

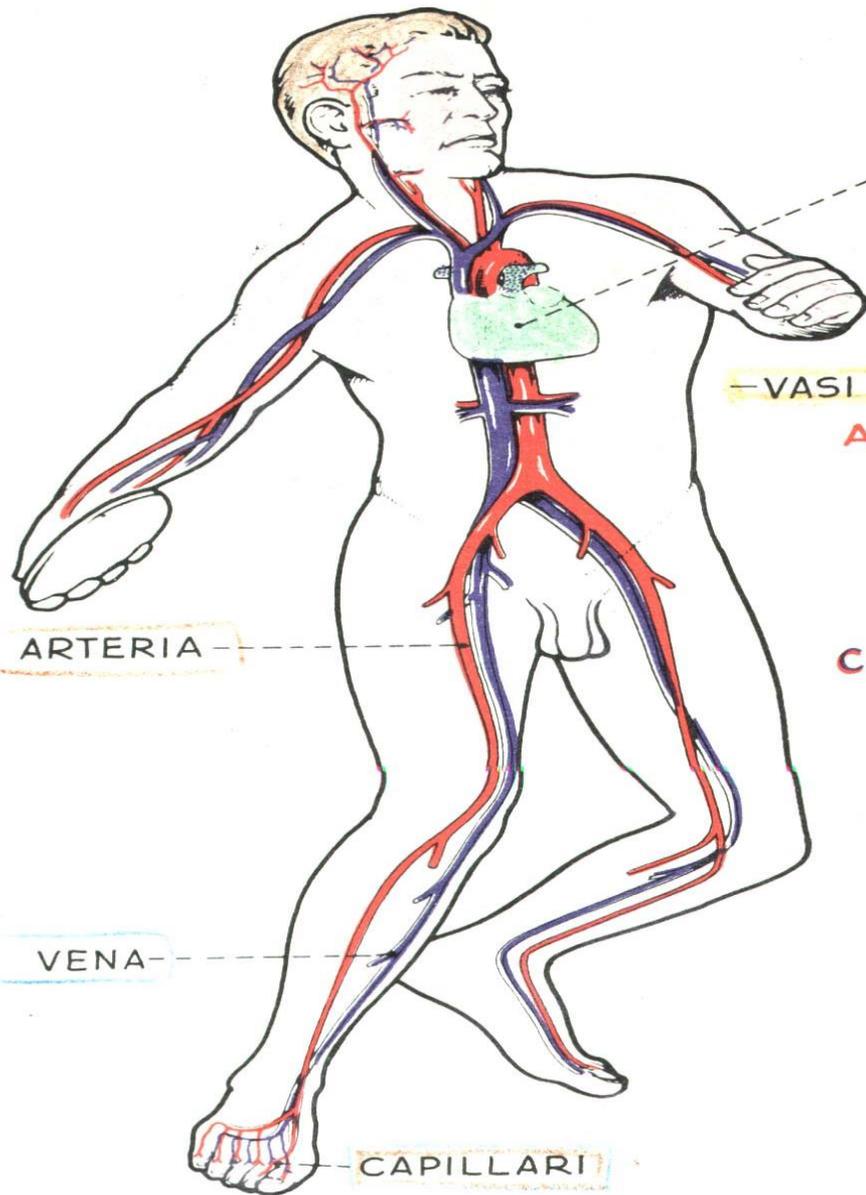
# LA CIRCOLAZIONE SANGUIGNA

Prof. Barone Antonina

# SISTEMA CARDIOVASCOLARE

Sistema CIRCOLATORIO

Principale Sistema di TRASPORTO dell'organismo



**CUORE** ..... "Pompa" che spinge il —  
**SANGUE** ..... fluido complesso  
contenente materiali nutritivi,  
gas respiratori, prodotti di  
rifiuto, sostanze chimiche  
protettive e regolatrici  
nei —

**VASI SANGUIGNI** ..... sistema chiuso di tubi:  
**ARTERIE** ..... dalla "pompa" ai tessuti  
del corpo:

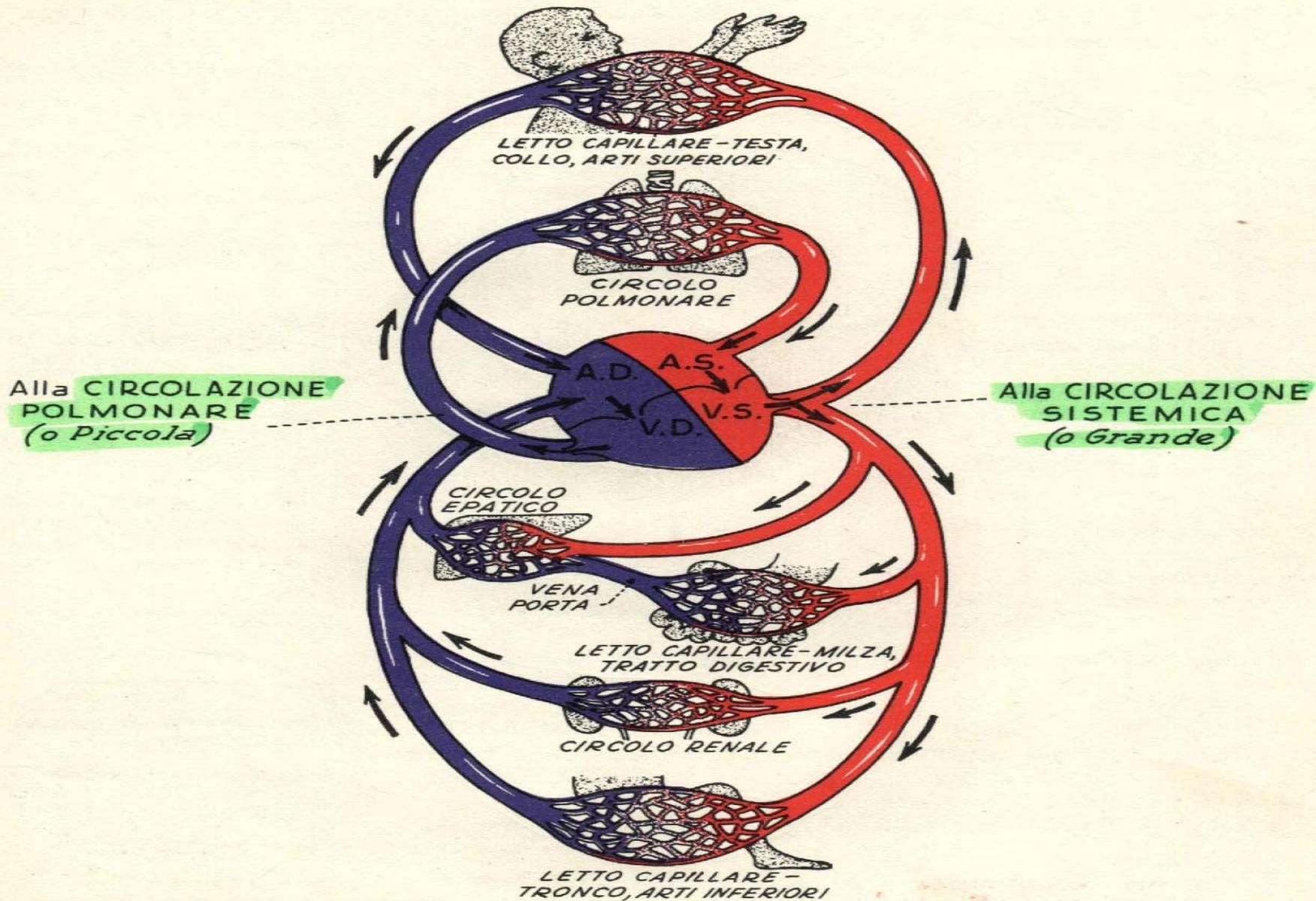
si ramificano  
in

**CAPILLARI** ..... dove hanno luogo gli scambi  
di gas, quelli di sostanze  
nutritive e di rifiuto.

confluiscono  
per formare

**VENE** ..... dai tessuti del corpo di  
nuovo alla "pompa."

# TRACCIATO GENERALE della CIRCOLAZIONE



**IL CUORE**

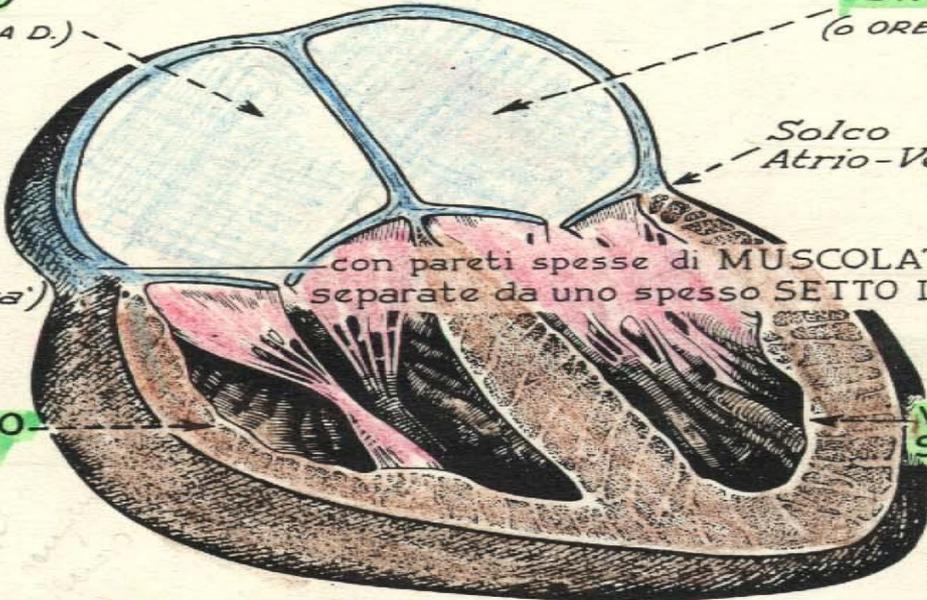
# CUORE

2 CAMERE SUPERIORI (di eguale capacità) con pareti sottili di MUSCOLATURA CARDIACA separate da un sottile SETTO INTERATRIALE.

che si contraggono per spingere il Sangue nelle

**ATRIO DESTRO**  
(ORECCHIETTA D.)

**ATRIO SINISTRO**  
(O ORECCHIETTA S.)



2 CAMERE INFERIORI (di eguale capacità)

con pareti spesse di MUSCOLATURA CARDIACA separate da uno spesso SETTO INTERVENTRICOLARE.

**VENTRICOLO DESTRO**

**VENTRICOLO SINISTRO**

che si contraggono per spingere eguali quantità di sangue nella

CIRCOLAZIONE POLMONARE

e nella

CIRCOLAZIONE SISTEMICA

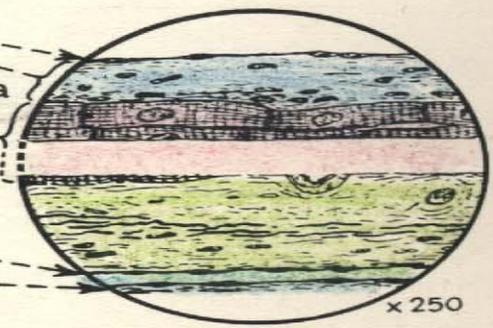
Il cuore ha 4 camere

- foderate di Endotelio — **ENDOCARDIO**
- spesse pareti di Muscolatura Cardiaca — **MIOCARDIO**

Il cuore è interamente racchiuso in una membrana sierosa costituita da 2 foglietti — **PERICARDIO**

Un sottile velo di liquido separa i due foglietti del **SACCO PERICARDICO**

- Interno-Viscerale
- Esterno-Parietale



x 250

*La Muscolatura Cardiaca degli Atri è completamente separata dalla Muscolatura Cardiaca dei Ventricoli mediante un anello di Tessuto Fibroso — a livello del Solco ATRIO-VENTRICOLARE.*

# CUORE

E' rappresentata una sezione *schematica* del cuore.

