中线为对称轴,取左颞叶皮层为感兴趣区,用对称轴镜像测量右侧颞叶皮层,用同样的方式测量余各脑区CBF值。

表2 54例正常中老年人年龄分组各脑区的CBF均值与标准差及方差分析

	中年组 (50-59岁,N=18)	老年组 (≥60岁,N=36)	F值	P值
左顶叶皮层	45.58±9.62	42.86±10.04	0.91	0.345
左额叶皮层	52.31±7.81	50.60±9.63	0.43	0.515
左颞叶皮层	55.86±11.01	54.63±10.04	0.17	0.681
左枕叶皮层	48.32±8.38	45.63±10.32	0.92	0.342
左小脑皮层	56.13±11.13	52.79±11.41	1.04	0.312
左丘脑	52.85±7.85	51.93±10.28	0.11	0.739
右顶叶皮层	46.93±9.29	42.79±10.16	2.10	0.154
右额叶皮层	53.31±7.61	50.54±9.90	1.08	0.304
右颞叶皮层	56.61±10.26	53.84±10.11	0.89	0.350
右枕叶皮层	48.67±7.86	45.61±10.48	1.19	0.281
右小脑皮层	56.43±11.91	53.19±12.52	0.83	0.365
右丘脑	53.67±7.63	53.66±11.71	0.00	0.996

表3 54例正常成人性别分组各脑区的CBF均值与标准差及方差分析

	女性(22)	男性(32)	F值	P值
左顶叶皮层	38.99±8.08	47.05±9.79	10.12	0.003*
左额叶皮层	48.27±10.4	53.16±7.49	4.04	0.050
左颞叶皮层	52.15±10.12	57.02±10.08	3.03	0.088
左枕叶皮层	43.2±8.77	48.82±9.81	4.65	0.036*
左小脑皮层	48.81±11.01	57.41±10.29	8.59	0.005*
左丘脑	49.07±9.72	54.41±8.81	4.40	0.041*
右顶叶皮层	39.45±7.94	47.42±10.06	9.64	0.003*
右额叶皮层	49.1±10.58	53.10±7.92	2.52	0.119
右颞叶皮层	51.68±10.23	56.89±9.68	3.61	0.063
右枕叶皮层	43.87±8.98	48.53±9.89	3.12	0.083
右小脑皮层	48.75±12.58	58.07±10.73	8.55	0.005*
右丘脑	50.2±10.02	56.05±10.22	4.33	0.042*

3 讨论

3.1 性别因素影响 以往的SPECT及ASL脑灌注的研究结果表明^[6-8],女性各脑区CBF灌注值高于男性,原因可能与女性雌激素水平高有关。绝经后的老年女性和老年男性脑区CBF值无明显差异^[9]。但本研究结果表明女性各脑区CBF值均低于男性,且顶叶、小脑、丘脑及左枕叶皮层间差异有统计学意义,分析原因可能是因为本组病例女性平均年龄为61.65±6.61岁,该年龄段女性已经绝经,受雌激素水平影响可以忽略,加之女性血容量低于男性,因此各脑区的血流CBF值可低于男性。有研究认为^[10],单侧胚胎型大脑后动脉变异侧在PLD为1525ms时,后循环CBF值高于正常侧。而本组病例男女间有显著差

异的脑区集中在大脑前动脉及后动脉供血区,推测原因可能为大脑前、后动脉的起源存在各种变异情况,个体间前、后交通动脉的情况亦存在差异,影响血流速率导致血流灌注的差异。

3.2 年龄因素影响 本研究结果显示,中年组各脑区灌注值均高于老年组,但差异无统计学意义。ASL主要标记的血流是颈内动脉,枕叶与小脑是大脑后动脉供血,是由基底动脉发出。因此以往研究表明枕叶小脑的血流通过时间长于由颈内动脉分支供血的前循环各脑区^[11]。金平^[12]等人采用PLD=1525ms研究正常人后循环灌注情况表明,随着年龄的增高,后循环脑区CBF灌注值降低。老年组血流相对慢于中年组,当PLD时间较短时,ASL内源

