

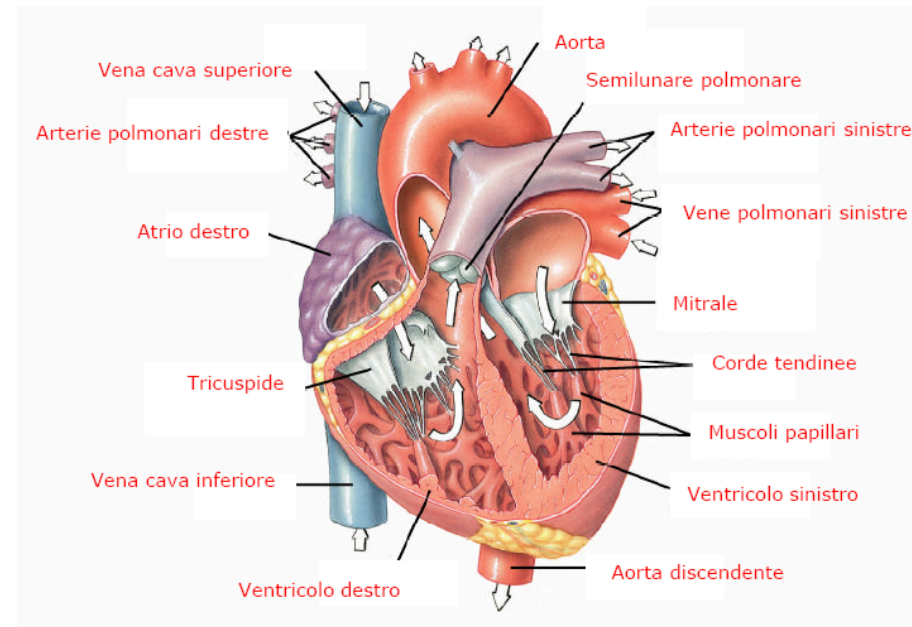
Protesi valvolari



La struttura del cuore

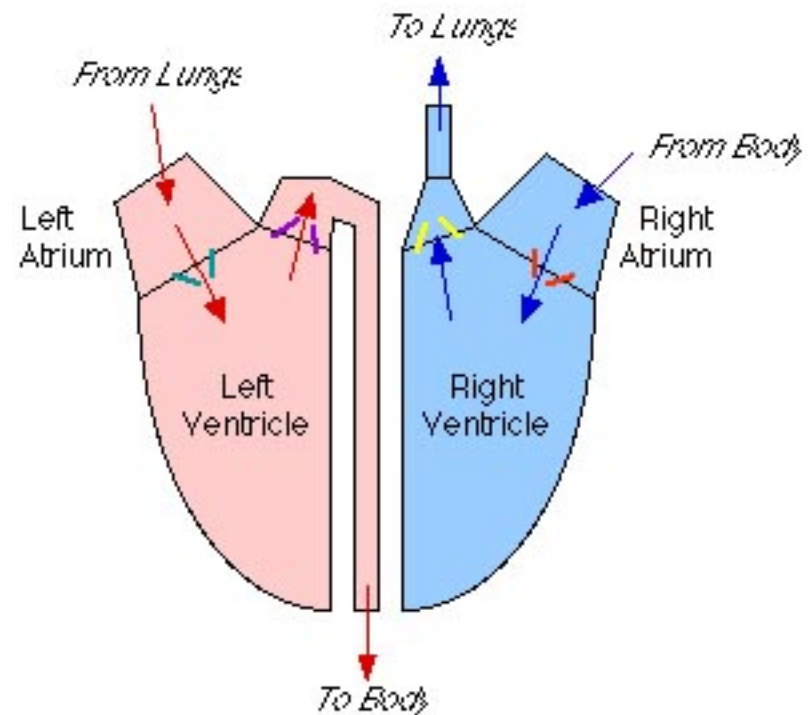


- Il cuore umano è l'organo deputato alla movimentazione del sangue nel sistema circolatorio e si struttura essenzialmente secondo quattro camere, due di pompaggio (i ventricoli) e due di riempimento (atri).
- Dal ventricolo destro il sangue è spinto nella circolazione polmonare (dalla quale esce arricchito di ossigeno), mentre il ventricolo sinistro pompa il sangue nella circolazione sistemica, fino alla periferia.



+ La struttura del cuore

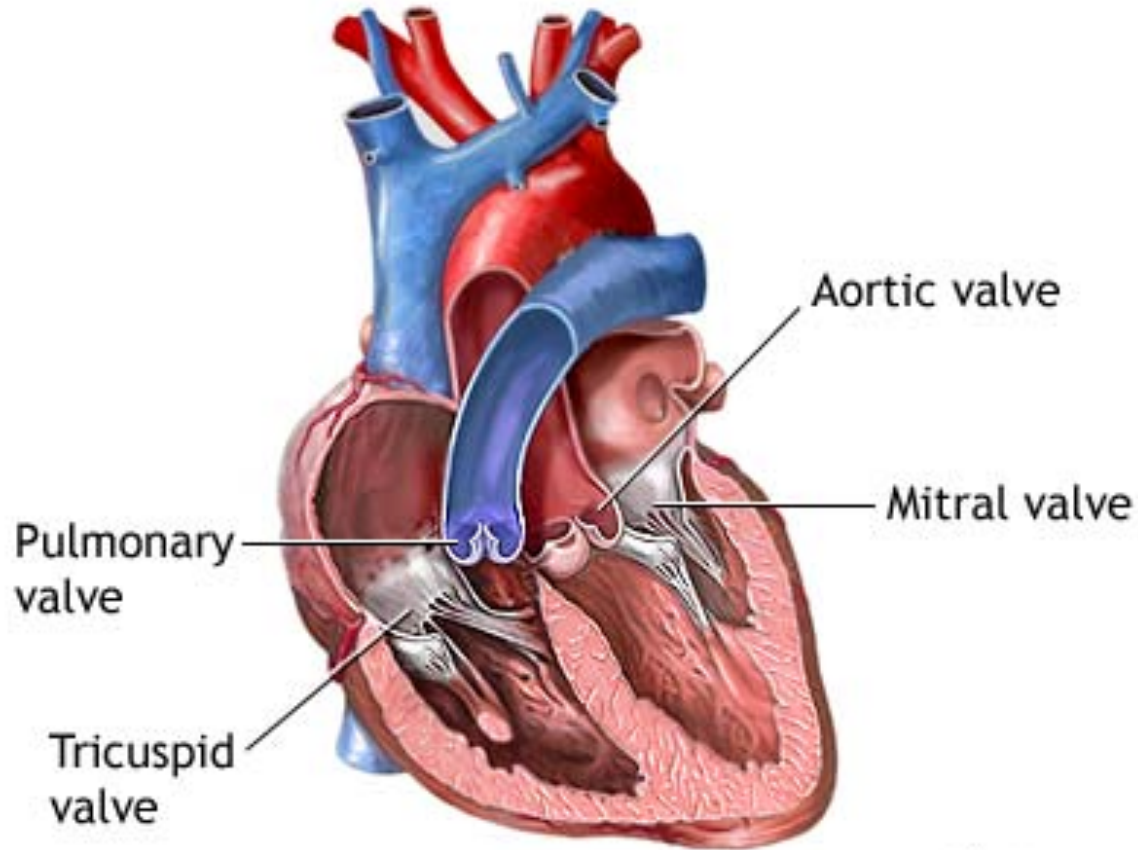
- Il sangue è guidato correttamente (dai ventricoli al circolo e dagli atri ai ventricoli) mediante sistemi che impediscono l'esistenza di flussi in direzione retrograda



+ Valvole cardiache

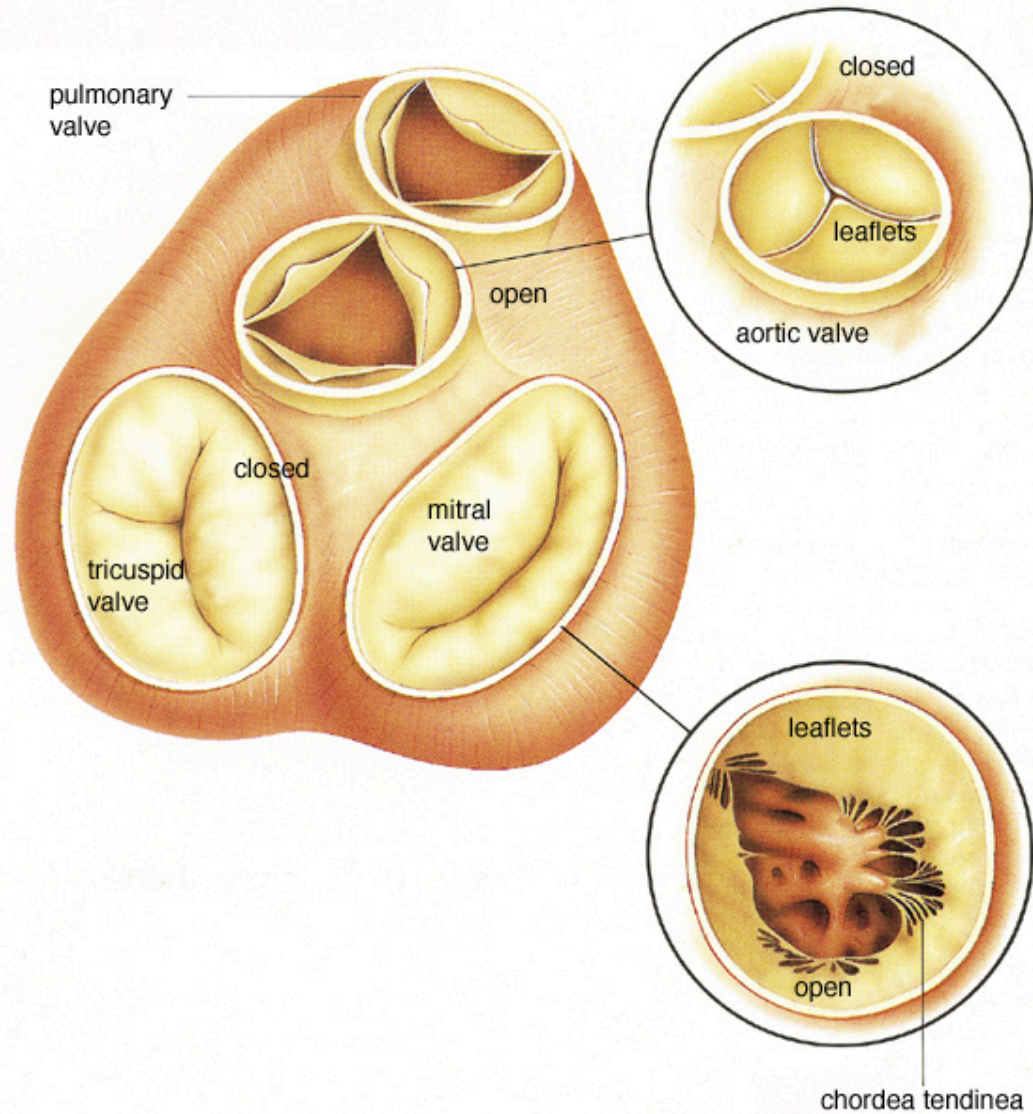
- Le valvole cardiache sono strutture che regolano il flusso del sangue all'interno del cuore. Si tratta di appendici di tessuto essenzialmente fibroso, rivestite da endocardio, che controllano il passaggio del sangue attraverso gli orifizi che collegano atri con i ventricoli ed i ventricoli con aorta o arteria polmonare.
- **L'apertura e la chiusura delle valvole è interamente legata alle variazioni pressorie intracardiache.**
- Non esiste infatti alcun tipo di controllo nervoso o muscolare sull'attività delle valvole, che sono dunque semplicemente spinte dal flusso stesso del sangue.
- Il principale compito delle valvole cardiache è quello di impedire, garantendo una resistenza efficace e passiva, il riflusso del sangue verso gli atri durante la contrazione ventricolare o verso i ventricoli durante la fase diastolica.

