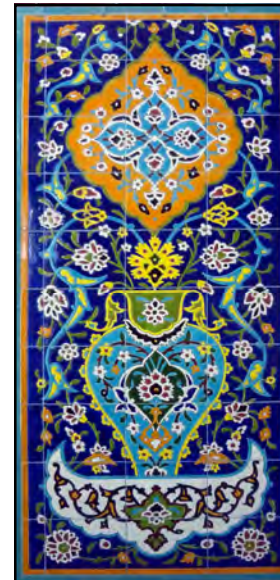




## اعضا و اندامهای مصنوعی

دکتر علی مالکی - عضو هیات علمی دانشگاه سمنان



مبحث اول

## دریچه‌های مصنوعی قلب



### فهرست مطالب

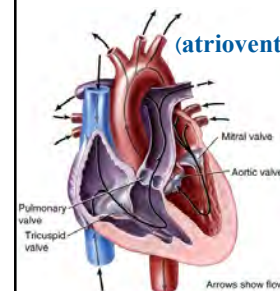
- ← آناتومی و فیزیولوژی قلب
- پروتز دریچه‌ی قلب
- ارزیابی پروتز دریچه



### ساختار قلب

- حفره‌ها:
  - دو حفره‌ی پمپ‌کننده (بطن‌ها)
  - دو حفره‌ی پر شونده (دهلیزها)

- دریچه‌ها:
  - دریچه‌های دهلیزی-بطنی (atrioventricular valves)
  - دریچه‌های برون‌ده (outflow valves)



Arrows show flow of blood through the heart.

## عملکرد قلب

پمپ پالسی از طریق انقباض عضلانی بطن‌ها و دهلیزها جهت گردش خون در «گردش ریوی» و «گردش سیستمی».

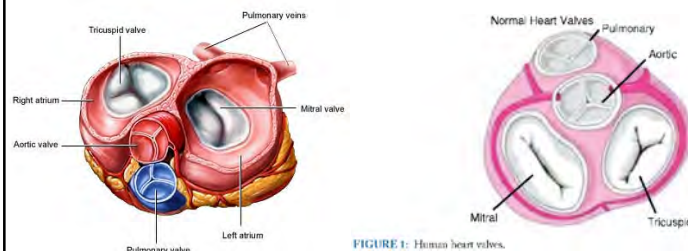
- گردش ریوی:
- پمپ خون توسط بطن راست به ریه‌ها جهت اکسیژن‌گیری.
- گردش سیستمی:
- پمپ خون توسط بطن چپ به بافت‌های بدن جهت اکسیژن‌رسانی.

## نقش دریچه‌های قلب

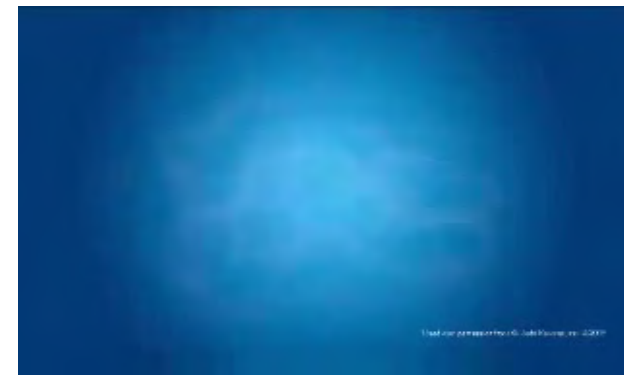
- نقش دریچه‌های دهلیزی-بطنی:
- جلوگیری از برگشت خون از بطن به دهلیز هنگام انقباض بطن طی سیستول
- نقش دریچه‌های برون‌ده:
- جلوگیری از برگشت خون به بطن‌ها

