

[4] Wang Q,Zhong S,Ouyang J, et al. Osteogenesis of electrically stimulated bone cells mediated in part by calcium ions. Clin Orthop Relat Res,1998,348:259-268.

[5] Pittenger MF, Mackay AM, Beck SC, et al. Multilineage potential of adult human mesenchymal stem cells. Science,1999,284:143-147.

[6] Alborzi A, Mac K, Glackin CA, et al. Endochondral and intramembranous fetal bone development: osteoblastic cell proliferation, and expression of alkaline phosphatase, m-twist, and histone H4. J Craniofac Genet Dev Biol,1996,16:94-106.

[7] Bersani F, Marinelli F, Ognibene A, et al. Intramembrane protein distribution in cell cultures is affected by 50 Hz pulsed magnetic fields. Bioelectromagnetics,1997,18:463-469.

[8] 鲁苗壮,吴祖泽,张群伟,等. 激活 Notch 信号通路促进骨髓间充质干细胞向成骨细胞分化. 科学通报,2004,49:554-557.

[9] Karabakhtsian R, Broude N, Shalts N, et al. Calcium is necessary in the cell response to electromagnetic fields. FEBS Lett,1994,349:1-6.

[10] Liburdy RP, Callahan DE, Harland J, et al. Experimental evidence for 60 Hz magnetic fields operating through the signal transduction cascade: effects on calcium influx and c-MYC mRNA induction. FEBS Lett,1993,334:301-308.

[11] Fanelli C, Coppola S, Barone R, et al. Magnetic fields increase cell survival by inhibiting apoptosis via modulation of Ca²⁺ influx. FASEB J,1999,13:95-102.

(收稿日期:2006-06-20)
(本文编辑:吴倩)

· 研究简报 ·

电刺激椎动脉周围神经丛对椎-基底动脉血液动力学的影响

孙建民 崔新刚 李广桐

【摘要】目的 通过电刺激椎动脉周围神经丛,观测椎-基底动脉系统的变化,以了解椎动脉型颈椎病的病理机制,并为其治疗提供理论依据。**方法** 新西兰大白兔 20 只,电刺激左侧椎动脉和其周围神经丛,采用彩色多普勒超声分别监测左、右侧椎动脉和基底动脉的血流变化,然后用 1% 的利多卡因封闭上述刺激区后再次检测。**结果** 左侧椎动脉周围受到电刺激后左、右侧椎动脉和基底动脉的平均流速、搏动指数以及阻力指数均较刺激前明显升高 ($P < 0.01$); 而 1% 的利多卡因封闭后,左、右侧椎动脉和基底动脉的平均流速、搏动指数以及阻力指数较刺激前均无明显变化 ($P > 0.05$)。**结论** 左、右侧椎动脉之间和椎动脉与基底动脉之间,存在着协同反射,椎-基底动脉的痉挛是由椎动脉周围的神经丛介导的,减少对椎动脉及其周围神经丛的刺激,将有助于改善椎动脉型颈椎病症状。

【关键词】 血液动力学; 椎-基底动脉; 彩色多普勒超声; 大白兔

许多临床研究表明,在椎动脉型颈椎病中病理因素对椎动脉及其周围神经丛的刺激比对椎动脉的压迫更能够引起椎动脉系统的血流障碍,机械性压迫可能不是造成椎动脉型颈椎病的根本原因,而交感神经受到激惹才是引发椎动脉供血不足的主要原因^[1,2]。至今为止,交感神经引起椎动脉供血不足的机制尚未完全明了。本研究旨在通过电刺激模拟椎动脉周围神经丛受刺激状态,并同时采用彩色多普勒超声监测左右椎动脉及基底动脉血流的变化。

材料与方 法

一、实验动物

20 只健康新西兰大白兔,雌、雄不限,平均月龄 3 个月,体重 2.5 ~ 3.0 kg。

二、实验和检测方法

室温保持在 20 ~ 25℃,心跳保持在每分钟 180 ~ 260 次,体温(肛门温度)保持 38.5 ~ 39.5℃,呼吸每分钟 40 ~ 50 次,血压 13.5 ~ 16.0 kPa。