表4 54例正常成人年龄、性别因素与各脑区的CBF值的偏相关分析

	年龄因素(控制变量:性别)		性别因素(控制变量:年龄)	
	相关系数r	P值	相关系数r	P值
左顶叶皮层	-0.176	0.207	0.382	0.004*
左额叶皮层	-0.045	0.750	0.334	0.014*
左颞叶皮层	-0.105	0.454	0.227	0.065
左枕叶皮层	-0.190	0.173	0.256	0.010*
左小脑皮层	-0.177	0.205	0.349	0.007*
左丘脑	-0.024	0.863	0.272	0.049*
右顶叶皮层	-0.261	0.059	0.373	0.006*
右额叶皮层	-0.127	0.366	0.229	0.099
右颞叶皮层	-0.129	0.356	0.244	0.078
右枕叶皮层	-0.201	0.149	0.199	0.154
右小脑皮层	-0.169	0.227	0.325	0.018*
右丘脑	0.010	0.941	0.288	0.037*

性示踪剂未完全到达扫描层面,因此导致老年组的后循环脑血流灌注低于中年组。如果适当延长PLD时间,这种差异就会消失。Fujiwara^[13]等人的研究认为,PLD为1525ms时代表的是快速血流。参照Yasuhiro F^[14]等人的研究,本组病例采用PLD时间为2025ms,这种因PLD时间较短引起的后循环灌注差异消失,可免除因PLD时间造成的灌注差异。既往关于年龄对血流灌注影响的研究有一定争议,某些研究认为随着年龄增长,CBF值会逐渐下降^[14-15];另一些研究表明CBF不会随着年龄增长而降低^[16-17],可能是因为采用了不同的PLD时间所致。3D-ASL可准确提供各脑区的血流灌注情况,但不同的PLD时间对CBF值的测量存在影响。根据ASL-MRI技术规范应用专家共识推荐^[18],在进行单PLD时间ASL扫描时,PLD常规选择2025ms。本文选取了PLD为2025ms时测量中年组及老年组各脑区的CBF值差异情况,但存在一定的局限性,应采用多个PLD时间进行采集,多期ASL序列已经运用于正常人^[19-24],多个PLD时间的采集不仅能定量CBF,而且可以后处理得到动脉通过时间图,这两个参数可很好的反映脑血流动力学的情况^[25]。

参考文献

- [1]任冬晴,何丹,边杰. 3D-ASL在缺血性脑血管病的研究现状与进展[J]. 临床医学影像杂志, 2016, 27(10): 743-746.
- [2]高雅,鲍海华. 磁共振ASL技术在中枢神经系统的应用及研究现状[J]. 世界最新医学信息文摘, 2019, 19(61): 55-57.
- [3]李璇,吴江,杨朝慧,等. MRA、3D-ASL及IVIM技术在短暂性脑缺血发作中的应用价值研究[J]. 磁共振成像杂志, 2020, 11(5): 321-325.
- [4]洪云恒,曹明明,朱志军,等. 3D-ASL技术在短暂性脑缺血发作中的应用及其临床意义分析[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19(3): 13-15.