**VALVOLE CARDIACHE** hanno un'impalcatura di Tessuto Fibroso ---  
le cui due facce sono ricoperte da *Endotelio*



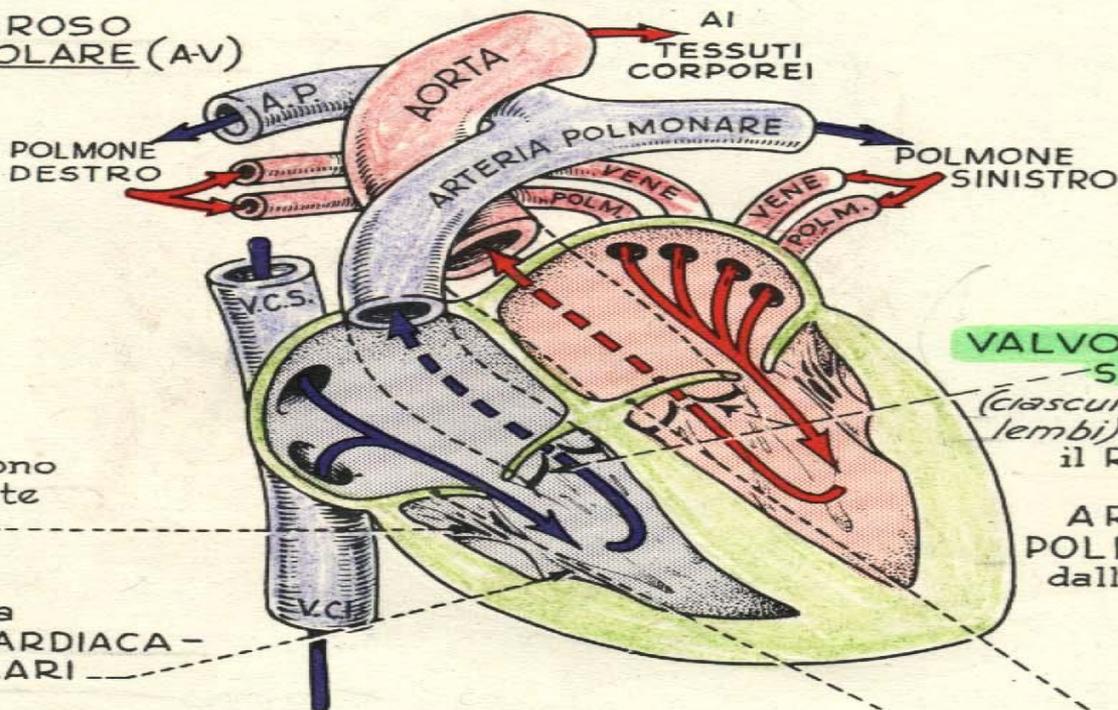
Espansioni  
dell'ANELLO FIBROSO  
ATRIO-VENTRICOLARE (A-V)

Destinate a  
permettere il  
flusso del sangue  
in una sola  
direzione ---  
dall' ATRIO al  
VENTRICOLO  
e quindi nelle  
ARTERIE

Le valvole A-V sono  
vincolate mediante  
sottili CORDE  
TENDINEE

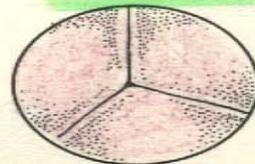
a  
propaggini della  
MUSCOLATURA CARDIACA -  
MUSCOLI PAPILLARI

Questi si contraggono  
con i ventricoli e  
tirano le Corde Tendinee  
in modo che i lembi non  
possono essere eversi.

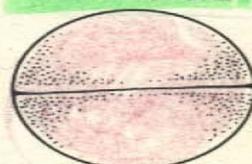


**VALVOLE SEMILUNARI**  
(ciascuna con tre  
lembi) impediscono  
il REFLUSSO  
dalla  
ARTERIA  
POLMONARE e  
dall' AORTA.

**VALVOLA TRICUSPIDE**



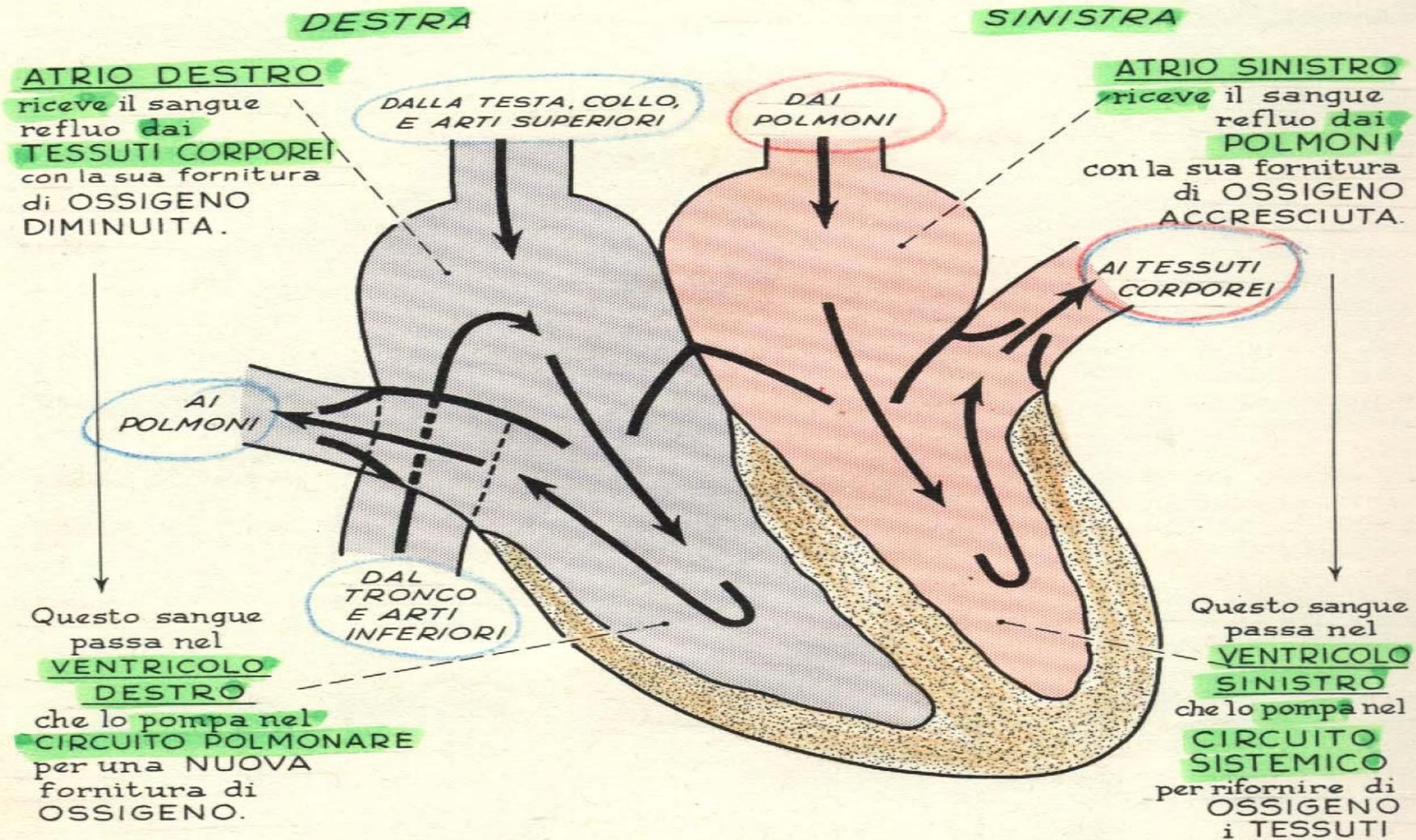
**VALVOLA MITRALE**



*Le Grandi Vene non hanno valvole a guardia dei loro sbocchi nel cuore:  
ispessimento e contrazione della muscolatura attorno agli orifizi impediscono  
il REFLUSSO di sangue dal cuore.*

# CUORE

Il cuore umano è essenzialmente una **DOPPIA POMPA**.

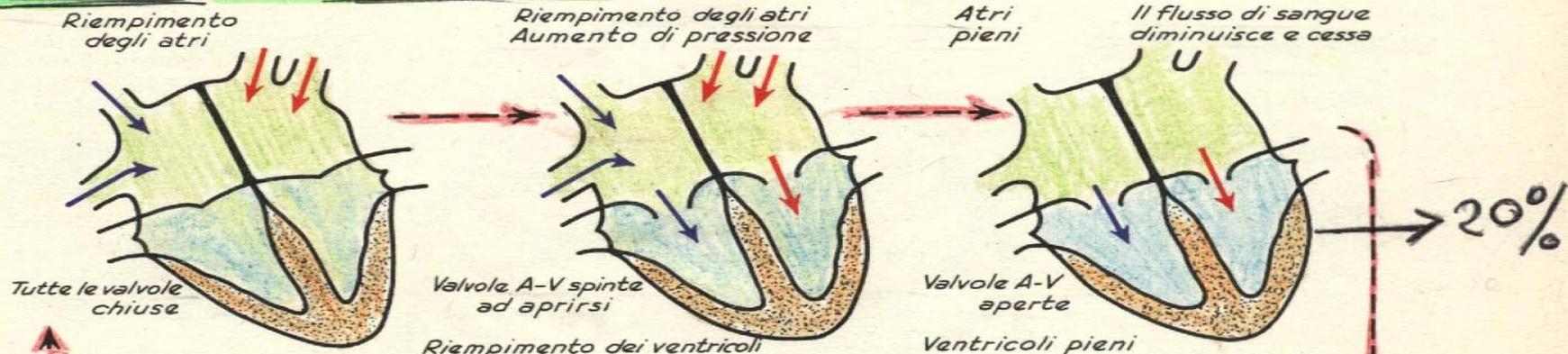


Questo diagramma semplifica la struttura del cuore per facilitare la comprensione del funzionamento delle sue varie parti.

# CICLO CARDIACO

Rappresentazione diagrammatica della sequenza di eventi che ha luogo nel cuore durante UN battito cardiaco.

## DIASTOLE [Periodo di Rilasciamento]



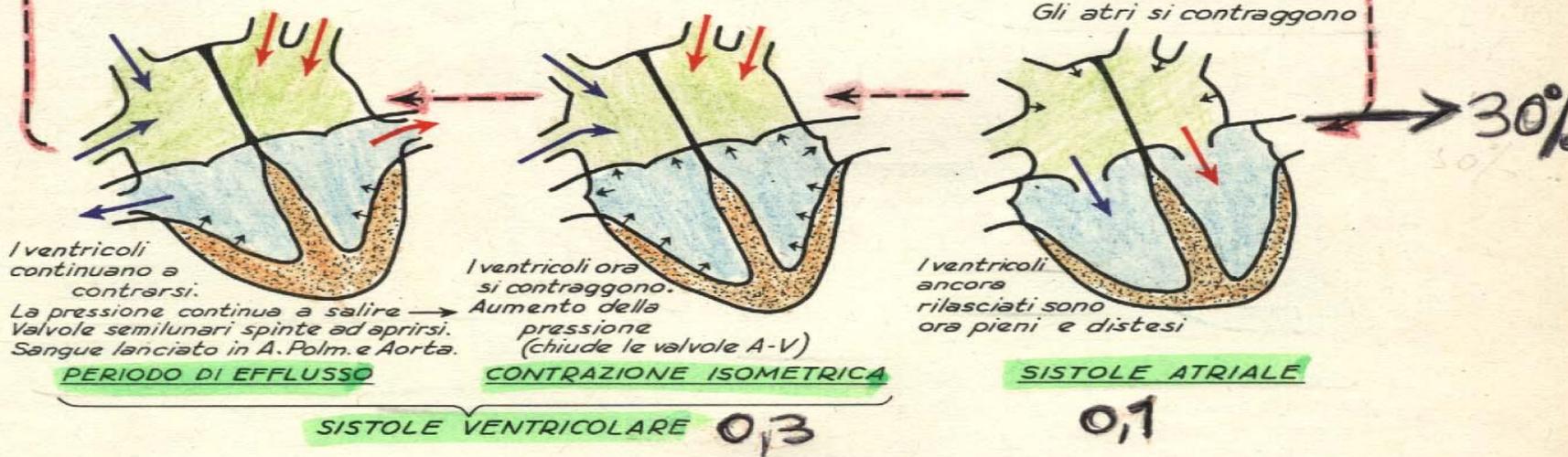
### RILASCIAMENTO ISOMETRICO

### PERIODO DI RIEMPIMENTO RAPIDO

### PERIODO DI DIASTASI

## SISTOLE

[Periodo di Contrazione]



L'intero ciclo di eventi dura circa 0,8 secondi quando il cuore batte 75 volte al minuto.

