



	DIASTOLE			SISTOLE			DIASTOLE
PRESSIONE ATRIALE	1: la situazione iniziale è di P alta, perchè il sangue preme le pareti e le dilata; con l'INIZIO della DIASTOLE, la P subisce un brusco calo: la v. mitrale si apre e il sangue fluisce in ventricolo	2: al terzo medio della diastole, la P aumenta; infatti il sangue affluisce nell'atrio per l'inizio del RITORNO VENOSO	3: al terzo finale della diastole, si ha un incremento rapido della P fino a 20 mmHg, dovuto alla contrazione dell'atrio (pompa ausiliare): SISTOLE ATRIALE - <u>ONDA A</u>	4: dopo la chiusura della v. mitrale, inizia la SISTOLE VENTRICOLARE; le valvole del ventricolo sono entrambe chiuse, e dato che il sangue è incomprimibile, si ha una CONTRAZIONE ISOVOLUMETRICA. Aumenta la P ventricolare, che sposta il piano valvolare verso l'alto, stirando le pareti atriali e comprimendo il sangue nell'atrio e facendo così aumentare anche la P atriale - <u>ONDA C</u>	5: Quando la P ventricolare è sufficiente ad aprire la valvola aortica (> della P aortica), si ha una diminuzione del volume del ventricolo, con conseguente abbassamento del piano valvolare. Ciò provoca ASPIRAZIONE dell'atrio e diminuzione della P atriale. La P minima è detta <u>VALLE X</u> o <u>CALO SISTOLICO</u> , che non è dovuto allo svuotamento dell'atrio	6: ulteriore sangue fluisce nell'atrio per il RITORNO VENOSO; dato che la v. mitrale è chiusa, la P atriale aumenta	7: la P atriale continua ad aumentare (<u>ONDA Y</u>) finchè non si apre la valvola mitrale, che avverrà dopo la chiusura della valvola aortica. A quel punto (8). la P cala bruscamente (<u>VALLE Y - CALO DIASTOLICO</u> , dovuto allo svuotamento dell'atrio) e rinizia il ciclo
PRESSIONE VENTRICOLARE	1: la v. mitrale è aperta, quindi l'andamento della P ventricolare è lo stesso della P atriale: ad inizio sistole si assiste a un brusco calo di P, per l'apertura della mitrale; man mano il sangue fluisce in atrio (per via del ritorno venoso) e da qui in ventricolo, facendo aumentare anche la P ventricolare; infine, la sistole atriale permette un ultimo rapido incremento di P Da notare che, per la resistenza della valvola atrioventricolare, la P ventricolare è circa 1-2 mmHg sotto al valore della P atriale			2: subito dopo l'inizio del I tono (chiusura della mitrale), la v. aortica è ancora chiusa: si assiste a un rapido aumento di P ventricolare per via della contrazione della camera e dell'incomprimibilità del sangue - CONTRAZIONE ISOVOLUMETRICA	3: quando si apre la v. aortica, si assiste dapprima a un lento incremento di P ventr, fino al PICCO SISTOLICO; da qui, la P diminuisce lentamente fino alla chiusura della v. aortica. ?-1: è necessario fare ulteriori considerazioni per capire perchè la P aumente se il V diminuisce		
PRESSIONE AORTICA	1: in diastole, essendo chiusa la v. aortica, la Paortica è indipendente dalla Pventr. La valvola si chiude perchè la P a valle (aorta) è maggiore della P a monte (ventr); durante questo periodo, la P aortica diminuisce			2: la chiusura della mitrale non influisce sulla diminuzione di Paortica, dato che la v. aortica è sempre chiusa	3: quando la P ventr, per il suo rapido incremento, supera la Paortica, si apre la v. aortica; quindi, la Paortica segue l'andamento della Pventr; da notare che fino al picco sistolico, la Paortica è leggermente inferiore alla Pventr, mentre dopo il picco le è leggermente superiore, e diminuisce x deflusso verso la periferia del sangue. ?-2: sono necessarie altre considerazioni per capire perchè, nonostante ciò, la v. aortica non si chiude		
VOLUME VENTRICOLARE	1: apertura della mitrale: rapido aumento passivo di V	2: ai $\frac{2}{3}$ di diastole, l'incremento passivo di V è minimo: DIASTASI	3: alla fine di diastole, si ha l'unico riempimento ATTIVO, per la contrazione atriale (pompa ausiliaria): piccolo aumento di V	4: quando entrambe le valvole del ventricolo sono chiuse, il V rimane invariato	5: lo svuotamento del ventricolo, dovuto all'apertura della v. aortica, fa diminuire il volume		

?-1: PICCO SISTOLICO - COME PUÒ AUMENTARE LA P VENTRICOLARE SE LA VALVOLA AORTICA È APERTA

Può essere spiegato in base a 2 fenomeni, entrambi correlati alla **legge di Laplace**: $P = 2xT/r$ - la pressione varia in seguito a variazioni dello spessore x , della tensione T o del raggio r :

