

超微孔膨体聚四氟乙烯人工心脏瓣膜体外流体力学的评价

梁 勇 袁武军 蔡开灿 第一军医大学南方医院胸心血管外科 广东广州 510515 冤

摘要 目的 采用新型高分子材料制备人工心脏瓣膜并对其体外流体力学特征作出评价遥 方法 将片状超微孔膨体聚四氟乙烯材料缝制于弹性支架上做成人工心脏瓣膜以 Baxter 人工双叶机械瓣作对照,对新型瓣膜进行了静态泄漏和定常流测试遥 结果 两种瓣膜静态泄漏率无显著差异 ($P>0.05$),定常流下高分子瓣膜跨瓣压差更低,两组间存在显著差异 ($P<0.001$)遥 结论 新型高分子人工心脏瓣膜体外流体力学性能优于 Baxter 机械瓣遥

关键词 超微孔膨体聚四氟乙烯 流体力学 人工心脏瓣膜

中图分类号 R318.11 文献标识码 文章编号 000-2588(2002)10-0910-02

Hydrodynamical assessment of valve prosthesis made of expanded ultra-microporous Teflon in vitro

LIANG Yong, WANG Wu-jun, CAI Kai-can

Department of Cardiothoracic Surgery, Nanfang Hospital, First Military Medical University, Guangzhou 510515, China

Abstract: Objective To assess the hydrodynamical performance of the valve prosthesis made of expanded ultra-microporous Teflon in vitro. Method Sheets of the expanded ultra-microporous Teflon were sewn onto flexible bracket to prepare artificial valve prosthesis. The leakage and steady flow of the valve prosthesis was tested in vitro with Baxter valve prosthesis as control. Results The rate of leakage of this new valve prosthesis was similar to that of Baxter valve prosthesis ($P>0.05$), and the systolic pressure gradient of the former was much lower than control ($P<0.05$). Conclusion This new artificial valve prosthesis has good in vitro hydrodynamical properties, which are superior to Baxter valve.

Key words: expanded Teflon, microporous; valve prosthesis; hydrodynamics; heart valve prosthesis

现有的人工心脏瓣膜分为两类院一是完全用惰性材料制成的人工机械心脏瓣膜院二是部分或全部用生物材料制成的人工生物心脏瓣膜遥这两种瓣膜问世以来,我们对大量病人进行治疗并取得较满意疗效遥但是,以上两种瓣膜均存在各自的缺点并影响了瓣膜置换的治疗效果遥我们采用超微孔膨体聚四氟乙烯作为人工心脏瓣膜瓣叶的制作材料,在此基础上了解超微孔膨体聚四氟乙烯材料人工心脏瓣膜 (expanded ultra-microporous Teflon valve prosthesis, EUMTVP) 的缝制要点,掌握 EUMTVP 在体外测试的跨瓣压差和静态泄漏率,从而确定超微孔膨体聚四氟乙烯材料作为人工心脏瓣膜材料的可行性,并为 EUMTVP 进一步改良提供依据遥

1 材料与方 法

1.1 高分子人工心脏瓣膜的缝制

1.1.1 瓣环的制作 瓣环由内到外分三层院内层为弹性不锈钢丝,中层为医用涤纶粘片,外层为医用涤纶布遥涤纶粘片和涤纶布均用医用无损伤涤纶线连续缝合,层叠包裹遥

1.1.2 瓣膜瓣叶的设计与缝制 采用四瓣叶结构,瓣

个大瓣叶长度与周长比例基本等同于正常人体二尖瓣,大瓣与周长比例遥瓣叶与瓣环间采用连续缝合,瓣叶与瓣叶间采用连续褥式缝合,大瓣叶各连接四根腱索,末端相延续起加强作用遥缝合线使用医用膨体聚四氟乙烯缝线遥