## دریچه‌های قلب

- دریچه‌های دهلیزی-بطنی:
- دریچه دو برگچه‌ای میترال (بین دهلیز چپ و بطن چپ)
- دریچه سه برگچه‌ای تریکوسپید (بین بطن چپ و آنورت)
- دریچه‌های برون‌ده:
- دریچه سه برگچه‌ای آنورتی (بین دهلیز راست و بطن راست)
- دریچه سه برگچه‌ای ریوی (بین بطن راست و شریان ریوی)



## فیلم آناتومی قلب



## اصول عملکرد دریچه‌ها

- کلیه دریچه‌های قلبی بر اساس **گرادیان فشار** عمل می‌کنند.
- قلب انسان به نحوی طراحی شده است که با همپوشانی برگچه‌های مجاور، بسته شود.
- به واسطه‌ی همپوشانی برگچه‌ها، فشار عمودی ناشی از گرادیان فشار دو طرف دریچه به نیروی جانبی اصطکاکی تبدیل می‌گردد.

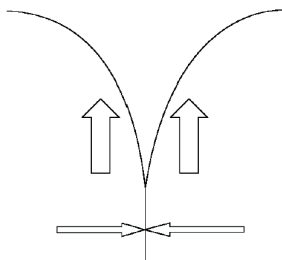


FIGURE 2: Human valve closure with overlapping valve leaflets showing pressure gradient acting upward against closed valve and lateral frictional force created by overlap of leaflets.

## مشکلات دریچه‌های قلبی

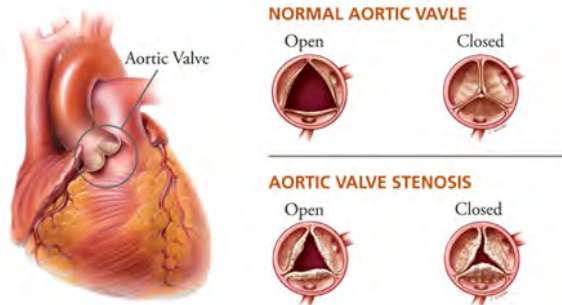
### • تنگی دریچه‌های قلب (stenosis):

- موجب تنگ شدن دهانه دریچه می‌گردد.
- هنگامی که دریچه باز است به خوبی قابل مشاهده است.
- تنگی دریچه اغلب به سخت شدن شاهرگ‌ها (تصلب شرایین) مربوط می‌گردد که علاوه بر کاهش سطح مقطع جریان خون، موجب افزایش افت فشار نیز می‌گردد.

### • پایین افتادگی دریچه (valve prolapse) و برگشت خون:

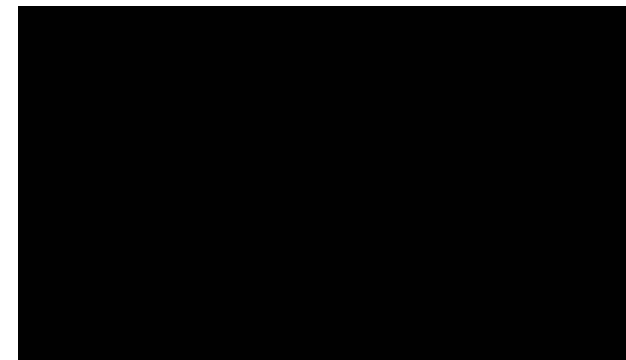
- به دلیل ضعیف شدن برگچه‌های دریچه، برگچه‌ها روی دهانه دریچه شکم می‌آورند.
- شکم آوردن برگچه‌ها در نهایت می‌تواند بسته شدن دریچه را در معرض خطر قرار دهد و موجب برگشت خون (regurgitation) گردد.
- فاصله‌ی برگچه‌ها در ابتدا کوچک بوده و در نتیجه جریان توربولانت است و توسط گوشی پزشکی و داپلر فراصوت قابل تشخیص می‌باشد.

## تنگی دریچه‌های قلب



## بیشتر بدانیم: مورمور قلبی

- صدای جریان توربولانت برگشت خون به دلیل مشکلات دریچه، در اصطلاح، **مورمور قلبی (heart murmurs)** نامیده می‌شود.



