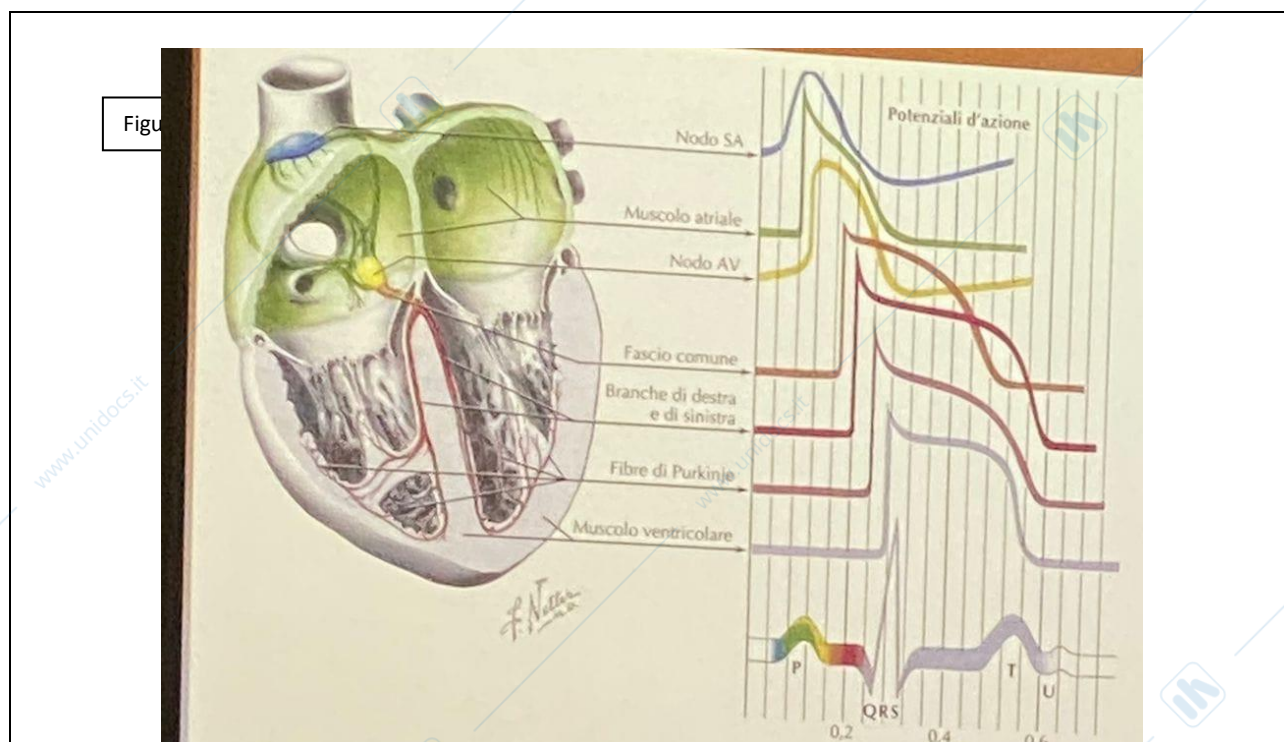


SISTEMA DI CONDUZIONE DEL CUORE E ECG

I potenziali di azione variano mano a mano che l'onda di depolarizzazione procede attraverso il sistema di conduzione cardiaco, a partire dal nodo SA fino al muscolo ventricolare.



Nella figura sono presenti 7 linee che stanno a rappresentare le depolarizzazioni e ripolarizzazioni che avvengono durante la propagazione dell'impulso nei diversi distretti trattati durante i paragrafi precedenti. È importante notare :

- la linea azzurra, appartenente al *nodo seno atriale*.
- la linea gialla al *nodo atrioventricolare*

in quanto hanno un andamento differente dalle altre.

Quella dei *muscoli atriali* (verde) tende ad assomigliare alle altre.

La differenza tra le diverse linee di conduzione è dettata dal fatto che esse sono caratterizzate, soprattutto a partire dalla linea del fascio comune in poi, da un **plateau** : una zona piatta più o meno pronunciata che consiste in un periodo di tempo dove abbiamo la propagazione del segnale ma non abbiamo una variazione del potenziale; ciò vuol dire che c'è sincronità in un'area di tessuto. Questa necessità di plateau nasce dal fatto che occorre che l'impulso debba propagarsi in una mole di tessuto che deve essere la più ampia possibile in un tempo molto contenuto (da 0,4 a 0,5 secondi).

