

COOL HEART FACTS

Animals with **3** chambers include FROGS AND LIZARDS

BIRDS AND MAMMALS have **4** chambers

OCTOPUSES have **3** hearts

DOGS have a larger heart to body mass ratio than all other mammals

PYTHON hearts grow **bigger** at meal times

Sistema cardiocircolatorio

Cuore e vasi

Prof.ssa Pia Lucidi

Laboratorio di Cognizione e Benessere Animale
RICEVIMENTO: piucidi@units.it

1

- Curious facts about the heart of the animals -

Going slow for hibernation: Bears decrease their heart rate from 40 bpm to 8 bpm during hibernation periods.

The quickest heart: Hummingbirds have the fastest heart rate among all vertebrates: 1260 bpm

Two extra hearts: Octopuses have 3 hearts: two brachial hearts and one systemic heart.

Getting bigger when needed: Pythons and other reptiles double their heart size after breaking a prolonged fast.

An extra cardiac valve: Crocodiles use an extra heart valve to derive blood back into the body instead of the lungs.

The highest blood pressure: Giraffes have blood pressures around 280/180 mmHg. Their hearts weight up to 12 kg.

The biggest and slowest heart: The heart of a blue whale beats only 8 times every minute and weights up to 500 kg.

Healing the damaged heart: Zebrafish can regenerate as much as 20% of the heart after damage in only 2 months.

2016, www.cardio-research.com

2

Concetti chiave

- Sistema elettrico cardiaco
 - perché un secondo nodo (atrio-ventricolare)?
- Potenziali di azione cardiaci
 - rapidi, lenti
- Funny channels
- ECG
- Fonocardiogramma
- Frequenza cardiaca

3

Cellule cardiache

- Tessuto autoritmico in «nodi»
- Tessuto di conduzione in fasci e reti
- Tessuto miocardico contrattile

Cellule del nodo SA

Corrente elettrica

Potenziale di membrana della cellula autoritmica

Potenziale di membrana della cellula contrattile

Cellula contrattile

Dischi intercalari con giunzioni comunicanti

Le depolarizzazioni delle cellule autoritmiche si propagano rapidamente alle cellule contrattili adiacenti attraverso le giunzioni comunicanti.

7

Attività elettrica cardiaca

Sinus Node

RIGHT ATRIUM

LEFT ATRIUM

AVN (Atrioventricular Node)

His Bundle

RIGHT BUNDLE BRANCH

LEFT BUNDLE BRANCH

RIGHT VENTRICLE

LEFT VENTRICLE

Electrical impulse spreads from Sinus Node throughout Left and Right Atria

Electrical impulse spreads from Bundle Branches throughout Left and Right Ventricles

La contrazione di atri e ventricoli è coordinata da un sistema elettrico, che fa parte del cuore stesso. È costituito da **pacemaker**:

- nodo SA** si attiva 60-100 battiti/min
- nodo AV** rallenta il segnale elettrico 40-60 battiti/min
- Fasci di His e rete del Purkinje** 25-45 battiti/min

La ripolarizzazione avviene in ordine inverso!

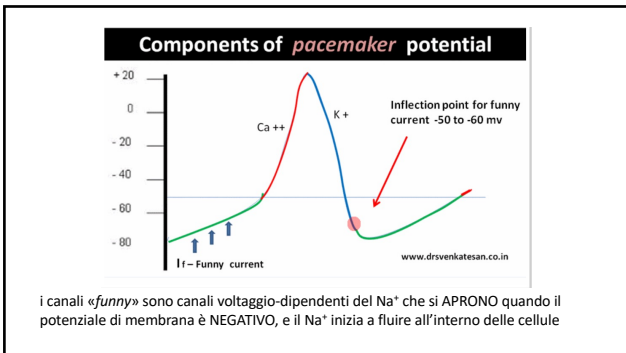
L'intero ciclo dura circa 400 millisecondi (dall'attivazione del nodo SA alla completa depolarizzazione dei ventricoli)

