

BU 73 / 20

目 录

R 614.2
3

生物瓣膜.....	1
人造心脏瓣膜（机械瓣）.....	6
换瓣手术时的心肌保护.....	11
主动脉瓣置换术.....	14
二尖瓣置换术.....	26
三尖瓣和多瓣膜置换及修补.....	37



A794254

心脏瓣膜置换术的现状

湖北医学院附属一院译

自从心脏瓣膜外科新纪元开始以来，现已近30年。16年前心脏瓣膜置换术首次成功。自此以后，在采用的瓣膜质料以及认识与换瓣有关的技术问题，都有了巨大的进步。今天，在许多中心，置换主动脉瓣和二尖瓣的死亡率常比结肠切除死亡率还低。然而，仍还遗留有一大堆问题。至今为止，我们还需继续寻找理想的不会发生血栓的或长期耐磨的人造瓣膜代用品。何时才是瓣膜置换手术的适宜时机，至今仍有很大争论——早期置换瓣膜需冒换一个不完美的瓣膜以及一切可能的危险，但可能拯救心肌功能；反之，晚期置换可能因心肌已有不可逆性损害而致失败，或是术后功能效果极差。

本文概括了心脏瓣膜置换的近况。但特忽略去了讨论手术前后处理的部分。作者意见，由于限于篇幅，故不能对各种问题都加以一一讨论。

生 物 瓣 膜

由于所有人造代用品的瓣膜在结构失灵、设计错误、溶血、血栓栓塞、常因对抗菌素耐药性而致的感染、由于普遍地需要抗凝而导致的并发症和死亡（每年1%）等方百均有明显发生率，故对患心脏瓣膜疾患或瓣膜变形的患者，用生物性代用品来置换的兴趣已有明显进步。此外，真正的中央流边、瓣膜的顺应性既不致瓣孔堵塞又有合适的硬度等问题，在新近应用的人造瓣膜代用品中，都未必能解决好。相反，所有生物瓣膜经过同样的研究后，至少初步认为其流边与天然正常瓣膜一致。不幸的是，它的性质亦倾向于退化而导致功能不全和倾向于纤维化、钙化而导致狭窄。生物瓣膜材料系取自患者自身组织，或在干净、消毒的条件下由尸体上取下同种组织，或取自异种组织所制成。进一步再将生物瓣膜分成有活力的（在某种程度上）、无活力的和贮存的三种。唯一完全有可能存活的瓣膜是用自体新鲜肺动脉瓣换主动脉瓣，但即使只是在手术台上很短暂地放在肝素化盐水或林格氏溶液内保存一下，也会引起组织损害。所谓新鲜同种瓣膜，实际上是在取下后暂时（几小时或几天）贮存在各种营养液和抗菌素溶液内，但贮存在这些溶液内从来不会完美无缺。此外，活的细胞数目在植入后还会继续下降，甚至还可能发生排斥。虽然，最近已采用将“有活力的”人心脏瓣膜贮存在液氮气化中，但要能保持供应足够的“新鲜同种移植”这一任务仍然很艰巨。

除了由于各种各样的取材、制备和贮存方法，使不同的中心、不同的技术之间很难进行比较外，生物瓣膜应被镶嵌得能“自由活动”呢，还是应固定在一块坚硬或半坚硬的塑料或金属的支架上呢？能自由活动的镶嵌法保存了瓣叶和瓣环的自然弹性，有的病例在降

主动脉处作了新鲜同种主动脉瓣镶嵌后,保持了完全正常的功能15年以上。然而,在反复实践过程中,由于理性认识及技术上的一些原因,多数心、胸外科医师对此法予以回避。在生物瓣膜应用了支架后,大大地简化了其安插过程,但却丧失了它的下分瓣孔面积和顺应性。此外,一个坚硬的瓣环导致每一缝针处的该处组织受到一集中压力;又由于缺乏匀称地缓冲作用,而加重了这种现象。后者无疑地在生物瓣膜早期就失败的某些原因中,扮演了一个重要角色。

推荐机械瓣的出发点(可说是正当的理由)在于,每过几年每一篇以生物瓣为题的报导就介绍一次其卓越的外期效果,但自从那次最后的报导后,总将其贮存或制备的方法,甚至连采用的组织也都已经换掉,而废弃旧法的理由和采用新法的理论基础何在,却总又很少举出文献。然而,这些同样的评论一样也可应用在许多机械瓣的设计的更改(碟、球、排空、复盖等)和材料的更换(Silastic、缩醛树脂[Delrin]、涤纶织物、热离解碳、钴铬镍合金[Stellite 21]、钛等)方面。目前,从效能、持久性、功能和制作技术难度等方面估价来看,最有前途和希望的生物瓣膜是异种猪瓣,接着为硬脑膜瓣,而当时只限于将“新鲜”同种主动脉瓣和自身阔筋膜瓣植于主动脉处。下面简外地描述一下各种方法。

异种移植

曾将牛、猪、羊的主动脉瓣植于主动脉瓣、二尖瓣和三尖瓣等处,作异种瓣膜置换术(38,105,181),也有将异种牛心包制成三瓣叶状代用品(83),但只有对异种猪瓣在某些中心作了长期研究。支架方面曾采用坚硬的Stellite或钛和有弹性的多丙烯~Stellite两种材料。摧毁抗坏性能的固定剂有甲醛、 β -丙炔内脂(Betapropiolactone)和戊二醛。目前推荐后者,因其能保存胶原交锁,因而限制了生物性能的退化。但所有以醛类作固定过程中(Carpentier和Hancock)并非都同样有效,最好不要将组织弄成毫无活力。

安在坚硬支架上的以甲醛固定的瓣膜,用作主动脉瓣和三尖瓣置换时,随访4年有50%病例失败;而用作二尖瓣置换时效果更差。相反,用Hancock技术制备后移植者(图1, H和图2, E)已超过20,000个瓣膜(158,180),效果令人鼓舞。有少数病人随访已超过6年,近60例随访已15年,常见跨瓣膜压力阶差(平均4毫米汞柱)(105);也有报告再狭窄者;也有报导少数病例发生在血液动力学上无多大意义的二尖瓣关闭不全;至少有2%的病例在二尖瓣置换后已发生栓塞,也有极少数发生结构上的故障失败。

下分病例根本未用抗凝剂苧丙酮香豆素(Coumadin),其他者有的应用数周,也有的长期应用。最近作者建议,对二尖瓣或三尖瓣若用异种瓣膜置换时,可作外期抗凝治疗,但若有房颤或其他适应证存在时,宜作永久抗凝。此外,若采用小号瓣膜,则在下列两种下位均遇到了显著压力阶差,在主动脉瓣(生物瓣作的主动脉瓣环直径小于25毫米时压力阶差近30毫米汞柱);在二尖瓣处,若生物瓣作的二尖瓣环直径小于29毫米(1.8厘米²)时,会引起有汗在性损害的压力阶差。

至今为止,采用Hancock法制备的异种猪瓣移植后效果优良,但只有少数人超过6年,失败率可能与日俱增。假若这种瓣膜效果再能稳定3~4年,则将成为将来改进瓣膜的标准。最近,作者将其选用于老年患者、儿童、高血压者以及对长期抗凝会增加危险的特殊患者。

