维普资讯 http://www.cqvip.com

局解手术学杂志 2004年第13卷第1期
J Regional Anat & Operative Surg, 2004, Vol.13, No.1

弹性纤维在吻合后动脉修复中的作用

邱全光，余汇洋，郭光金，左艳芳，张集建，张天飞
（第三军医大学基础医学部外科应用解剖与手术学教研室，重庆 400038）

［摘 要］ **目的** 研究动脉吻合术后弹性纤维在修复过程中的作用。**方法** 在手术显微镜下将90只大鼠股动脉横行切断后行端端吻合术，在手术后3、7、14、21、30、90 d，采用Weigert弹性纤维染色及甲酸消化法扫描电镜观察弹性纤维在动脉吻合术后的修复过程。**结果** 动脉吻合术后弹性纤维的重构分为：静止期、增生期、重建期。**结论** 动脉壁的弹性纤维在动脉吻合术后经历了重建过程，吻合后弹性纤维的修复为新生内膜的模式。动脉吻合术后30 d弹性纤维的含量明显增高及弹性纤维的形态结构趋于正常。

［关键词］ 动脉；吻合；重构；弹性纤维
［中图分类号］ R361；Q249 ［文献标识码］ A ［文章编号］ 1672－5042(2004)01－0012－03

Roles of elastic fiber in repair of postanastomosed artery

QIU Quan-guang, YU Hui-yang, GUO Guang-jin, ZUO Yan-fang, ZHANG Ji-jian, ZHANG Tian-fei
(Department of Applied Surgical Anatomy and Operative Surgery, College of Basic Medicine, Third Military Medical University, Chongqing 400038, China)

Abstract: Objective To investigate the roles of elastic fiber in the repair of anastomosed arteries. **Methods** After cross-sectioning of the femoral arteries of 90 Wistar rats, end-to-end anastomosis was performed under the operating microscope. At 3, 7, 14, 21, 30, and 90 d after operation, the arteries were harvested, and the roles of the elastic fiber in the remodeling process of anastomosed arteries were observed by formic acid digestion method and under the scanning electron microscope. **Results** The reconstruction of the elastic fiber after anstomosis could be divided into quiescent stage, hyperplasia stage, and rebuilding stage. **Conclusion** The remodeling of the elastic fiber occurs in the muscular artery after anastomosis, and is a reparation of the formation of the neointima. Obviously increased content and normal morphology of elastice fiber can be found at 30 d after anastomosis.

Keywords: artery; anastomosis; remodeling; elastic fiber

弹性纤维能自动产生张力对血管壁起支撑作用，抵抗血管的塌陷和过度扩张，抵制平滑肌收缩所致的血管闭合倾向[1]。在动脉损伤后，随着动脉的愈合，动脉壁重建的同时应存在着弹性纤维的变化。本文采用Weigert弹性纤维染色后计算机图像分析及甲酸消化后扫描电镜观察的方法了解吻合术后动脉弹性纤维的变化。

1 材料与方法

Wistar大鼠90只（第三军医大学实验动物中心提供），雌雄不拘，体重190 g，0.3%戊巴比妥钠腹腔注射麻醉，手术显微镜下，将大鼠的右股动脉横断后行端端吻合术。手术后分笼标记饲养。实验动物随机分成6组（15只）和对照组（为各组未吻合侧动脉）。于吻合后3、7、14、21、30、90 d，切取吻合侧动脉和未吻合侧动脉，经10%中性甲醛溶液固定，石蜡包埋，Weigert弹性纤维染色，光镜观察吻合动脉的形态变化，同时用计算机图像分析测量弹性纤维量的变化。每组取标本3例，将动脉段纵行切开，放于90%甲酸中，45 ℃消化96 h，液氮速冻，置真空蒸发器中干燥24 h，真空镀金后在扫描电镜下观察。所用计量数据以均数±标准差（$\bar{x} \pm s$）表示，采用单因素方差分析 $P<0.05$ 为相差显著，$P<0.01$ 为相差非常显著。