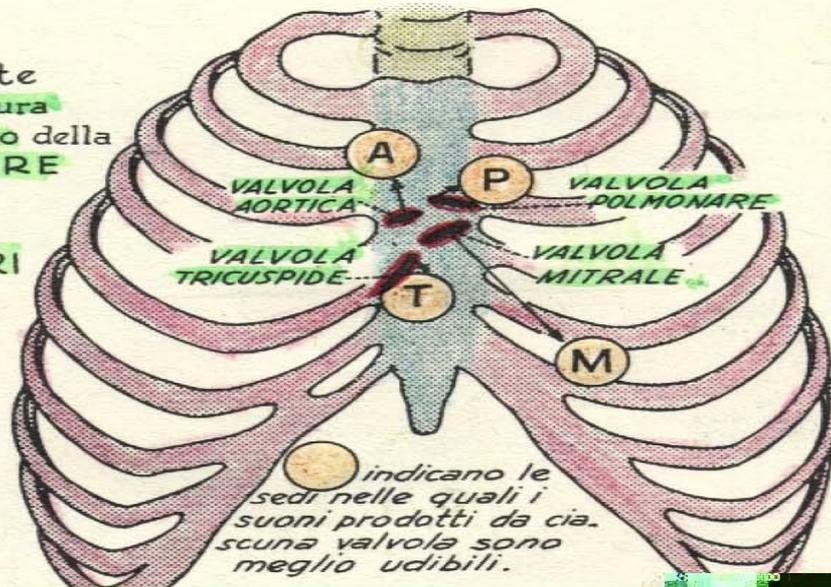
Periodo che intercorre tra la fine di una contrazione C. e la fine di un'altre  
il cuore pompa + sempre il pulso che esce -

# TONI CARDIACI

Durante ciascun CICLO CARDIACO 2 TONI CARDIACI possono essere ascoltati mediante uno STETOSCOPIO applicato alla PARETE TORACICA.

## 1° TONO CARDIACO

è dovuto principalmente alle vibrazioni di chiusura che si producono all'inizio della **SISTOLE VENTRICOLARE** nei lembi delle **VALVOLE ATRIO-VENTRICOLARI** in apposizione occlusiva



## 2° TONO CARDIACO

è dovuto principalmente alla chiusura delle **VALVOLE SEMILUNARI** e coincide con l'inizio della **DIASTOLE VENTRICOLARE**

# ORIGINE e PROPAGAZIONE del BATTITO CARDIACO

La contrazione ritmica del cuore è detta **BATTITO CARDIACO**. L'impulso per la contrazione si genera nello specializzato **TESSUTO NODALE** che trovasi nella parete dell'**ATRIO DESTRO**

Ritmicamente impulsi vengono scaricati da questo

## NODO SENO-ATRIALE

(Avviatore primario o "Pacemaker")

L'onda di eccitamento si propaga attraverso la muscolatura di entrambi gli **ATRI**

che sono stimolati a contrarsi

L'impulso è raccolto da un altro ammasso di **TESSUTO NODALE** - il **NODO ATRIO-VENTRICOLARE**

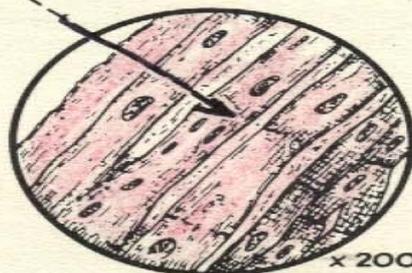
e distribuito dal **FASCIO di HIS** e dalle sue **branche**, situati al disotto dell'endocardio nel setto interventricolare, alla **RETE di PURKINJE**

Questa distribuisce l'impulso per la contrazione alla muscolatura di entrambi i **VENTRICOLI**.



L'Atrio Destro comincia a contrarsi prima dell'**ATRIO SINISTRO**.

Un anello di tessuto fibroso separa gli Atri dai Ventricoli. Il battito del cuore non si trasmette dagli Atri ai Ventricoli direttamente attraverso il **MIOCARDIO** ordinario.



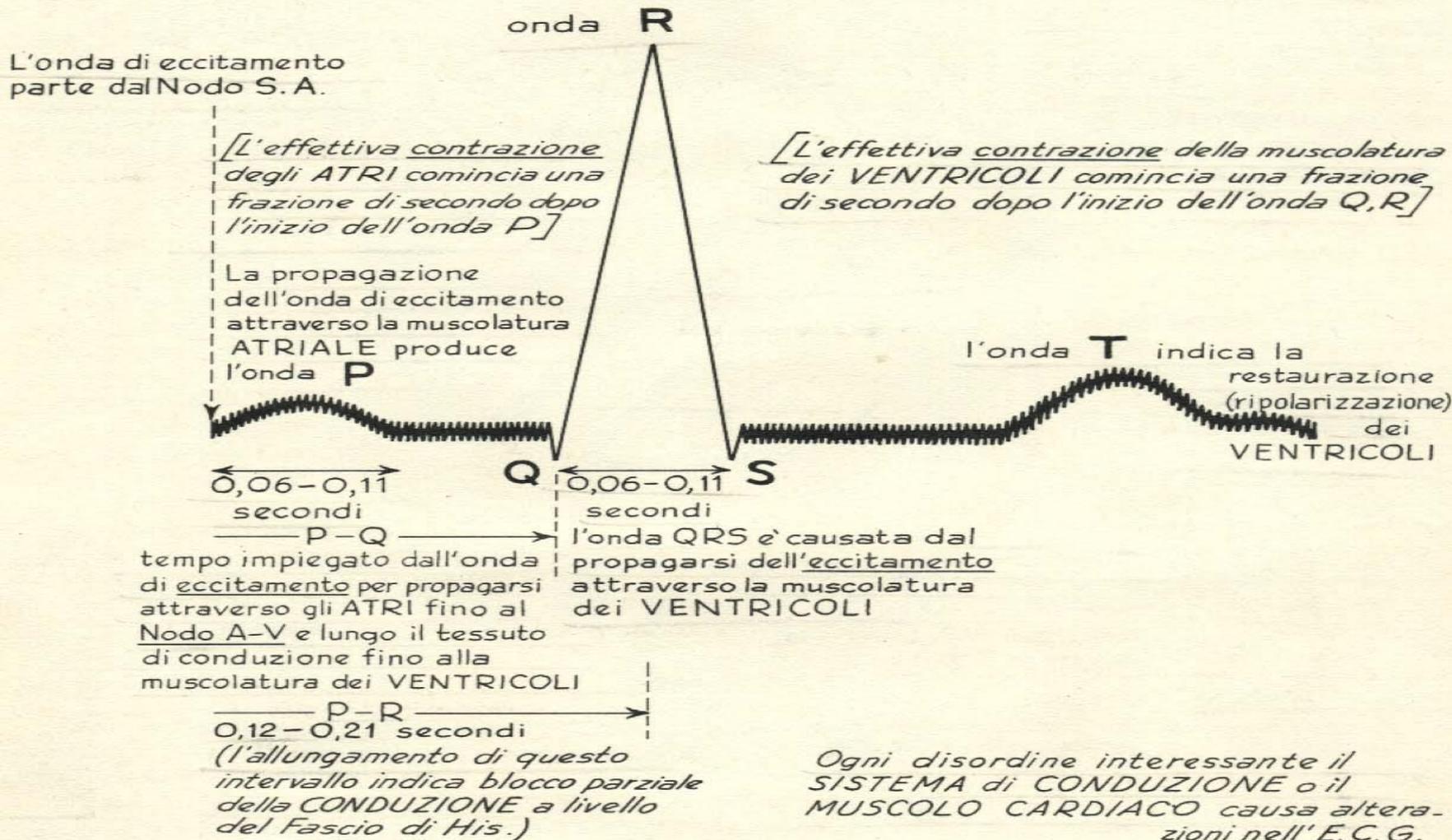
I due Ventricoli si contraggono simultaneamente.

L'onda di eccitamento è accompagnata da una variazione elettrica che è seguita, entro 0,02 secondi, dalla contrazione della muscolatura cardiaca.

# ELETTROCARDIOGRAMMA

L'onda di eccitamento propagantesi attraverso la parete del cuore è accompagnata da variazioni elettriche. (Come il Nervo e il Muscolo Scheletrico, la porzione di Muscolo Cardiaco in attivita' e elettricamente negativa rispetto alle porzioni ancora in riposo al di la' della zona di eccitazione.) Le correnti elettriche così prodotte giungono, per conduzione, alla superficie del corpo, donde possono essere captate, amplificate e registrate mediante uno speciale strumento l'ELETTROCARDIOGRAFO.

Il tracciato che si ottiene è l'ELETTROCARDIOGRAMMA : (E. C. G.)



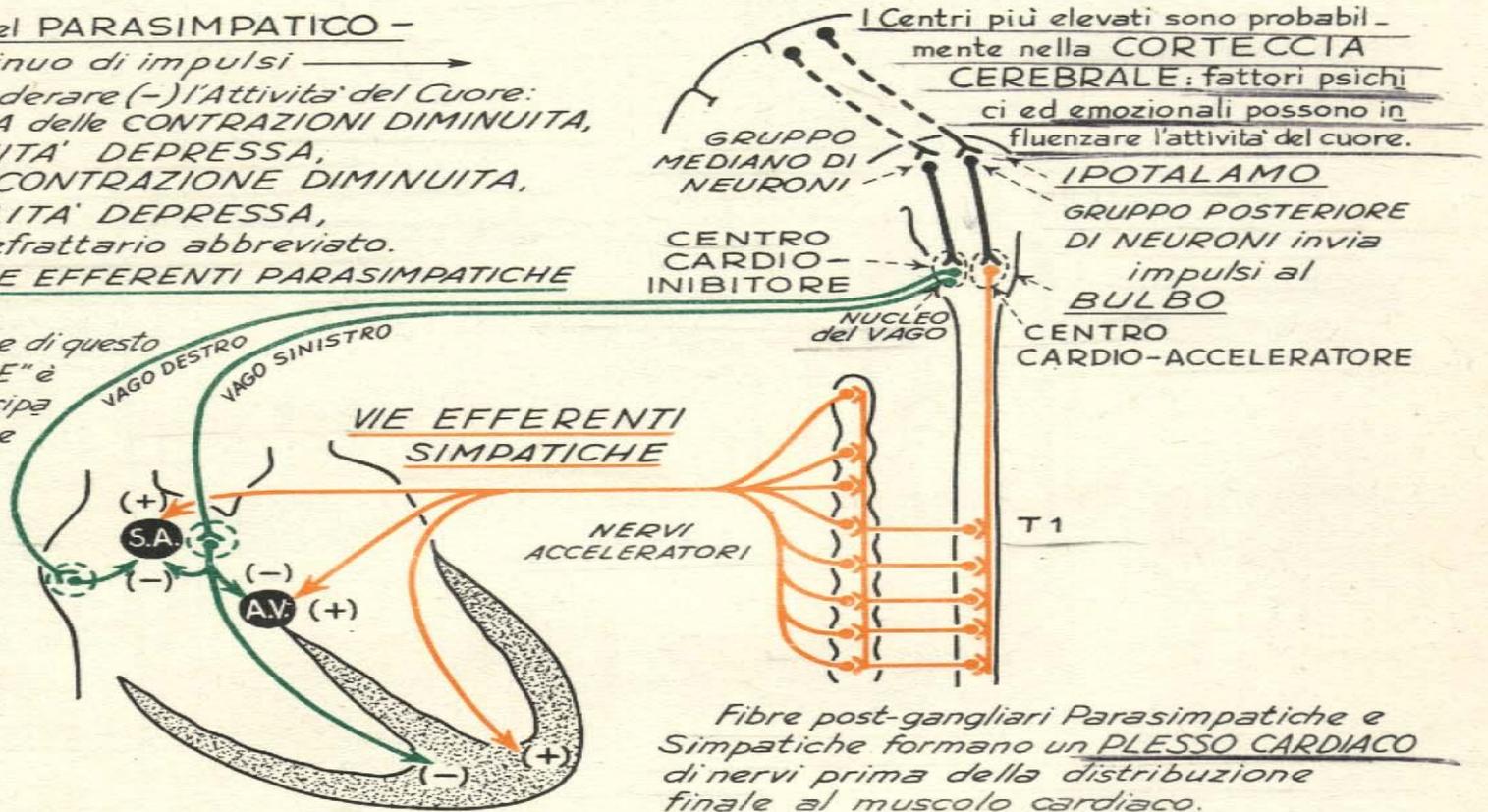
# REGOLAZIONE NERVOSA dell'ATTIVITÀ CARDIACA

Benche' il cuore origini da se' gli impulsi che ne determinano la contrazione, la sua attivita' e' finemente regolata, per venire incontro alle necessita' costantemente mutevoli dell'organismo, mediante impulsi nervosi provenienti dai CENTRI di CONTROLLO nell'ENCEFALO e nel MIDOLLO SPINALE attraverso le VIE EFFERENTI PARASIMPATICHE e SIMPATICHE.