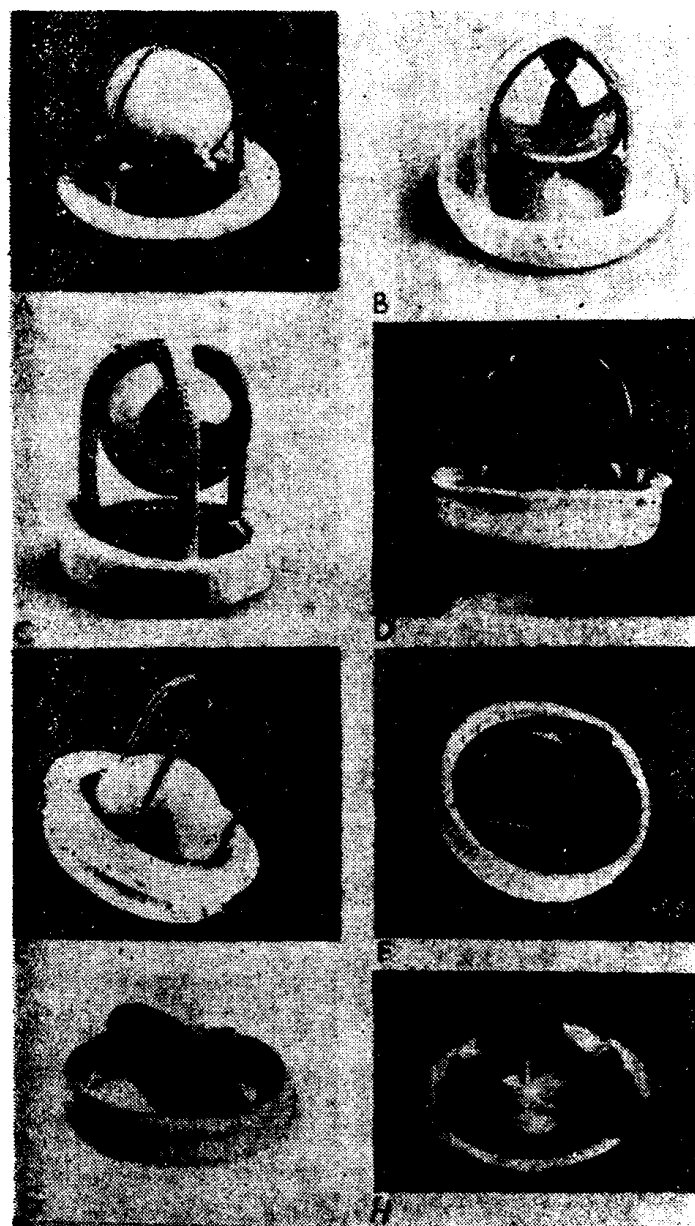


图1 常用的主动脉瓣

- A. 1260型 Starr-Edwards 瓣;
- B. 2320型 Starr-Edwards 瓣;
- C. 2400型 (轨边式瓣膜或轨迹瓣) Starr-Edwards 瓣;
- D. Smeloff-Cutter 瓣;
- E. Magovern 瓣;
- F. Lillehei-Kaster 瓣;
- G. Bjork-Shiley 瓣;
- H. 用戊二醛固定的 HancockK 猪瓣。

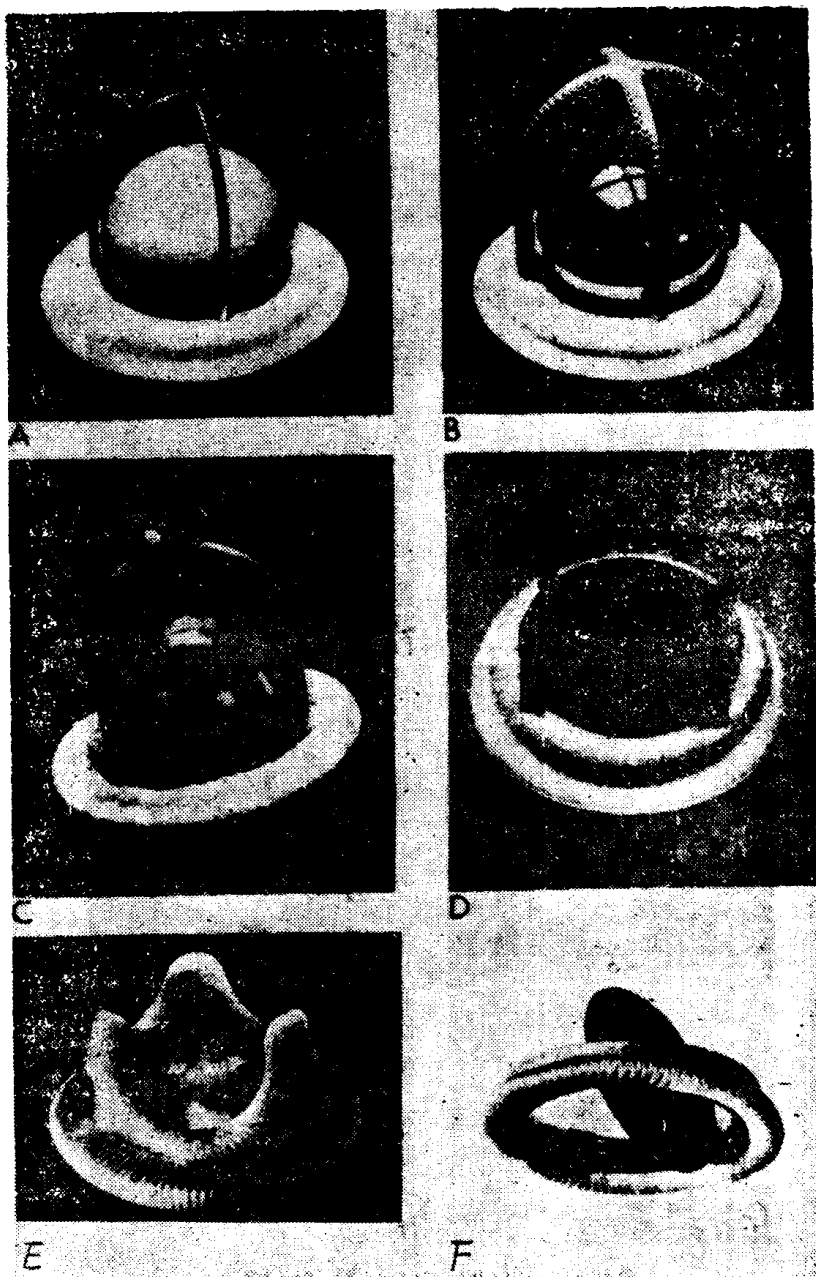


图2 常用的二尖瓣

- A. 6120型 Starr-Edwards 瓣;
- B. 6300型 Starr-Edwards瓣;
- C. Braunwald—Cutter 瓣;
- D. Beall 瓣;
- E. 用戊二醛固定的 Hancock 猪瓣;
- F. Bjork-Shiley 瓣。