1.2 实验分组

EUMTVP 组共 6 个瓣膜,瓣环直径 2.7cm,对照 组采用 27#Baxter 双叶人工机械心脏瓣膜遥

1.3 体外测试

EUMTVP 组和对照组人工心脏瓣膜分别在 10~250mmHg 渊mmHg=0.133kPa) 各个压力点下分别测试其静态泄漏率,并在闭合定常流循环下用超声多普勒检测每个瓣膜的跨瓣压差遥测试装置均由本实验室置备,测试用流体为蒸馏水,密度为 1.000,测试温度为 20 益遥

1.4 统计学处理

全部测试数据均属计量资料,以标准差表示离散度遥测试数据全部经由 SPSS11.0 统计软件处理遥统计方法采用独立样本均数的 t 检验遥

2 结果

EUMTVP 组和对照组分别在各个压力点下的静态泄漏率见表 1,袁两组瓣膜的静态泄漏率无统计学差异 ($P>0.05$)遥两组瓣膜的跨瓣压差见表 2,袁其中流量

收稿日期 002-04-23

基金项目 广东省科委重点攻关项目 渊9B06702G 冤

作者简介 梁 勇, 1974 冤,男,袁江苏泰州人,袁 1999 年毕业于第一军医大学,袁硕士

在 1 L/min 时两组间存在统计学差异 $P < 0.05$ 大于 7 L/min 时两组间统计学差异显著 $P < 0.001$

表 1 不同压力点下平均静态泄漏率
Tab.1 Leakage rate under different pressures

| EUMTVP | | Control | |
|----------------|------------------|----------------|-----------------|
| Pressure(mmHg) | Leakage(ml/min) | Pressure(mmHg) | Leakage(ml/min) |
| 10 | 12.5 \pm 0.8* | 10 | 13.0 \pm 0.3 |
| 30 | 38.8 \pm 0.3* | 30 | 40.8 \pm 0.6 |
| 50 | 67.0 \pm 0.9* | 50 | 67.3 \pm 0.8 |
| 70 | 89.0 \pm 0.4* | 70 | 91.2 \pm 0.9 |
| 90 | 115.0 \pm 0.5* | 90 | 117.2 \pm 0.3 |
| 110 | 140.8 \pm 0.3* | 110 | 143.5 \pm 0.4 |
| 130 | 165.5 \pm 0.9* | 130 | 168.7 \pm 0.4 |
| 150 | 188.8 \pm 0.1* | 150 | 194.8 \pm 0.0 |
| 170 | 215.2 \pm 0.0* | 170 | 218.8 \pm 0.7 |
| 190 | 243.2 \pm 0.4* | 190 | 247.8 \pm 0.4 |
| 210 | 270.0 \pm 0.6* | 210 | 274.2 \pm 0.0 |
| 230 | 297.5 \pm 0.1* | 230 | 301.2 \pm 0.1 |
| 250 | 315.0 \pm 0.9* | 250 | 321.5 \pm 0.0 |

* $P > 0.05$ vs Baxter valve prosthesis(control)

表 2 不同流量下平均跨瓣压差
Tab.2 Systolic pressure gradient in different flow velocities

| EUMTVP | | Control | |
|-----------------|---------------------------------|-----------------|---------------------------------|
| Velocity(L/min) | Systolic pressure gradient(kPa) | Velocity(L/min) | Systolic pressure gradient(kPa) |
| 1 | 0.09 \pm 0.01* | 1 | 0.10 \pm 0.01 |
| 2 | 0.09 \pm 0.01** | 2 | 0.20 \pm 0.01 |
| 3 | 0.09 \pm 0.01** | 3 | 0.35 \pm 0.06 |
| 4 | 0.12 \pm 0.04** | 4 | 0.38 \pm 0.04 |
| 5 | 0.18 \pm 0.04** | 5 | 0.40 \pm 0.01 |
| 6 | 0.28 \pm 0.04** | 6 | 0.43 \pm 0.05 |
| 7 | 0.38 \pm 0.04** | 7 | 0.58 \pm 0.04 |
| 8 | 0.42 \pm 0.04** | 8 | 0.85 \pm 0.06 |
| 9 | 0.53 \pm 0.05** | 9 | 1.17 \pm 0.08 |

* $P < 0.05$, ** $P < 0.001$ vs Baxter valve prosthesis(control)