2 结果

正常对照组弹性纤维染色呈蓝紫色，可见大鼠股动脉弹性组织形成三层，内膜弹性组织为一层连续的膜，中膜弹性组织为较疏松的网状弹性纤维结构，外膜弹性组织形成外弹性膜及较粗大纵向排列的纤维。各层均无自然的裂口或断裂（图1）。股动脉吻合术后3 d（图2）及7 d（图3），可见吻合口中心区弹性纤维断裂、缺失，两侧弹性纤维结构完整。吻合术后14 d（图4）.可见较少纤细的弹性纤维越过吻合口。吻合术后21 d，可见新生的弹性纤维联结在吻合口，附近的内弹性膜上均匀地形成一层新生弹性纤维。吻合术后30 d（图5），可观察到原有的弹性纤维各层并未相连，而新生的弹性纤维呈网状样密集连接两断端，新生的弹性纤维位于内弹性膜的内面。吻合术后90 d（图6），吻合口区弹性纤维结构基本修复，但其血管壁弹性纤维走行紊乱，结构不完整，局部弹性纤维缺失，并未形成正常对照组弹性纤维相似的较规整的三层分布。吻合口区弹性纤维半定量图像分析结果见表1。术后3 d、7 d组弹性纤维定量与正常对照组相比无显著性差异（$P>0.05$），14 d组、21 d组、30 d组、90 d组与对照组比较弹性纤维的量均有显著的升高（$P<$

［作者简介］ 邱全光（1972－），男，四川省巴中市人，硕士，讲师，从事血管外科方面的研究。电话：(023)68752251

［收稿日期］ 2003－09－28 ［修回日期］ 2003－11－23

维普资讯 http://www.cqvip.com

0.01)，弹性纤维的量从7 d开始逐渐增高，至30 d达到高峰，以后下降。

表1 吻合口弹性纤维的面积密度检测结果($\bar{x} \pm s$)

分组	吻合组	对照组
3 d	0.207 ± 0.042	0.189 ± 0.035
7 d	0.171 ± 0.026	0.184 ± 0.036
14 d	0.260 ± 0.028*	0.193 ± 0.019
21 d	0.321 ± 0.032*	0.194 ± 0.037
30 d	0.350 ± 0.060*	0.199 ± 0.037
90 d	0.293 ± 0.031*	0.184 ± 0.024

注：与对照组比较，* $P < 0.01$

在扫描电镜下，可见动脉组织块中细胞结构及胶原结构均被消化后弹性纤维的三维构筑，正常对照组内弹性膜呈波浪型膜状，无自然断裂或裂隙，中膜弹性组织呈均匀蜂窝网格状。股动脉吻合术后3 d，吻合口处弹性组织断裂，断端两侧的内、中、外膜弹性组织形态正常。吻合术后7 d，在吻合口两断端未见任何弹性纤维连接，吻合口形态紊乱，三层弹性组织有碎片化的现象，在吻合口内弹性膜的管腔面可见丝状的增生纤维相互连接呈细网状。吻合术后14 d，可见少量纤细的弹性纤维连接在吻合口的两端。吻合术后21 d，有较多的弹性纤维越过吻合口，连接两断端。吻合术后30 d，大量的弹性纤维覆盖于吻合口断端，吻合口较平整，部分弹性纤维融合呈片状。吻合术后90 d，吻合口平整，被均匀的弹性纤维网所覆盖，并未见波浪样内膜弹性纤维。