9

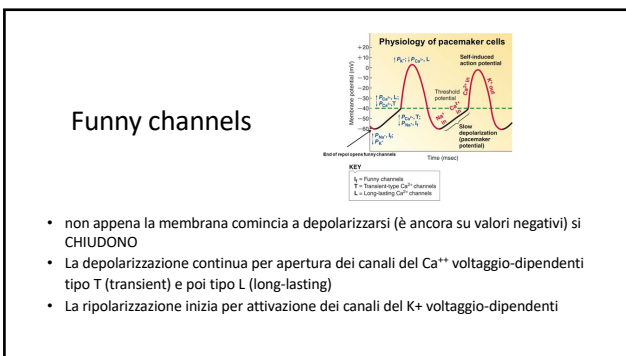
Significato funzionale dell'organizzazione elettrica del cuore

- Generare contrazioni separate ma sincronizzate di AA e VV
- La bassa velocità di conduzione del nodo AV permette che:
 - la contrazione atriale preceda quella ventricolare
 - tutto il sangue fluisca dagli atri ai ventricoli

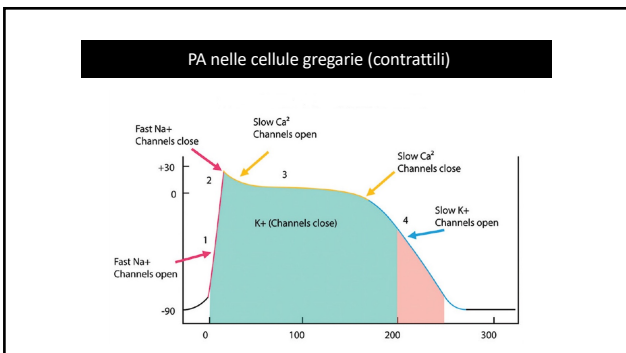
11



12



14



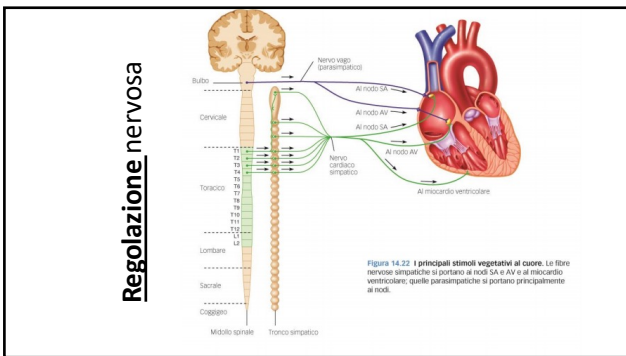
16

Frequenza cardiaca: animali domestici

specie	battiti/min	lunghezza ciclo
bovino	60	1 sec
cavallo	30-50	1,8-2 sec
cane	80-120
gatto	120	0,5 sec
ratto	300-500	0,1 sec

Eventi { sistole = contrazione }
 { diastole = rilassamento }

17



20

Cambiamenti fisiologi frequenza

Tachicardia	Bradicardia
<ul style="list-style-type: none"> Stimolazione simpatica Attacca o fuggi Attività muscolare 	<ul style="list-style-type: none"> Stimolo parasimpatico Sonno Soggetti allenati a riposo*

* l'esercizio aerobico aumenta l'influenza parasimpatica

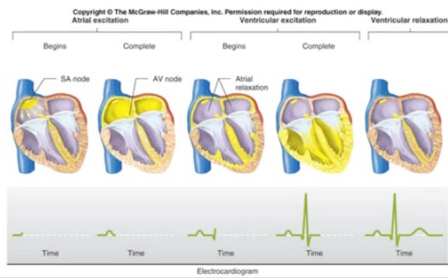
23

ElettroCardioGramma (ECG)

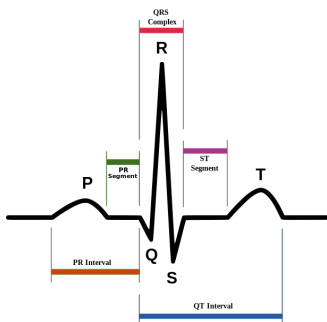
- I cardiologi analizzano l' ECG per verificare che il sistema di conduzione cardiaco funzioni correttamente.
- ECG permette di registrare il segnale elettrico che proviene da tutto il cuore attraverso elettrodi posti sulla superficie del corpo.