椎动脉检测:颈部前正中入路切开皮肤皮下,将气管向右侧牵开,暴露椎前筋膜,按骨性标志确定 C₅₋₆ 横突,将颈长肌向

外侧牵开,暴露 C₅ 横突的下缘、C₆ 横突的上缘和 C₅₋₆ 间盘左、后外侧缘,椎动脉和其周围神经丛位于此区域,作为电刺激区域。检测为 C₅ 横突的下缘、C₆ 横突的上缘和 C₅₋₆ 间盘左前外侧缘,采用青岛产 G6805-1 电刺激仪,电极为两个直径 1.5 cm 的极片,连接 2 枚直径为 0.2 mm 的银针探头,一枚探头插入椎动脉周围,另一枚探头插入胸部肌肉内。牵开颈动脉鞘,探头对准 C₃₋₄ 椎体的外侧,与椎动脉呈 30 ~ 40°; 在基底动脉检测前,将探头置于枕外隆突后方枕窗,与基底动脉流向呈 30°。输出电压 6 ~ 10 V,输出频率 10 ~ 16 Hz,刺激持续时间 10 s,间隔 30 min(血压、呼吸等指数恢复至刺激前状态),开始第 2 次刺激。2 d 后进行封闭后检测,在 C₅ 横突的下缘、C₆ 横突的上缘和 C₅₋₆ 间盘左前外侧缘的椎动脉周围,用 1% 的利多卡因封闭椎动脉周围神经丛,刺激部位、方法同封闭前。采用彩色多普勒超声(法国产 Explorer CVS CE0318 动物实验型)沿椎-基底动脉的走行位置分别检测两种状态下(椎动脉周围封闭前、后)刺激前、后 20 只兔左、右侧椎动脉和基底动脉的血流变化。

四、统计学分析

采用 SPSS 10.0 软件,行独立样本 *t* 检验。分别比较刺激和封闭前、后椎动脉及基底动脉血流变化, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结 果

电刺激后,大白兔左、右侧椎动脉和基底动脉的平均血流

作者单位:250021 济南,山东省立医院脊柱外科(孙建民、崔新刚),山东利津县医院(李广桐)

速度、搏动指数和阻力指数较刺激前均明显升高 ($P < 0.05$); 1% 的利多卡因封闭且电刺激后大白兔左、右侧椎动脉和基底动脉的平均血流速度、搏动指数和阻力指数较刺激前(椎动脉周围封闭后)无明显变化 ($P > 0.05$), 详见表 1, 2。

表 1 椎-基底动脉周围封闭前电刺激前、后各项数值比较 ($\bar{x} \pm s$)

椎-基底动脉	n	平均血流速度 (cm/s)	搏动指数	阻力指数
左侧椎动脉	20			
刺激前		16.01 ± 4.86	0.85 ± 0.17	0.57 ± 0.08
刺激后		22.18 ± 7.98 ^a	0.95 ± 0.17 ^a	0.61 ± 0.07 ^a
右侧椎动脉	20			
刺激前		15.80 ± 3.17	0.88 ± 0.15	0.57 ± 0.06
刺激后		9.98 ± 4.03 ^a	0.98 ± 0.14 ^a	0.62 ± 0.06 ^a
基底动脉	20			
刺激前		26.46 ± 5.84	0.79 ± 0.10	0.53 ± 0.05
刺激后		32.15 ± 7.70 ^a	0.85 ± 0.13 ^a	0.56 ± 0.06 ^a

注:与刺激前比较, ^a $P < 0.05$

表 2 椎动脉周围封闭后椎-基底动脉刺激前、后各项数值比较 ($\bar{x} \pm s$)

椎-基底动脉	n	平均血流速度 (cm/s)	搏动指数	阻力指数
左侧椎动脉	20			
刺激前		15.83 ± 4.84	0.85 ± 0.16	0.56 ± 0.07
刺激后		16.03 ± 4.98 ^a	0.85 ± 0.17 ^a	0.56 ± 0.04 ^a
右侧椎动脉	20			
刺激前		15.65 ± 3.15	0.88 ± 0.14	0.56 ± 0.06
刺激后		15.72 ± 3.15 ^a	0.88 ± 0.15 ^a	0.56 ± 0.07 ^a
基底动脉	20			
刺激前		25.12 ± 5.69	0.75 ± 0.08	0.51 ± 0.05
刺激后		26.03 ± 6.03	0.75 ± 0.11 ^a	0.51 ± 0.05 ^a

注:与刺激前比较, ^a $P > 0.05$

讨 论

正常兔椎动脉起自左、右侧锁骨下动脉,出胸廓后,沿颈长轴穿行于颈椎横突孔内,两侧终支通过枕骨大孔进入颅腔,汇合成一支基底动脉^[3]。Sturm 等^[4]于 1988 年用特制的超声多普勒换能器描绘了兔椎动脉血流多普勒频谱与健康人类的椎动脉波型基本一致,而国内李士星等^[5]的研究也表明,兔椎动脉的解剖位置、走行、毗邻关系、超声检查方法及彩色多普勒频谱特点均与人类相似。因此,本研究选择新西兰大白兔作为实验对象。