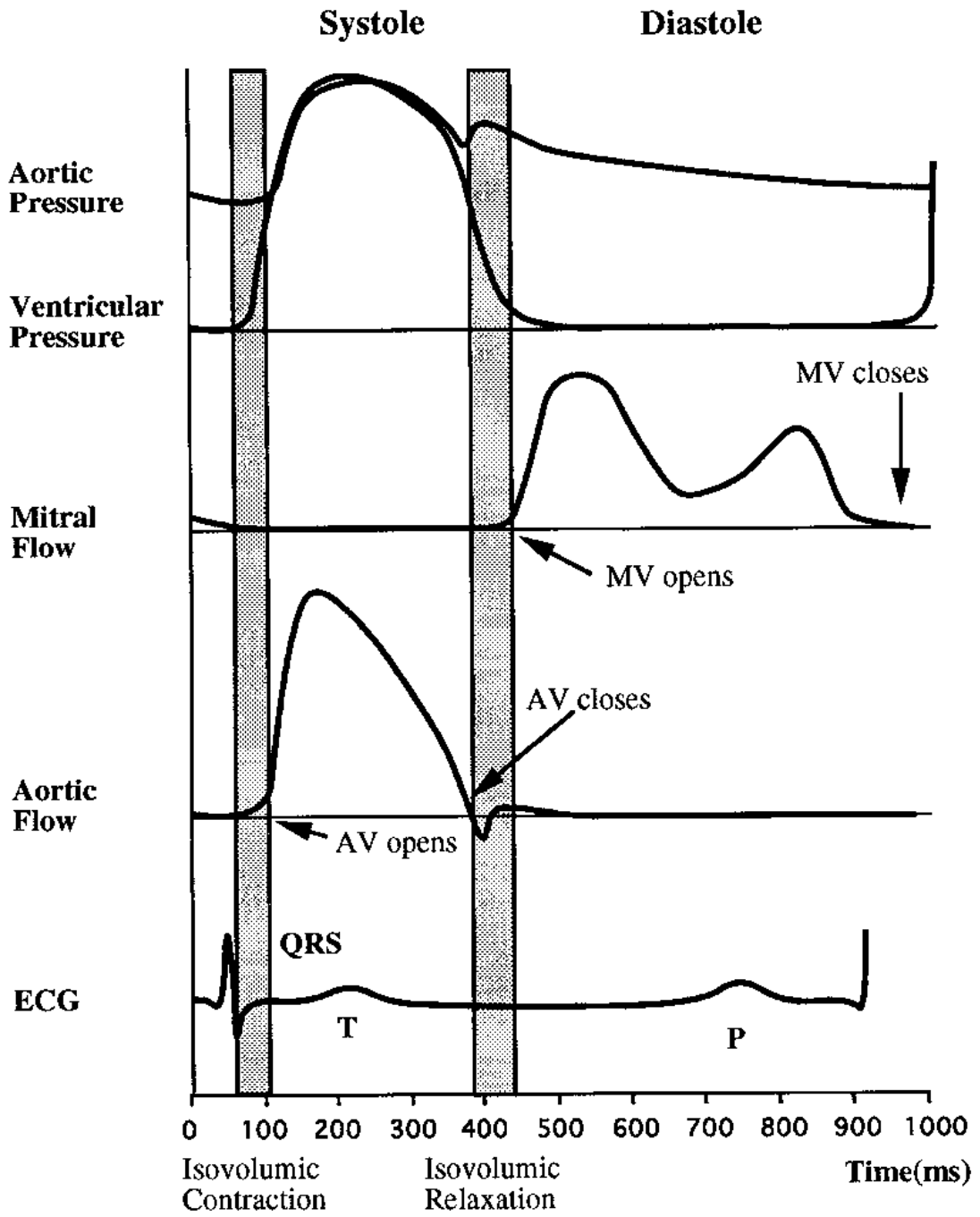
+ Valvole cardiache



+ Valvole cardiache

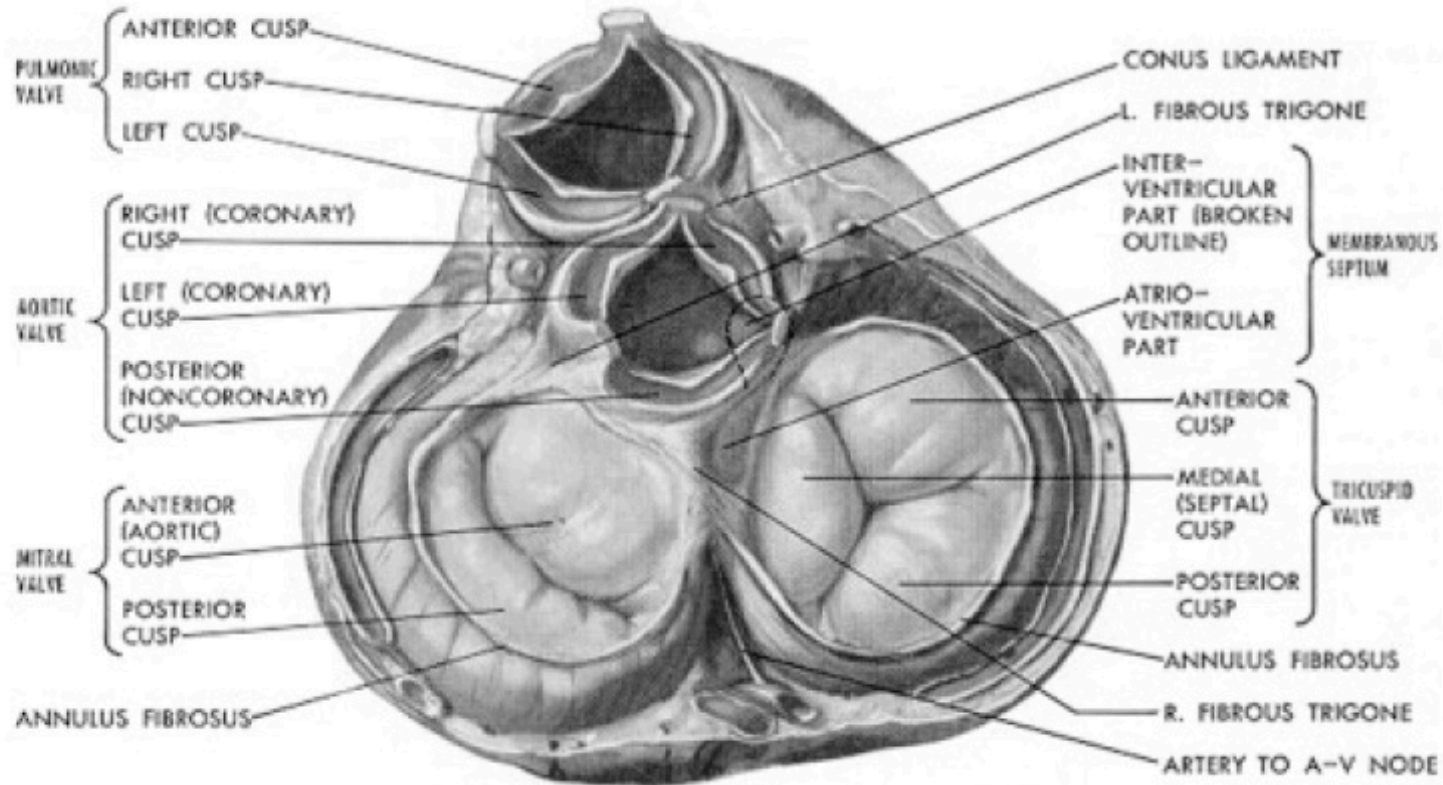
Valves seen from above





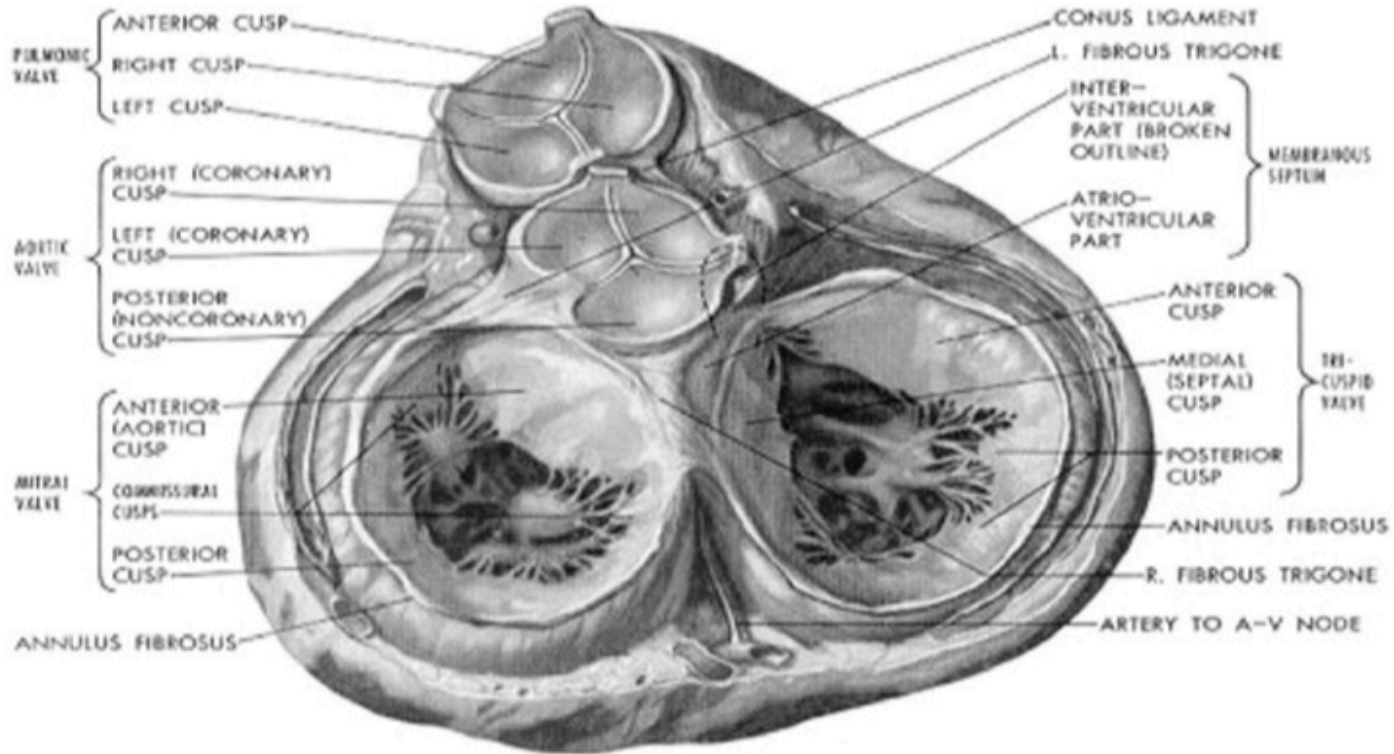
Ciclo cardiaco

+ Valvole cardiache



Cuore in sistole

+ Valvole cardiache



Cuore in diastole

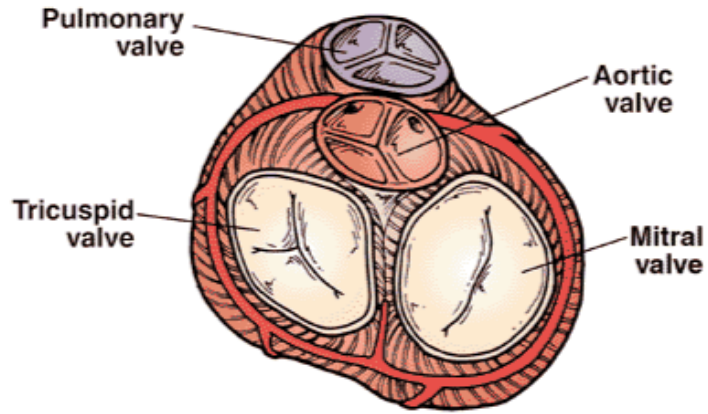
+ Valvulopatie

- Le malattie delle valvole cardiache si definiscono valvulopatie e possono essere di due tipi:
 - **stenosi** (incompleta apertura: il sangue passa attraverso un orifizio più piccolo della norma)
 - **insufficienze** (incompleta chiusura: parte del sangue torna indietro attraverso la valvola che dovrebbe essere chiusa).
- Molto spesso, tuttavia, stenosi e insufficienza coesistono, in diversa misura, nella stessa valvola, realizzando la cosiddetta **stenoinsufficienza**.