Nel nodo senoatriale, diversamente, abbiamo invece un picco, proprio perché parliamo di una zona circoscritta del cuore.

Il fascio comune (1) e muscolo ventricolare (2) hanno il plateau più ampio perché in (1) si ha la necessità di distribuire l'onda di depolarizzazione nella porzione del setto interventricolare e ai muscoli papillari la cui contrazione deve essere altamente sincrona per rendere efficiente il funzionamento delle valvole (2) si ha la necessità di una contrazione immediata dei miocardiociti per far passare il sangue in maniera veloce da atrio e ventricolo dal tronco della polmonare all'aorta; in tutti i casi è comunque necessaria una **sinergia funzionale** notevole in cui agiscono anche i canali ionici.

Ad esempio a livello del nodo SA il movimento ionico maggiore è effettuato da calcio e potassio mentre a livello della muscolatura miocardica il sodio, il calcio e anche il potassio; mentre nel *picco* di depolarizzazione c'è un maggior movimento di sodio, nel *plateau* sono potassio e calcio.

Si individuano anche :

- **Periodo refrattario RP** - non è possibile indurre un secondo potenziale di azione

- **Periodo refrattario relativo** - nel cuore se dovesse ricevere una stimolazione maggiore si potrebbe determinare un'insorgenza di un'ulteriore depolarizzazione.

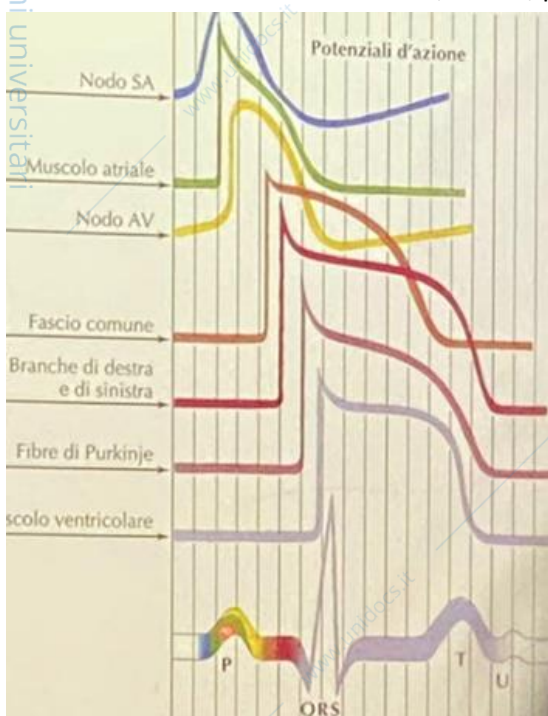
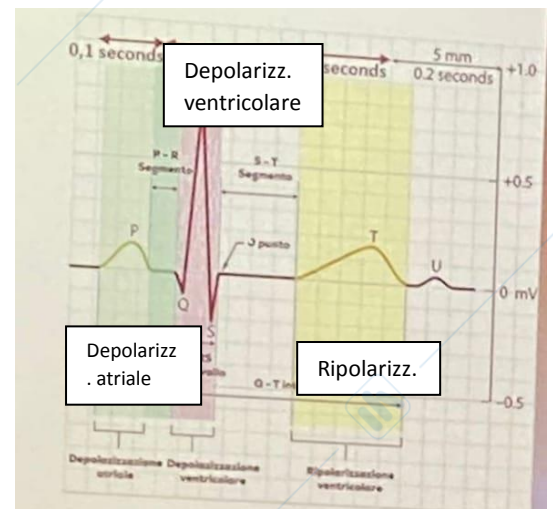
L'elettrocardiogramma (**ECG**) registra in superficie i cambiamenti di potenziale di azione associati alla depolarizzazione e ripolarizzazione cardiaca ed è in grado di rilevare ritmi cardiaci anomali e anomalie di conduzione, presenza posizione ed estensione di un'ischemia o di una zona infartuata, orientamento del cuore nella cavità toracica e dimensione delle camere, effetti di anomalie elettrolitiche e di alcuni farmaci.

Un normale ECG è costituito da onde P, complessi QRS e onde U. Nel 50- 70% delle persone compare anche un' onda U, la cui origine non è ben definita ma è importante osservarne le variazioni nel tempo.