同种移植

有些中心采用新鲜或贮存后的尸体主动脉瓣^(3,12,21,140,142)、用同种硬脑膜^(103,118,129)和阔筋膜⁽⁸³⁾制成的带支架的三叶生物瓣膜。在1956~1960年,通过Hufnagel的工作启发,加拿大多伦多矫形外科医师 Gordon-Murray⁽¹¹⁶⁾首创将同种主动脉瓣植入一系列患有主动脉瓣关闭不全患者的降主动脉内。其中有2例,作者在1968~1969年作常规随访检查时,发现其心功能为Ⅰ级和Ⅱ级(按纽约心脏协会心功能分级法)。也有报导经血管造影和尸检证实,这种瓣膜的状态完全正常、功能良好至少已有12年⁽²²⁾。其他一些中心报导,在冠状动脉下植入“有活力的”同种主动脉瓣7年后,临床鉴定证实效果优良^(3,12)。植于二尖瓣处者则效果不太满意⁽¹⁵⁷⁾。正如以往已注意到的一样,取材、贮藏和保持“新鲜”同种人主动脉瓣的大小尺寸等问题,必然导致各中心去实验这种瓣膜的各种制备方法(如采用甲醛、照射、β-丙炔内脂、冻干等),以简化贮存方法和保证消毒质量。至目前止,所有贮存方法引起移植物早、晚期的失败率都嫌太高^(12,142)。新近有一报导,贮存在DMSO、抗菌素和液氮气雾中长达7月,可使同种主动脉瓣仍保持“活力”。此外,并提议同种瓣膜只宜应用于与供体同血型的患者⁽²⁾。虽然逻辑问题已经简化,但要证实此法的确优越于以往的许多贮存方法,还需要多年时间去进一步研究。用戊二醛或甲醛制备的钛架同种阔筋膜瓣膜,已用作二尖瓣和主动脉瓣置换,后者效果满意已达3年⁽⁸³⁾。由于用甲醛处理的瓣膜远期效果不佳,故如何恰当地估价用戊二醛处理的瓣膜,还需长期随访。

同种硬脑膜瓣置换已有751例(至1975年3月),证实效果满意已达50个月^(118,129)。这种组织并无活力。制备方法是,先用甘油、抗菌素处理,以后将涤纶织品包于不锈钢架上,制成三叶生物瓣膜。751例中有4例死于霉菌性心内膜炎,2例死于细菌性心内膜炎。未用抗凝治疗,但血栓栓塞率很低。约2%患者临床上有明显关闭不全,发生于主动脉瓣者两倍于二尖瓣。

再次作导管检查之广例数不及10%,但根据临床估计,超过3年的21例中有10%有关闭不全,随访2~3年的65例中有7%。在再次手术(小于2%)时或死亡后尸检时检查瓣膜,见多数问题系与安插瓣膜时或制造瓣膜时所致的技术错误有关。虽然这些效果令人鼓舞,但进一步的随访和其他中心的证实,还需将硬脑膜与用戊二醛固定的异种猪瓣列入同等的计划内。应该注意到,已有报导若将人硬脑膜作为血管代用品植入犬体后,效果很差,但那是采用了完全不同的消毒和制备方法⁽¹⁰³⁾。

自身移植

由于排斥反应可能对某些同种瓣膜移植时所发生的退化、纤维化或钙化起一定作用,故某些中心研究了需要换瓣的患者的组织。探讨内容包括:全套肺动脉瓣安置到主动脉处⁽¹⁴⁰⁾、由受者自身的阔筋膜、膈、心包、心房、主动脉或股动脉血管壁以及通过皮下植入膜片而得的胶原性结构物⁽⁷⁸⁾等所制成的生物或人造生物代用品。这些方法大都为实验性和/或受到自身组织供应不足的限制。

将肺动脉瓣移植至主动脉处,并重造肺动脉流出道后,予料肺动脉瓣能经受得住长期的体循环压力。虽然此法只限作于一组选择了的广人,但明显的手术死亡率稍早期即致冠状动脉下瓣功能不全的高发生率使人不可避免地要得出这样的结论,说这是“显本领

(tour de force)”，故常强调技术甚于评价。

自身阔筋膜供应充足，故在欧洲和北美广泛将其用来制成带架三叶瓣膜。虽然主动脉瓣效果在5年后还能被列为“良”，在10年后还能证实其有活力，但术后早期即发生关闭不全杂音的情况并非少见；而且主动脉瓣的退化率数字虽小，但是是进行性的。至于其他下位，晚期失灵极为常见，二尖瓣效果极差（关闭不全超过50%），三尖瓣和肺动脉瓣更是不知其数。阔筋膜瓣制作时要求极为精确，瓣膜要对称，在大小上还必需有足够的组织允许其回缩20~30%，因在植入后头几个月内其将发生皱缩。它不需抗凝、血栓栓塞发生率、花钱少、压力阶差低、甚至瓣膜带的支架等，若一切均属优良，则进一步的研究可能证实其确属一种可应用于主动脉处的有活力的代用品^(20, 174)。

心包的供应亦很充足，但强烈的皱缩和倾向于退化、纤维化、钙化等性能，使其用作自身移植的应用受到限制。实验室的研究证实，动脉血管壁是一种良好的代用品⁽⁷⁸⁾，但其供应常不足。至于其他方法，不管是在早期实验阶段，或是已应用于临床，均还不足以作有意义的评论。

小 结

这里记录了根据瓣膜置换的效果而选择病例的情况⁽¹⁰⁾。假若前百讨论过的都是些未经对照的、各种各样的凑合，则就清楚地说明，各中心所采用的各种各样的生物瓣膜，要对比其效果极为困难。一种加速测验的设备，用以对比各种生物瓣膜的功能以及其有关的制备和贮存方法，这种设备与 Clark 等所描述者相同⁽⁴³⁾，无疑地不仅有助于了解其相对的耐久性，且可预测和指出其不足之处，从而加以纠正。这测验器可精确地模拟象位于房室间的瓣膜般使承受沉重负荷，以免以后再重蹈象将阔筋膜瓣作二尖瓣或三尖瓣置换后致严重后果般的复辙。通过加速测验，可使生物瓣膜加快接近理想。到这一步完成后，可以考虑将生物瓣膜，以第二代无织物包绕支架的 Starr-Edwards 瓣为基础，进行对比。目前，以戊二醛制备的 Hancock 猪瓣每月置换率超过1000，假若确已证实其结构完全已超过2~3年，则这种瓣膜可作为将来发尸的对照标准。最近，Edwards 用稍有不同戊二醛处理方法，应用于异种猪瓣，至今经验尚属有限。

人造心脏瓣膜（机械瓣）

由于对心肺转流的生理学认识有了提高和改进心脏外科的技术，于1960年首次机械瓣置换成功^(8, 9, 2, 75, 114, 154)。自那以后，已有好几千病人用各种不同类型的机械瓣作了心脏瓣膜置换术。在这17年里，许多种类的生物瓣膜也已通过实验室及临床研究，作出了评价。虽然这些生物瓣膜从各方面说来，均比机械瓣远为近似人的正常瓣膜，但所有生物瓣膜都缺乏一个重要品质——即人造物质所普遍具有的机械耐久性。早期机械瓣是在思想中按正常二尖瓣或主动脉瓣的形象构思设计，但设计者和制造者应用聚合物去模仿正常瓣膜的生物性特征，结果这种设计多半失败。现在，美国和世界各地大部分心脏外科医师，在作心脏瓣膜置换时，都采用“非天然瓣形”的机械瓣。