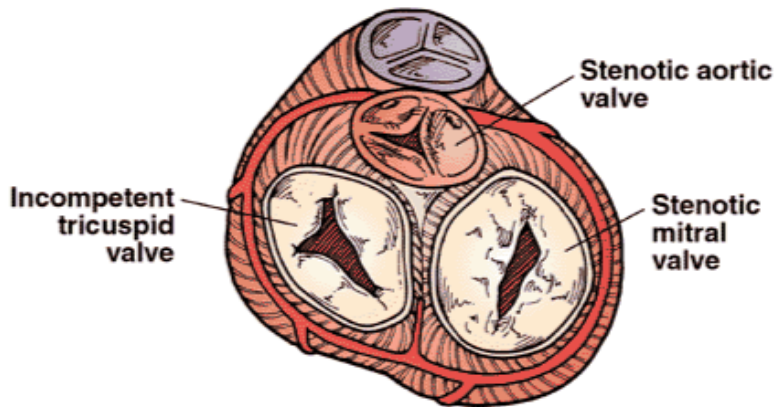


+ Valvulopatie

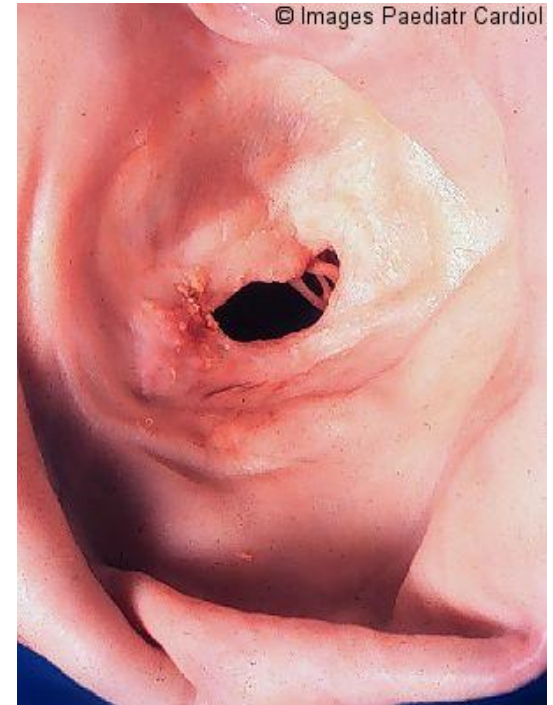
Normal and Diseased Heart Valves



Normal Valves



Diseased Valves



+ Valvulopatie

- Le valvulopatie possono essere **congenite**, presenti cioè dalla nascita, o **acquisite** (compaiono nel corso della vita).
- Queste ultime possono essere di origine degenerativa (più frequenti nei soggetti anziani, spesso ipertesi, dovute in sostanza a usura delle strutture valvolari), infettiva (endocarditi), ischemica (in corso di infarto del miocardio acuto), traumatica (molto raramente) o secondaria a cospicua dilatazione del ventricolo e/o dei grandi vasi.
- Il decorso delle valvulopatie è nella maggior parte dei casi lentamente evolutivo, con una fase anche molto lunga (anni) di completa asintomaticità.

+ Valvulopatie

- Qualora invece la valvulopatia insorga **acutamente** su una valvola fino a quel momento normale (in seguito a traumi, infarto miocardico, endocardite con perforazione dei lembi valvolari) la presentazione clinica può essere drammatica.
- Le malattie delle valvole del settore destro del cuore (tricuspide e polmonare), ove vige un regime pressorio più basso, sono rare e in genere dovute a problemi congeniti.
- **Le malattie di mitrale e aorta sono invece molto più frequenti.**
- Le conseguenze della malattia valvolare dipendono dal tipo di anomalia (stenosi o insufficienza) e dalla sua gravità.
- **La conseguenza estrema di ogni valvulopatia è lo scompenso cardiaco.**
- Pur essendo difficile generalizzare, si può affermare che ogni valvulopatia attraversa due fasi: una prima di compenso, durante la quale il cuore mette in atto una serie di meccanismi per far fronte al problema, e una seconda che evolve verso la insufficienza cardiaca, quando i meccanismi di adattamento non sono più sufficienti a mantenere una portata cardiaca adeguata.

+ Valvulopatie

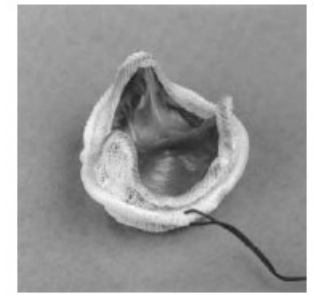
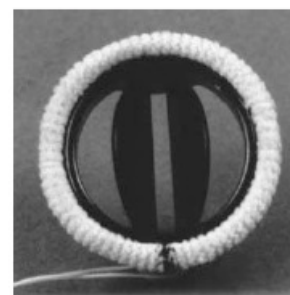
- **Il trattamento risolutivo delle valvulopatie è solitamente chirurgico.**
- La terapia medica ha l'obiettivo di rallentare la progressione e/o controllare i sintomi nelle valvulopatie congenite e acquisite a lenta evoluzione (vasodilatatori, diuretici) o di contribuire alla stabilizzazione clinica delle valvulopatie acute.
- La sostituzione di valvola cardiaca è la più comune procedura chirurgica utilizzata in pazienti che presentano uno stato patologico valvolare avanzato. Fin dai primi anni '50, sono stati implementati più di 80 modelli di valvola cardiaca.

+ Valvola cardiaca ideale

- dovrebbe **aprirsi e chiudersi passivamente** secondo i livelli pressori a monte e a valle
- dovrebbe aprirsi e chiudersi **in tempi estremamente rapidi**
- durante l'apertura **non dovrebbe creare perdite di pressione al sangue** che la attraversa o comunque non tali da provocare sintomi per aggravamenti energetici al cuore
- durante la chiusura **non dovrebbe consentire flussi retrogradi** o comunque non tali da provocare sintomi per aggravamenti energetici al cuore
- dovrebbe **mantenere le sue caratteristiche chimico-fisiche e meccaniche per un tempo pari all'aspettativa di vita del portatore** (alla frequenza di 72 battiti/min deve sopportare quasi 40 milioni di cicli di apertura e chiusura all'anno)
- **non dovrebbe indurre alterazioni nel sangue** e in particolare non dovrebbe causarne la coagulazione né l'emolisi
- dovrebbe **essere almeno in parte radiopaca** così da consentire il controllo del suo funzionamento con indagini radiografiche
- **non dovrebbe indurre alterazioni nei tessuti circostanti**
- dovrebbe avere **dimensioni tali da adattarsi alle taglie dei diversi portatori**
- dovrebbe essere **facilmente impiantabile**
- **non dovrebbe produrre rumore avvertibile dal portatore**

+ Classificazione

- Si possono distinguere le protesi valvolari in **meccaniche e biologiche**.
- Le **valvole meccaniche**, composte principalmente da metallo, polimeri e carbonio, sono classificate in base alla loro struttura in *caged-ball*, *single-tilting-disk* e *bileaflet-tilting-disk*.
- Le **valvole biologiche** possono essere eterologhe, composte da tessuto porcino o bovino (valvolare o pericardico) montate su di un supporto metallico, oppure omologhe, ossia valvole umane aortiche prelevate da espianti.



Caged-Ball (Starr-Edwards) Single-Tilting-Disk (Medtronic – Hall) Bileaflet-Tilting-Disk (St. Jude Medical) Porcina (Carpentier–Edwards)

+ Valvole meccaniche

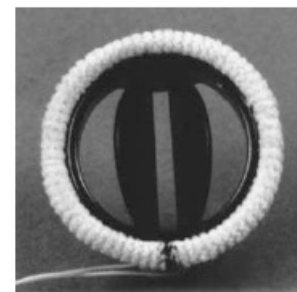
- sono costituite da uno o più organi mobili differentemente vincolati ad una struttura fissata al cuore;
- i materiali impiegati nel tempo sono stati **metalli, polimeri e ceramici**; in generale si tratta in tutti i casi di materiali capaci di non deformarsi in modo eccessivo a seguito delle sollecitazioni meccaniche cui sono sottoposti;
- offrono una buona garanzia di durata nel tempo (praticamente illimitata);
- a causa della modifiche che introducono rispetto alla normale dinamica del sangue e (in qualche caso) a causa dei materiali con cui sono costruite, tendono a far coagulare il sangue (necessità di trattamenti che inibiscano la coagulazione del sangue)



Caged-Ball (Starr-Edwards)



Single -Tilting-Disk (Medtronic – Hall)

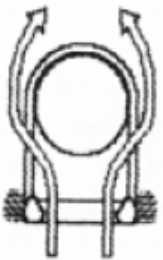
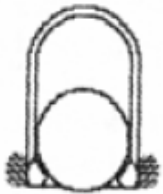


Bileaflet-Tilting-Disk (St. Jude Medical)

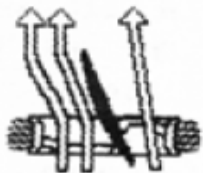
+ Valvole meccaniche

- Le valvole meccaniche possono avere due tipi di conformazione: **quelle con il flusso di sangue periferico (cioè lungo il bordo interno della valvola)** e **quelle con il flusso di sangue centrale (al centro della valvola)**.

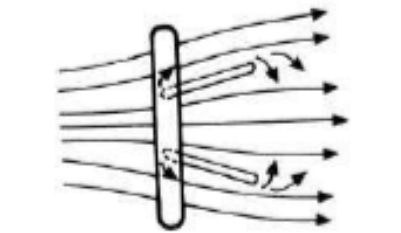
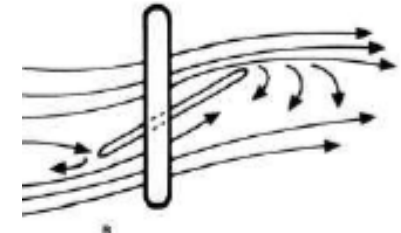
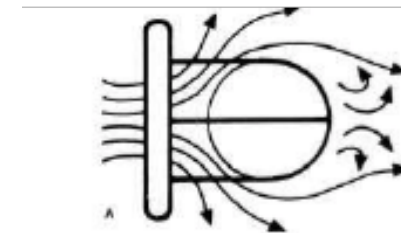
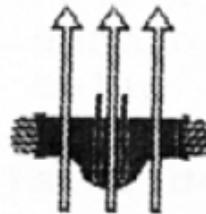
A palla
(caged ball)



A disco oscillante
(tilting disc)

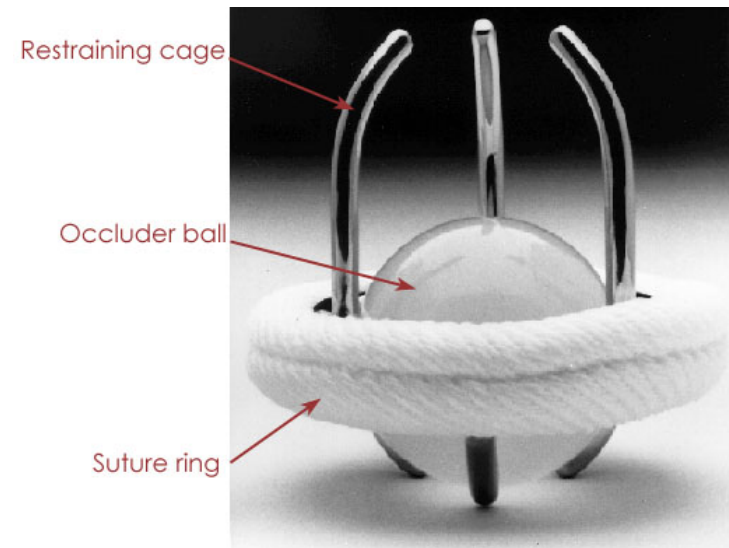
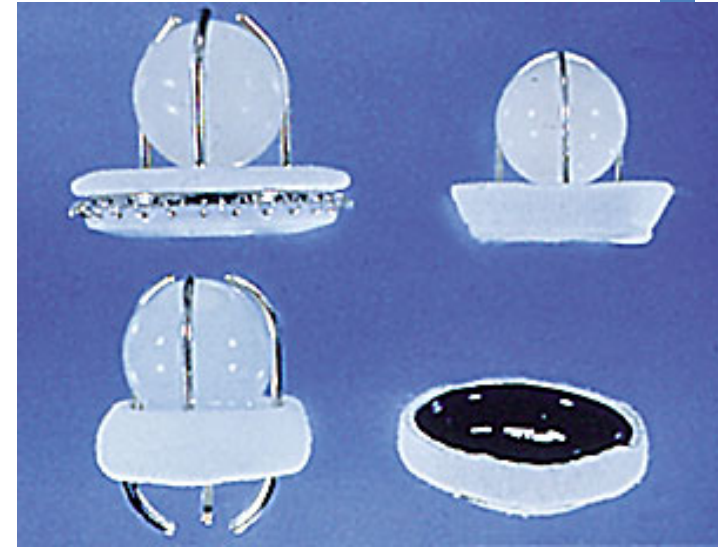