本研究观察到当椎动脉周围的神经丛受到电刺激时双侧椎动脉和基底动脉血流速度均有增快 ($P < 0.05$),血管顺应性指数降低 ($P < 0.05$),血管阻力指数增高 ($P < 0.05$),推测一侧椎动脉周围的神经丛受刺激时,同侧刺激点以上的椎动脉将发生收缩,对侧椎动脉和基底动脉也会发生收缩,同时,Wellis 环也无法通过一个狭窄管道代偿椎动脉的供血,从而导致大脑供血减少。当一侧椎动脉周围的神经丛受到电刺激时,双侧椎动脉和基底动脉均发生痉挛,而且左、右侧椎动脉之间,以及椎动脉和基底动脉之间,存在着协同反射。如果是一侧痉挛一侧代偿性扩张的话,将不会造成椎-基底动脉的供血不足,颈性眩晕

可能就不会发生。这说明椎-基底动脉部位存在一种不同于其他部位的神经反射系统,该部位受到刺激后可能诱发这个系统的整体反应。椎动脉周围有多种神经纤维分布,其结果是多个神经系统共同作用产生的,其共同作用的结果是椎-基底动脉收缩。本实验的刺激部位更符合颈椎病的发病方式。有的研究仅仅对交感神经进行了电刺激,并没有多个神经系统的共同作用,因此,只发现了刺激交感神经能引起基底动脉和同侧椎动脉收缩,并没有深入研究椎-基底动脉系统的神经反射关系^[6,7]。但交感神经受到刺激后也会引起椎-基底动脉血流的减少,结合本研究可以认为,交感神经受刺激应是引起椎-基底动脉收缩的一个原因。刺激结束后血流速度经短暂加速后很快恢复至刺激前水平,这与我们临床中所见的眩晕是在颈部活动时突然间发作,并迅速消失相符。

用 1% 的利多卡因封闭椎动脉周围后,双侧椎动脉和基底动脉血流速度与基线血流速度相比,虽有轻微下降,但无统计学差异 ($P > 0.05$)。说明椎动脉周围封闭后不能提高椎-基底动脉的血流量。这主要是因为正常状态下,椎-基底动脉系统接受来自交感缩血管纤维发出的持续低频冲动,而处于一定的紧张状态,这种状态可能是椎-基底动脉系统向大脑供血的最佳状态,椎动脉周围神经丛阻滞,虽然这种缩血管状态被解除,但由于正常情况下的收缩状态是低水平的,血管的扩张也有限^[8]。椎动脉周围封闭后,给予相同的电刺激,双侧椎动脉和基底动脉血流速度与刺激前无明显改变,说明椎动脉周围的神经丛封闭后,神经的缩血管作用被阻断,椎-基底动脉内的神经反射弧也被阻断。临床上采用交感神经节和硬膜外封闭治疗椎-基底动脉供血不足均取得了较好的疗效。

综上所述,提示左、右侧椎动脉之间,以及椎动脉和基底动脉之间,存在着协同反射。椎-基底动脉的痉挛是由椎动脉周围的神经丛介导的,减少对椎动脉及其周围神经丛的刺激将有助于改善椎动脉型颈椎病的症状。

参 考 文 献

- [1] 朱明双,郑重,黄勇,等. 注射硬化剂制作家兔椎动脉型颈椎病动物模型. 中医正骨, 2000, 12: 11.
- [2] Miyamoto S, Yonenobu K, Ono K. Experimental cervical spondylosis in the mouse. Spine, 1991, 16: 495-500.
- [3] 南开大学实验动物编写组. 实验动物解剖学. 北京: 人民教育出版社, 1980: 27-28.
- [4] Sturm RP, Estlinbaum W, Casty M, et al. Special Doppler ultrasound transducers for recording vertebral artery blood flow in rabbits. Ultrasound Med Biol, 1989, 15: 499-503.
- [5] 李士星,李雷,蔡爱露,等. 兔椎动脉彩色多普勒声像图和血流参数研究. 中国临床医学影像杂志, 1999, 10: 16-18.
- [6] 于腾波,夏玉军,周秉文. 交感神经因素对椎-基底动脉血流影响的实验研究. 中国脊柱脊髓杂志, 2000, 10: 157.
- [7] 张清,佟大伟,孙树椿. 刺激神经对椎动脉血流量影响的实验研究. 中国骨伤. 2001, 14: 599-600.
- [8] 李景良,马元娇,张月秋,等. 低频电刺激椎-基底动脉供血不足的临床疗效观察. 中华物理医学与康复杂志, 2004, 26: 557-558.

(修回日期: 2007-02-16)

(本文编辑: 阮仕衡)