一般的瓣膜设计

所有机械瓣的一般设计可分成三部分：①一个能活动的下件；②一个将活动下件封限

在内进行活动的坐架；③一个附设于坐架底围的缝纫圈。在评价任何机械瓣时，某些因素极为重要：(a)横断面的面积影响瓣膜功能（图3）。通过机械瓣时的压力阶差是第一孔的功能，一般指活动部件在开启位时的坐架内径。第二孔是在开关部件与坐架之间形成的圆锥形孔。第三孔是在开关部件外环与主动脉内壁（在主动脉瓣时）或心室内壁（在房室间的瓣）之间的炸开并圈状孔。因此，一个机械主动脉瓣必需有一个够大的第一孔和第二孔（只指瓣膜功能而言）。然而，假若主动脉直径很小，则可在左室与主动脉之间形成显著压力阶差。(b)第二个重要因素是暴露的异物材料的质和量。自从血栓形成成为置换机械瓣患者的主要问题以来，大家都选表面积最小的机械瓣。(c)应选用以既无反应且生物性能恒定的材料制成的瓣。一般认为，血栓都形成于织物和光滑面的交界处，血管翳或组织在该处延伸越过织物面，但不会依附至光滑面的表面。假若血管翳继续生长，则此部件会脱落而形成栓塞。(d)血流通过机械瓣的形式也很重要。众所周知，对瓣膜充分地起“冲洗”作用对于预防血栓栓塞极为重要。此外，一种不合适的对着冠状动脉开口处的血流流向，能导致该区血管内膜增生，以后引起冠状动脉口狭窄⁽¹⁷⁸⁾。(e)最后，瓣膜的设计及坐架的机械性能，是关系到对某些病人是否引起高度溶血的重要关键。

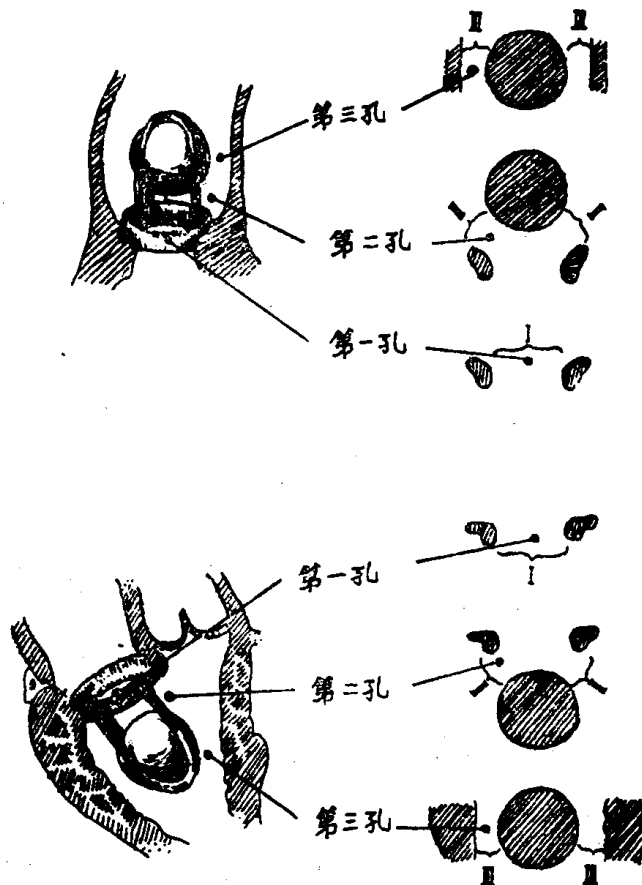


图3 上图，若以笼罩球瓣置换主动脉瓣，应考虑三个孔的情况。第一孔说明所采用瓣的尺寸大小。若患者升主动脉狭小，而瓣环较宽大，则应在升主动脉处作一补片，以使第三孔处足够宽畅。但若选用倾斜式碟瓣时，则整个通边均较宽畅。

下图：二尖瓣瓣环处的第一孔表示机械瓣的大小。一般说来，瓣的大小不若在主动脉处那么关键。但心室腔应有足够大小，以使第三孔够大。因此，单纯二尖瓣狭窄患者应换一比测得的瓣环尺寸为小的球瓣，或换以象倾斜式碟瓣那样的低架瓣。

制瓣材料

制瓣材料一般包括三方面：坚硬材料、弹性材料和织品类。

在机械瓣上所采用的坚硬材料，应是毫不起反应的、高度磨光的材料，并应将暴露的表面积和血栓形成率减到最低度。两种金属应用最为广泛。铬—钴—镍合金，商品名 Stellite 21，是一种相当坚硬的金属，与矫形外科已应用多年者极为相似。这种材料可长期留在体内，并可高度磨光。钛亦用来制作机械瓣，并优于 Stellite，因这种材料比其他铸件更易机械加工。钛性能亦极为恒定，并可高度磨光。还有几种坚硬的聚合物亦用来制作机械瓣，其中包括 Delrin，是一种多缩醛树脂，但有轻度吸潮的缺点。Teflon，是一种氟化烃（碳氢化合物），虽然很软且缺乏结构强度，但证明可以应用。已发现两种多烯烃聚合体可以采用。还有超高密度的聚乙烯和聚丙烯，二者均能高压消毒，且极恒定，但需用浇铸技术制造。

广泛用作心脏瓣膜的最新材料是由 Gulf 原子总公司于1965年所发明的热离解碳。此材料外观似玻璃状，既可作活动部件，也可作机械瓣的坐架。此物不能用机器操作，而需用专门的精细方法制成。

用作机械瓣唯一比较满意的弹性体，是由 Dow—Corning 用特级硅酮橡胶所制成，商品名 Silastic。在1961年最初的 Starr—Edwards 球瓣就用此材料制成，并认为其在生物环境内极为稳定。但不久即显示出，以此材料制成的球，约有1%发生变异，因这种材料能自血内吸取一种油脂成分，而使球膨胀变形⁽¹⁵⁶⁾。现在多数认为，此硅酮橡胶球的问题是在制作过程中，有某些程序不当而造成。据作者所知，自1967年后用所谓“低硫化处理”所制的硅胶球再未见有变异发生。

心脏瓣膜的专门性设计

今天，广泛应用的机械瓣一般有三种类型。第一种类型为笼罩球瓣。Starr—Edwards、Smeloff—Cutter、Braunwald—Cutter 和 De Bakey 等瓣均属此型。第二种类型为笼罩碟瓣，以碟代球。Beall、Kay—Shiley 和 Starr—Edwards 碟瓣均属此型。第三种类型是采用碟片作瓣心的支轴倾斜式碟瓣。当瓣心处于开启位时，碟片由原来与血流成垂直的平面转成与血流近乎平行的平面。Bjork—Shiley、Lillehei—Kaster 和 Wada—Cutter 等瓣均属此型。所有三种瓣型虽有各异，但都明显地堵塞中央流道。多数认为，机械瓣还需进一步改进。