- L' onda P è causata da potenziali elettrici propagati quando gli atri si depolarizzano prima che abbia inizio la contrazione atriale. Ciascun onda P porta a un complesso QRS e a un'onda T; se vedo una buona onda p vuol dire che il nodo seno-atriale funziona efficientemente.
- Il QRS è sinonimo di depolarizzazione ventricolare. Se vedo una buona R vuol dire che ho una buona contrazione ventricolare.

Sia onda P che complesso QRS sono, quindi, onde di depolarizzazione.

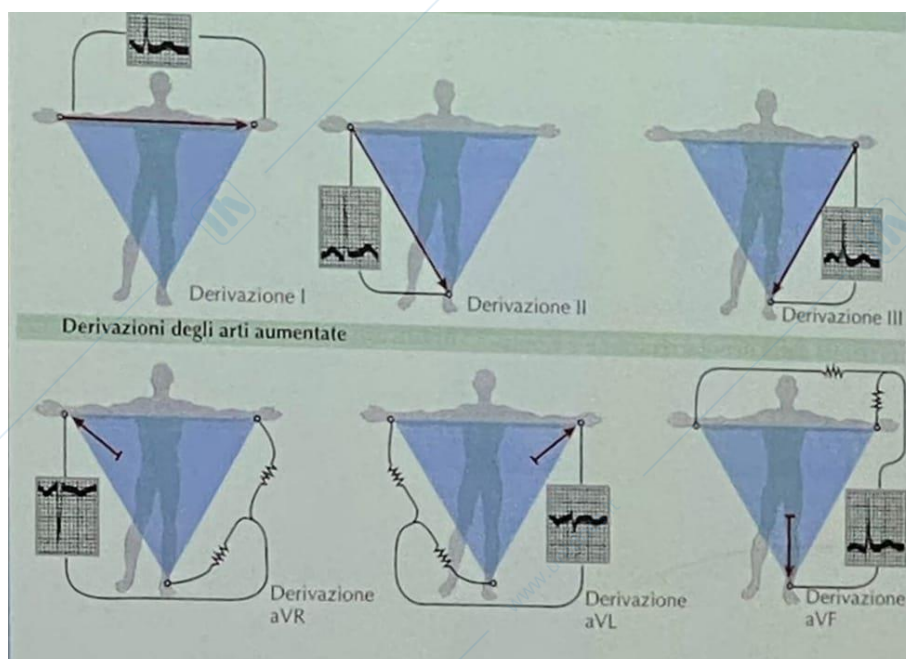
- L' onda T è causata da potenziali sviluppati quando i ventricoli si ripolarizzano. Essa è importante in quanto la sua presenza consente di iniziare un nuovo ciclo a partire dalla successiva onda p. Se non assume questo andamento sull' ecg ci troviamo sicuramente in una condizione di patologia, come avviene ad esempio nell'ischemia coronarica rilevabile nell'ecg attraverso una onda T invertita (*negativa- nella figura a destra*).
- Durante l'onda U, invece, possiamo avere un'onda di depolarizzazione più graduale.



L'impulso nasce nel nodo seno-atriale e si crea così una parte dell'onda p; successivamente si ha la propagazione alla muscolatura atriale, che avviene quasi in successione con la depolarizzazione del nodo atrioventricolare (**picco onda p in giallo nella figura**). Immediatamente dopo si passa al fascio comune e alle branche di destra e di sinistra (*piccolo plateau necessario per la propagazione dell'impulso – vedi paragrafo precedente sul plateau*).

Da qui si passa all'attivazione del tratto QRS con la depolarizzazione del muscolo ventricolare (in viola) .

DERIVAZIONI ELETTROCARDIOGRAFICHE

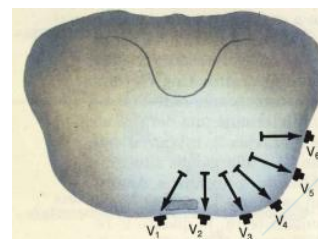


Derivazione degli arti tradizionali con paziente libero letto disteso, ponendo attenzione a staccare ogni apparecchio elettrico attaccato al letto che possa fare interferenza. Si utilizzano tre coppie di elettrodi (*in ciascuna coppia il primo elettrodo è negativo e il secondo è positivo*) posizionati rispettivamente :

- D 1 polso destro e polso sinistro – registra la differenza di voltaggio tra braccio destro e braccio sinistro
- D 2 polso destro e caviglia sinistra – registra la differenza di voltaggio tra braccio destro e caviglia controlaterale
- D3 polso sinistra e caviglia sinistra – registra la differenza di voltaggio tra braccio e gamba di sinistra.