## AZIONE del PARASIMPATICO -

Treno continuo di impulsi →  
 tende a moderare (-) l'Attivita' del Cuore:  
 FREQUENZA delle CONTRAZIONI DIMINUITA,  
 CONDUTTIVITA' DEPRESSA,  
 FORZA di CONTRAZIONE DIMINUITA,  
 ECCITABILITA' DEPRESSA,  
 Periodo Refrattario abbreviato.  
VIE EFFERENTI PARASIMPATICHE

[La variazione di questo "TONO VAGALE" e' il fattore principale di variazione della Frequenza Cardiaca]



## AZIONE del SIMPATICO -

Trasmette costantemente treni di impulsi →  
 tende a esaltare (+) l'Attivita' del Cuore:  
 FREQUENZA delle CONTRAZIONI AUMENTATA,  
 CONDUTTIVITA' ESALTATA,  
 FORZA di CONTRAZIONE AUMENTATA,  
 ECCITABILITA' ESALTATA,  
 Periodo Refrattario allungato.

Fibre post-gangliari Parasimpatiche e Simpatiche formano un PLESSO CARDIACO di nervi prima della distribuzione finale al muscolo cardiaco.

Il Parasimpatico e il Simpatico hanno effetti opposti sull'attivita' del cuore. Entrambi sono costantemente in azione ma finemente bilanciati per venire incontro alle necessita' dell'organismo.

Stimolazione del Simp.	} Esaltazione	} della Attivita' Cardiaca
Inibizione del Para.		
Stimolazione del Para.	} Inibizione	
Inibizione del Simp.		

# GETTATA CARDIACA

Il Volume di Sangue espulso dal cuore può essere misurato come segue:—

Un tubo semirigido è introdotto in una VENA del braccio e spinto fino al VENTRICOLO DESTRO—per prelevare un campione di SANGUE VENOSO MISTO—che ha ceduto parte del suo ossigeno ai tessuti.  
Si determina in questo il contenuto di OSSIGENO.  
poniamo che:  
100 ml di Sangue VENOSO contengano 14 ml di OSSIGENO

in questo caso:  
Ogni 100 ml di sangue acquistano 5 ml di OSSIGENO nel passare attraverso i polmoni.  
Il sangue nei polmoni assume dall'atmosfera 250 ml di OSSIGENO al minuto.

Debbono pertanto esserci  $\left(\frac{250}{5} \times 100\right)$  ml cioè 5000 ml di sangue che ad ogni minuto lasciano il Ventricolo Destro e passando attraverso i Polmoni giungono all'Atrio Sinistro per assumere questi 250 ml di OSSIGENO.

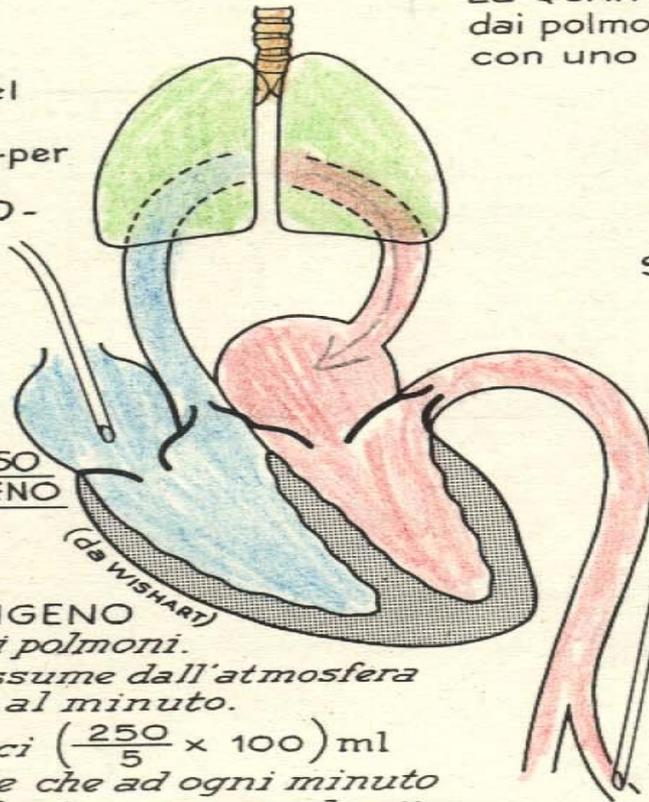
Nello stesso tempo uno stesso volume di sangue deve lasciare il Ventricolo Sinistro ed entrare nell'Aorta altrimenti il sangue comincerebbe subito a ristagnare nei polmoni. Cioè, se il cuore si contrae 72 volte al minuto:  
 $VOLUME\ SISTOLICO = \frac{5000}{72} \approx 70\text{ ml}$  per sistole di ciascun Ventricolo.

La QUANTITA' di OSSIGENO assunta dai polmoni in 1 minuto viene misurata con uno SPIROMETRO.

poniamo che:  
250 ml di OSSIGENO' vengano rimossi dai polmoni da parte del sangue ad ogni minuto.

Si introduce un ago in un'ARTERIA del braccio e si preleva un campione di SANGUE ARTERIOSO — che ha ricevuto nei polmoni il suo rifornimento di ossigeno.  
Si determina il contenuto di OSSIGENO.

poniamo che:  
100 ml di sangue ARTERIOSO contengano 19 ml di OSSIGENO



La Gettata Cardiaca può aumentare di molto (fino a 30 litri al minuto) nell'Esercizio fisico —

— in parte per aumento della Frequenza Cardiaca; in parte per aumento del Volume Sistolico.

# LA Pressione Sanguigna

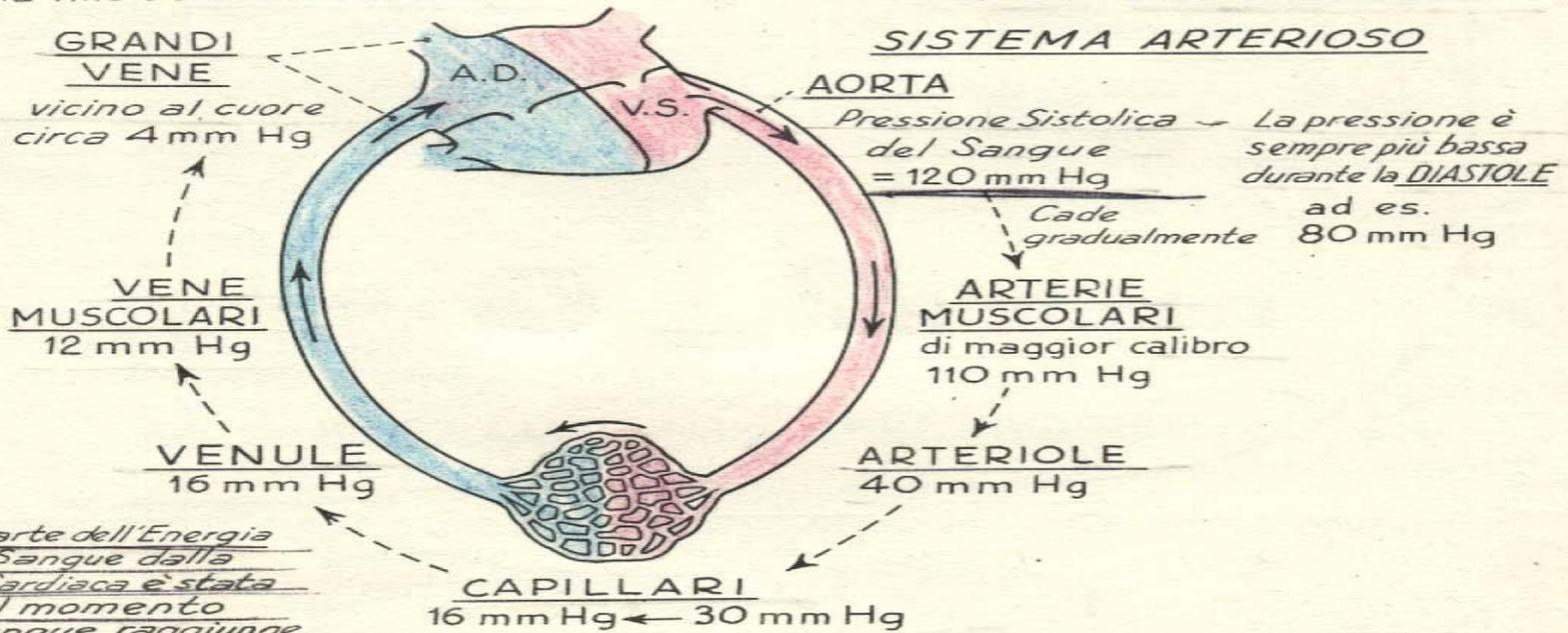
# PRESSIONE del SANGUE

Ciascun Ventricolo ad ogni sistole espelle, immettendoli a forza nei Vasi Sanguigni, circa 70 ml di sangue. Non tutto questo sangue può passare, attraverso le arteriole, nei capillari e nelle vene durante la contrazione ventricolare. Ciò comporta che 5/8 circa della **GETTATA CARDIACA** a ciascun battito debbono accumularsi nel settore arterioso durante la sistole per progredire poi durante la diastole. Le **ARTERIE di CONDUZIONE** sono sempre più o meno distese. Il passaggio del sangue dal settore arterioso a quello venoso incontra una **RESISTENZA PERIFERICA** dovuta principalmente ad un certo grado di contrazione ("Tono") della muscolatura liscia nella parete delle Arteriole. (Il **calibro di questi vasi è regolato dall'azione del Sistema Nervoso Parasimpatico e Simpatico**. - [vedi pagine 95-97]).

Questi fattori sono responsabili della considerevole pressione del sangue nel **Sistema Arterioso**. La pressione giunge al massimo all'acme della contrazione del cuore: **PRESSIONE SISTOLICA del SANGUE**. E al minimo quando il cuore è rilasciato: **PRESSIONE DIASTOLICA del SANGUE**.

La pressione è **MINIMA** quando il sangue viene drenato nell'**ATRIO DESTRO** alla fine della **DIASTOLE**.

La pressione è **MASSIMA** quando il sangue lascia il **VENTRICOLO SINISTRO** alla fine della **SISTOLE**.



La maggior parte dell'Energia impartita al Sangue dalla Contrazione Cardiaca è stata già spesa al momento in cui il sangue raggiunge il settore venoso della circolazione.

Nota: - Ogni alterazione del VOLUME TOTALE o della VISCOSITA' del SANGUE inciderà anche sulla PRESSIONE del SANGUE.