24

ECG



25



L'onda P corrisponde alla depolarizzazione atriale

PR: conduzione dagli atri al nodo AV (ritardo)

QRS: depolarizzazione ventricoli

T: ripolarizzazione ventricoli

Ingresso di Ca⁺⁺ e contrazione dei cardiomiociti

Intervallo isoelettrico (segmento ST) che corrisponde alla fase 2 del potenziale di azione rapido delle cellule contrattili

R-R: frequenza

26

Gli intervalli indicano quanto tempo occorre al segnale per muoversi da un nodo all'altro.

- **Intervallo PR:** all'inizio dell'onda P si stanno attivando gli atri, all'inizio del complesso QRS si attivano i ventricoli, pertanto se il tratto si allunga significa che la velocità di conduzione è bassa
- **Intervallo QT:** indica la durata tra depolarizzazione e ripolarizzazione dei ventricoli. Se c'è bisogno di aumentare la frequenza, QT diminuisce (stimolazione simpatica) e R-R si avvicinano

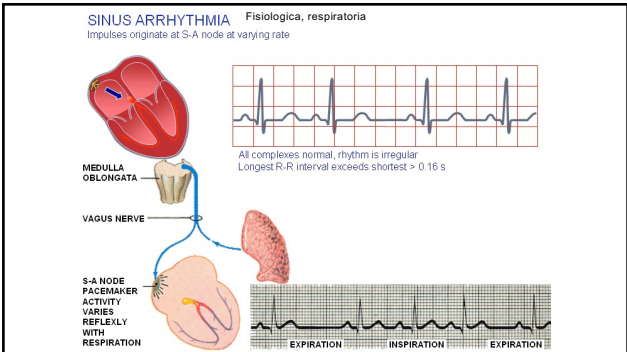
Il ritmo cardiaco che origina dal nodo del seno prende il nome di ritmo sinusale e comprende P-QRS-T

27

Heart Rate Variability (HRV)

- Un tempo si credeva che il battito cardiaco a riposo fosse estremamente regolare, es 1 battito al secondo per una frequenza di 60/min
- Invece c'è differenza spontanea tra un battito e l'altro, nell'ordine di alcuni millisecondi, correlata con:
 - le interazioni pressorie dell'attività respiratoria
 - le influenze simpatiche e parasimpatiche sul muscolo cardiaco
 - un esempio è l'aritmia sinusale respiratoria.

28



29

Heart Rate Variability (HRV)

- Anche in condizione di riposo si registra una irregolarità fra i battiti cardiaci e una Variabilità della Frequenza Cardiaca, che non si osserva invece in un organismo soggetto a stress cronico (che avrà un ritmo cardiaco molto regolare e con scarse variazioni).

30

Neurobiology of Stress 4 (2016) 1–14
Contents lists available at ScienceDirect
Neurobiology of Stress
journal homepage: <http://www.journals.elsevier.com/neurobiology-of-stress/>

Neuroinflammation at the interface of depression and cardiovascular disease: Evidence from rodent models of social stress
Julie E. Finnell, Susan K. Wood^a
Department of Pharmacology Physiology and Neuroscience, University of South Carolina School of Medicine, Columbia, SC 29208, USA

Stress-induced inflammation is a key player in the high rate of comorbidity between psychosocial disorders and cardiovascular disease









31

Stress e patologie cardiache

- Esistono differenze nelle risposte comportamentali allo stress. Le conseguenze fisiologiche e comportamentali legate allo stress dipendono infatti dalle strategie di coping[^] adottate durante un confronto sociale.
- Es: nei ratti, un soggetto (fenotipo) che dimostra una risposta attiva (postura elevata, resistenza all'attacco) piuttosto che passiva (rapida postura supina in presenza del residente) ha conseguenze diverse derivanti dallo stress.

