

正常成年国人基底动脉血流动力学 MR 研究

李 晖 柳 治 王志强 刘怀军 张惠英 李伟兰

摘 要 **目的** 探讨快速电影相位对比序列在基底动脉血流动力学测量中的可行性并初步研究正常成人基底动脉血流动力学情况。**方法** 选取正常志愿者 50 例(男性 25 例,女性 25 例),年龄 23 ~ 69 岁。应用 3.0T MR 扫描仪行颅脑磁共振动脉血管成像(magnetic resonance angiography, MRA)及快速电影相位对比(fast CINE phase contrast, fast CINE PC)序列检查。测量不同层面基底动脉流速,对结果进行统计学分析。**结果** 基底动脉上层与中层流速及流量间差异无统计学意义,其与基底动脉下层流速及流量差异有统计学意义($P < 0.05$)。老年组基底动脉平均流速低于中年组和青年组($P < 0.05$)。老年组、中年组、青年组基底动脉峰值流速及流量间比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。收缩期基底动脉流速均高于舒张期。**结论** Fast CINE PC 序列可以准确测量基底动脉血流动力学情况,为临床疾病的检测提供可靠依据。

关键词 基底动脉 血流动力学 磁共振

中图分类号 R445.2

文献标识码 A

DOI 10.11969/j.issn.1673-548X.2018.01.029

MR hemodynamics Quantitative Analysis of the Basilar Artery in Chinese. Li Hui, Liu Zhi, Wang Zhiqiang, et al. Department of Radiology, North China University of Science and Technology Affiliated Hospital, Hebei 063000, China

Abstract Objective To explore the feasibility of Fast CINE PC MR in the measurement of basilar artery and to study the hemodynamics of basilar artery in normal Chinese adults. **Methods** A total of 50 healthy volunteers experienced MRA and Fast CINE PC, and the age ranged from 23 to 69 years. The images were observed by Signa Excite HD 3.0T high field MR scanner. The velocity and the blood flow volume of basilar artery at three different levels was measured. Statistical testing was performed. **Results** There was no difference in velocity between upper plane and middle plane, but they were different with the velocity of the lower plane ($P < 0.05$). The average velocity of basilar artery in elderly group was lower than the middle aged group and youth group ($P < 0.05$). There was no difference in peak velocity and blood flow volume between different age groups ($P > 0.05$). The velocity in the systole period was higher than the threshold period. **Conclusion** Application of Fast CINE PC MR and FAIR can measure the hemodynamics of the basilar artery and provide evidence for detecting diseases.

Key words Basilar artery; Hemodynamics; Magnetic resonance imaging(MRI)

在临床脑血管影像学检查中,大多只是扫描磁共振动脉血管成像(magnetic resonance angiography, MRA),此序列可以整体、多角度观察颅内血管的形态,判断血管有无狭窄、闭塞、动脉瘤等改变,对临床提供帮助^[1,2]。但是,该序列不能对脑血管血流动力学情况进行评判。总所周知,血管血流动力学好坏直接影响患者的脑组织供血。即使影像学检查发现有脑血管狭窄,如果缺乏脑血流的定量或半定量检查,此时,也是不能诊断为脑供血不足的。目前,临床对基底动脉血流速度、流量的研究还比较少。因此,本研究应用先进的磁共振快速电影相位对比(fast CINE

phase contrast, fast CINE PC)序列对正常成年人基底动脉流速及流量进行测量,探讨快速电影相位对比序列在基底动脉血流动力学测量中的可行性并初步研究正常成人基底动脉血流动力学情况,为临床提供参考。

材料与方法

1. 研究对象:50 例正常志愿者,女性 25 例,男性 25 例,年龄 23 ~ 69 岁。根据世界卫生组织的划分将其分为青年组、中年组、老年组。其中,青年组(<44 岁)20 例,中年组(45 ~ 59 岁)20 例,老年组(60 岁以上)10 例。

2. 扫描及后处理方法:应用美国 GE 公司 Signa Excite HD 3.0T MR 进行检查。(1)MRA:重复时间(repetition time, TR) = 20ms,回波时间(echo time, TE) = 3.2ms。(2)Fast CINE PC:用 MRA 图像进行定位,扫描层面垂直于基底动脉。分别扫描基底动脉