- in base all'**isteresi elastica** (fenomeno per cui un corpo elastico reagisce a una sollecitazione variabile deformandosi in modo non permanente e con ritardo rispetto al variare della forza); infatti l'**aorta è distensibile**. Quando il sangue entra nell'aorta, trova la colonna di sangue della precedente scarica sistolica che oppone una certa resistenza; questo sangue induce un'**impedenza idraulica** (\rightarrow difficoltà che il sangue incontra ad essere accelerato), che fa sì che solo $\frac{1}{3}$ del volume di scarica sistolica sia accolto nell'albero arterioso, mentre i restanti $\frac{2}{3}$ vengono accomodati attraverso la distensione elastica dell'aorta. Per la **legge di Laplace**, se **aumenta la tensione** (come nel caso di questa distensione della parete), aumenta la pressione; dato che la valvola aortica è aperta, un aumento di pressione nell'aorta va a braccetto con un pari aumento di tensione nel ventricolo sinistro
- l'altro fenomeno riguarda il **meccanismo di contrazione** ventricolare: la contrazione determina una **diminuzione del diametro** del ventricolo, mantenendo costante il **diametro esterno** del cuore. Ciò si spiega se si considera che la contrazione che genera energia pressoria è dovuta ad un **ispessimento della parete**, che fa diminuire il volume interno. Per la **legge di Laplace**, se **aumenta lo spessore** (come durante una sistole ventricolare), aumenta la pressione
- NB: il ventricolo destro mostra un minore ispessimento della parete; inoltre presenta abbassamento del piano valvolare

?-2: VALVOLA AORTICA APERTA NONOSTANTE LA P A VALLE (AORTA) DIVENTI MAGGIORE DELLA P A MONTE (VENTRICOLIO)

Questo accade perché la situazione è **dinamica**: il **sangue**, mosso dal ventricolo, è **accelerato**. Quindi, non possiede solo **energia pressoria**, ma anche una certa **energia cinetica**. Questa energia cinetica, finché supera l'energia pressoria a valle (quella dell'aorta), riesce a mantenere aperta la valvola; quando l'energia cinetica diminuisce, prevarrà la pressione a valle (\rightarrow *inerzia del flusso ematico accelerato*)

Nella **seconda metà della sistole**, la P aortica è maggiore della P ventricolare: genera quindi un **riflusso**, ovvero un flusso negativo (cioè con direzione opposta al normale flusso). Inizialmente il riflusso è piccolo, in quanto l'energia cinetica permette di avere un flusso netto in avanti; questo piccolo riflusso ha però la funzione di creare dei piccoli **vortici** che si insinuano nei **seni di Valsalva** delle valvole semilunari, staccandone i lembi dalla parete. Quando l'energia cinetica diminuisce, i vortici sono sufficienti per chiudere la valvola semilunare, determinando così il passaggio in diastole. Dopo la chiusura della valvola, i rapidi cambiamenti dei regimi pressori ventricolari inducono l'apertura della valvola mitrale, in quanto il gradiente transvalvolare tra atrio e ventricolo viene modificato, permettendo il passaggio di sangue nella seconda cavità

NB - PRESSIONE VENTRICOLARE:

La pressione ventricolare va da un **minimo atriale** ad un **massimo aortico**: tranne che durante la contrazione e il rilascio isovolumetrico, la P ventricolare è in equilibrio con la P atriale o la P aortica, perché una delle due valvole del ventricolo è sempre aperta. Quando una valvola è aperta, la P ventricolare si adeguà a quella esistente nell'altro compartimento (atrio o aorta). La valvola poi si chiude perché il passaggio di sangue ha cambiato i gradienti pressori, determinando una maggiore pressione a valle (nel ventricolo o nell'aorta, a seconda della valvola in questione). Perchè si apra l'altra valvola, sono necessarie le trasformazioni pressorie isovolumetriche, che permettono al ventricolo di oscillare da uno stato a bassa pressione (nel quale si apre la valvola atrioventricolare - diastole) a uno stato ad alta pressione (nel quale si apre la valvola semilunare - sistole). Le **valvole** infatti sono **passive**, e la loro apertura è determinata soltanto dai gradienti pressori transvalvolari (e come abbiamo visto per la valvola aortica, per l'eventuale energia cinetica del sangue acquistata dopo la spinta sistolica)

Polso arterioso \rightarrow **Pressione aortica**

Polso venoso \rightarrow **Pressione atriale**

Onda: oscillazione (variazione) di pressione nel tempo

DIASTOLE: (II tono) 1. Rilasciamento isovolumetrico 2. Fase di riempimento ventricolare rapido 3. Fase di riempimento ventricolare ridotto - Diastasi 4. Sistole atriale \rightarrow

SISTOLE: (I tono) 5. Contrazione isovolumetrica 6. Eiezione rapida 7. Eiezione lenta \rightarrow

Contrazione atriale: non essendoci valvole allo sbocco delle vene, la sistole atriale potrebbe favorire un riflusso, ma ciò non avviene per via dell'inerzia del flusso venoso. La sistole atriale assume particolare importanza nel riempimento ventricolare durante la **tachicardia**, ovvero quando il tempo di diastasi è quasi nullo e il riempimento passivo sarebbe insufficiente