# ARTERIE ELASTICHE

Le grandi ARTERIE di CONDUZIONE vicine al CUORE sono ARTERIE ELASTICHE

Cosa avviene durante

la SISTOLE ?

Quando i Ventricoli si contraggono

la pressione nel cuore aumenta

le VALVOLE AORTICHE sono forzate ad aprirsi

il Sangue è cacciato a forza nella AORTA

le PARETI dell'AORTA vengono distese per accogliere gran parte del sangue espulso

l'AORTA funziona come un "SERBATOIO", le sue pareti "accumulando" energia derivante dalla contrazione del cuore.

e durante la DIASTOLE ?

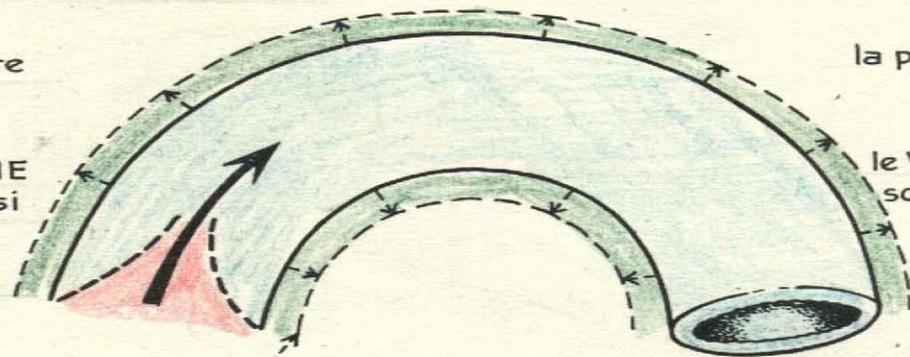
Quando i Ventricoli si rilasciano

la pressione nel cuore diminuisce

le VALVOLE AORTICHE sono spinte a chiudersi

le PARETI dell'AORTA si retraggono alla posizione iniziale così spingendo in avanti il sangue mentre il cuore è in riposo

l'AORTA funziona come "POMPA SUSSIDIARIA", le sue pareti "spendendo" l'energia già "accumulata" e derivante dalla contrazione cardiaca.



Allorchè il sangue viene espulso dal cuore durante la sistole, l'aumento di pressione e la distensione che si originano nell'aorta si propagano lungo tutto il sistema arterioso come un'onda — l'onda del polso.

L'espansione e la successiva retrazione della parete dell'arteria radiale costituiscono "il polso" palpabile nella regione radio-carpica.

*Un forte aumento della Pressione Sanguigna può aversi se queste pareti perdono con l'età, o per malattia, parte della loro elasticità e non possono più distendersi prontamente per accogliere tanta parte della gettata cardiaca durante la sistole.*

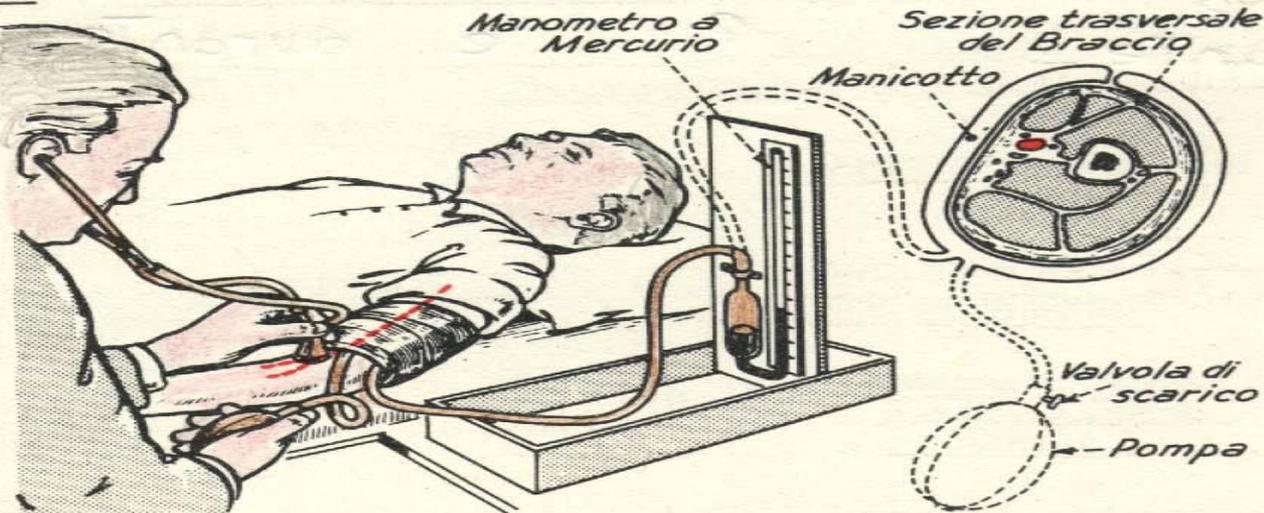
# MISURA della PRESSIONE ARTERIOSA

La Pressione Arteriosa viene misurata nell'uomo mediante lo SPHIGMOMANOMETRO.

Questo consta di un MANICOTTO di GOMMA (ricoperto di stoffa) che viene avvolto attorno al BRACCIO sopra l'ARTERIA BRACHIALE.

Un tubo connette l'interno del manicotto con un MANOMETRO a MERCURIO.

Un altro tubo connette l'interno del manicotto con una POMPA azionata a mano, munita di VALVOLA di scarico.



## METODO

Si pompa aria nel manicotto fino a che la pressione in questo diventi maggiore di quella vigente nell'arteria anche durante la sistole cardiaca—

— L'arteria pertanto resta occlusa durante la [Contemporaneamente l'aria mantiene sollevata la colonna di mercurio nel manometro].

Aperto la valvola della pompa, la pressione nel manicotto gradualmente viene ridotta fino a un valore appena inferiore a quello della pressione massima nell'arteria—

— Un po' di sangue comincia allora a passare durante la

A questo punto mediante lo STETOSCOPIO cominciano a udirsi DEBOLI e ritmici BATTITI. L'altezza del mercurio in millimetri è presa come misura della Pressione SISTOLICA (ad es. 120 mmHg).

La pressione nel manicotto viene ridotta ulteriormente fino a che diventi appena inferiore alla pressione più bassa vigente nell'arteria verso la fine della diastole (cioè subito prima del successivo battito cardiaco)—

— Il sangue fluisce ora liberamente durante la 1 battiti non sono più udibili. L'altezza del mercurio nel manometro in questo momento viene presa come misura della Pressione DIASTOLICA (ad es. circa 80 mm Hg).

I valori della pressione arteriosa variano con il SESSO, l'ETA', l'ATTIVITA' MUSCOLARE, il SONNO, etc.



# VASI SANGUIGNI

Sistema di tubi attraverso i quali la pompa cardiaca fa circolare il sangue.

## SETTORE VENOSO

**GRANDI VENE** — Riportano il sangue AL cuore



**VENE MUSCOLARI**

Reflusso di sangue impedito da valvole



**VENULE**

Raccolgono l'efflusso dal letto Capillare



## VASI CONDUTTORI

Il sangue è immesso DAL cuore nelle

Le fibre elastiche vengono estese nella SISTOLE per l'aumento di pressione e si retraggono nella DIASTOLE



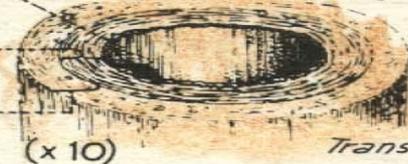
**VASI**

## COLLETTORI e DISTRIBUTORI

STRATI della PARETE VASCOLARE

TUNICA INTIMA (assetto longitudinale)	Endotelio Lamina Elastica Interna
TUNICA MEDIA (assetto circolare)	Muscolatura Liscia Tessuto Fibroso
TUNICA AVVENTIZIA (assetto longitudinale)	Lamina Elastica Est. Tessuto Fibroso

La muscolatura liscia si contrae o rilascia per variare il Calibro e controllare la fornitura di sangue a un organo o a una regione



Transizione graduale

La muscolatura liscia si contrae o rilascia per controllare l'afflusso al proprio letto Capillare

**ARTERIOLE**

## PORZIONE "FUNZIONALE" DELLA CIRCOLAZIONE

**CAPILLARI**

(x 500)



Soltanto dai CAPILLARI il Sangue può cedere ai tessuti nutrimento ed ossigeno; come pure ricevere da essi prodotti di rifiuto e anidride carbonica.

# REGOLAZIONE NERVOSA delle ARTERIE MUSCOLARI e delle ARTERIOLE

La Muscolatura Liscia delle *Arterie Muscolari* e delle *Arteriole* può contrarsi o rilassarsi per modificare il calibro vasale, e così adattare la distribuzione del sangue alle necessità continuamente mutevoli delle diverse parti del corpo mantenendo invariata la pressione sanguigna sistemica.

## SCHEMA GENERALE di AZIONE

### Stimolazione del SIMPATICO

(con inibizione concomitante del PARASIMPATICO) produce **VASODILATAZIONE**

e

### VASOCOSTRIZIONE

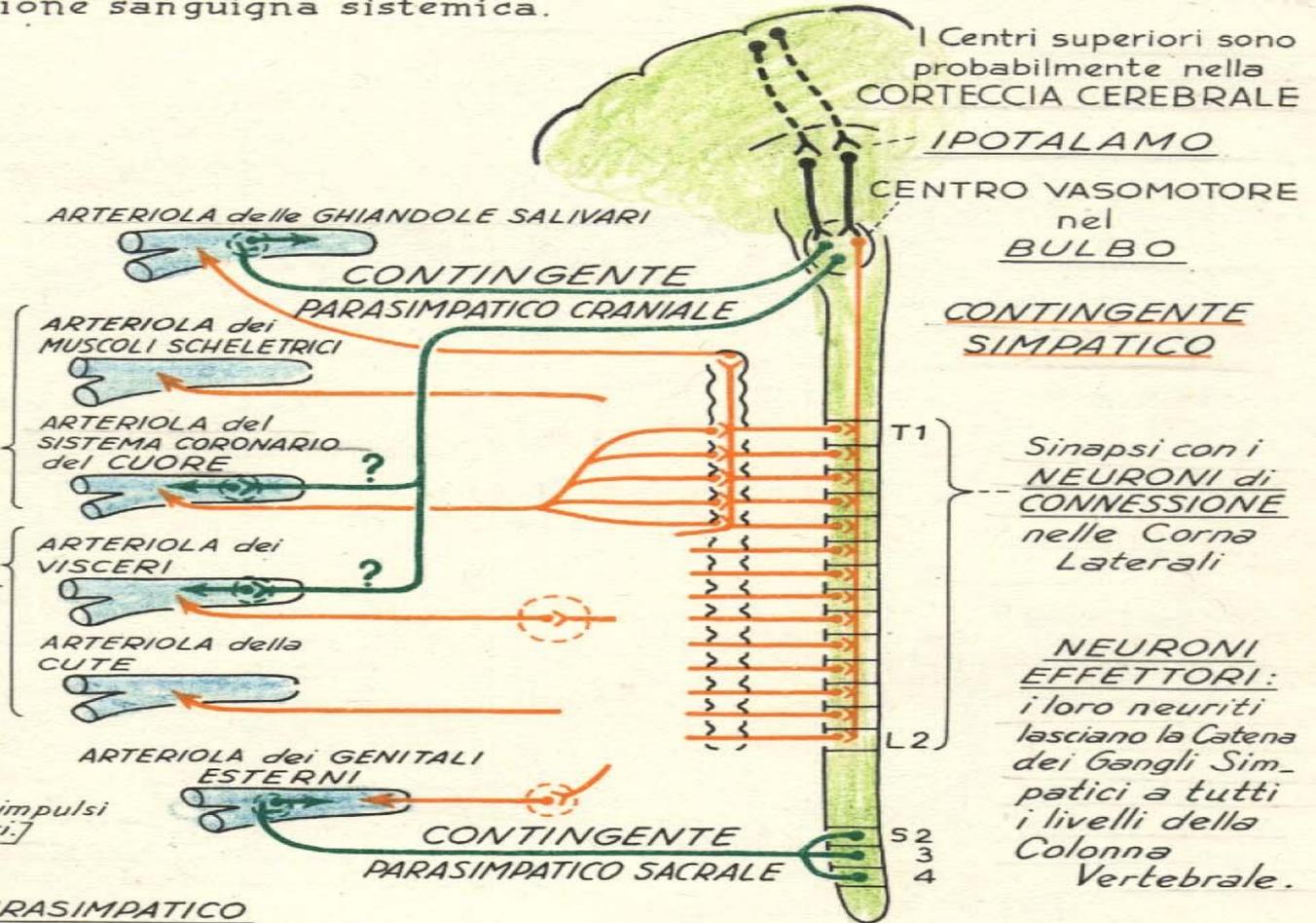
Cioè l'EFFETTO GENERALE nell'organismo è quello di **VASOCOSTRIZIONE**

→ innalzamento della Pressione Sanguigna. [In questi vasi la vasodilatazione sembra prodursi passivamente (la pressione sanguigna stessa li fa dilatare) allorché si riducono gli impulsi simpatici vasocostrittori.]