基金项目:河北省唐山市科技计划自筹经费项目(14130218a)

作者单位:063000 唐山,华北理工大学附属医院影像科(李晖、柳治、王志强、张惠英、李伟兰);050000 石家庄,河北医科大学第二医院医学影像科(刘怀军)

上(基底动脉顶点与中点之中点)、中(基底动脉起点与顶点之中点)、下(基底动脉起点与中点之中点)3层。采用无相位卷折技术、呼吸补偿及流动补偿,使用外周脉搏门控来获得单位时间内的相位改变曲线。流动编码方向 Slice,流速编码 100cm/s,设定 30 个时相。TR = 11.5ms, TE = 5.6ms, 视野 = 140mm × 140mm。(3)图像后处理及分析:应用 FuncTool 2 软件对图像进行后处理。Fast CINE PC 序列可以得到相位图和幅值图两种图像。在幅值图上画出血管截面,再将此截面复制到相位图上,即可得到该截面 1 个心动周期内的流速。计算基底动脉流量(ml/min) = 流速(cm/s) × 横截面积(cm²) × 60(s)。

3. 统计学方法:应用 SPSS 17.0 统计学软件进行统计分析,计量资料采用均数 ± 标准差($\bar{x} \pm s$)表示。基底动脉上、中、下 3 层平均流速、峰值流速及流量之间的比较采用配伍组设计的方差分析;不同性别间基底动脉流速及流量的比较采用两样本 *t* 检验;不同年龄组间基底动脉流速及流量的比较采用完全随机设计的方差分析;基底动脉平均流速、峰值流速及流量与身高及体重间相关性采用直线相关分析,以 *P* < 0.05 为差异有统计学意义。

结 果

1. 不同层面基底动脉流速及流量:基底动脉上中下 3 个层面平均流速、峰值流速及流量见表 1。基底动脉下层比基底动脉上层平均流速、峰值流速、流量均低,基底动脉下层比基底动脉中层平均流速、峰值流速、流量均低,基底动脉上层与中层平均流速、峰值流速、流量差异均无统计学意义(*P* > 0.05)。

表 1 基底动脉上中下 3 个层面平均流速、峰值流速及流量

基底动脉	平均流速 (cm/s)	峰值流速 (cm/s)	流量 (ml/min)
上层	33.76 ± 6.45	46.44 ± 8.05	130.45 ± 30.52
中层	32.94 ± 6.10	45.46 ± 7.99	134.44 ± 27.91
下层	30.32 ± 7.21 ^{*#}	41.49 ± 8.86 ^{*#}	122.06 ± 28.57 ^{*#}
<i>F</i>	14.82	16.54	7.53
<i>P</i>	0.000	0.000	0.001

与基底动脉上层比较,^{*}*P* < 0.05;与基底动脉中层比较,[#]*P* < 0.05

2. 不同年龄基底动脉流速及流量:不同年龄组基底动脉平均流速、峰值流速及流量见表 2。老年组基底动脉平均流速较青年组低,老年组基底动脉平均流速较中年组低,青年组与中年组平均流速差异无统计学意义(*P* > 0.05)。青年组、中年组、中年组之间峰值流速及流量差异无统计学意义(*P* > 0.05)。

表 2 不同年龄组基底动脉平均流速、峰值流速及流量

年龄组	<i>n</i>	平均流速 (cm/s)	峰值流速 (cm/s)	流量 (ml/min)
青年组	20	35.79 ± 6.37	46.78 ± 8.60	142.73 ± 32.35
中年组	20	32.45 ± 4.78	45.39 ± 6.73	133.44 ± 23.84
老年组	10	28.23 ± 5.05 ^{*#}	42.95 ± 9.22	119.85 ± 21.00
<i>F</i>		6.38	0.76	2.39
<i>P</i>		0.004	0.480	0.100

与青年组比较,^{*}*P* < 0.05;与中年组比较,[#]*P* < 0.05

3. 不同性别基底动脉流速及流量:不同性别基底动脉基底动脉平均流速、峰值流速及流量见表 3。不同性别间基底动脉基底动脉平均流速、峰值流速及流量差异均无统计学意义(*P* > 0.05)。