Derivazione degli arti aumentate in questo metodo l'elettrodo negativo è la combinazione degli elettrodi di due arti, e l'elettrodo del terzo arto è negativo. Si utilizza per aumentare la sensibilità dell'esame ecg.

- AVR : posto sul braccio destro (**rosso**)
- AVL : posto sul braccio sinistro (**giallo**)
- AVF : posto sul piede sinistro (**verde**)

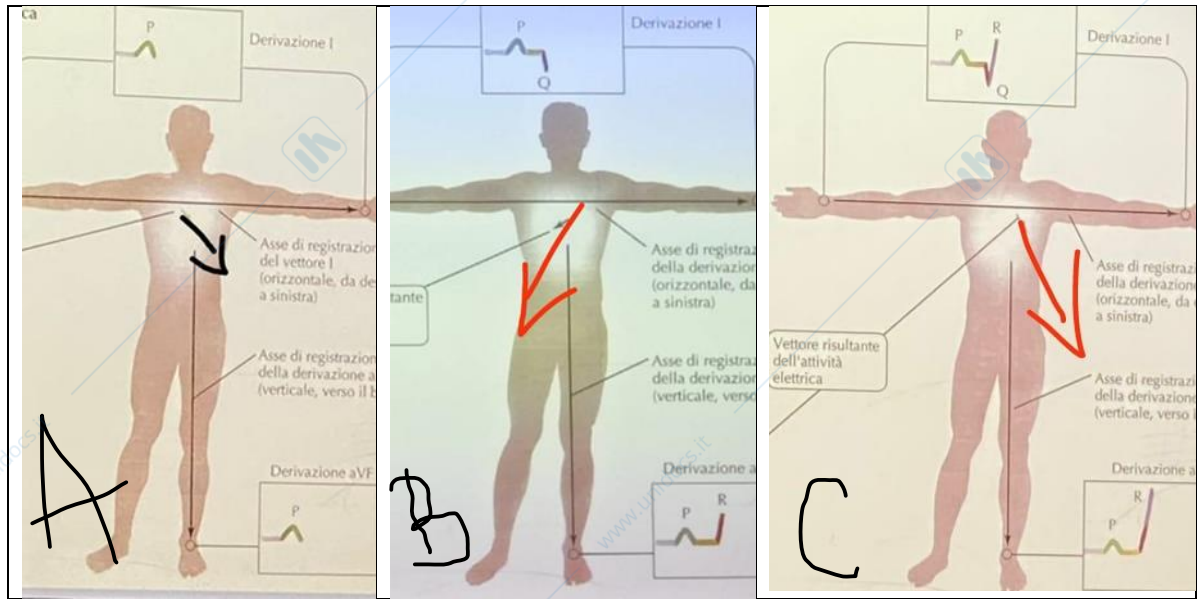


Esistono anche le **DERIVAZIONI PERICORDIALI**, che devono avere un andamento esterno, poste sul torace del paziente circondano il cuore e aumentano ulteriormente i punti di vista di osservazione.

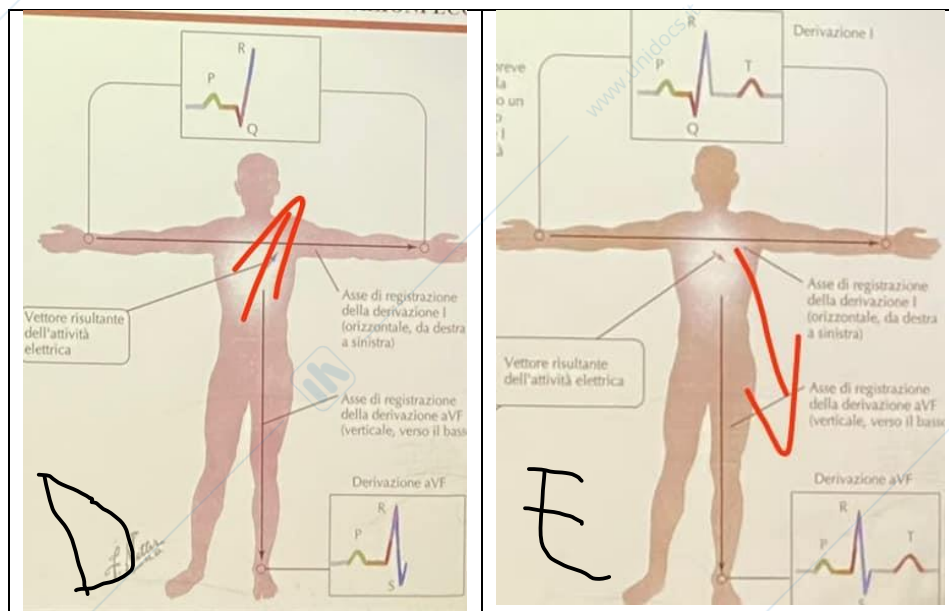
Di seguito una normale sequenza di depolarizzazione e ripolarizzazione cardiaca associata all'osservazione di due derivazioni, in particolare attraverso D1 e AVF (*può essere effettuata osservando tutte le derivazioni sopra citate e combinate*) :