## تشخیص تنگی دریچه با اکوکاردیوگرافی

- اکوکاردیوگرافی با استفاده از فراصوت (اولتراسوند) دوبعدی و پروپ جریان داپلر انجام می‌گردد.
- معمولا نشانه‌های بیماری تا زمانی که دهانه دریچه تا حدود **۵۰٪ کاهش سطح** نیابد پدیدار نمی‌گردد.
- به واسطه‌ی کاهش سطح دهانه دریچه، عبور جریان **توربولانت** می‌گردد.
- تنگی دریچه با گوشی پزشکی (stethoscope) نیز قابل تشخیص است.

## تشخیص پایین افتادگی دریچه با اکوکاردیوگرافی

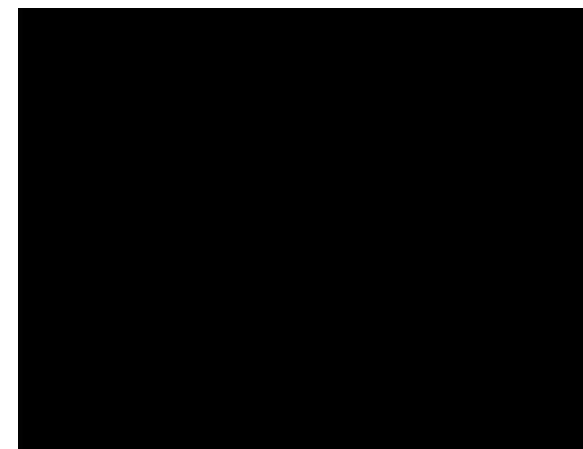


FIGURE 3: Doppler ultrasound image of a heart indicating jetting from the right ventricle toward the right atrium, resulting from reversing flow across the tricuspid valve.

## ضعیف شدن برگچه‌های دریچه



## ضعیف شدن برگچه‌های دریچه



## فهرست مطالب

- آناتومی و فیزیولوژی قلب
- پروتز دریچه‌ی قلب ←
- ارزیابی پروتز دریچه

## دریچه‌های مصنوعی قلب

- در صورت پیشرفت مشکلات دریچه‌های قلبی، لازم است دریچه معیوب تعویض گردد.
- تعویض دریچه اغلب برای «دریچه میترال» و «دریچه آئورتی» شایع است. این دریچه‌ها هر دو در سمت چپ قلب قرار دارند و این موضوع با توجه به فشار بالای سمت چپ قلب نسبت به سمت راست، دور از انتظار نیست.
- دریچه‌های مصنوعی قلب بیش از ۵۰ سال است که به صورت کلینیکی در دسترس می‌باشند.

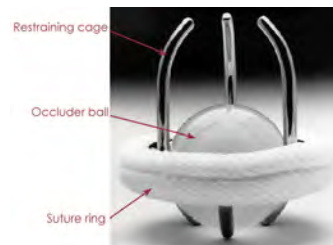
• نمونه‌های اولیه‌ی دریچه‌های مصنوعی قلب:

دریچه تویی (Starr Edwar)      دریچه صفحه‌ی کج شونده (Bjork Shiley)



## ساختار دریچه‌های توپی (ball valve)

- **توپ:** از جنس لاستیک سیلیکون (silicon rubber) یا سیلاستیک (silastic)
- **قفس:** از جنس فولاد ضدزنگ
- **حلقه:** حلقه‌ی فلزی (جهت استحکام) پوشیده شده با حلقه‌ی بخیه از جنس داکرون



## مزیت‌ها و عیب‌های دریچه‌های توپی

- از لحاظ ساختاری، محکم و با دوام است.
- با نیروی قابل توجهی بسته می‌شود که می‌تواند موجب نابودی گویچه‌های قرمز خون (hemolysis) و ایجاد ترومبوز (thrombosis) گردد.
- وقتی دریچه در وضعیت باز خود است توپ مانع جریان بوده و افت فشار قابل توجهی دو سمت دریچه ایجاد می‌کند. در نتیجه موجب کاهش فشار جهت گردش سیستمی خون می‌گردد.
- پروفیل عمودی این نوع دریچه بزرگ بوده و کاشت آن به ویژه در محل میترال مشکل است.