表 3 不同性别基底动脉平均流速、峰值流速及流量

性别	<i>n</i>	平均流速 (cm/s)	峰值流速 (cm/s)	流量 (ml/min)
女性	25	33.68 ± 5.22	46.99 ± 7.19	140.13 ± 26.23
男性	25	32.20 ± 6.89	43.93 ± 8.60	128.74 ± 28.90
<i>t</i>		0.86	1.36	1.46
<i>P</i>		0.40	0.18	0.15

4. 身高对基底动脉流速及流量的影响:基底动脉平均流速与身高无相关性(*P* = 0.68)。基底动脉峰值流速与身高无相关性(*P* = 0.39)。基底动脉流量与身高无相关性(*P* = 0.75)。

5. 体重对基底动脉流速及流量的影响:基底动脉平均流速与体重无相关性(*P* = 0.41)。基底动脉峰值流速与体重均无相关性(*P* = 0.43)。基底动脉流量与体重无相关性(*P* = 0.30)。

6. 时间-流速曲线:基底动脉峰值流速均位于心脏的收缩期内,出现在第 1 时相者 29 例,出现在第 2 时相者 3 例,出现在第 28 时相者 2 例,出现在第 29 时相者 4 例,出现在第 30 时相者 12 例。

讨 论

正电子发射体层摄影(position emission tomography, PET)可以得到局部或全部的脑血流量,被认为是脑血流测量的金标准,但是,其测量的是脑组织的血流量和灌注情况,不能评估单条血管,且价格比较昂贵。经颅多普勒超声可以得到血管的流速信息,但是很难评估通过血管的血流量,也不能可靠地观察所有的颅内血管,得到的流速值也是某一时刻即时的信息。目前,对于血管内流速和流量的测量还没有一个公认的金标准。Fast CINE PC 序列是磁共振检查的一种扫描序列,通过体外实验已经证实其测量的准

确性^[3]。Fast CINE PC MR 操作简便快捷,用时短,可以测量目标血管在一个心动周期内多个时相的血流变化,可以得到最大流速、最小流速、平均流速及流量等血流动力学信息,信息量较大且比较全面^[4,5]。

基底动脉由两侧椎动脉汇合而成,走行于脑桥前缘,末端分成两支大脑后动脉,因此,由于解剖结构的特点,基底动脉上层及下层靠近血管分叉处受血管分支影响可能会造成血流动力学的变化。本研究证实,基底动脉不同部位平均流速、峰值流速及流量不同,基底动脉上层与中层之间没有差异,但基底动脉上层与下层之间有差异,基底动脉中层与下层之间有差异。这可能是由于基底动脉下层靠近两侧椎动脉汇合处,管腔内受到两侧椎动脉不同方向血流的影响,血流动力学复杂、不稳定,流速发生改变,造成基底动脉下层平均流速、峰值流速、流量较中层及上层均偏低;基底动脉上层虽然靠近发出分支处,但是由于其分出两支血管,因此,本身血流动力学也不受太大影响;而基底动脉中层则不受这些因素的干扰,远离血管分支,血流动力学也比较稳定。因此,后续对年龄、性别、身高、体重等影响因素的研究都选择血流动力学较平稳的基底动脉中层进行测量和研究。

血管壁由内膜、中膜、外膜 3 层结构构成,血管壁的弹性与这 3 层结构密切相关^[6]。随年龄增长,血管弹性减退,血管顺应性下降,血管阻力增加,会造成脑血流量的减低。Del 等^[7]在对颈动脉异常的研究中发现动脉硬化和年龄对颈动脉异常起重要作用,而且年龄比动脉硬化更重要。本研究表明,老年组基底动脉平均流速低于中年组和青年组,且差异有统计学意义($P < 0.05$)。也就是说,老年人基底动脉平均流速是明显减低的,到老年以后基底动脉平均流速会减低。中年组平均流速低于青年组,但是差异无统计学意义($P > 0.05$)。从数据可以看出,青年组、中年组、老年组随着年龄的增长,基底动脉峰值流速及流量也是呈下降趋势,只是差异无统计学意义。沈丽荣等^[8]对 41 例健康志愿者基底动脉血流动力学研究表明,各年龄组间基底动脉平均流速、平均流量差异无统计学意义,老年组收缩期峰值速度与舒张期最低速度的差值、舒张期流速达峰时间比、收缩期流速达峰时间比高于青年组和中年组。沈丽荣的研究指标与本研究不同,但此研究结果也说明青年人及中年人血流动力学情况要优于老年人。麦慧等^[9]对 32 例正常育龄期女性基底动脉平均流速、峰值流速、流量的测量得出其与年龄无相关性,这可能是由于其选取的都是育龄期女