- L'impulso origina dal nodo SA e l'onda di depolarizzazione si propaga negli atri, generando un vettore elettrico verso il basso a sinistra (verso il piede sinistro – vedi figura). Ciò causa sia nella D1 che nella AVF la comparsa dell'onda p
- Depolarizzazione del setto – l'impulso si sposta lungo il sistema di conduzione portando a una depolarizzazione e creando un vettore diretto verso il basso a destra. A livello della D1 è osservabile con una deflessione lieve negativa (onda Q) e positiva verso l'alto nella derivazione AVF (onda R)

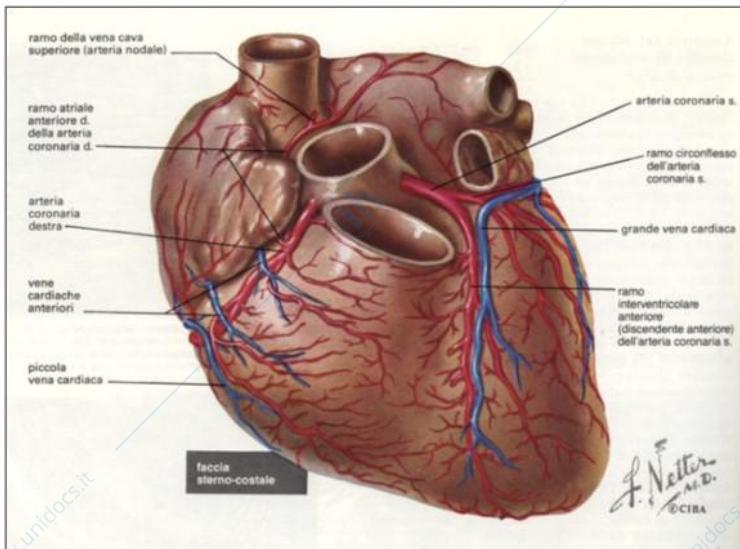
- C. Depolarizzazione apicale e iniziale ventricolare – comporta la creazione di un vettore elettrico verso il basso a sinistra; nella D1 ciò si tramuterà in una grande deflessione positiva verso l'alto (onda R) e nella AVF ciò estende l'onda R



- D. Depolarizzazione ventricolare tardiva – durante la depolarizzazione ventricolare il vettore cambia direzione e si dirige verso l'alto a sinistra; ciò si tramuta nella D1 come l'estensione dell'onda R e nella derivazione AVF crea una deflessione negativa verso il basso (onda s)
- E. Quando il cuore è completamente depolarizzato per un breve periodo non c'è attività elettrica (si crea il segmento ST visibile in derivazione AVF). Può così iniziare la ripolarizzazione, che crea un vettore diretto verso il basso a sinistra che causa una deflessione positiva verso l'alto sia nella D1 che nella derivazione AVF (onda t). segue un periodo di cessata attività elettrica che traccia una linea di base fino all'impulso successivo.



LE CORONARIE



Sono i vasi che irrorano il cuore, non si anastomizzano ma sono di carattere terminale: se si occludono in tale punto nella regione interessata non c'è nessun altro vaso che apporta ossigeno (es. nell'interessamento di una collaterale delle coronarie)

La distribuzione delle diramazioni non sono uguali per tutti, solitamente quello più ramificato è quello dominante e quindi possiamo avere dominanza destra o sinistra: se ho una dominanza sinistra e ho un infarto a sinistra se ho una dominanza destra e

ho un infarto a sinistra l'effetto sarà diverso.

CENNI DI EMODINAMICA

Studia il comportamento del sangue in movimento nei vasi e permette di osservare le variazioni sul sangue e individuare condizioni patologiche che non rientrano nei fisiologici valori emodinamici.