[^] coping: far fronte a qualcosa (avversità)

32

	Active Coping	Passive Coping	
Phenotype			Finnell & Wood, 2016
Inflammatory Consequences	 Pro-inflammatory Cytokines * Anti-inflammatory Cytokines *	 Pro-inflammatory Cytokines * Anti-inflammatory Cytokines *	Aumento dei fattori pro-infiammatori
Behavioral Consequences			Anedonia (impotenza appresa)
Cardiovascular Consequences			Diminuzione HRV e aumento pressione

33

Conseguenze dello stress

Finnell & Wood, 2016

- **Conseguenze infiammatorie:** un coping passivo comporta uno squilibrio di fattori pro-infiammatori mentre un coping attivo è collegato a un funzionamento equilibrato del sistema infiammatorio.
- **Conseguenze comportamentali:** i ratti passivi mostrano **anedonia** dopo lo stress sociale, mentre quelli attivi mantengono un comportamento edonico
- **Conseguenze cardiovascolari:** l'esposizione allo stress sociale nei soggetti passivi comporta disfunzioni cardiovascolari (diminuzione della variabilità della frequenza* e aumento della pressione sanguigna). Il coping attivo promuove una funzione cardiaca normale e ciò si evidenzia anche dopo diversi giorni di stress sociale

* Heart rate Variability (HRV)

34

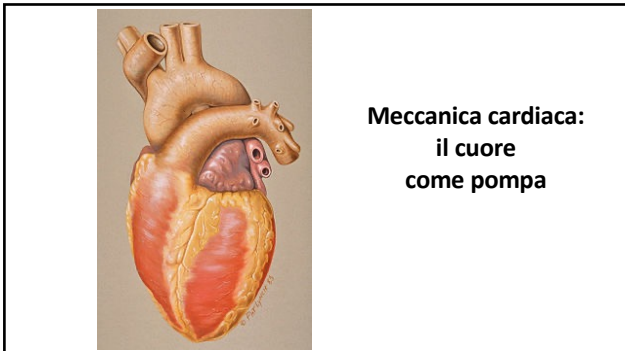
Riassumendo I

A ogni battito cardiaco corrisponde l'attivazione degli atri e dei ventricoli nel cuore destro e sinistro (ciclo cardiaco).

Il potenziale d'azione delle cellule pacemaker è diverso da quello dei cardiomiociti contrattili. Le cellule pacemaker hanno potenziale di membrana instabile.

Il nodo SA (il pacemaker più rapido) segna il "passo" dei cicli cardiaci.

35



36

Concetti chiave

- Differenze pressorie cuore sx e dx
- Eiezione, gittata cardiaca, portata cardiaca
- Toni cardiaci
- Circolazione sistemica e polmonare

37

Organizzazione

- Il cuore è una pompa muscolare inserita in un circuito «chiuso»
- È rivestito da pericardio
- È formato da tessuto autoritmico e tessuto cardiaco propriamente detto (cellule muscolari «gregarie», contrattili)

Corrente autoritmica

Poteriale di membrana della cellula autoritmica

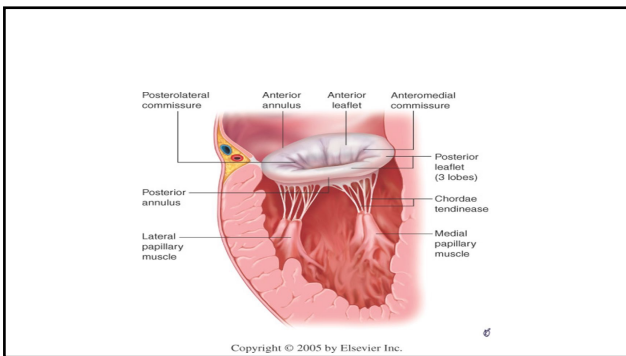
Poteriale di membrana della cellula contrattile

38

Organizzazione apparato CC

- **Pompa cardiaca**
- sistema di distribuzione: **arterie**
- sistema di scambio: **letto capillare**
- raccolta dai tessuti: **vene**