性,年龄 21 ~ 41 岁,只属于本组中青年人的范畴,因此,和年龄无相关性。从本研究结果可以看出,不管是基底动脉平均流速、峰值流速还是流量,男女之间性别比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$),这说明基底动脉血流动力学与性别关系不大。

Obata 等^[10]曾对身高和体重等因素对基底动脉血流量的影响做过研究,发现身高可能影响脑血流量,而体重不影响血流量。而麦慧等^[9]探讨基底动脉血流动力学特征时发现基底动脉平均流速、峰值流速、流量与身高及体重等均无相关性,但是由于该研究是针对育龄期女性进行的研究,年龄比较局限,此范围内身高、体重等因素可能相差不大。笔者的研究也得出身高和体重均不影响基底动脉平均流速、峰值流速及流量。一个心动周期包括心脏的收缩期和舒张期。Fast CINE PC 序列在扫描前可以根据实际需要设置多个扫描时相,本研究设置了 30 个时相。基底动脉峰值流速均出现在心脏的收缩期,且心脏收缩期内基底动脉实时流速均高于舒张期实时流速。磁共振快速电影相位对比序列可以观察一个心动周期内多个时相的基底动脉流速,扫描时间短,方法简便易行,结果可靠,可重复性强,可以为脑血管的诊断提供帮助。

参考文献

- 1 Baik J, Baek HJ, Shin HS, *et al.* Duplication of the right vertebral artery: MRA findings and review of the literature [J]. Springerplus, 2016, 5(1): 1123
- 2 Gu H, Qian X, Wang S, *et al.* Imaging characteristics of basilar artery hypoplasia [J]. Zhonghua Yixue Zazhi, 2014, 94(39): 3085 - 3087
- 3 李晖, 王志强, 张惠英, 等. 3.0T MRI 快速电影相位对比序列测量非搏动稳态流体模型流速 [J]. 生物医学工程与临床, 2014, 18(3): 225 - 229
- 4 李晖, 王志强, 张惠英, 等. 基底动脉狭窄患者 3.0T MR 快速电影相位对比序列血流动力学变化研究 [J]. 中国全科医学, 2013, 16(7C): 2543 - 2544
- 5 李晖, 王志强, 宋利宏, 等. 3.0T MR 快速电影相位对比序列测量液体流速影响因素分析 [J]. 实用放射学杂志, 2013, 29(9): 1493 - 1495, 1541
- 6 胡晓, 张榆锋, 高莲, 等. 三层膜管壁结构的颈动脉超声仿真 [J]. 声学学报, 2015, 40(6): 871 - 877
- 7 Del Corso L, Moruzzo D, Conte B, *et al.* Tortuosity, kinking, and coiling of the carotid artery: expression of atherosclerosis or aging? [J]. Angiology, 1998, 49(5): 361 - 371
- 8 沈丽荣, 张立云, 欧章松, 等. 正常成人基底动脉血流动力学的 PC - MRI 研究 [J]. 医学影像学杂志, 2016, 26(1): 10 - 13
- 9 麦慧, 江魁明, 钟熹, 等. 正常育龄期女性脑基底动脉血流动力学的相位对比 MRI 研究 [J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2011, 12(7): 10 - 13
- 10 Obata T, Shishido F, Koga M, *et al.* Three - vessel study of cerebral blood flow using phase - contrast magnetic resonance imaging: effect of physical characteristics [J]. Magn Reson Imaging, 1996, 14(10): 1143 - 1148

(收稿日期: 2017 - 04 - 17)

(修回日期: 2017 - 05 - 04)