下面介绍几种最常用的机械瓣的重要资料。

Starr-Edwards 球瓣

1960年球瓣首次在临床置换成功⁽¹⁵⁷⁾（见图1、2）。这种瓣膜是目前所用 Starr—Edwards 球瓣的先导者。在临床上这种瓣膜第一次应用的型号内容包括：一个用 Stellite 21制的笼罩、一个硅胶球和一个织品缝纫圈。这种瓣膜称为1000型主动瓣膜及6000型二尖瓣。在过去15年中，为了改进流体动力学的性能和降低血栓栓塞的发生率，对此瓣膜进行了一系列的改革⁽²⁵⁾。对这些变化的性质进行某些了解，对对比各组瓣膜置换后的结果（表1、2）十分重要。早年广泛应用1260和6120型 Starr—Edwards 球瓣，一般来说效果满意。在1965~1966年，发现置于主动脉处的球瓣有约1%发生变异。表现在以往认为性能十

分稳定的硅胶球或瓣心,发生了色泽、大小和机械性能的变化⁽¹⁵⁶⁾。在改变了硅胶瓣心处理程序后解决了这个问题,虽然不能完全认为这就是球瓣发生变异的原因,但在1967年以后所制硅胶球瓣(图1, B和2, B)未再发生任何变异情况。为了降低血栓栓塞率和减少球瓣变异,Edwards 实验室试了各种办法,最后于1967年介绍带 Stellite 球的织品复盖的人造瓣膜。此乃最早由 N.Braunwald 和 Starr 所设想⁽⁸⁰⁾。虽然2320、6320型瓣已广泛应用,但还有一系列的我们相信且是严重的问题存在着,甚至比要换掉的瓣膜的问题还多。尽管工程设计做了很多改革,包了布的支架仍然未解决问题,最初希望是否能否不再需要抗凝治疗,现已证明不行。最后一种,想保留织品复盖支架的优点但避免支架织品的弱点,而改成的“轨迹式”瓣膜(2400型、6400型),其 Stellite 支架上只复有一层极薄的编织的涤纶(见图1, C)。支架的织物因被每条支柱内百有一条 Stellite 轨迹保护而不会受损。因此,金属瓣心只碰撞于金属支柱上;而瓣膜则比以前任何型号都“喧闹得厉害”。虽然看来血栓栓塞发生率与各包布型相仿,但比以往任何型瓣膜的“织品—金属接触处光面”要多几厘米。这种“轨迹式”瓣膜的最后评价未定。

Smeloff-Cutter 瓣膜

此笼罩球瓣有一用钛块制成的双百罩架(见图1, D)。缝纫圈以 Teflon 织品复盖。瓣心是用硅胶制成。此瓣心所遇到的问题与 Starr-Edwards 瓣所发生者相同。自从1966年将 Smeloff-Cutter 瓣心的处理程序改成“低硫化处理”后,未再见有瓣球变异情况出现。

应用双百罩架的目的是,瓣膜的第一孔与球的周径相等。因而,这种瓣膜被认为是一种“满孔”球瓣。自1966年后其设计与材料未再作任何修改。

表1 Starr-Edwards 主动脉球瓣

型 号	制作年份	特 点	备 注
1000	1961	Stellite 笼罩硅胶球	未长期应用, 高度血栓栓塞
1260	1965	仅瓣口广泛复盖包布	新的非包布型
2300 2310	1967 1970	瓣口和支架全以织品复盖; Stellite 球	排空时引起瓣球抖动
2310 (闭式排空)	1970 1970	复合坐架	关闭时可致瓣心卡在开启位
2310 (中程式排空)		复合坐架	支架上包布高度磨损
2320	1971	支架内侧百以 Teflon、外侧 百以聚丙烯复盖	包布高度磨损问题仍存在
2400	1972	“轨迹式”瓣膜 每根支柱内百有 Stellite 轨 迹保护支柱包布不受损害	至今临床应用尚有限

表2 Starr-Edwards 二尖瓣机械瓣

型号	制作年份	特 点	备 注
6000	1961	Stellite 笼罩硅胶球	未长期应用
6120	1965	仅瓣口广泛复盖包布	新的非包布型
6300	1967	瓣口和支架全下以织品复盖; Stellite 21球	最开始的包布型瓣膜
6310	1967	改进了流体动力学	包布磨损问题
6320	1971	支架内侧百以 Teflon, 外侧百以聚丙烯复盖	用包布广泛复盖型
6400	1972	“轨迹式”瓣膜 每根支柱内百有 Stellite 轨迹保护 支柱包布不受损害	至今临床应用尚有限

Beall 瓣膜

这种中央瓣心型瓣膜只用于二尖瓣置换^(13,16)。于1967年首次应用于临床。现在的105型组成物为钛基盘、涤纶织品的缝纫圈和包有热离解碳的金属支架(见图2, D)。碟状瓣心用热离解碳制成。此类瓣膜早期103型时,是用 Teflon 作瓣心,曾发生碟片变形、支架断裂及瓣心脱出等问题,但现在的105型只发生过4例。考虑支架断裂的原因是包装过程不当所致。后将瓣膜重新包装于受保护的容口内。在置换术时应有专门保护措施,以免压及支架。

Bjork-Shiley 瓣膜

这种应用极为广泛的倾斜式碟瓣,是于1969年首次应用成功^(23,10)。此瓣包括:一个外包有 Teflon 缝纫圈的 Stellite 圈壳(见图1, G和2, F);一个倾斜式碟心,浮摆于两根焊接于圈壳上的 Stellite 细支架间。碟片材料有多缩醛树脂(Delrin)和热离解碳两种。开口角度达60°。因多缩醛 Delrin 有吸潮性能,故 Delrin 碟片的直径较同号圈壳的热离解碳碟片直径略小。高压消毒 Delrin 碟片时应有专门处理方法。至少有1例曾因支架变形而致碟片脱出。要避免支架间距发生变化,在处理瓣膜时要用特殊方法。在瓣膜置入后,不应再转动底圈去调查瓣膜方向位置。最近,最大号 Bjork-Shiley 碟瓣(29毫米)出现了第二个严重问题,即有3例发生较粗的那根柱架断裂,致碟片脱出。此问题似为 Stellite 支架劳损折断所致,断处恰在支架焊接处近端。在过去几年中,在作者实验室、热电子有限公司及 Shiley 实验室等研究中(在写此文时回忆起有某些瓣膜),也发生了同样折断情况。对此较粗的支架需在机械性能上作某些改进。然而,本瓣膜仍是世界上应用最为广泛的瓣膜之一。

Lillehei-Kaster 瓣膜

此倾斜式碟瓣系由外包 Teflon 织片缝纫圈的钛盘制成(见图1, F)。瓣心是一热离解碳碟片。关闭位时,碟片距水平线约倾斜18°;开启时可达80°,可任大舅血流同时通过

大孔和小孔。此瓣外观优美质佳，但临床上应用它却远较 Bjork-Shiley 瓣为少。

其他还有很多机械瓣可供应用，但都与前已描述过的某些瓣膜特点基本相同。

Braunwald-Cutter 瓣膜

此瓣为一笼罩球瓣，特点是支柱上包有很特细的织品，瓣心为硅胶球（见图 2，C）。本瓣曾用小牛作仿性试验，结果显示血栓栓塞发生率低，亦无机械性能问题⁽³⁴⁾。但是，应用在人身上后，仍然发生包布磨损和瓣心严重磨坏等问题，故临床上应用的时间并不长⁽¹²⁵⁾。晚期发生碟片脱出为一特别严重问题，所有病人均需重选瓣膜置换。其他笼罩碟瓣包括 Kay-Shiley 瓣、Edwards 碟瓣，一般特点均与 Beall 瓣相同。Wada-Cutter 瓣则为与 Bjork-Shiley 瓣相似的倾斜式瓣膜。