FIGURE 5: Thrombus formation at the seat of a ball valve as a result of the closing force of the ball against its seat.

## tilting disk valve ساختار

- **صفحه:**

از جنس کربن pyrolytic با نام تجاری pyrolite

- **بست:**

از جنس فولاد ضدزنگ جهت محدود کردن زاویه‌ی باز شدن صفحه در ۶۰ درجه

- **حلقه:**



## tilting disk valve مزیت‌ها و عیب‌های

- نسبت به دریچه توپی، مانع مسیر جریان کمتر بوده و افت فشار کمتری دو سمت دریچه به وجود می‌آید.
- صفحه در زاویه‌ی ۶۰ درجه مانعی نسبی برای جریان بوده که موجب افزایش سرعت جریان جانبی و جریان گردشی در پشت صفحه می‌گردد.

به مفهوم رنگ‌ها و جهت فلش‌ها توجه داشته باشید!



FIGURE 7: Flow patterns around a tilting disk valve generated by computational methods. Note the reversal of the velocity vector behind the tilted disk and the higher velocities at the periphery.

## ساختر دریچه دوبرگچه‌ای (bileaflet valves)

- **دو برگچه:**

از جنس کربن تفکافتی (pyrolytic) که با برجستگی‌های پایه‌ی خود به حلقه لولا شده‌اند. کربن تفکافتی از استحکام و دوام خوبی برخوردار است.

- **حلقه:**

از جنس فولاد ضدزنگ یا تیتانیوم که اغلب با کربن تفکافتی (pyrolytic) پوشیده شده است و حلقه‌ی پخیه‌ای از جنس داکرون بر آن نصب گردیده است.

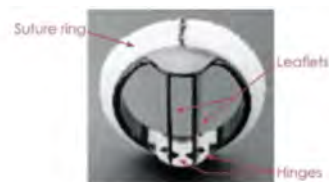


FIGURE 8: Bileaflet valve showing flanges where leaflet pins pivot within annular ring.

## bileaflet valve مزیت‌ها و عیب‌های

- به واسطه‌ی به‌کارگیری دو برگچه، نیروی بسته شدن نسبت به یک صفحه‌ی کج شونده کمتر؛ و نسبت به دریچه‌ی توپی به مراتب کمتر است.
- نحوه‌ی مونتاژ پایه‌ها می‌تواند محلی برای شکل‌گیری لخته باشد. این دریچه‌ها معمولاً دارای ناحیه‌ی شستشو (washout) در نزدیکی پایه‌ها می‌باشند.
- پس‌زنی جریان در آنها کمتر است.
- ممانعت برگچه‌ها به مراتب کمتر است.

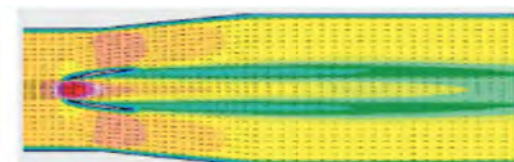


FIGURE 9: Flow through an open bileaflet valve with a large central flow region as well as a large peripheral flow region. Trailing edge vortices are seen emanating from the tips of the leaflet edges.