3 讨论

人工生物心脏瓣膜耐久性差及置换术后需要终生抗凝的缺点影响了人工心脏瓣膜置换的治疗效果。高分子人工心脏瓣膜是可能解决问题的途径之一。超微孔膨体聚四氟乙烯材料具有良好的生物相容性、顺应性和耐久性。目前已在心脏外科广泛应用。本研究采用的超微孔膨体聚四氟乙烯材料由于材料表面微孔直径小，因此生物体内血浆不易渗透至材料内部，同时血小板、纤维蛋白、纤维母细胞等不易在材料表面附着，从而提高了瓣膜的抗血栓性能和耐久性，减少了钙化和纤维蛋白沉积。纤维母细胞等不易在材料表面附着引起的瓣叶顺应性下降的可能。

一种优良的人工心脏瓣膜除了具有良好的组织相容性、耐久性强等特点，还必须具有良好的血流

动力学特征。目前临床前期对人工心脏瓣膜血流动力学性能的评价主要有两种方法：体外流体动力学性能检测和将瓣膜置入生物体内进行血流动力学检测。本研究旨在临床前期对 EUMTVP 的流体动力学特点做体外测试。实验同时采用 Baxter 人工机械心脏瓣膜作为对照。

目前临床所使用的人工机械心脏瓣膜的静态泄漏率一般要求在 200~500 ml/min 的范围内。小于 200ml/min 说明瓣叶与瓣环间隙过小，容易造成卡瓣。大于 500ml/min 则意味着瓣膜关闭时有较多的血液返流。大量临床资料显示静态泄漏率低于 500 ml/min 对心功能没有太大影响。只有在返流率大于 20% 时临床才有瓣膜关闭不全的症状。Baxter 人工机械心脏瓣膜的返流率小于 20%，即不到产生瓣膜关闭不全的程度。本研究采用的 EUMTVP 的静态泄漏率略低于 Baxter 人工机械心脏瓣膜。统计学处理没有显著差异 ($P > 0.05$)。其细微差别是否具有临床意义尚不清楚。

在闭合定常流循环下用超声检测每个瓣膜的跨瓣压差时，我们发现流量在 1 L/min 时两组间存在显著差异 ($P < 0.05$)。大于 1L/min 时两组间差异显著 ($P < 0.001$)。本研究采用的 EUMTVP 跨瓣压差显著优于 Baxter 人工机械心脏瓣膜。其原因可能与材料的良好顺应性、密度低以及瓣膜的四瓣叶设计使其血流特性属于中心血流有关。较低的跨瓣压差说明血液通过瓣膜时阻力小，心脏的能量损耗低，更有利于术后早期心功能的恢复。

综上所述，EUMTVP 的体外流体力学性能良好。四瓣叶设计是一种可行的设计方案。EUMTVP 在体内的流体力学性能及耐久性尚需进一步研究。

参考文献

咱暂 Corden J, David T, Fisher J. The influence of open leaflet geometry on the haemodynamic flow characteristics of polyurethane leaflet artificial heart valves. 咱暂 Proc Inst Mech Eng. 咱暂 1996, 210(4): 273-87.

咱暂 Butterfield M, Wheatley DJ, Williams DF, et al. A new design for polyurethane heart valves. 咱暂 Heart Valve Dis, 2001, 10(1): 105-10.

咱暂 Wheatley DJ, Raco L, Bernacca GM, et al. Polyurethane: material for the next generation of heart valve prostheses. 咱暂 Eur J Cardiothorac Surg, 2000, 17(4): 440-8.

咱暂 Stevensn DM, Yoganathan AP, Franch RH. The Bjork-Shiley heart valve prosthesis flow characteristics of the new 70 model. 咱暂 Scand J Thorac Cardiovasc Surg, 1982, 16(1): 1.

咱暂 Scotten LN, Walker DK, Brownlee RT. The Bjork-Shiley and Lonescu-Shiley heart valve prosthesis in vitro comparison of their hydrodynamic performance in the mitral position. 咱暂 Scand J Thorac Cardiovasc Surg, 1983, 17(2): 201.

责任编辑 梁锦雅