看来，机械瓣有了某些改进。目前，较有价值的考虑为设计成与正常瓣膜相似的三尖瓣。这种瓣膜有血液动力学与异种瓣膜相似的真正的中央流边，但需用性能恒定的弹性体聚合物，如多氨基甲酸乙酯制成，则不致发生生物瓣膜所发生的衰变。

换瓣手术时的心肌保护

心肌最理想的代谢供应借健全的冠状动脉在正常压力下输送搏动性氧合血。遗憾的是，现在的人工心肺转流技术⁽¹⁰⁴⁾尚不能直接提供搏动性血流而又不过分破坏血液；且因置换主动脉瓣时切开主动脉前，必须夹闭主动脉，故不能象在二尖瓣置换时那样，用主动脉球中反搏来提供间接搏动性血流⁽¹²²⁾。

准备主动脉瓣置换时，常在灌注插管处和主动脉瓣、冠状动脉口之间夹闭升主动脉，此段时间即使选用一特制冠状动脉插管（图 4）作直接灌注，亦仍然要使心脏左冠状动脉供血区心肌缺血约 10 分钟，右冠状动脉供血区心肌缺血约 20 分钟^(85,93)。这段时间是包括显露、接通管边、予充、插管和固定冠脉插管；以及切除病变瓣膜时更换插管、置入人造瓣和缝合主动脉根下切口等所需的总的缺血时间。

二尖瓣置换时，可经主动脉即使是非生理性（非搏动性）但能保持正常解剖方式灌注。但是，为了显露良好，特别在并有主动脉瓣关闭不全时，需间断夹闭主动脉。若夹闭主动脉（缺氧性停跳）超过 15 分钟⁽⁸⁵⁾，则应同时采取选择性心脏低温措施。间断夹闭主动脉的方法，主要危险是来自左室的空气进入空虚的主动脉根下。故在升主动脉根下最高处作戳孔，备开放主动脉钳时排气，避免冠状动脉气栓。换瓣时减少心肌损害的有效方法如表 3。在换主动脉瓣时的冠脉灌注，所谓“持续”这一字是打引号的，道理前已述及。这些综合性心肌保护方法不仅可能，而且目前为许多医疗中心换瓣时所采用，例如全身降温和/或局部低温⁽⁸⁵⁾，结合冠状动脉灌注，以及低温停跳液灌注与代谢性停跳并用^(104,105,109,170)。

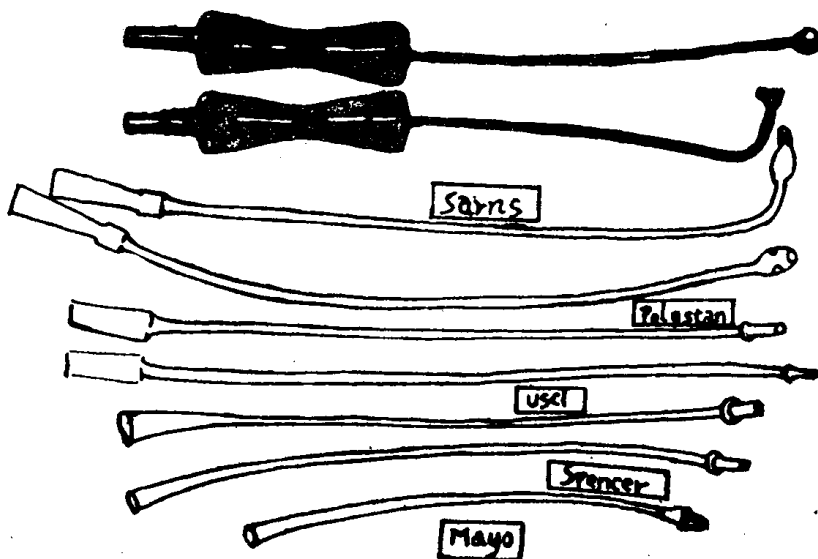


图4 金属铁柄插管（Sarns型）易损伤冠状动脉或主动脉根下；Polystan型球形导管（灌注时以血肿胀球中，多少能保持其位置固定）。作者推荐采用 De-Bakey-UscI 型套个环形导管，而不赞成用分环圈形（黑橡皮）和金属头（Mayo 型）导管，因其有时可引起“受医生影响的（iatrogenic）”（环圈或金属头）栓塞。

表3 心脏瓣膜置换术在心肺转流时减少心肌损害的方法

1. 冠状动脉灌注
 - 持续 — 血液
 - 间断 — 非血液
2. 低温缺氧性停跳
 - 全身低温
 - 选择性低温
 - 灌注
 - 局下
3. 低温及代谢性缺氧性停跳
4. 常温缺氧性停跳

冠状动脉灌注

用常温稀释血作非搏动性冠动脉灌注一小时，心脏功能正常，心肌组织结构保持良好⁽¹⁰⁴⁾。为何所有外科医师在换主动脉瓣时不都选用此法呢？时间、手术的质、冠动脉灌注引起的损伤等均提供了理由，要求临床及实验室工作改用和探索其他方法^(104, 107)。特别由于冠脉灌注延长转流和手术时间，而作者用缺氧性停跳作主动脉瓣置换，平均转流时间不到30分钟，其他医疗中心亦有类似报告⁽⁹³⁾。在静止无血的的心脏中精确地安置瓣环缝线，要比在灌注空跳的心脏中容易得多。最后，特别在使用冠状动脉直接插管灌注时，可引起致命的并发症：冠脉开口狭窄^(45, 70, 135)、冠脉剥离、主动脉根下损伤^(02, 135)及因在冠状动脉内插气中导管造成冠脉栓塞及回旋支闭塞而致心肌梗塞^(04, 93)。这些与临床相结合的因素显然降低了动物实验中所见冠脉灌注的优点⁽¹⁰⁴⁾。

尽管有以上问题,有些外科医师认为冠脉“持续”灌注是换瓣时保护心肌的基本方法。病人转流时体温保持34℃,避免发生室颤,减少心肌耗氧⁽¹⁶⁸⁾,并使非搏动性冠脉血流到达心肌各层^(36,85)。

虽经这些方法,病人偶尔仍然反复发生室颤,则可给予局下降温(4℃平衡液滴注心包腔),使心肌温度下降至10~15℃。冠脉灌注压(指冠脉内压力)维持于100毫米汞柱。冠脉直接插管灌注时,其为预计冠脉灌注压(100毫米汞柱)、管边压力阶差(毫米汞柱)和灌注泵至冠状动脉窦口间的垂直距离(换算成毫米汞柱)的总和。应用小号 Polystan 弯管时,则压力标准需超过250毫米汞柱,才能使冠脉压力达到100毫米汞柱。若维持冠脉压力恒定在此水平,则左冠脉灌注流量平均需250~300毫升/分,右冠脉流量平均需200毫升/分。作者换主动脉瓣时,仅作右冠脉灌注。若心室显著肥厚,右冠脉又细小,则将左冠脉灌注量提高至500毫升/分,压力也不会超过100毫米汞柱。因为左回旋支有闭塞危险⁽⁶⁴⁾,故左冠脉灌注时不宜用气冲式导管。