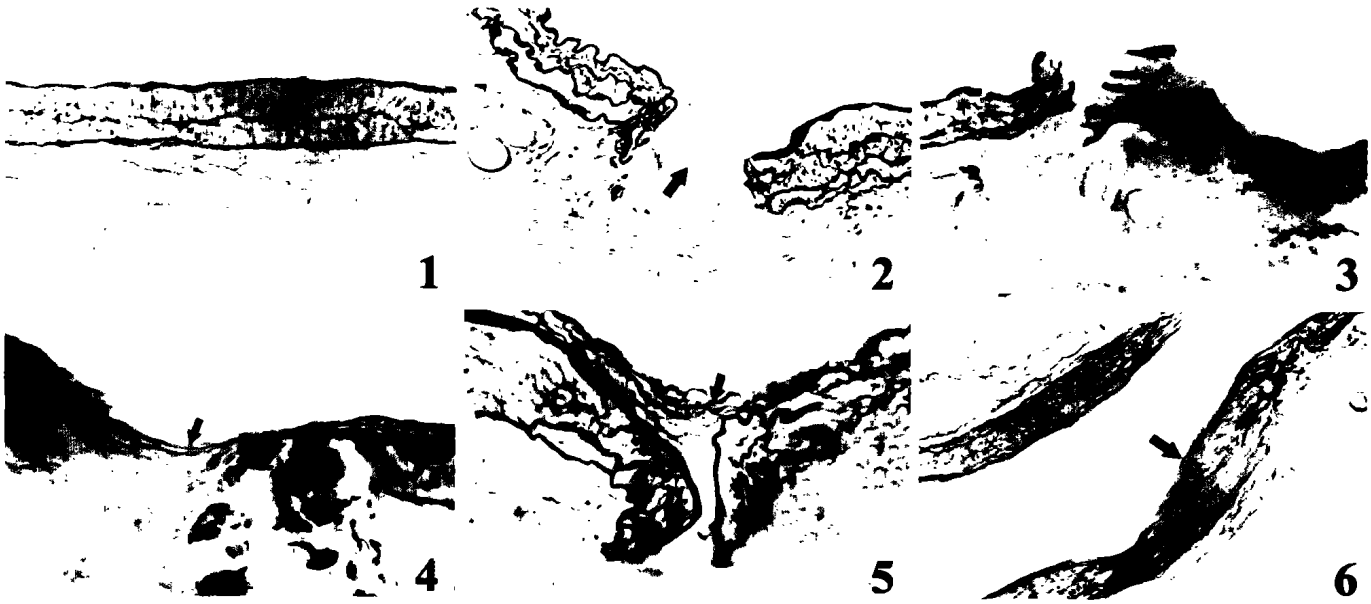


图1 正常对照组弹性纤维染色 (×100)
图2 吻合术后3 d弹性纤维染色，→示吻合口处 (×200)
图3 吻合术后7 d弹性纤维染色 (×200)
图4 吻合术后14 d弹性纤维染色，→示吻合口处 (×200)
图5 吻合术后30 d弹性纤维染色，→示吻合口处 (×200)
图6 吻合术后90 d弹性纤维染色，→示吻合口处 (×100)

3 讨论

当动物成熟后，弹性纤维在血管中含量稳定，同时弹性纤维的化学性质也稳定。在正常情况下，血管弹性蛋白原mRNA处于检测不到的水平，弹性蛋白代谢的这种低而稳定的状态是保证血管弹性纤维结构和功能完整的关键[2-3]。Strauss、Majesky等[4-5]研究表明血管在受到某些损伤因素如：高血脂症、高血压、动脉粥样硬化的作用下，可引起内膜和中膜平滑肌细胞胶原蛋白和弹性蛋白合成增多。有实验表明手术损伤同样可引起血管的重建[6]。

本实验通过观察弹性纤维构筑发现，吻合口处断

维普资讯 http://www.cqvip.com

裂的弹性纤维并不能修复或粘连在一起，而是靠新生弹性纤维将吻合口两断端连接起来，而弹性纤维的增生部位常在原内弹性膜的管腔面，即从新内膜增生的部位向吻合口中心延续，吻合口弹性纤维的重建主要依靠新生内膜处的弹性纤维增生联接。可以推断，股动脉吻合术后弹性纤维的修复模式是一种新生内膜型修复，即在损伤后，吻合口附近平滑肌细胞发生表型转化并迁移到内膜下形成新生内膜，靠此处的平滑肌细胞来产生弹性纤维的修复。