## جمع‌بندی نکات دریچه‌های مصنوعی قلب

- مطلوب است آسیب به گویچه‌های قرمز خون (hymolysis) اندک باشد.
- مطلوب است ترومبوز (thrombosis) اندک باشد.
- مطلوب است طول عمر طولانی داشته باشد (۲۰-۳۰ سال).
- اغلب بیماران برای جلوگیری از ترومبوز باید برای همیشه از داروهای ضدانعقاد استفاده نمایند.
- کربن تف‌کافتی (pyrolytic) و لاستیک سیلیکون (silicon rubber) به عنوان جنس دریچه یا توپ به نسبت ضد لخته (antithrombosis) بوده و سطح آنها اغلب طی زمان از پروتئین پوشیده می‌شود.
- گاهی اوقات برگچه‌ها را از جنس پلی‌استر داکرون (Dacron polyester) می‌سازند. برگچه‌هایی از این جنس نسبت به برگچه‌های pyrolite انعطاف‌پذیرتر هستند بنابراین با نیروی کمتری بسته می‌شوند و آسیب کمتری به گویچه‌های قرمز خون وارد می‌سازند. از سوی دیگر، زمان باز شدن و بسته شدن این برگچه‌های انعطاف‌پذیر طولانی‌تر است که تاخیر در بسته شدن دریچه موجب برقراری جریان در جهت معکوس می‌گردد.

## دریچه‌های مصنوعی زیستی (Bioprosthetic valve)

- دریچه‌های طبیعی خوک (خوک دارای شبیه‌ترین سیستم قلبی-عروقی به انسان است).
- برای افزایش مقاومت این دریچه‌ها در برابر پادتن و پس زدن ماده خارجی، بایستی فرآیندی با glutaraldehyde انجام گردد که موجب می‌شود این دریچه‌ها نسبت به دریچه‌های طبیعی سخت‌تر شوند.

- گاهی حلقه‌ی بخیه‌ای از جنس داکرون و حتی حلقه‌ی فولاد ضدزنگ به آن متصل می‌گردد.

- گاهی به سطح خارجی برگچه‌ها، داکرون متصل می‌گردد تا قدرت برگچه‌ها افزایش یابد. افزایش سختی برگچه‌ها با این کار در قیاس با فرآیند glutaraldehyde قابل توجه نیست!

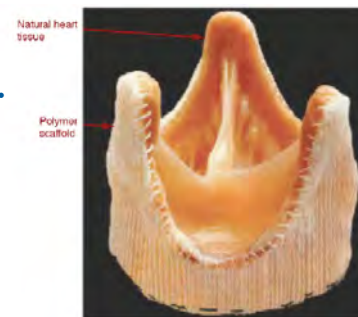


FIGURE 10: Bioprosthetic (pig) valve with dacron along the base and outer edges of the leaflets.

## عمل جراحی کاشت دریچه مصنوعی

- قطر دهانه توسط اکوکاردیوگرافی ارزیابی می‌گردد.
- دریچه‌ی مصنوعی با اندازه‌ی مناسب به نگهدار دریچه متصل می‌گردد.
- بخیه‌ها به حلقه‌ی دریچه دوخته می‌شوند.
- بیمار به ماشین قلب-ریه متصل می‌گردد.
- دریچه‌ی اصلی خارج می‌گردد.

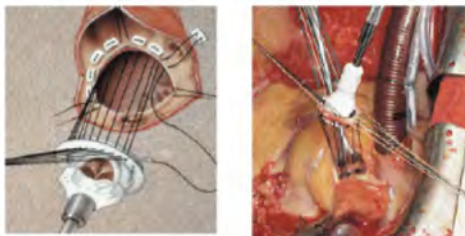


FIGURE 11: Prosthetic heart valve within valve holder with sutures preplaced within sewing ring and valve orifice.