### Stimolazione del PARASIMPATICO (con inibizione del SIMPATICO)

sembra provocare **VASODILATAZIONE** solo nei vasi delle **GHIANDOLE SALIVARI** e dei **GENITALI ESTERNI**.

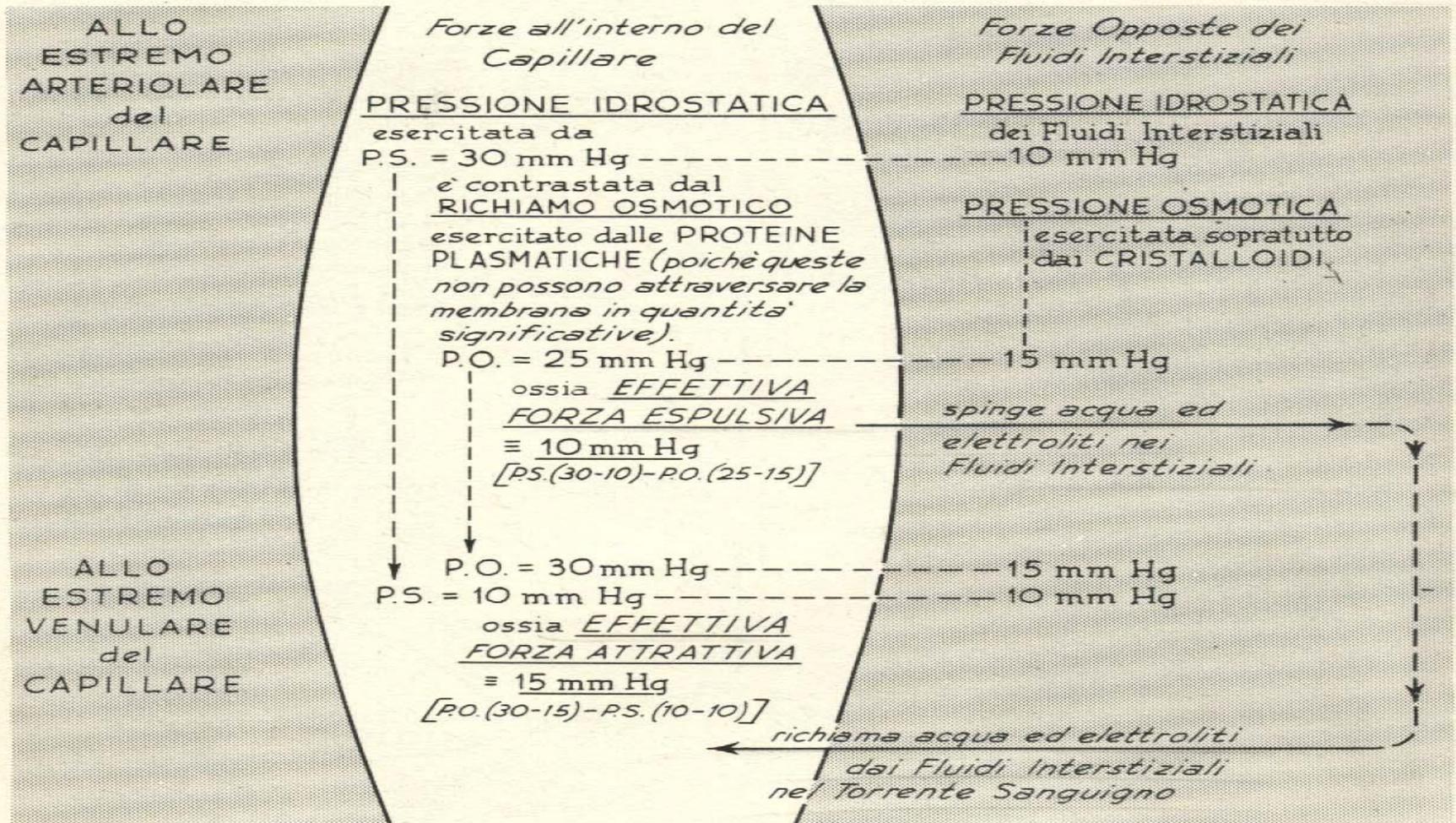
Le Vene, e in qualche misura i Capillari, hanno una innervazione analoga. Tuttavia, il Controllo Nervoso di questi vasi sembra essere meno importante di quello delle Arterie Muscolari e delle Arteriole.



# CAPILLARI

Il sangue viene distribuito dalle *Arteriole* ai *Capillari*. Attraverso la parete semi-permeabile dei *Capillari* il Sistema Circolatorio realizza la sua ragion d'essere.

FORZE determinanti SCAMBIO di ACQUA e di ELETTROLITI tra SANGUE e FLUIDI INTERSTIZIALI dei TESSUTI



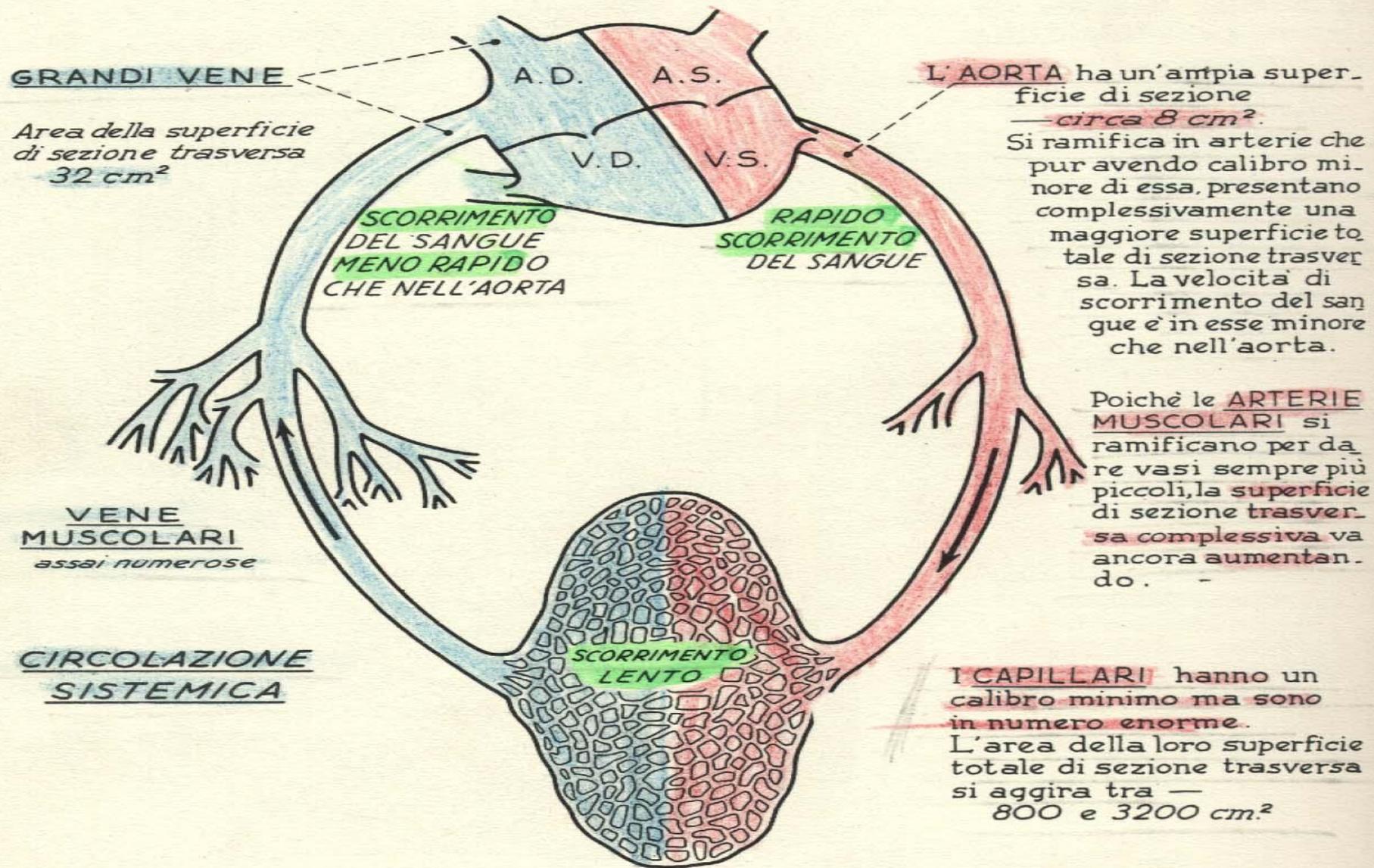
Questi scambi nei Capillari determinano un continuo "rimaneggiamento" e rinnovo dei **FLUIDI INTERSTIZIALI**.

Nota: P.S. = Pressione del sangue.

P.O. = Pressione osmotica (= colloidale - osmotica) esercitata dalle proteine del plasma.

# SCORRIMENTO del SANGUE

La velocità di scorrimento del sangue varia nelle diverse parti del sistema vascolare. Essa è elevata nei grandi vasi; più bassa nei piccoli. [Più ampia è la superficie di sezione trasversa totale considerata, più bassa la velocità di scorrimento.]



# IL SANGUE

The image features the title 'IL SANGUE' in a bold, sans-serif font. Each letter is filled with a different color from a rainbow spectrum: 'I' is purple, 'L' is pink, 'S' is orange, 'A' is yellow, 'N' is light green, 'G' is teal, 'U' is blue, and 'E' is magenta. The letters have a white outline and cast a soft, grey shadow to their right. The background is a dark blue gradient with some faint, abstract white and blue lines on the left side.

# SANGUE

Il sangue è il tessuto fluido specializzato del **SISTEMA** di **TRASPORTO**.  
 [Densità: 1,055-1,065; pH: 7,3-7,4; Volume medio: 5 litri, varia col peso corporeo (circa il 7,7% del peso corporeo)].

## COMPOSIZIONE

## FUNZIONI CORRISPONDENTI

### (a) PLASMA 55%

Liquido quasi limpido,  
 color giallo paglierino  
**ACQUA 90%**

### SOLIDI

PLASMA-  
 PROTEINE  
 6-7%

Prodotte  
 soprattutto nel Fegato

PROTEINE  
 REGOLATRICI  
 e PROTETTIVE

SOSTANZE  
 INORGANICHE  
 0,9%

SOSTANZE  
 ORGANICHE

GAS  
 RESPIRATORI

LEUCOCITI

PLASMA  
 55%

ERITROCITI

45%

### (b) CELLULE 45%

Più pesanti del plasma,  
 sedimentano al fondo del campione.