通过对股动脉吻合术后弹性纤维增生过程的形态观察，并根据其形态学特点，本文将弹性纤维的重构分为静止期、增生期和重建期。①静止期：弹性纤维修复的静息期为股动脉吻合术后1～7 d，其特征是各层弹性组织的断裂，吻合口弹性膜碎片化，产生这种现象的原因可能在于弹性蛋白酶的作用[7]，计算机图像分析半定量可显示3 d组、7 d组弹性纤维的量与对照组无显著差异。此期没有新生弹性纤维的出现，吻合口弹性纤维代谢处于相对的静止期。②增生期：弹性纤维增生期为股动脉吻合术后7～30 d，在股动脉吻合术后14 d可见新生弹性纤维，从Weigert弹性纤维特殊染色及计算机图像分析半定量显示弹性纤维从14 d到30 d有逐渐增多的趋势，与对照组相比较有显著差异（$P<0.01$）。在立体构筑的观察中可见到新生的纤细的弹性纤维逐渐致密，吻合口弹性纤维处于合成代谢大于分解代谢的状态。③重建期：弹性纤维重建期为股动脉吻合术后30～90 d，将30 d组弹性纤维构筑形态与90 d组形态相比较可见90 d组的弹性纤维排列较有序而且致密，内膜面逐渐平滑，网孔明显减少，各层弹性膜均呈纤维状同心园结构，在30～90 d弹性纤维处于重建阶段。在30 d组与90 d组的弹性纤维半定量分析中，弹性纤维总量有减少的趋势。本文认为此过程可能涉及弹性蛋白酶参与了血管的重建，有待进一步实验的证实。

有作者[8]通过在体测定正常狗股动脉及股动脉端端吻合术后不同时相点的压力与直径，研究了股动脉吻合术后的顺应性认为：在平均动脉压相同时，股动脉吻合术后的动脉的顺应性较吻合前有所降低，在股动脉吻合术后14 d下降最显著，30 d血管的顺应性较正常对照组并无显著的变化，且动脉壁愈合基本牢固并能承受一定的压力。本实验在14 d组可观察到少量的弹性纤维连接，30 d可见吻合口弹性纤维的含量达到高峰且有较稳定的弹性纤维结构，在临床上可否将30 d做为微小动脉吻合后的局部制动期限；而在动脉吻合术30 d后血管弹性纤维增多，血管顺应性较好，局部适当的活动不致引起血管壁再损伤。

[参考文献]

[1] Midwood KS, Schwarzbauer JE. Elastic fibers: building bridges between cells and their matrix[J]. Current Biology, 2002, 12(16): R279－281.

[2] Herrera B, Desco MM, Eisenberg G, et al. Role of elastic fibers in cooling-induced relaxation[J]. Cryobiology, 2002, 44(1): 54－61.

[3] Rosenquist TH, McCoy JR, Waldo KL, et al. Origin and propagation of elastogenesis in the developing cardiovascular system[J]. Anat Rec, 1988, 221(4): 860－871.

[4] Strauss BH, Chisholm RJ, Keeley FW, et al. Extracellular matrix remodeling after balloon angioplasty injury in a rabbit model of restenosis[J]. Cir Res, 1994, 75(4): 650－658.

[5] Majesky MW, Giachelli CM, Reidy MA, et al. Rat carotid neointimal smooth muscle cells reexpress a developmentally regulated mRNA phenotype during repair of arterial injury[J]. Circ Res, 1992, 71(4): 759－768.

[6] Di Micco G, Forte A, Cipollaro M, et al. Surgical injury of rat arteries: genetic control of the remodeling process[J]. Eur J Cardiothorac Surg, 2002, 22(2): 266－270.

[7] Koyama H, Reidy MA. Expression of extracelluar matrix proteins accompanies lesion growth in a model of intimal reinjury[J]. Circ Res, 1998, 82(9): 988－995.

[8] 余汇洋，朱星红，李振强，等. 动脉吻接后的顺应性变化[J]. 生物医学工程学杂志，1995，12(4)：300－303.

（编辑：王 林）