虽然迄今文献尚未证实,换主动脉瓣时采用冠脉灌注与常温缺氧性停跳的手术死亡率,与他法相比有何明显的差别⁽⁹³⁾,但后者的并发症似较少。然而,反复长时间缺氧性停跳对心肌功能及活力有很大损害。本方法的效果随手术速度而定。近3~4年来氧合器及过滤器有明显改进,体外循环允许运转达4小时而无脑、肾、肺或血液功能障碍⁽¹⁷⁵⁾。尽管有些反对意见⁽¹³⁸⁾,但都基本否认换瓣时心肺转流冠脉灌注超过半小时有何危害性。由于氧合器的改进、细心选用导管、加快冠脉插管速度、维持冠脉灌注压和避免室颤等措施,故低排综合征已很少发生。无可怀疑,冠状动脉灌注肯定比常温缺氧性停跳法心肌损害为小,死亡率亦明显为低。

选择性心脏低温

缺氧性停跳并用局下降温为换瓣手术提供了良好的手术条件,死亡率达理想要求^(71,130,138)。用生理缓冲液(非乳酸钠林格氏液)低温灌注或使氧合器泵的血温降至10℃3分钟,不论心肌厚度如何均可使心肌全层均匀地达到外时降温,在理论上此法比局下降温为优,但还有待临床进行对照研究。此外,对心功能不良病人用降温和缺氧停跳法是否和常温冠脉灌注空跳法同样安全,尚待证实。

代谢性缺氧性停跳

普鲁卡因、低钙、镁、氟化物、肾上腺素铬、河豚毒素、钾等,均已成功地用于诱发心脏停跳,并能增加心肌对缺氧的耐受性^(164,170)。希望长时间代谢性缺氧性停跳,而又只有极微的心脏代谢或心功能的有害参数是可能的。用此法修补心内病变,与上节选择性低温有同样的值得进一步研究的问题。作者最喜用低温及钾盐停跳综合性保护心肌方法。即使长达120分钟亦比较安全,心肌松弛,显露良好⁽¹⁶⁶⁾。

常温缺氧性停跳

这种所谓“保护”心肌的方法,要分秒必争地抢时间,现已不予采用。

概括言之,心脏瓣膜置换15年以来,体外循环中减少心肌损害的方法甚多。每个时期均有改进,但都不理想。大家都应继续对早期死亡或晚期死亡研究作出贡献。常温缺氧性停跳方法应予废除。

主动脉瓣置换术

仅管有些有严重主动脉瓣病变的患者，用成形术能获得满意的疗效^(56,136)，但多数患者仍需行机械瓣或生物瓣置换术。可应用的人造瓣膜前已详细讨论过，但是种类很多，说明各型瓣膜均不能有力地证明其优越性。若主动脉瓣置换术能在发生继发性改变前施行，特别是左室广泛肥厚和左室心肌收缩力减弱前施行，则手术死亡率小于5%，晚期存活率与一般总数相差不多。然而，若心脏明显增大和/或心室功能显著下降，则早、晚期死亡率明显增高⁽¹⁰⁾。目前应用的一些人造瓣膜，只是因为有些限制（血栓栓塞、功能失效等），才使在战略上要考虑在正常瓣膜一发生症状性功能不良时，是否就行瓣膜置换术。

作者最早一直采用无织品复盖金属笼罩硅胶球瓣（1260型 Starr—Edwards，见图1，A）作主动脉瓣置换，只在抗凝疗法有禁忌时，才采用异种猪瓣（图1，H）。虽然主动脉根部较小的患者需用8号或小号 Starr—Edwards 机械瓣，但 Mayo 临床外科医师，Massachusetts 综合性医院和 Toronto 综合性医院亦采用与上述相似的策略，而有些外科医师（例如，W.G.Bigelow 和 M.J.Buckey）则改用 Bjork—Shiley 人造瓣。此外，在 Mayo 临床外科有一外科医师（G.K.Danielson, Jr.）近年来开始试用 Hancock 异种猪瓣移植（图1，H），尽管受到各种限制，但只有用无包布型 Silastic 球瓣装在冠状动脉下，功能满意达12年以上者相当多（图5）。根据支架包布发生磨损和有关并发症的情况，包布型金属球主动脉瓣可分成三种情况：①卡于开启位和/或形成关闭不全；②卡于关闭位和/或形成压力阶差；③太吵闹（轨迹瓣）。硅胶球在包布笼罩内时其磨损增加。其他方面证明，包布型瓣膜和碟瓣都离理想的瓣膜还远，因为每一种人造瓣膜都需长期抗凝，而所有生物瓣又最终都会发生变性、狭窄或两者兼而有之，表4是对目前所用各

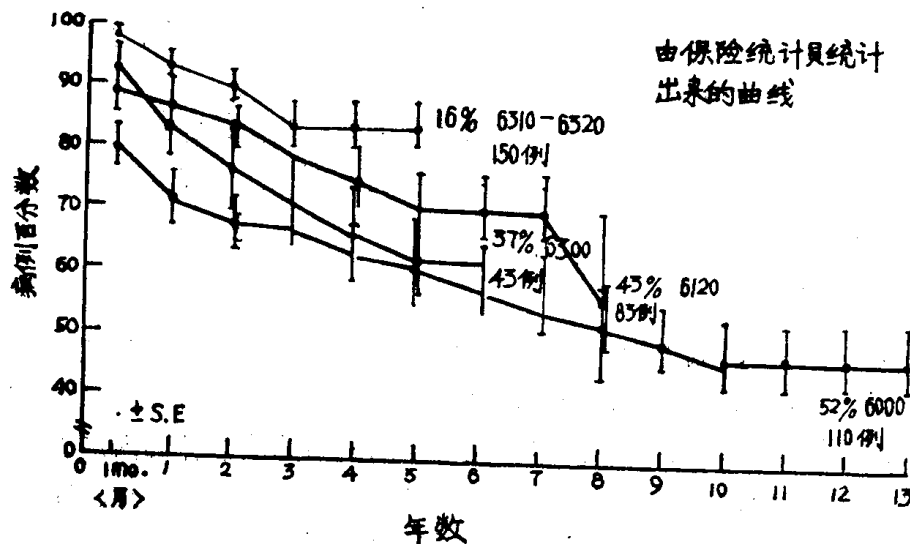


图5 用1200~1260型Starr—Edwards瓣只换主动脉瓣139例的远期效果。图示栓塞率和死亡率（模自Glenn, W. W. L., Liebow, A., and Lindsrog, G. E.: Thoracic and Cardiovascular Surgery With Related Pathology 3rd ed.: New York: Appleton—Century—Croft, 1975.）

瓣膜的比较, 仿自 Pluth 和 McGoon⁽¹²⁷⁾, 从他们的报导中, 硅胶球瓣的持久性未见降低, 包布型瓣膜和碟瓣的晚期磨损和血栓栓塞率则有增加^(28, 153)。异种瓣膜有继续观文的苗头, 贮存的同种硬脑膜移植早期效果良好; 有活力的同种主动脉瓣和自体阔筋膜移植, 除用于主动脉瓣处效果尚可外, 其他均不满意。