GLOBULI BIANCHI del SANGUE (5000-10000 /mm<sup>3</sup>)

GLOBULI ROSSI del SANGUE (4,2-6,4 milioni/mm<sup>3</sup>)

PIASTRINE (Trombociti) (250000-500000/mm<sup>3</sup>)

Siero Albumina 4%

Siero Globulina 2,7%

Fibrinogeno 0,3%

Ormoni  
 Anticorpi  
 Enzimi

Sodio  
 Cloruro  
 Calcio  
 Potassio  
 Bicarbonato  
 Iodio, Ferro

Materiali di Rifiuto  
 ad es. Urea, Acido Urico,  
 Xantina, Creatina,  
 Creatinina, Ammoniaca.  
 Materiali Nutritivi  
 ad es. Aminoacidi  
 Glicoso,  
 Grassi, Colesterolo

Ossigeno  
 Anidride carbonica

Trasporto di  
 BILIRUBINA,  
 LIPIDI, STEROIDI.  
 Trasporto di  
 FERRO e RAME  
 nel PLASMA.  
 Implicite nella  
 produzione di  
 Anticorpi.  
 Precursore della  
 Fibrina che forma

Esercitano una **PRESSIONE OSMOTICA** di 25-30 mm Hg-  
 importante nella regolazione del  
**VOLUME** del SANGUE e nel **BILAN-**  
**CIO** dei **LIQUIDI** dell'**ORGANISMO**.  
 Responsabili della **VISCOSITA'**  
 del SANGUE (importante nel  
 mantenimento della **Pressione**  
 Sanguigna).

Impalcatura del **COAGULO SANGUIGNO**  
 Messaggeri Chimici dalle  
 Ghiandole Endocrine.

(Importanti nella **coordinazione**  
 e nel **controllo delle attività**  
 Corporee).

Importanti nelle **Reazioni**  
 Immunitarie.  
 Contribuiscono alla **Viscosità**  
 del Sangue.

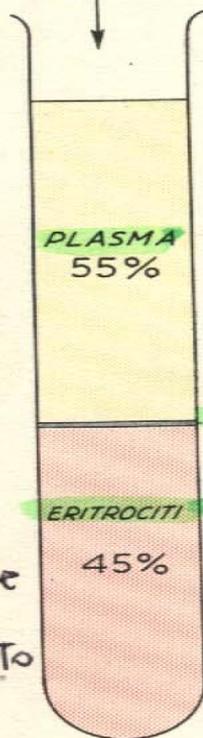
Prodotti dell'**Attività** dei  
 Tessuti: trasportati da qui  
 al **rene** (e **alla cute**) per **escrezione**.

Sostanze nutritive in soluzione  
assorbite dall'intestino, traspor-  
 tate ai tessuti per **utilizzazione**  
 e **accumulo**.

Piccole quantità di ossigeno  
 inspirato in soluzione, anidride  
 carbonica in soluzione e come  
 bicarbonato trasportata ai  
 polmoni per **l'inspirazione**.

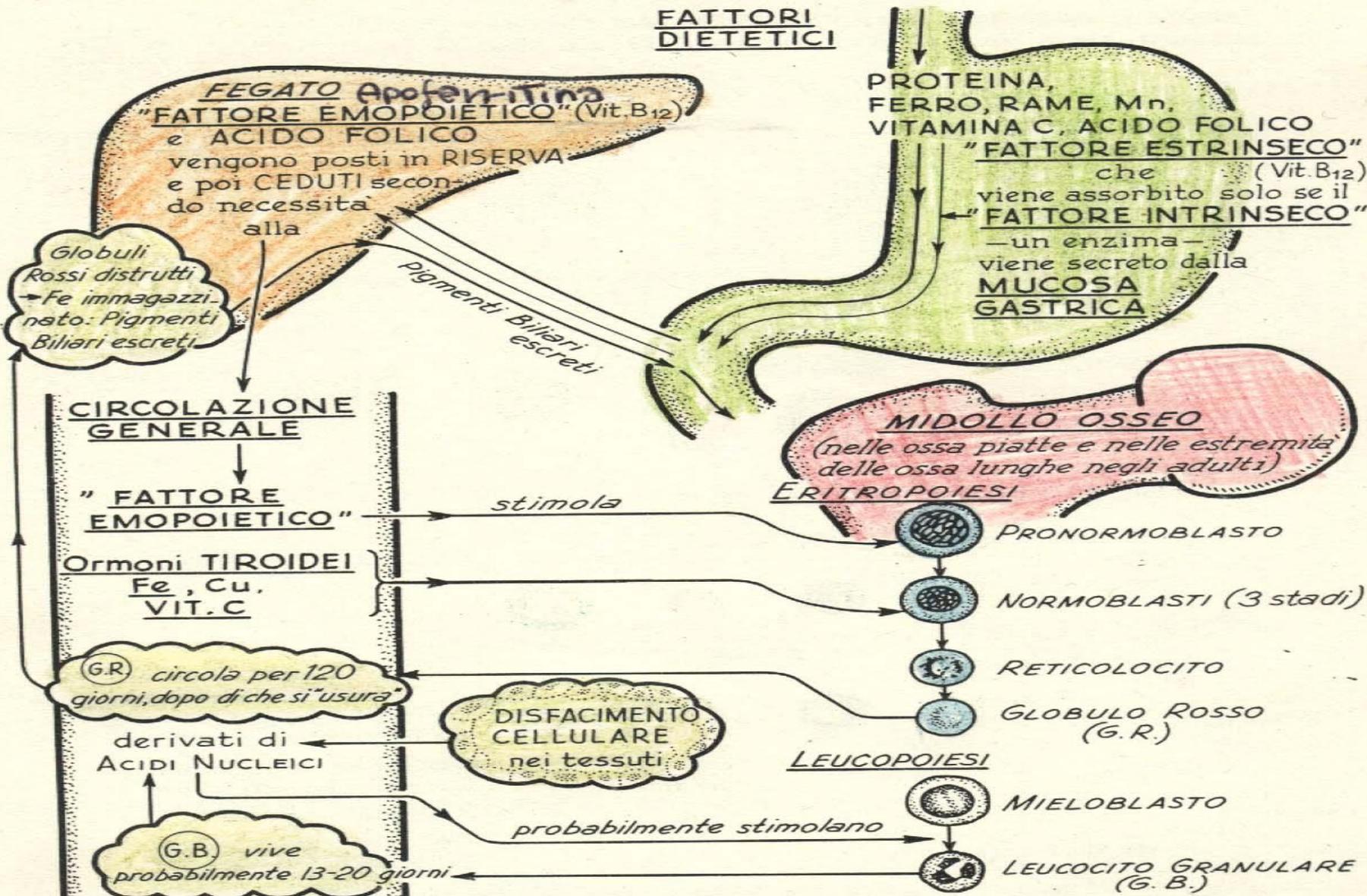
----- Difesa contro i Batteri.  
 ----- Trasporto di Ossigeno e CO<sub>2</sub>.  
 ----- Importanti per una Normale  
 Coagulazione.

Campione di  
 Sangue reso  
 incoagulabile  
 (mediante  
 l'aggiunta di un  
 Anticoagulante)  
 e lasciato  
 sedimentare



Tale valore  
 è detto  
**Ematocrito**

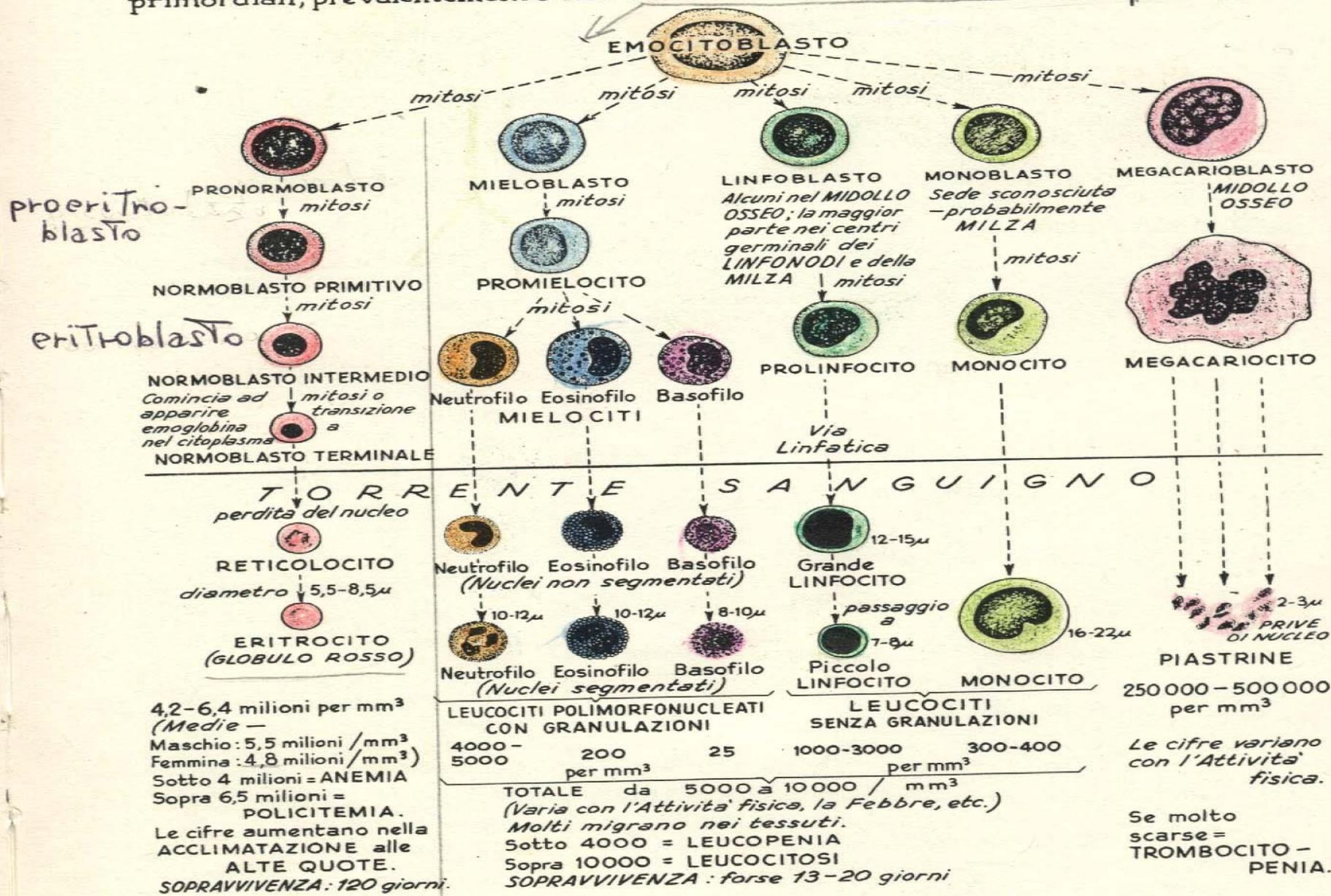
# FATTORI INDISPENSABILI per la NORMALE EMOPOIESI



Nel normale stato di salute il numero dei G.R. e la quantità di Hb in ciascuno di essi contenuta restano assolutamente costanti. La distruzione dei globuli rossi invecchiati viene bilanciata dalla formazione dei nuovi.

# EMOPOIESI

Nell'adulto gli elementi figurati del Sangue si sviluppano da **CELLULE RETICOLARI** primordiali, prevalentemente nel **MIDOLLO ROSSO** delle **OSSA piatte**



# COAGULAZIONE del SANGUE

Il sangue normalmente non coagula nei vasi sanguigni sani.  
Quando il sangue esce dai vasi subisce una serie di modificazioni che portano alla COAGULAZIONE.

La TEORIA CLASSICA di MORAWITZ riconosceva l'interazione di 4 FATTORI

**TROMBOPLASTINA** <sup>III</sup>

Un enzima che si ritiene sia liberato dalle cellule danneggiate

agente sulla

**PROTROMBINA** <sup>II</sup>

in presenza di  $K^+$

Una proteina plasmatica —  
precursore della Trombina —  
si forma nel fegato

Attualmente si ammettono 2 fonti separate di TROMBOPLASTINA nell'organismo — ciascuna risultante da una complessa sequenza di reazioni implicanti numerosi FATTORI.