La velocità del flusso dipende dall'efficienza cardiaca: se non ho una corretta contrazione ventricolare, non avrò un QRS adeguato e conseguentemente si avrà un errore nel sistema di conduzione.

Il flusso dipende dal gradiente pressorio e nello specifico la velocità di flusso è data dalla differenza di pressione rapportata alla resistenza. I vasi che possiedono una maggiore resistenza sono le arteriole e le piccole arterie perchè hanno un certo calibro e si tratta di distretti dove il gradiente pressorio tende a ridursi e quindi cresce in maniera esponenziale la resistenza. Essa è direttamente proporzionale alla lunghezza del vaso, viscosità del fluido e inversamente proporzionale alla quarta potenza del raggio del tubo.

Il flusso è generalmente laminare, se diventa turbolento siamo di fronte a un regime pressorio non adeguato. Flusso e andamento pressorio sono interconnessi, infatti, anche l'andamento pressorio oscilla nei diversi distretti (vedi paragrafi precedenti su arterie e vene).

L'unità di misura della pressione è in millimetri di mercurio mmHg (Torr).

1 mmhg è uguale a 1.36 cm di acqua

Definiamo :

- **Pressione arteriosa sistolica** : picco che la pressione arteriosa raggiunge durante l'eiezione di sangue dal cuore (120 mmHg)
- **Pressione arteriosa diastolica** : valore minimo che la pressione arteriosa raggiunge durante la diastole, mentre il cuore è rilasciato e si sa riempiendo (non sta eiettando sangue- pari a 80 mmHg)
- **Pressione di pulsazione (pulsatoria) arteriosa** : differenza tra la pressione arteriosa sistolica e diastolica; dipende dalla gittata sistolica (volume di sangue eiettato da un ventricolo durante una contrazione), dalle resistenze e dalla compliance arteriosa.

- **Pressione arteriosa media MAP** : pressione media durante un ciclo cardiaco completo che comprende la sistole e la diastole, dipende dalle resistenze periferiche e dalla **gittata cardiaca** (*volume di sangue eiettato che il ventricolo destro e il ventricolo sinistro riescono ad espellere in 1 minuto attraverso l'arteria polmonare e l'aorta, rispettivamente; valore medio a riposo di un soggetto adulto di corporatura media 5/ 5,5 l / min; è uguale al prodotto della gittata sistolica x la frequenza cardiaca – a riposo circa 72-75 battiti al min)*

Il battito cardiaco è un evento che si ripete ciclicamente con alcune variazioni : una frequenza cardiaca a riposo inferiore ai 60 battiti al minuto viene definita **bradicardia**, superiore ai 100 battiti al minuto, invece, **tachicardia** . In presenza di un normale ritmo sinusale, si può avere bradicardia a causa di un alto tono vagale (legato alla componente parasimpatica); farmaci e diverse patologie metaboliche, endocrine e neurologiche. Sempre in presenza di un normale ritmo sinusale, si può avere tachicardia a causa di un elevato tono simpatico, farmaci, riduzione della volemia (disidratazione) e diverse patologie metaboliche, endocrine e neurologiche.

I vasi che “si ammalano” prima sono i *vasa vasorum*; essi vascolarizzano il vaso sanguifero preso in considerazione, e si trovano in modo particolare nella tonaca avventizia (più esterna - formata principalmente da tessuto connettivo infarcito da queste arteriole, da cui trae anch'esso nutrimento); le arteriole sono correlate da sfinteri innervati dalla componente parasimpatica, al cui livello avvengono importanti meccanismi di contrazione e rilasciamento dei vasi .

Oltre a questa tonaca i vasi sono costituiti da una tonaca media e una intima (forma l'endotelio vascolare) .

metarteriole – punti di shunt tra arteriole e venule

CONTRAZIONE E DILATAZIONE DEI VASI sono eventi finemente regolati.

Nel meccanismo di controllo della vasodilatazione sono coinvolti : istamina, acetilcolina, chinina, ossido nitrico (*neurotrasmettitore gassoso - che viene prodotto da un elemento non neuronale ma che ha origine endoteliale*) e peptide natriuretico atriale.

La trinitrina (o nitroglicerina) è un vasodilatatore e rientra tra i farmaci che favoriscono la vasodilatazione durante l'infarto .

Opposto a questo abbiamo il sistema di vasostrizione che comprende : endotelina , ormone vasopressina e angiotensina II, noradrenalina e adrenalina.