## عمل جراحی کاشت دریچه مصنوعی

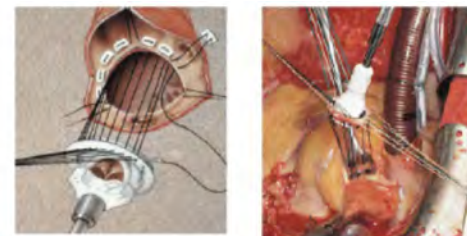
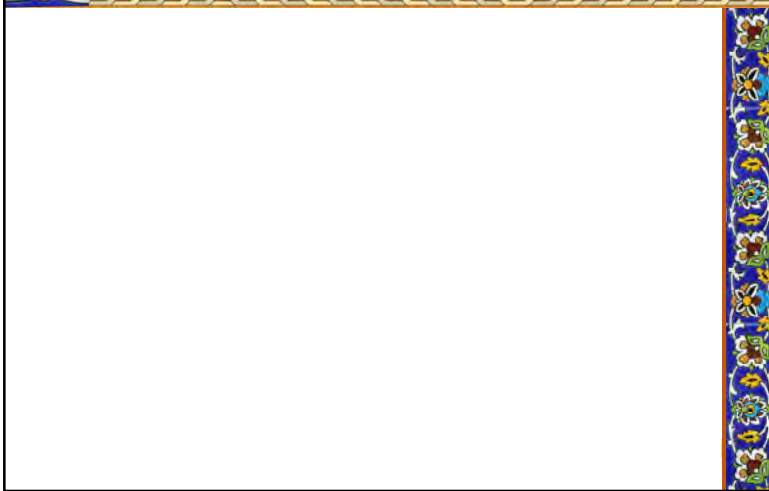


FIGURE 11: Prosthetic heart valve within valve holder with sutures preplaced within sewing ring and valve orifice.

- بخیه‌ها به اطراف دهانه‌ی دریچه دوخته می‌شوند.
- نگهدار دریچه از دریچه جدا می‌گردد.
- دهانه واریسی می‌گردد تا نشتی نداشته باشد.
- بیمار از دستگاه قلب-ریه جدا می‌شود.
- کل فرآیند حدود یک ساعت طول می‌کشد و بیمار تنها ۱۵ دقیقه به دستگاه قلب ریه متصل است!

## فیلم عمل جراحی کاشت دریچه مصنوعی



## فهرست مطالب

- آناتومی و فیزیولوژی قلب
- پروتز دریچه‌ی قلب
- ارزیابی پروتز دریچه

## معیارهای ارزیابی دریچه‌های مصنوعی

توسط حسگر فشار (مستقیم) یا فراصوت داپلر (غیرمستقیم و بر اساس رابطه‌ی جریان-فشار)

• گرادیان فشار در دو سوی دریچه‌ی باز

• دوام طولانی مدت

• شرایط فیزیولوژیکی نامساعد

• آهک‌سازی (calcification)

• تنگی (stenosis)

• ترومبوز (thrombosis)

• آسیب به گویچه‌های قرمز خون (hemolysis)

به روش اندازه‌گیری بیوشیمیایی یا روش‌های تصویربرداری نظیر فراصوت

• ارزیابی با روش‌های مدلسازی کامپیوتری

با استفاده از محاسبات دینامیک‌های سیال

## جمع‌بندی فصل در قالب یک فیلم

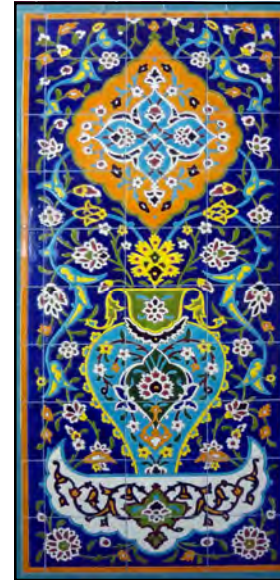
Artificial Heart Valve Overview





## فهرست مطالب

- ✓ آناتومی و فیزیولوژی قلب
- ✓ پروتز دریچه‌ی قلب
- ✓ ارزیابی پروتز دریچه



خواجه عبدالله انصاری:

در بحر تو کار، بی نظام است مرا  
 شیرین بدم تلخ و پخته خام است مرا  
 در عالم اگر هزار کام است مرا  
 بی نام تو سربه سر حرام است مرا