## Nel PLASMA SANGUIGNO

Fattore di Hageman (XII)  
Precursore della tromboplastina plasmatica (XI)  
Fattore V  
Fattore VIII (Globulina Antiemofilica)  
Piastrine  
Fattore IX (Fattore di Christmas)  
Fattore X (Fattore di Stuart-Prower)  
Calcio

**TROMBOPLASTINA INTRINSECA**

## Nei TESSUTI

Fattore V  
Lesione tessutale  
Fattore VII  
Fattore X (Fattore di Stuart-Prower)  
Calcio

**TROMBOPLASTINA ESTRINSECA**

in presenza di

ioni **CALCIO** <sup>IV</sup>

che caratterizzano l'ambiente elettrolitico nel quale la coagulazione può aver luogo.

**TROMBINA** <sup>I</sup> che agisce sul **FIBRINOGENO**  
(PROTEINA SOLUBILE FORMATA NEL FEGATO)

FIBRINA insolubile depositata come sottili filamenti per formare la **IMPALCATURA del COAGULO SANGUIGNO**

Piastrine che aderiscono alle intersezioni dei filamenti di fibrina

**ADESIONE e RETRAZIONE del COAGULO**  
**ESPRESSIONE del SIERO**

Entrambi i meccanismi appaiono necessari per

**L'EMOSTASI FISIOLÓGICA**

(cioè cessazione del sanguinamento quando si produce una ferita)

richiede inoltre

# GRUPPI SANGUIGNI

Nel PLASMA di alcuni individui sono presenti sostanze che possono provocare l'AGGLUTINAZIONE (coalescenza) e la susseguente EMOLISI (distruzione) dei GLOBULI ROSSI di altri individui.

Se tali reazioni seguono una TRASFUSIONE SANGUIGNA i due sangui sono detti INCOMPATIBILI.

Due FATTORI sono implicati in una reazione di AGGLUTINAZIONE:--

Un AGGLUTINOGENO presente nei Globuli Rossi del DONATORE } ad es. A } o B }  
 Una AGGLUTININA specifica presente nel Plasma del RICEVENTE }  $\alpha$  } o  $\beta$  }

Ovviamente nessuna di tali combinazioni si verifica in condizioni naturali, altrimenti ne risulterebbe un'autoagglutinazione.

## Nel Sistema ABO

La SPECIE UMANA è divisa in 4 GRUPPI principali

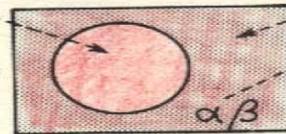
denominati in base al

FATTORE specifico del Gruppo Sanguigno o AGGLUTINOGENO presente nel GLOBULO ROSSO

Le AGGLUTININE specifiche naturalmente presenti appartengono alle GLOBULINE del PLASMA

(46%) O

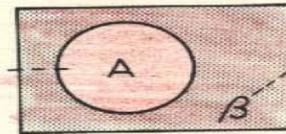
\* Nessun AGGLUTINOGENO



AGGLUTININE  $\alpha$  e  $\beta$   
 Pertanto un individuo di questo gruppo non può ricevere sangue A, B o AB.

(42%) A

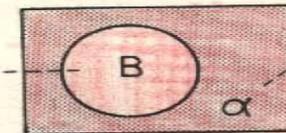
AGGLUTINOGENO A  
 è un antigene glicoproteina



AGGLUTININA  $\beta$  (o Anti-B)  
 può ricevere sangue A o O ma non B o AB.

(9%) B

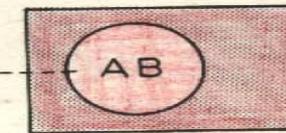
AGGLUTINOGENO B



AGGLUTININA  $\alpha$  (o Anti-A)  
 può ricevere impunemente, sangue B o O ma non A o AB.

(3%) AB

AGGLUTINOGENI A e B



Nessuna AGGLUTININA  
 Pertanto non può agglutinare alcuna emazia e può ricevere sangue da donatori di qualsiasi gruppo.

In Pratica è importante che le emazie del DONATORE non vengano agglutinate dal plasma del RICEVENTE. L'agglutinazione delle emazie del Ricevente ad opera delle agglutinine del Donatore si verifica con minore probabilità.

In questi gruppi principali esistono dei sottogruppi. Essi devono essere presi in considerazione nella pratica trasfusionale.

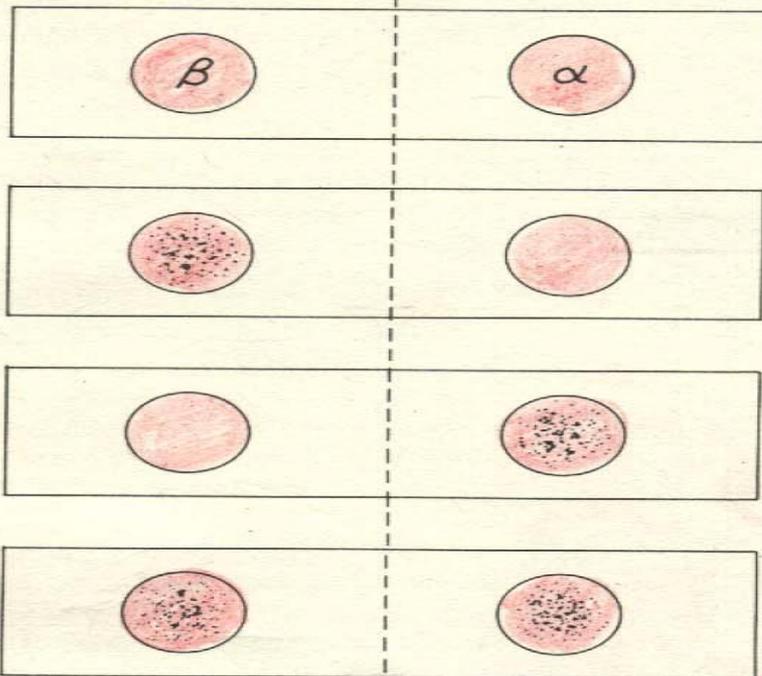
# GRUPPI SANGUIGNI

Per determinare il Gruppo Sanguigno cui un individuo appartiene occorrono solamente **DUE SIERI EMODIAGNOSTICI** e i **GLOBULI ROSSI** da classificare.

Una **GOCCIA** di **SIERO** di **GRUPPO A** ed una di **SIERO** di **GRUPPO B**. Ad ogni siero si aggiunge una sospensione di **EMAZIE** in soluzione fisiologica, cioè si aggiungono solo **AGGLUTINOGENI**.

(su un vetrino) *[N.B. Queste goccioline di Siero NON contengono Globuli Rossi: sono presenti solo le AGGLUTININE].*

**SIERO GRUPPO A** | **SIERO GRUPPO B**



**GRUPPO O** Le emazie NON danno alcuna agglutinazione perchè in queste cellule **NESSUN AGGLUTINOGENO** è presente che reagisca con le **AGGLUTININE** dei sieri test.

**GRUPPO B** Le emazie (presente l'**AGGLUTINOGENO B**) danno agglutinazione con siero di **GRUPPO A** — poiché l'**AGGLUTININA** specifica Anti-B ( $\beta$ ) è presente nel primo siero test.

**GRUPPO A** Le emazie danno agglutinazione con siero di **GRUPPO B** — poiché l'**AGGLUTININA** specifica Anti-A ( $\alpha$ ) è presente in questo siero.

**GRUPPO AB** Le emazie vengono agglutinate da ambedue i sieri test.

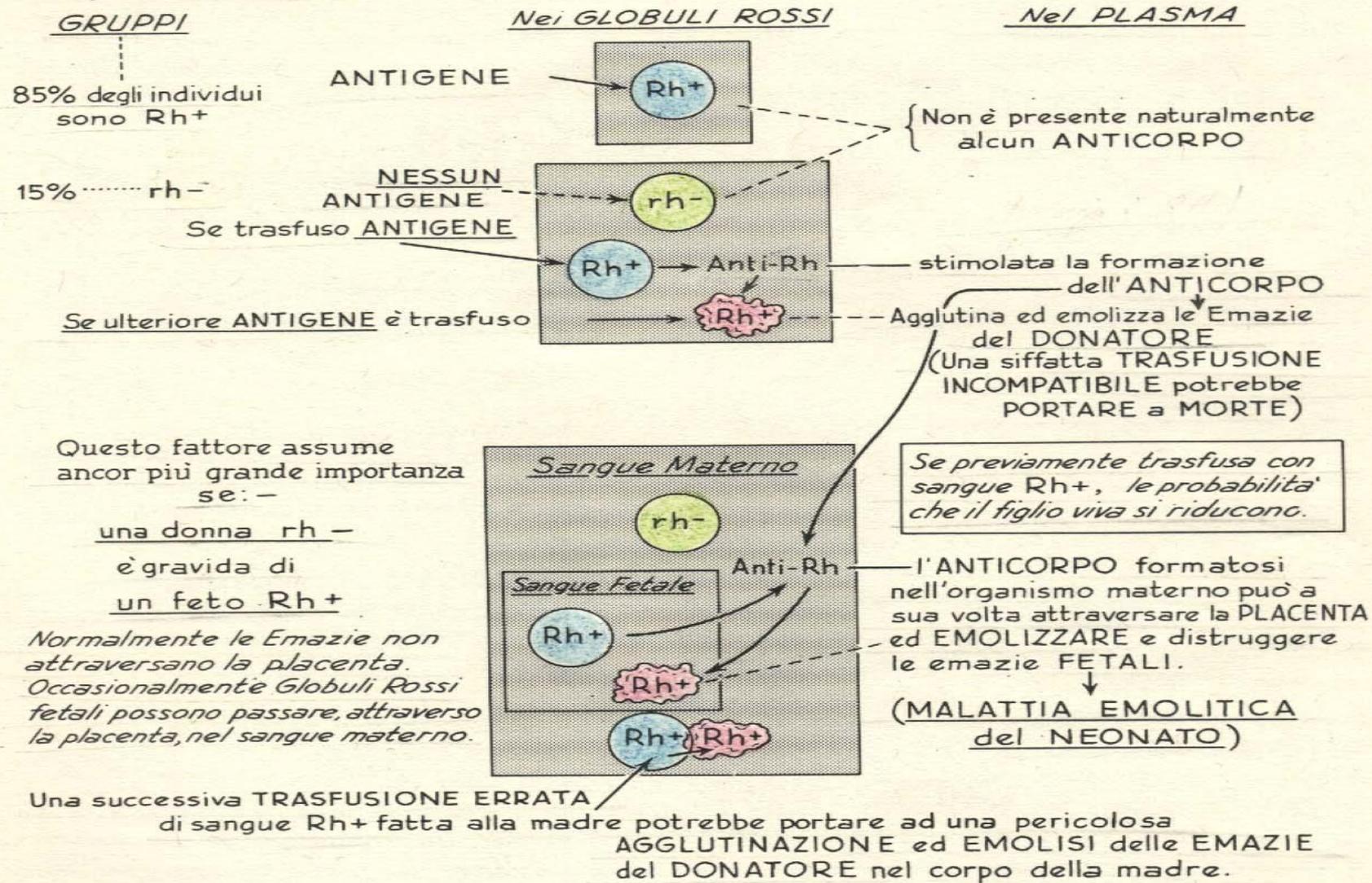
Una volta determinato con questo metodo il Gruppo Sanguigno, il Sangue del Donatore viene sempre cimentato direttamente con il Sangue del Paziente per evitare incompatibilità di sottogruppo. L'**AGGLUTINAZIONE** è usualmente visibile al microscopio entro pochi minuti. Le cellule agglutinate appaiono come grani di pepe di Cayenna in un liquido limpido. Se non ha luogo alcuna agglutinazione il fluido resta uniformemente

Se ad un paziente viene trasfuso sangue incompatibile, coaguli di eritrociti possono bloccare piccoli vasi sanguigni in organi vitali, ad es. polmoni o cervello. La susseguente emolisi (distruzione) delle cellule agglutinate può portare alla presenza di Emoglobina nell'Urina e, in fine, a Insufficienza Renale e Morte.

# FATTORE RHESUS

Sono stati dimostrati oltre 50 differenti FATTORI di GRUPPI SANGUIGNI.  
Non tutti sono importanti nella pratica trasfusionale.

Importante è il FATTORE RHESUS



Questo sistema comprende molti sottogruppi.

**FINE**