- [5]魏亚军,王婉,徐靖媛,等. 3D-ASL灌注技术在缺血性脑血管疾病中的应用价值[J]. 中国CT和MRI杂志, 2021, 19(3): 16-19.
- [6]Devous M D, Stokely E M, Chehabi H H, et al. Normal distribution of regional cerebral blood flow measured by dynamic singlephoton emission tomography[J]. J Cereb Blood Flow Metab, 1986, 6(10): 95-104.
- [7]甘敏,陈飞,戴真煜,等. 磁共振三维动脉自旋标记灌注成像在不同年龄段正常人脑血流分析中的应用[J]. 医学影像学杂志, 2016, 26(12): 2159-2163.
- [8]唐纳,赵光明,张洁,等. 3D-ASL磁共振成像检查各脑区血流量及年龄与性别因素对其影响[J]. 医学影像学杂志, 2018, 28(5): 697-701.
- [9]Liu W, Lou X, Ma L. Use of 3D pseudo-continuous arterial spine labeling to characterize sex and age difference in cerebral blood flow[J]. Neuroradiology, 2016, 58(9): 943-948.
- [10]张博伦,黄雯喧,韩璐,等. MRA及3D-ASL评价大脑后动脉类型与早期后循环灌注的关系[J]. 华北理工大学学报(医学版), 2020, 22(6): 441-445.
- [11]Weber M A, Zoubaa S, Schlieter M, et al. Diagnostic performance of spectroscopic and perfusion MRI for distinction of brain tumors[J]. Neurology, 2006, 66(12): 1899-1906.
- [12]金平,林敏,钱琦,等. 基于动脉自旋标记技术的正常大脑后循环血流分析[J]. 浙江中医药大学学报, 2015, 37(5): 377-380.
- [13]Fujiwara Y, Matsuda T, Kanamoto M, et al. Comparison of long-labeled pseudo-continuous arterial spin labeling (ASL) features between young and elderly adults: special reference to parameter selection[J]. Acta Radiol, 2017, 58(1): 84-90.
- [14]彭秀华,顾晓丽,张士玉,等. 三维动脉自旋标记技术评估正常人脑血流量的研究[J]. CT理论与应用研究, 2018, 27(2): 241-248.
- [15]Martin A J, Friston K J, Colebatch J G, et al. Decreases in regional cerebral blood flow with normal aging[J]. J Cereb Blood Flow Metab, 1991, 11(4): 684-689.
- [16]Pantano P, Baron J, Lebrun-Grandie' P, et al. Regional cerebral blood flow and oxygen consumption in human aging[J]. Stroke, 1984, 15(4): 635-641.
- [17]Sokoloff L. Cerebral circulatory and metabolic changes associated with aging [J]. Res Publ Assoc Res Nerv Ment Dis, 1966, 41: 237-254.
- [18]姜昕,吕晋浩,马林,等. 动脉自旋标记脑灌注MRI技术规范应用专家共识[J]. 中华放射学杂志, 2016, 50(11): 817-824.
- [19]Lyu J, Ma N, Liebeskind D S, et al. Arterial spin labeling magnetic resonance imaging estimation of antegrade and collateral flow in unilateral middle cerebral artery stenosis[J]. Stroke, 2016, 47(2): 428-433.
- [20]Dai W, Fong T, Jones RN, et al. Effects of arterial transit delay on cerebral blood flow quantification using arterial spin labeling in an elderly cohort[J]. J Magn Reson Imaging, 2017, 45(2): 472-481.
- [21]Qin Q, Huang AJ, Hua J, et al. Three-dimensional whole-brain perfusion quantification using pseudo-continuous arterial spin labeling MRI at multiple post-labeling delays: accounting for both arterial transit time and impulse response function[J]. Nmr in Biomedicine, 2014, 27(2): 116-128.
- [22]Liu Y, Zhu X, Feinberg D, et al. Arterial spin labeling MRI study of age and gender effects on brain perfusion hemodynamics[J]. Magn Reson Med, 2012, 68(3): 912-922.
- [23]Guo J, Holdsworth S J, Fan A P, et al. Comparing accuracy and reproducibility of sequential and Hadamard-encoded multidelaypseudocontinuous arterial spin labeling for measuring cerebral blood flow and arterial transit time in healthy subjects: A simulation and in vivo study[J]. J Magn Reson Imaging, 2018, 47(4): 1119-1132.
- [24]Sugimori H, Fujima N, Suzuki Y, et al. Evaluation of cerebral blood flow using multi-phase pseudo continuous arterial spin labeling at 3-tesla [J]. Magnetic Resonance Imaging, 2015, 33(10): 1338-1344.
- [25]Yun T J, Sohn C H, Yoo R E, et al. Transit time corrected arterial spin labeling technique aids to overcome delayed transit time effect[J]. Neuroradiology, 2018, 60(3): 255-265.

(收稿日期: 2021-05-17)

(校对编辑: 阮靖)