A due emidischi
(bileaflet)



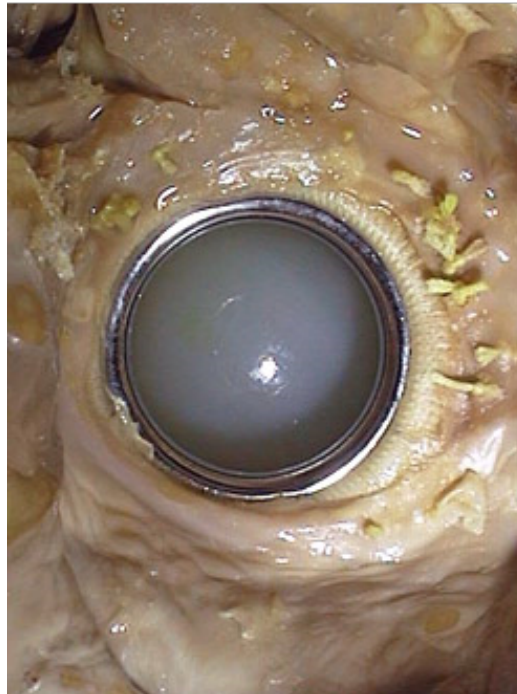
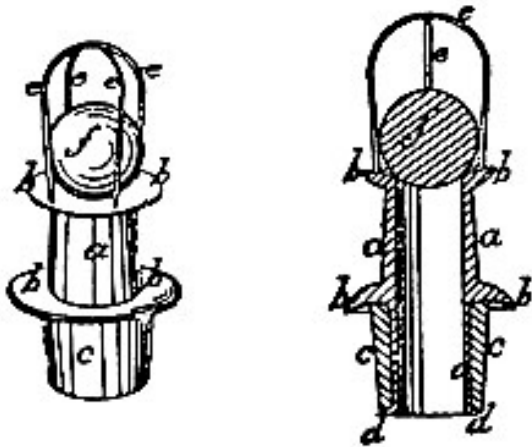
+ Valvole «ball and cage»

- Le protesi meccaniche con elemento centrale di chiusura e flusso di sangue periferico si suddividono in due gruppi: le protesi a «palla ingabbiata» (Starr-Edwards, Smeloff-Cutter) e a disco ingabbiato che oggi non vengono più prodotte.
- **Le protesi a palla ingabbiata** (valvole meccaniche della prima generazione) sono composte da un anello metallico e 3 o 4 elementi simmetrici che formano una gabbia chiusa. Il materiale utilizzato è una lega di cromo-nichel-cobalto-molibdene (Stellite).
- L'anello di metallo è ricoperto dall'anello di sutura in tessuto di teflon-polipropilene, l'elemento mobile è una palla di silicone-gomma impregnata di bario solfato.



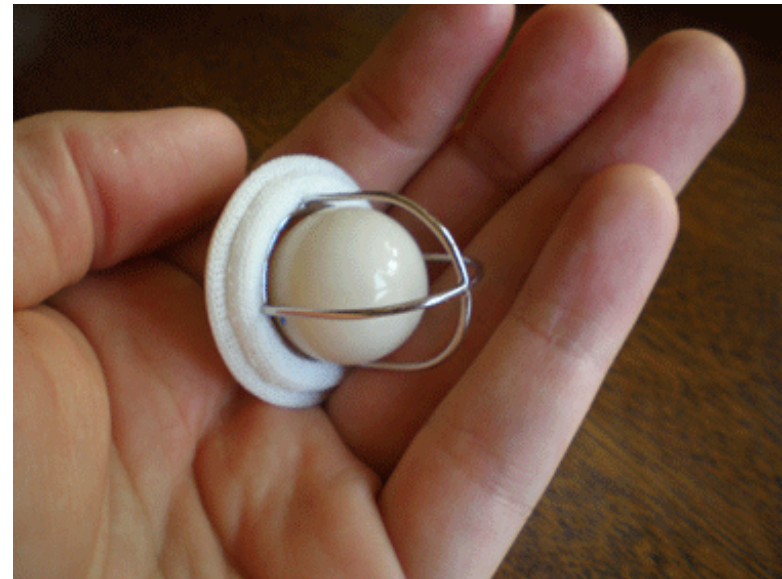
+ Valvole «ball and cage»

- Il primo design di valvola cardiaca trae spunto da un antico sistema (1858) di chiusura delle bottiglie
- Prime prove nel 1952 (silicone e PMMA), impianto nel 1955 con sopravvivenza di 14 ore (morte sopraggiunta per fuoriuscita della palla dalla sede)
- 02/09/1960, la prima sostituzione valvolare mitralica nell'uomo coronata da successo;
- Sopravvisse per 15 anni, morì per caduta accidentale mentre verniciava casa.



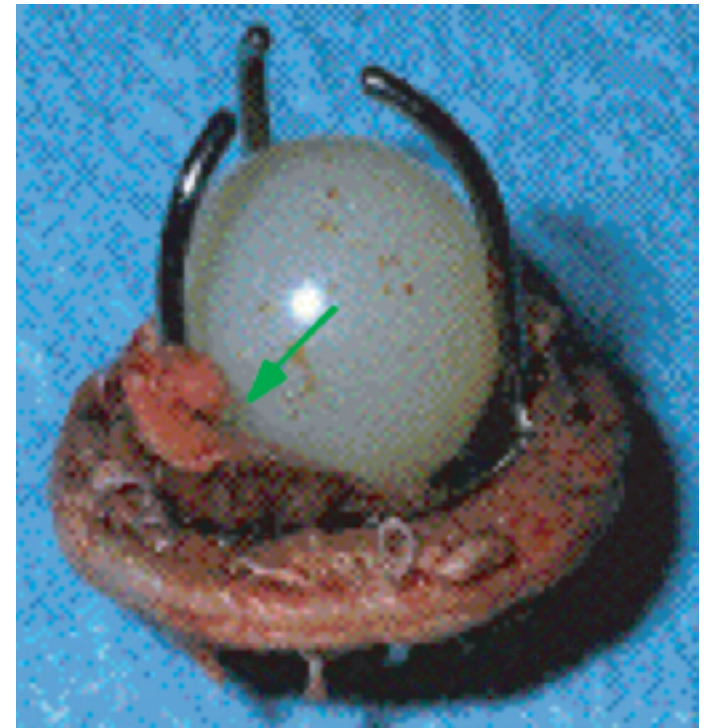
+ Valvole «ball and cage»

- Questo tipo di valvola è ormai completamente superato a causa dei problemi connessi con il suo funzionamento (forte distorsione del flusso ematico, causa significativa emolisi)
- **Materiali impiegati:**
 - **Gomma siliconica (Silastic)** occlusori a palla
 - **Leghe Co-Cr-Mo** (stelliti) e **Leghe di Ti** anelli rigidi e gabbie
 - **PTFE (Teflon), PET (Dacron)** **Resine acetaliche (Delrin)**, anelli di sutura



+ Valvole «ball and cage»

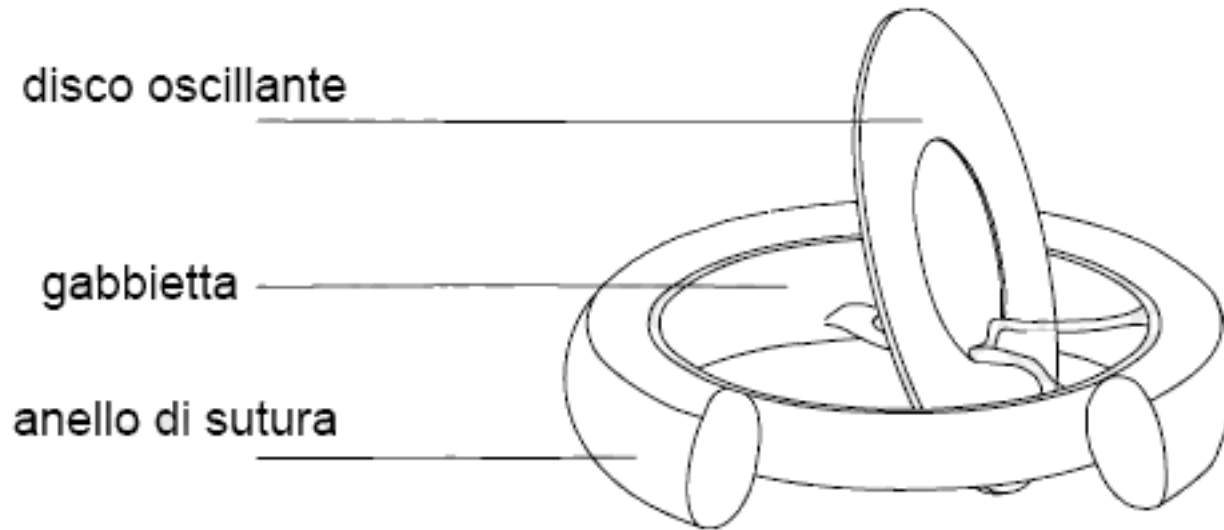
- La valvola ball and cage presentava dei grossi vantaggi (per l'epoca), soprattutto in termini di elevata resistenza strutturale e durabilità.
- Tuttavia si sono dimostrate soggette a diversi problemi non trascurabili:
 - le **forze di entità rilevante** che si accompagnano alla chiusura, sono causa di importanti fenomeni di emolisi e trombosi (specialmente nella regione periferica vedi figura)
 - la **posizione centrale della palla** crea occlusione del flusso, con corrispondente elevata caduta di pressione
 - dal punto di vista morfologico, l'**altezza significativamente più elevata** (rispetto ad una valvola naturale) rende l'impianto difficoltoso



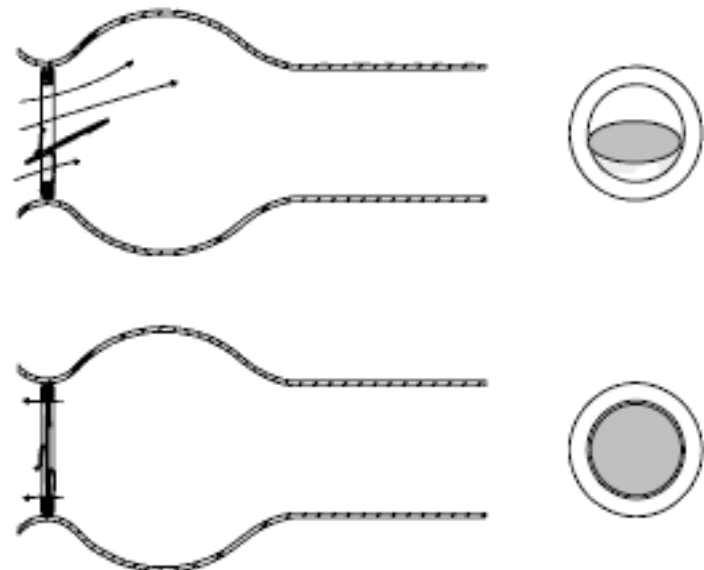
+ Valvole a disco oscillante

- Per superare alcuni dei problemi che affliggevano le valvole a palla, e offrire una struttura protesica funzionale ma più simile a quella fisiologica, il passo successivo è stato rappresentato dall'ideazione delle valvole a singolo disco oscillante (single tilting disc).
- Queste sono costituite da un disco centrale (inizialmente realizzato in materiale polimerico, attualmente si usa quasi esclusivamente la grafite rivestita di carbonio pirolitico) vincolato a pressione all'interno di un anello circolare mediante due gambetti
- I gambetti sono solidali ad un anello rigido metallico coassiale con un anello flessibile esterno (in materiale polimerico) che agevola la sutura ai tessuti molli perivalvolari
- Il massimo grado di apertura si ottiene per un angolazione del disco di 60°