表 4 对近代用作主动脉瓣置换的人造瓣的评价

	硅橡胶球 金属笼罩	戊二醛处理的 异种生物瓣※	同种有活力的 主动脉瓣*	同种硬 脑膜瓣	金属球包 布笼罩	自身阔 筋膜*	碟 瓣
耐 久 性	4	3	3	2	2	2	1½
血 液 动 力 学	2	3	3	3	2	3	2½
早 期 功 能	4	4	3	3	4	3	2
证实远期存活	4	2	3	2	2	1	1
血 栓 栓 塞	2	4	3	3	2	3	2
有 效 性	4	3	1	2	4	2	4
技 术 简 易	4	3	3	3	4	2	4
吵 闹 声	2	4	4	4	1	4	2
总 计	26	26	23	22	21	20	19

1—差 2—尚好或尚待证实 3—良 4—优

*只能用来换主动脉瓣。

※若换主动脉瓣口径小于25毫米或换二尖瓣口径小于29毫米, 则在成人正常心排血量时, 即可产生跨瓣压力阶差。

所有生物瓣之所以在表中提出, 因它们的血液动力学变差, 而置换方便。

历 史

1914年, Tuffier⁽¹⁶³⁾试用主动脉壁盲目套叠法试图减轻主动脉瓣狭窄。早在1950年几个外科医师对主动脉瓣狭窄行闭式主动脉瓣切开获得成功, 1952年 Hufnagel 首先进行主动脉瓣关闭不全的外科治疗, 他将人造球瓣植于降主动脉。有资料报导这种装置的作用已达18年以上⁽⁴⁶⁾。此后不久(1956), Murray 采用新鲜同种主动脉瓣移植于降主动脉获得成功⁽¹¹⁶⁾, 有效作用达12年以上。几个中心研究了用各种人造材料, 制成带中央流边的瓣叶, 对主动脉瓣作部分或全置换术。但耐久性很差。自1960年起, 对严重主动脉瓣狭窄和关闭不全, 行主动脉瓣瓣膜置换术开始了新纪元。Harken 首先将笼罩球瓣置于冠状动脉下⁽⁷⁶⁾。接受此型瓣的第一批患者有些至今还活着。

主动脉瓣机能不全的病因

作主动脉瓣膜置换的患者中, 主动脉瓣狭窄者比主动脉瓣关闭不全者占优势, 比例为2~3:1。复合性病变率位于两者之间; 需行主动脉瓣置换的男性患者为女性的3~4倍。

先天性——有症状的主动脉瓣疾病成人患者中, 一半以上有先天性畸形, 这可能是由于瓣膜退化和/或对其他疾病过敏, 如细菌性心内膜炎。儿童先天性心脏病最常发现于第

八个月，作者发现每24000名儿童中，有1名有主动脉瓣异常的症状，为以后发已成主动脉瓣钙化狭窄或主动脉瓣退化而关闭不全形成轻度畸形的基础，所以在儿童期很少能诊断出来。其中主动脉瓣结构异常为形成先天性心脏病的最常见形式。有、无同时并发肌肉骨骼改变特征的 Marfan 病的主动脉瓣关闭不全，可能为先天性异常组织间质内有粘多糖积聚而引起⁽¹³¹⁾，在同样基础上，夹层动脉瘤还常可并有主动脉瓣关闭不全。有瓣下性室间隔缺损的患者可因引起瓣膜脱垂而致主动脉瓣关闭不全，但并不常需置换瓣膜。

炎症——并有风湿热的全心炎，可导致主动脉瓣组织瘢痕化，进而发已为关闭不全或狭窄，但后者较少。梅毒致主动脉瓣关闭不全，是一种少见的换瓣适应证⁽¹⁴³⁾，少数发生肌肉骨骼变性（如类风湿性脊柱炎）并有心脏瓣膜疾患症状。除了感染由邻近有感染的瓣膜（主动脉瓣、二尖瓣）直接扩已来以外，心内膜炎通常不致累及正常心脏瓣膜。较多见的为后天性（例如风湿性）或有先天性异常（例如二瓣化）者，则易受感染。

外伤——胸下钝性伤和穿通伤，致主动脉瓣关闭不全而需行主动脉瓣置换者少见。

主动脉瓣病理解剖

先天性主动脉瓣膜疾病可分瓣上型、瓣膜型、瓣下型或三者同时存在，形似坠刃。后一种情况，作者曾发现1例直至七十岁死亡而无任何症状。因为左室流出道未形成狭窄，故术前不能辨清主动脉瓣环大小，若要换置一个6A，Starr—Edwards人造瓣前，先将该瓣环扩大。先天性瓣膜狭窄患者，70%为二瓣化，27%为三瓣，3%仅一瓣⁽⁶⁰⁾，多数患者能经瓣膜切开术获得满意疗效，但偶而也有患者，其瓣膜无交界融合痕迹（单瓣）。这种影响生命的功能障碍只有行瓣膜置换才能解除⁽¹⁷⁷⁾。许多先天性主动脉瓣轻度异常者，由于持续不断地受异常血流冲击，渐而形成疤痕和钙化，至成年时发已成重度主动脉瓣狭窄。这种同样情况亦偶见于完全正常有三个瓣叶的主动脉瓣，所谓老年性狭窄⁽¹²⁸⁾，风湿热引起炎症后交界处粘连而致主动脉瓣狭窄虽较少见，但为主主动脉瓣狭窄的明显原因。按一般规律，风湿热的后果是瓣叶增厚、缩窄和/或瓣环扩大，进而形成关闭不全。未经治疗的梅毒患者，有10%发生梅毒性主动脉炎，其中有60%主动脉瓣受侵犯，连接界变宽，瓣叶因增厚、缩窄和卷缩而致失灵。病变侵及冠状动脉起始下3毫米处时，是一种少见而严重的情况⁽¹⁴³⁾。与 Marfan 病有关的先天性中胚层综合征，瓣叶因过长、起皱、脱垂、肿胀及半透明，而导致关闭不全。但并无钙化、纤维化和炎症。细菌性和霉菌性心内膜炎常并有各种瓣膜和瓣环畸形、血栓感染性赘生物和肉芽组织^(48, 68, 119, 172)，进一步发已成心包积液和霉菌性栓塞。外伤性关闭不全和主动脉夹层动脉瘤合并关闭不全的患者，瓣叶组织结构显微镜下正常。早期病例，外伤畸形明显；以后，瓣环失去支持而致瓣膜脱垂，悬吊瓣环往往能使瓣膜恢复功能。心肌肥厚、纤维化和扩大，是瓣膜畸形发已成的病理生理性后遗症。

主动脉瓣功能失常的病理生理

主动脉瓣狭窄——正常成人主动脉瓣瓣口面积超过3厘米²，但是通过左室心肌不断肥厚，故直至瓣口口径减至0.5厘米²/米²体表面积时，心排量还常可保持在正常范围内⁽⁵⁶⁾。当狭窄加重时，心脏收缩期亦随之延长，并主动脉搏动减弱。左室收缩压逐渐增加，左室壁逐渐增厚；反之，周围收缩压和脉压却保持不变或下降，致收缩期时通过