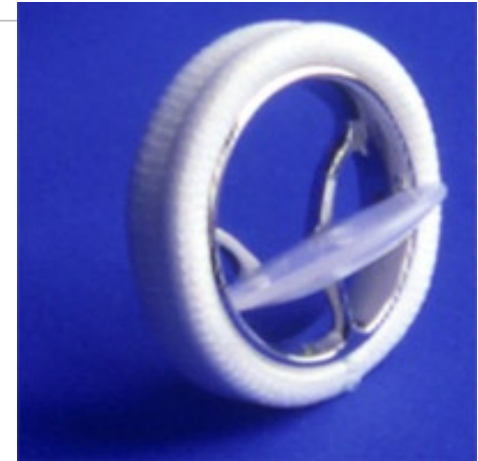
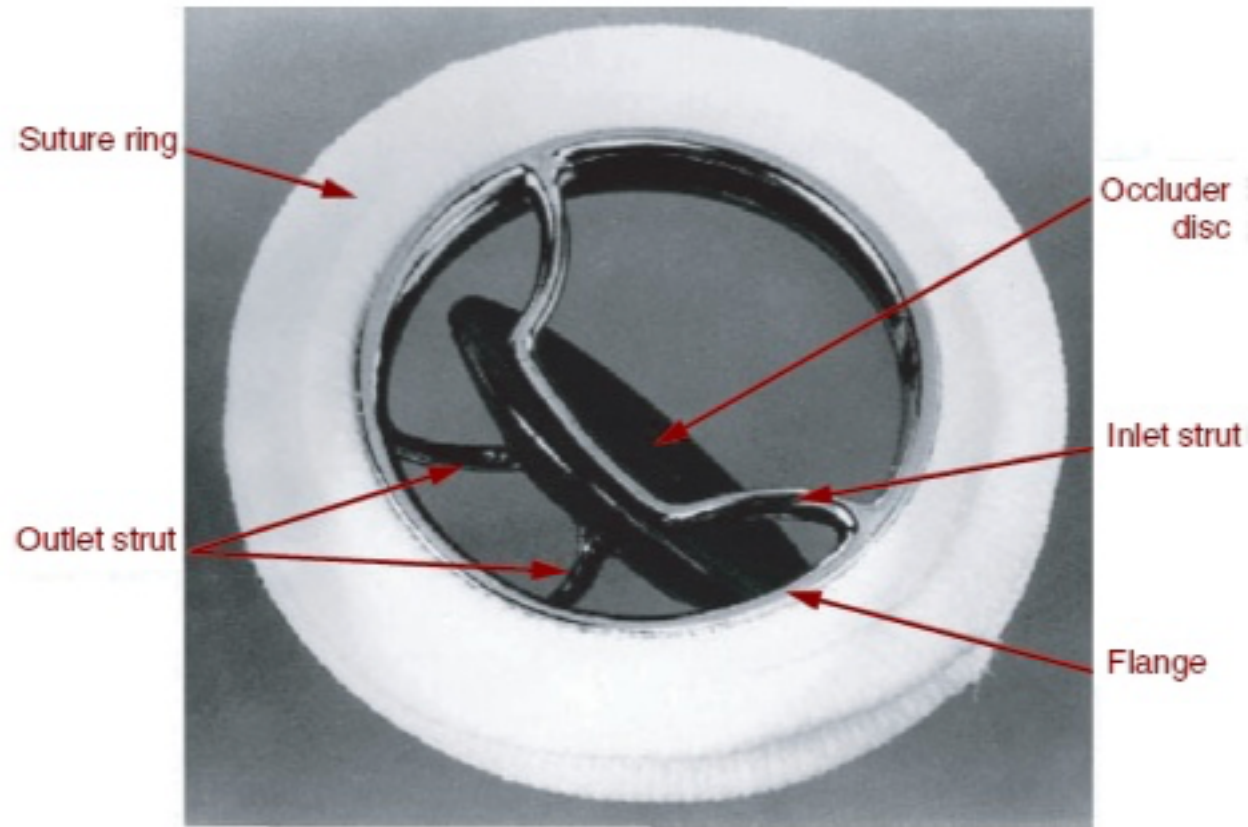
+ Valvole a disco oscillante



carbonio pirolitico

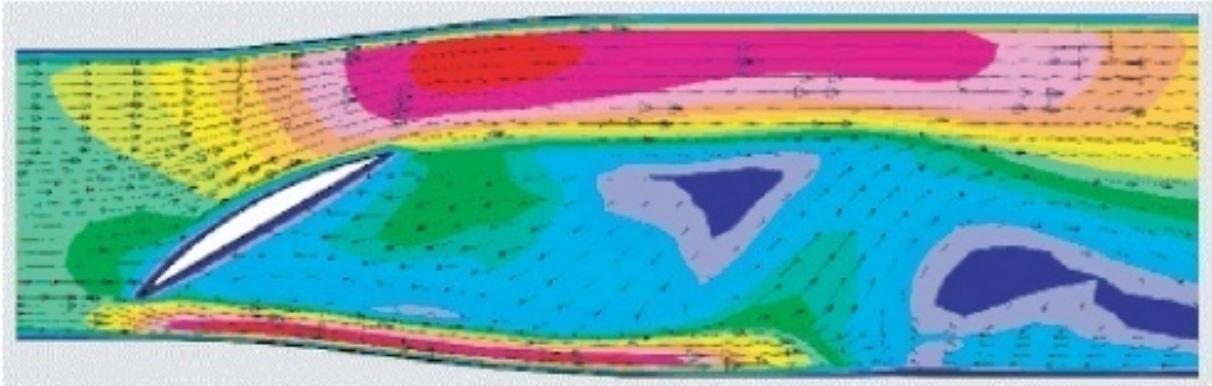


+ Valvole a disco oscillante



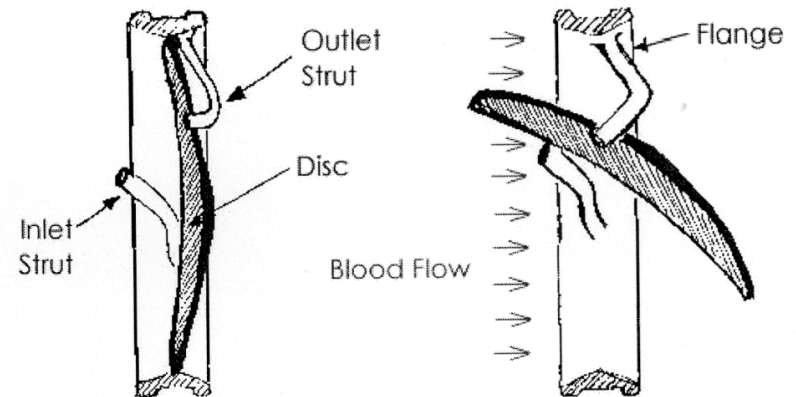
+ Valvole a disco oscillante

- Le valvole *tilting disc* hanno rappresentato un significativo miglioramento progettuale rispetto alle prime valvole meccaniche a palla, sia dal punto di vista dei materiali sia sotto il profilo della capacità di controllo del flusso ematico
- Riducono, senza annullarla, la distorsione del flusso sanguigno
- Il carbonio pirolitico ha ottime proprietà anticoagulanti e può essere finito con superficie molto liscia promuovendo in tal modo la riduzione dei fenomeni di turbolenza



+ Valvole a disco oscillante

- Nel 1979 un particolare tipo di valvola single disc (la Bjork-Shiley), venne modificata al fine di consentire un maggiore angolo di apertura (70° contro gli usuali 60°)
- Tra il 1979 e il 1986 vennero impiantate 82.000 valvole modificate
- Nel periodo 1979-1990 sono state osservate 600 rotture per frattura fragile. In 2 casi su 3 il cedimento ha causato la morte del paziente
- La causa del cedimento venne individuata in un particolare tipo di sollecitazione a fatica che si originava a causa della posizione del disco nei confronti del gambetto di sostegno.

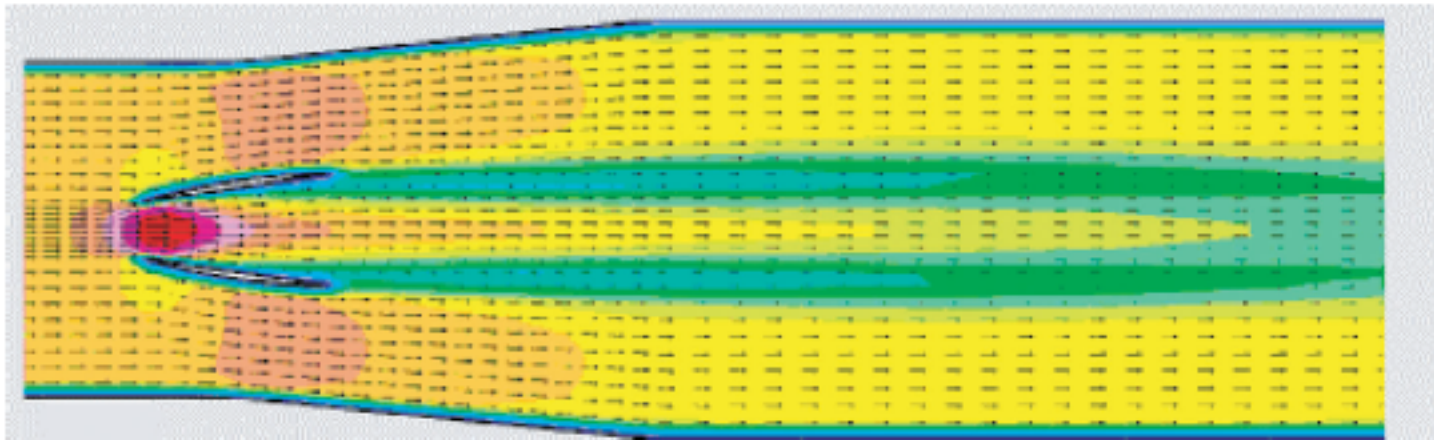
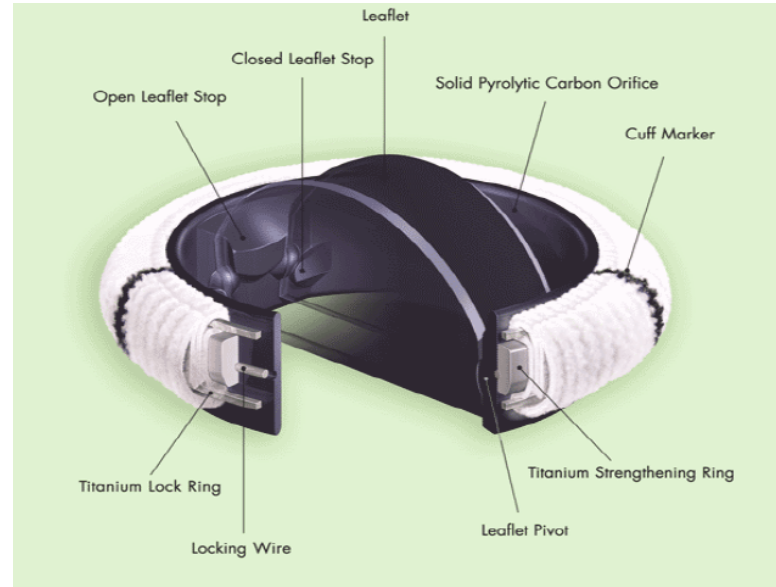


+ Valvole a due emidischi (bileaflet)

- In queste valvole, il singolo disco oscillante è sostituito da due emidischi incernierati, fatto che migliora notevolmente le caratteristiche del flusso passante, avvicinandole molto a quelle fisiologiche
- Il disco è formato da un nucleo di grafite impregnata di tungsteno (5-10% in peso) che rende il disco radiopaco. Il nucleo di grafite è rivestito di carbone pirolitico.
- L'elemento mobile è formato da due emidischi che in posizione chiusa formano un angolo ottuso di 120° e in apertura massima, rispetto al piano dell'anello della protesi, un angolo di 85° . L'anello di sutura con il quale la valvola viene applicata nella posizione desiderata è in velluto di dacron.



+ Valvole a due emidischi (bileaflet)



+ Valvole meccaniche

- I materiali delle protesi valvolari meccaniche hanno buone proprietà anticoagulanti (in particolare il carbonio pirolitico), tuttavia il rischio di coagulazione su materiale sintetico è comunque molto elevato, data anche la alterata fluidodinamica del flusso sanguigno
- • I pazienti portatori di protesi valvolari meccaniche devono costantemente essere soggetti a trattamento farmacologico antiaggregante e anticoagulante (eparina, acido acetilsalicilico)
- • Sono rumorose e soprattutto di notte possono essere udite sia dal paziente che da chi gli sta vicino
- • Eventuali aritmie o extrasistole possono determinare stati di forte ansia



+ Valutazione delle performance delle valvole

- Le principali problematiche legate all'utilizzo di protesi valvolari sono legate a tre aspetti fondamentali:
 - **Emodinamica**
 - **Durabilità**
 - **Biocompatibilità**
- Dal punto di vista emodinamico, la bontà del design di una valvola cardiaca si caratterizza in base ad alcuni aspetti critici:
 - **Minimizzare le cadute di pressione (“pressure drop” Δp)**
 - **Originare bassi (o nulli) livelli di rigurgito**
 - **Minimizzare i fenomeni di turbolenza**
 - **Evitare la presenza di zone caratterizzate da elevati sforzi di taglio**



Gradienti di pressione



- In natura, il cuore lavora mantenendo un adeguato flusso sanguigno che attraversa la valvola senza che siano presenti impedimenti od ostruzioni di sorta. Ciò garantisce l'assenza di gradienti di pressione su tutto il lume della valvola.
- Nelle valvole artificiali, la presenza di elementi mobili di geometria differente non consente un altrettanto efficace distribuzione delle pressioni (sebbene la valvola bileaflet sia nettamente più efficiente rispetto alla originaria "ball and cage")
- A tutt'oggi la letteratura non è stata ancora in grado di chiarire pienamente l'effetto dei gradienti di pressione sulle prestazioni (e sulla durabilità) delle valvole nel lungo periodo, tuttavia è certo che questi siano correlati alle perdite di energia del flusso sanguigno durante l'attraversamento della valvola.
- **Quindi la caduta di pressione Δp è uno dei parametri di interesse se si vuole valutare l'efficienza di una valvola. Grandi Δp implicano una maggiore pressione sistolica che il ventricolo deve esercitare per spingere il sangue in circolo.**
- Poiché la pressione ventricolare è strettamente legata al consumo di ossigeno del miocardio, la progettazione della valvola dovrebbe sempre essere fatta in modo tale da garantire piccole variazioni pressorie durante l'attraversamento della valvola

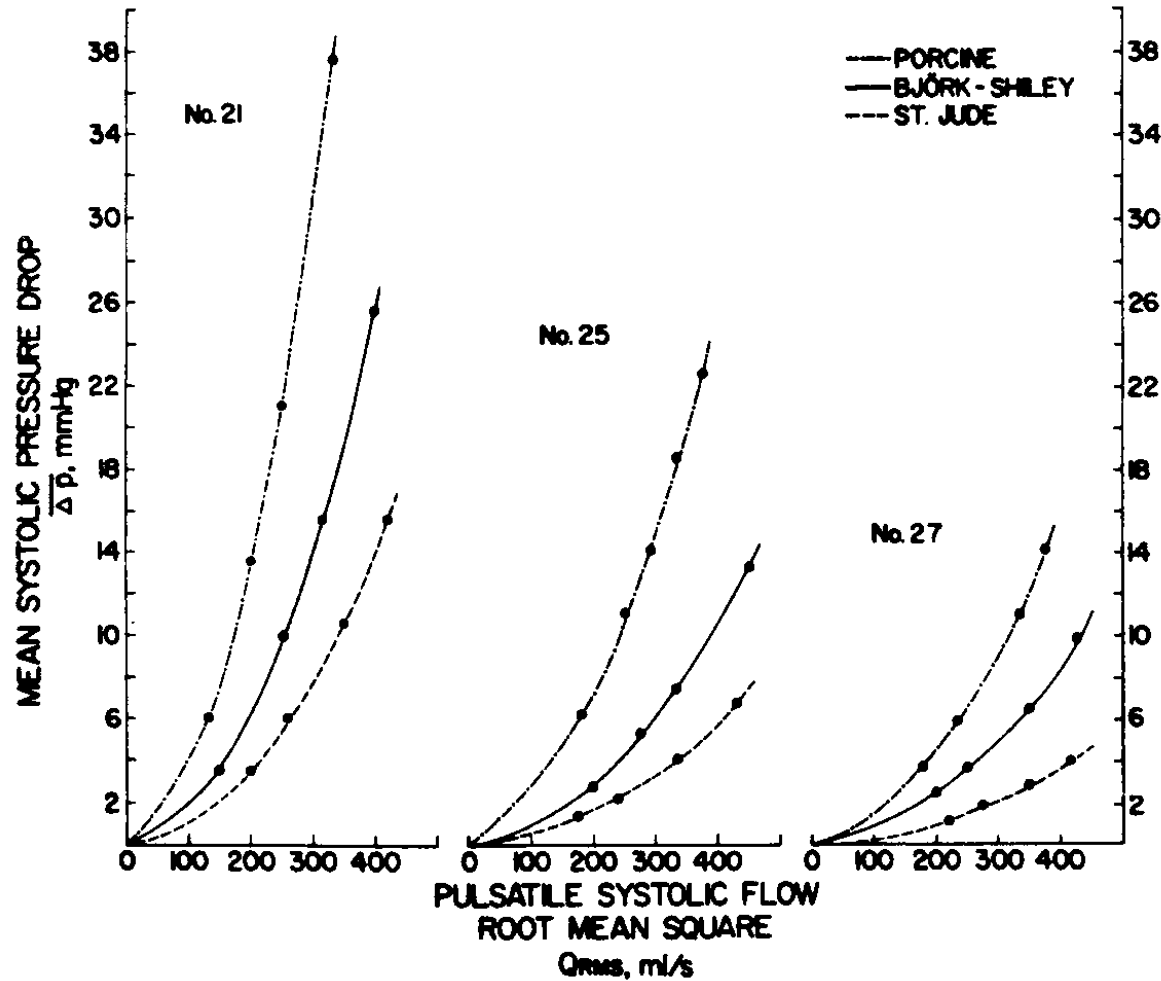
+ Area affettiva di orifizio

- Un indice di particolare importanza, impiegato per stimare in che misura la valvola sfrutta lo spazio disponibile per il passaggio del sangue è l'**Effective Orifice Area (EOA)**, che è definito dalla relazione:

$$EOA(\text{cm}^2) = \frac{Q_{rms}}{51.6\sqrt{\Delta p}}, \quad x_{\text{RMS}} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i^2} = \sqrt{\frac{x_1^2 + x_2^2 + \dots + x_N^2}{N}}$$

nella quale Q_{rms} rappresenta la portata volumetrica sanguigna efficace (espressa in cm^3/s e Δp la caduta di pressione media sistolica/diastolica (mm Hg).

+ Area effettiva di orifizio



+ Area effettiva di orifizio

- In pratica l'EOA è legato al grado di ostruzione che la protesi è capace di esercitare nei confronti del passaggio del flusso sanguigno. Un EOA elevato corrisponde a basse cadute di pressione (e quindi a basse perdite energetiche del flusso). **Tuttavia occorre sottolineare che l'EOA è anche funzione della dimensione fisica della valvola**
- Un'altra misura della resistenza che oppone la valvola al flusso è il **Performance Index (PI)** che si ottiene dividendo l'EOA per l'area individuata dall'anello di fissaggio della valvola. In pratica il PI normalizza l'EOA in funzione della dimensione della valvola, rendendo confrontabili valvole diverse tra loro.

+ Area effettiva di orifizio

TABLE 3 In vitro hemodynamic data for common aortic valve prostheses^a (61)

Valve type	Valve	Size	Regurgitant volume (ml/beat)	EOA ^b (cm ²)	PI	
Caged ball	Starr-Edwards 1260	27	5.5	1.75	0.30	
		25	4.3	1.62	0.33	
		21	2.5	1.23	0.36	
Tilting disc	Björk-Shiley Convexo-Concave	27	8.5	2.59	0.45	
		25	7.3	2.37	0.48	
		21	5.5	1.54	0.45	
	Björk-Shiley Monostrut	27	9.2	3.34	0.58	
		25	7.6	2.62	0.53	
		23	6.9	2.00	0.48	
		21	5.9	1.45	0.42	
	Medtronic-Hall		19	5.5	1.07	0.38
			27	9.6	3.64	0.64
			25	8.4	3.07	0.62
23			7.3	2.26	0.54	
Bileaflet	St. Jude Medical Standard	20	6.2	1.74	0.51	
		27	10.8	4.09	0.71	
		25	9.9	3.23	0.66	
		23	8.3	2.24	0.54	
		21	6.8	1.81	0.52	
	St. Jude Medical Regent	19	6.8	1.21	0.43	
		29	13.5	4.98	0.75	
		27	12.3	4.40	0.77	
		25	11.2	3.97	0.81	
		23	10.3	3.47	0.83	
	21	9.0	2.81	0.81		
	19	7.6	2.06	0.73		

+ Rigurgito

- Il rigurgito rappresenta sostanzialmente la porzione di flusso sanguigno che si origina in verso opposto rispetto a quello fisiologico a seguito della chiusura della valvola.
- La sua entità dipende dal tipo di valvola e può variare tra 0.1-1.5% (valvole biologiche) e 2-7.5% (valvole meccaniche).
- È abbastanza intuitivo osservare che tale fenomeno è da porsi in stretta relazione con il modo secondo il quale la valvola “sigilla” l’orifizio.
- Al di là della semplice perdita di flusso “efficiente”, il rigurgito può provocare l’insorgere di elevati stress tangenziali che sono deleteri per le cellule sanguigne, anche se non è da escludersi completamente un certo effetto benefico che si crea per una sorta di azione di “lavaggio” di alcune parti della valvola che possono essere soggette a fenomeni di stagnazione (soprattutto le cerniere delle valvole meccaniche)

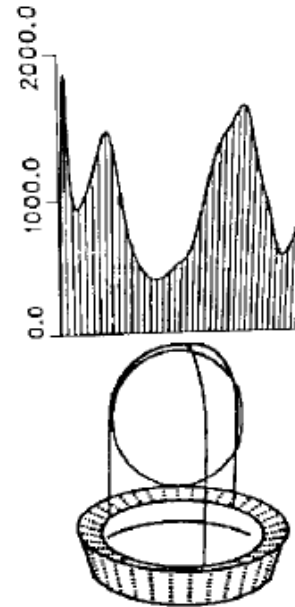
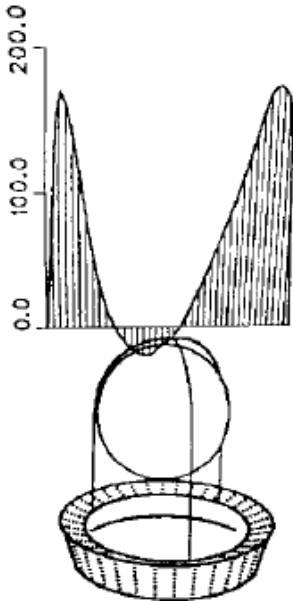


+ Velocità del sangue e turbolenza

- Alcuni fenomeni a connotazione negativa quali:
 - **Trombosi**
 - **Embolie**
 - **Abnorme crescita tissutale**
 - **Emolisi**
 - **Danneggiamento dei tessuti adiacenti la valvola**
- Sono da imputarsi in modo diretto al modo in cui si distribuisce la velocità del flusso sanguigno attraverso la valvola e alla presenza di fenomeni di turbolenza
- Per esempio è stato osservato che stress tangenziali dell'ordine di 1500-4000 dyne/cm² sono causa di morte cellulare dei globuli rossi, ma tale valore crolla drasticamente fino a 10-100 dyne/cm² in presenza di superfici di scorrimento artificiali.

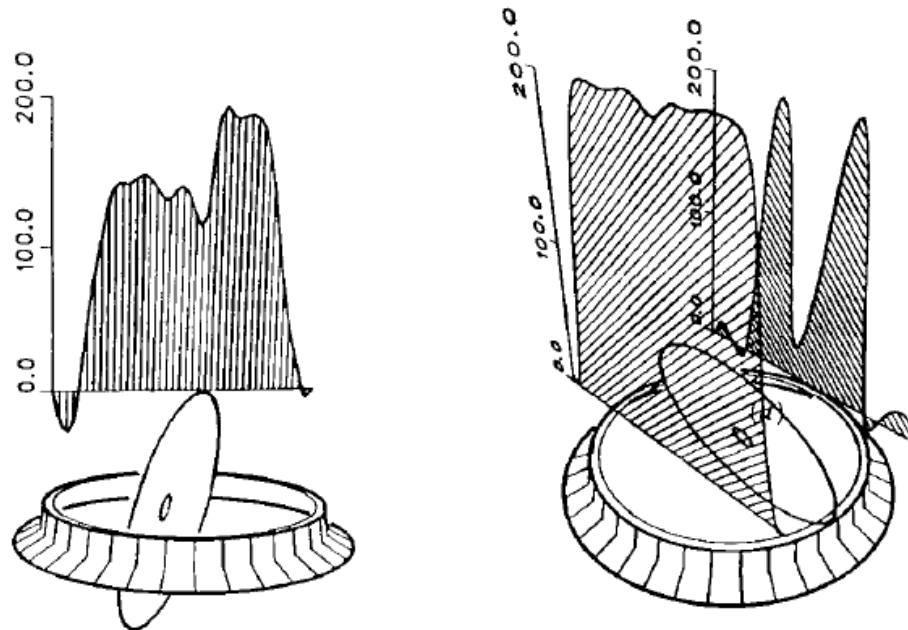
+ Profili di velocità: cage and ball

- In questo tipo di valvola, il flusso si presenta sostanzialmente circonferenziale (separato dalla palla) e concentrato negli spazi laterali. Nella regione anulare le velocità sono elevate (200 cm/s) con gradienti ripidi
- **PI = 0.30 - 0.36**
- I maggiori stress tangenziali si concentrano sui bordi della palla e dell'anello



+ Profili di velocità: Single tilting disk

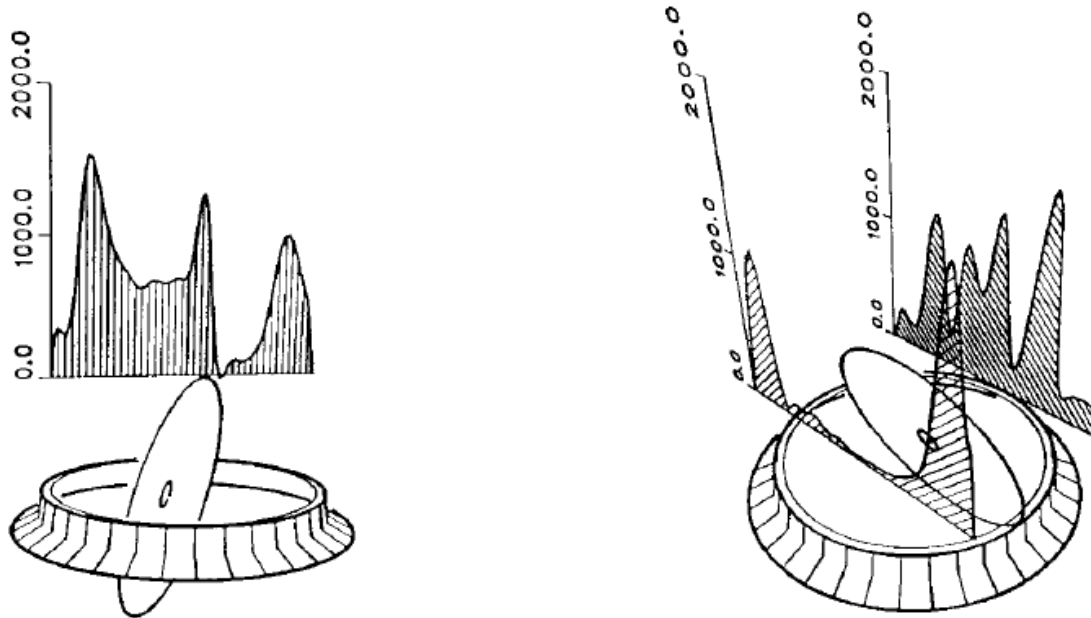
- Nonostante questo tipo di valvola presenti un profilo di velocità nettamente più regolare rispetto a quello precedente, il lato inferiore del disco genera una significativa ostruzione che altera la distribuzione del flusso e origina significative sollecitazioni di taglio.
- **PI = 0.40 – 0.53**



Velocità (cm/s)

+ Profili di velocità: Single tilting disk

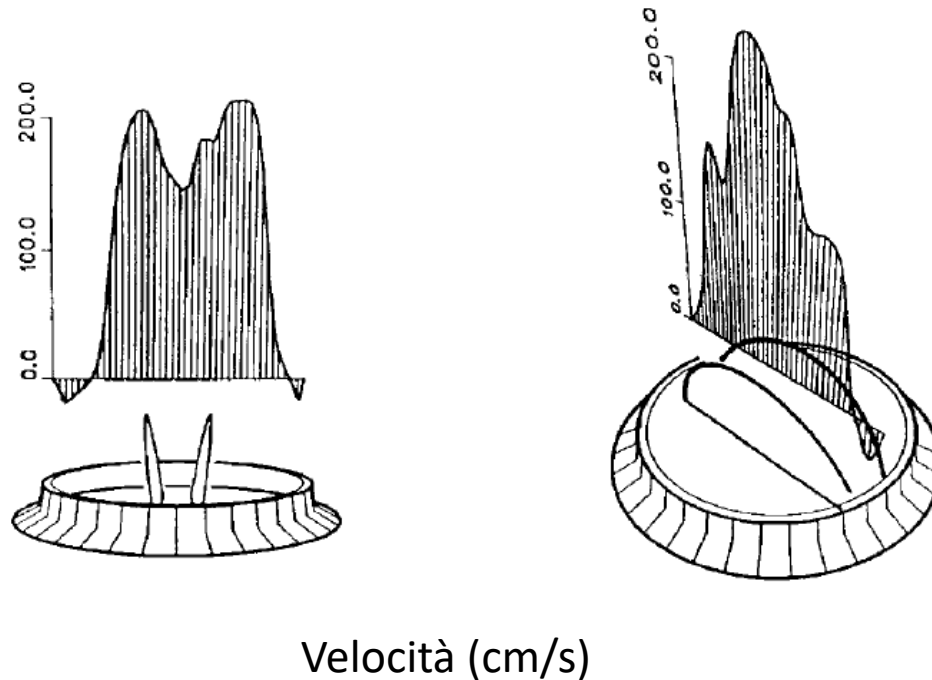
- Nonostante questo tipo di valvola presenti un profilo di velocità nettamente più regolare rispetto a quello precedente, il lato inferiore del disco genera una significativa ostruzione che altera la distribuzione del flusso e origina significative sollecitazioni di taglio.
- **PI = 0.40 – 0.53**



Stress tangenziali (dyne/cm²)

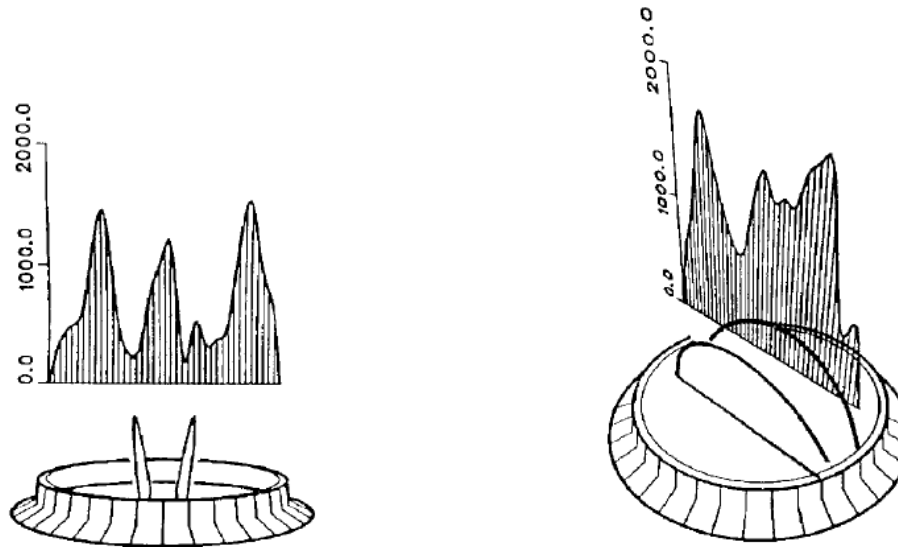
+ Profili di velocità: bileaflet

- La presenza dei due dischi scompone il flusso in tre porzioni, tuttavia il fatto che i dischi si possano orientarsi praticamente parallelamente al flusso non crea grossi ostacoli e quindi la distribuzione delle velocità si presenta abbastanza regolare.
- **PI = 0.49 – 0.51**



+ Profili di velocità: bileaflet

- La presenza dei due dischi scompone il flusso in tre porzioni, tuttavia il fatto che i dischi si possano orientare praticamente parallelamente al flusso non crea grossi ostacoli e quindi la distribuzione delle velocità si presenta abbastanza regolare.
- **PI = 0.49 – 0.51**



Stress tangenziali (dyne/cm²)

+ Meccanismi di fallimento delle protesi valvolari

- Fallimento estrinseco
 - fenomeni che hanno come causa l'interazione tra i tessuti corporei ed il dispositivo meccanico
- Fallimento intrinseco
 - fenomeni imputabili al design del dispositivo o alle proprietà dei materiali utilizzati.

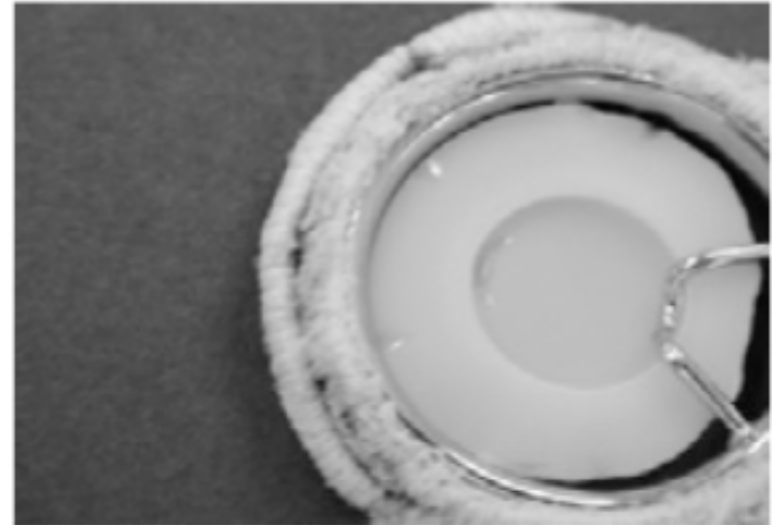
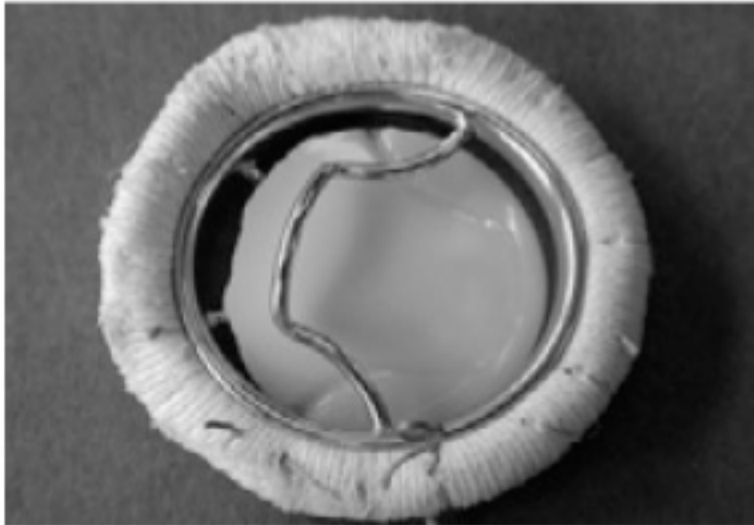


+ Meccanismi di fallimento intrinseco

- **DEGRADAZIONE POLIMERICA**
 - alterazione della struttura macromolecolare degli elementi mobili della valvola con conseguente riduzione delle proprietà meccaniche.
- **USURA**
 - perdita progressiva di materiale dovuta all'interazione meccanica tra due superfici a contatto, in moto relativo e sotto carico
- **CONSEGUENZE**
 - alterazione dell'accoppiamento cinematico (Stenosi, Insufficienza)
 - blocco o rottura con conseguente embolizzazione dell'occlusore
 - esposizione di superfici trombogeneiche al flusso ematico
 - rilascio di materiale in circolo

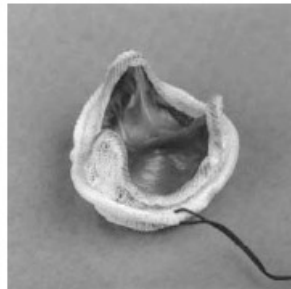
+ Meccanismi di fallimento intrinseco

- Impronta dei gambetti sul disco oscillante
- Riduzione del disco oscillante (riduzione diametrale massima di 1.44 mm)



+ Valvole biologiche

- sono costituite da una struttura metallica o polimerica (stent) che sostiene una valvola di forma simile alla valvola naturale realizzata con tessuto biologico di origine animale;
- sono soggette a fenomeni di progressivo cedimento meccanico e/o di calcificazione, che nel tempo inducono recidive di insufficienza e/o di stenosi.



Porcina (Carpentier-Edwards)

+ Valvole biologiche

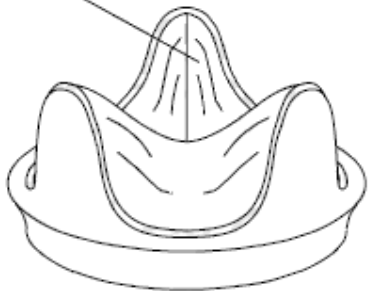
- Le valvole biologiche sono realizzate impiegando tessuti animali, in particolare maiale (protesi porcine) e pericardio bovino, che possono essere montate su supporto o, più raramente, senza supporto (stentless).



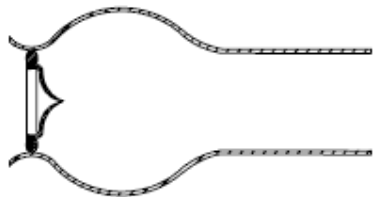
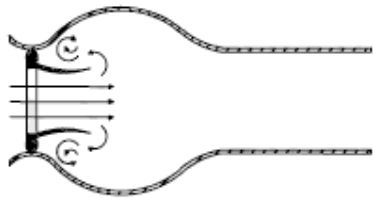
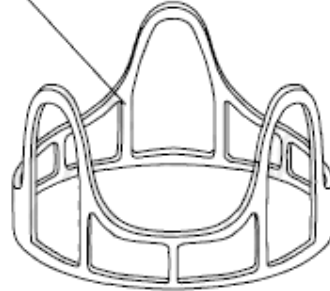
+ Valvole biologiche

Le protesi **porcine** vengono prelevate intatte dal cuore di maiale e successivamente inserite in un supporto rigido (stent) che ne permette il mantenimento della forma e la possibilità di impianto. La presenza dello stent, tuttavia, comporta un maggior ingombro e rende rigida la protesi.

valvola aortica porcina

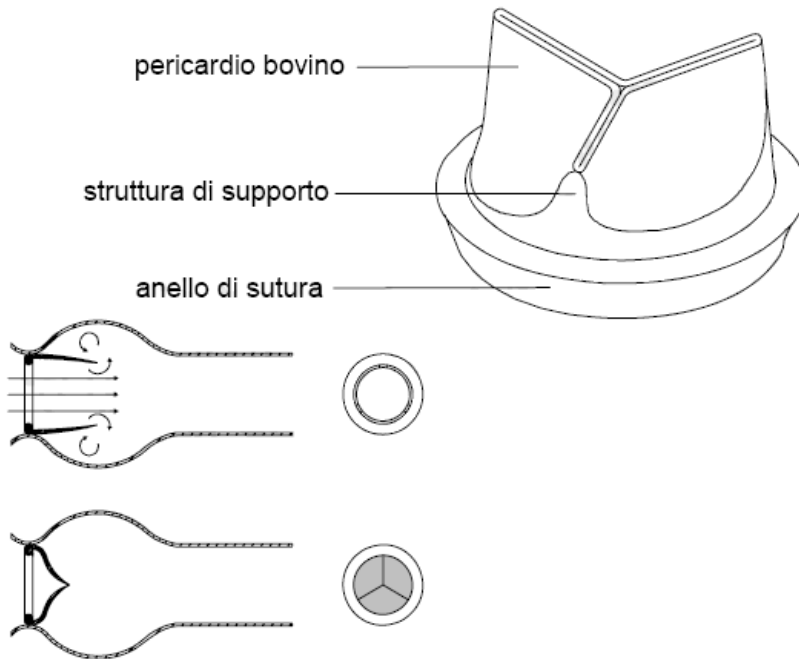


supporto valvolare



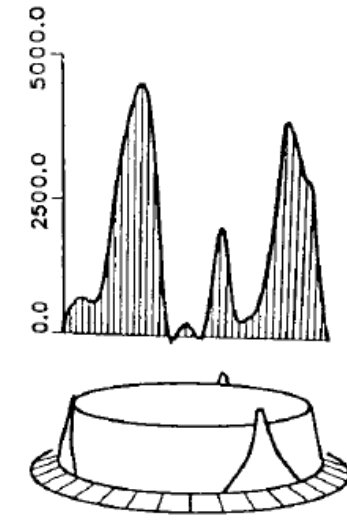
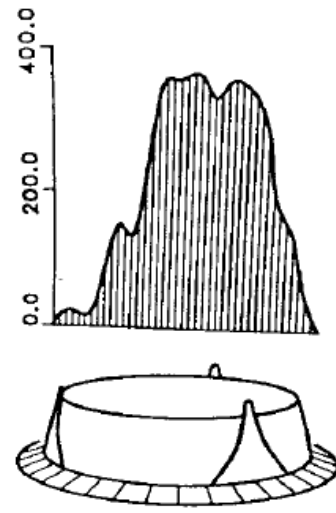
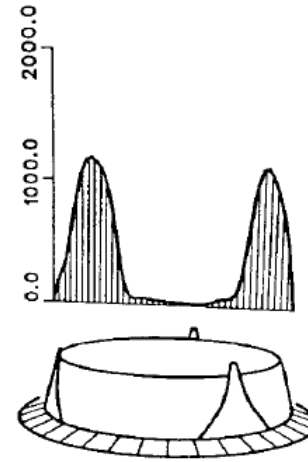
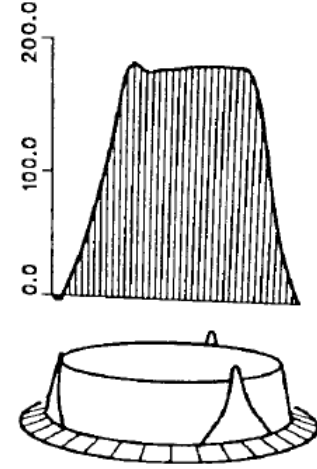
+ Valvole biologiche

- Le valvole **pericardiche** utilizzano il pericardio bovino, sagomato ed inserito su di un supporto.
- Per ovviare al problema dell'ingombro e della rigidità, sono state introdotte le protesi **stentless** cioè senza supporto. Queste hanno il vantaggio di essere meno ingombranti ma la tecnica d'impianto è un po' più complessa.



+ Profili di velocità

Velocità (cm/s)



Stress tangenziale (dyne/cm²)





Come reagisce l'organismo



- In generale, il materiale protesico viene riconosciuto come estraneo dal nostro organismo, e innesca una reazione diversa a seconda del tipo di protesi impiantata.
- **Le valvole meccaniche attivano la cascata coagulativa** (formazione di un coagulo) che, in assenza di terapia anticoagulante, può portare alla deposizione di trombi e quindi a malfunzionamento per blocco della protesi, associato o meno a fenomeni embolici per distacco di frammenti del trombo.
- **I tessuti biologici, prima di essere impiantati, devono essere sterilizzati** e resi biologicamente inattivi per evitare appunto una reazione di rigetto ma tale procedimento produce in ogni caso alterazioni tessutali.
- Queste protesi progressivamente vanno, quindi, incontro a processi degenerativi e di calcificazione, che comportano, negli anni, il malfunzionamento della protesi stessa. Anche per le protesi biologiche è necessario un periodo (qualche mese) di anticoagulazione per permettere la formazione di una sorta di rivestimento endoteliale dei tessuti animali, in modo da renderli simili a quelli del paziente.

+ Quale valvola scegliere

- Le protesi valvolari differiscono una dall'altra per diverse caratteristiche, incluse durevolezza, trombogenicità e profilo emodinamico.
- Con rare eccezioni **le valvole meccaniche sono molto durevoli**, il più delle volte 20 o 30 anni.
- Per contro, dal 10% - 20% delle protesi omologhe al 30% delle protesi eterologhe falliscono tra i 10 e 15 anni dall'impianto e devono essere sostituite. (I pazienti al di sotto dei 40 anni hanno un'alta incidenza di malfunzionamento della valvola eterologa.)
- **Le valvole meccaniche sono trombogeniche** e quindi il loro utilizzo richiede una terapia anticoagulante a lungo termine. Il potenziale trombogenico è alto in pazienti con protesi caged-ball, basso in pazienti con protesi bileaflet-tilting-disk e intermedio in pazienti con protesi single-tilting-disk.
- Dato che le protesi biologiche hanno un basso potenziale trombogenico, la terapia anticoagulante a lungo termine non è richiesta per pazienti con protesi biologiche.

+ Quale valvola scegliere

- Una volta impiantate, le protesi valvolari hanno uno specifico profilo emodinamico ed un'effettiva area orificiale.
- Per una valvola di una data misura, le protesi eterologhe e le valvole meccaniche caged-ball hanno un'area orificiale piccola, laddove le protesi omologhe ne hanno una molto più larga, simile a quella di una valvola nativa.
- **Sulla base di queste caratteristiche, le valvole meccaniche sono preferite nei pazienti giovani o con un'aspettativa di vita superiore a 10 o 15 anni, oppure che richiedano una terapia anticoagulante per altre ragioni.**
- **Le valvole biologiche sono da preferirsi per pazienti anziani o con un'aspettativa di vita inferiore ai 10 o 15 anni o che non possono (o non vogliono) affrontare una terapia anticoagulante a vita.**

+ Credits

- Prof. Massimiano Pau (<http://people.unica.it/pau/>)
- **Trattato di ecocardiografia clinica**
 - Gian Luigi Nicolosi (si trova su Google Books)
- **Animazioni funzionamento valvole**
 - http://pie.med.utoronto.ca/PIE/PIE_whatWeDo_valves.html
 - <http://legal-anatomical.medicalillustration.com/generateexhibit.php?ID=17475&TC=&A=66293>
 - <http://www.heartpoint.com/valvularheartdx.html> (diseases)
 - http://www.heartfailurematters.org/English_Lang/Animation/Pages/animation_6.aspx
- **Anatomia (generale)**
 - <http://www.visiblebody.com>
- **FDA**
 - <http://www.fda.gov/hearthealth/treatments/medicaldevices/prostheticheartvalve.html>
- **Youtube**
 - <http://www.youtube.com/watch?v=taFlosFaprQ>