41

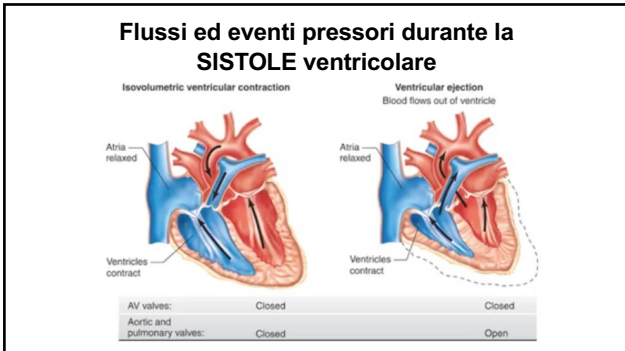


47

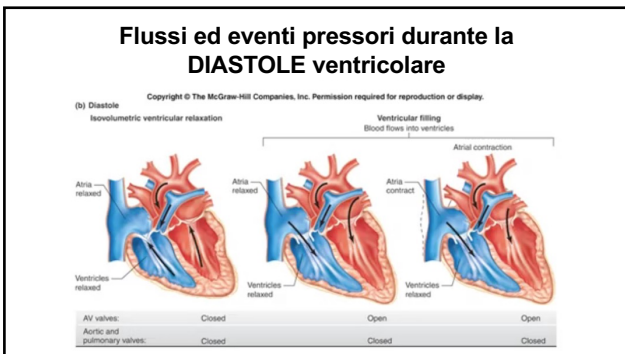
Contrazione/rilassamento del cuore

- Fase di contrazione: **sistole**
 - atriale
 - ventricolare
- Fase di rilassamento: **diastole**
 - atriale
 - ventricolare
- Il tutto costituisce un **ciclo cardiaco**

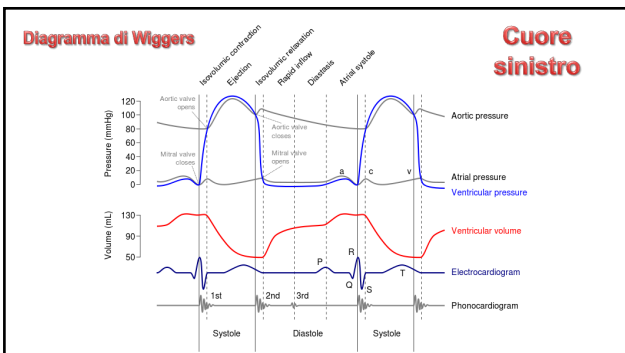
48



49



50



52

Toni cardiaci

- Nell'ambito del ciclo cardiaco si creano **suoni** apprezzabili all'esterno, di componenti miste ma spt valvolari
- Sono suoni fisiologici, al contrario dei *soffi*
- Sono 4 ma in condizioni fisiologiche solo I e II sono udibili

1° tono piccolo silenzio_2° tono grande silenzio

54

Toni cardiaci

- **I tono**: più forte, alla fine del riempimento VV, valvole AV
- **II tono**: alla fine della sistole VV, valvole arteriose
- **III tono**: componente di flusso (riempimento VV)
- **IV tono**: contrazione atriale

55

Rapporto tra ECG e fonocardiogramma

EVENTI CARDIACI	ECG	FONOCARDIOGRAMMA
Riempimento VV (pressorio)	isoelettrica	III tono (n.u.)
Depolarizzazione AA-contrazione	Onda P	IV tono (n.u.)
Chiusura valvole AV	isoelettrica	I tono
Depolarizzazione VV-contrazione	Complesso QRS	
Chiusura valvole arteriose	Segue onda T	II tono



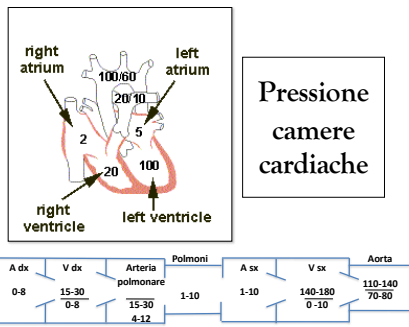
n.u.: non udibile

56

PORTATA CARDIACA

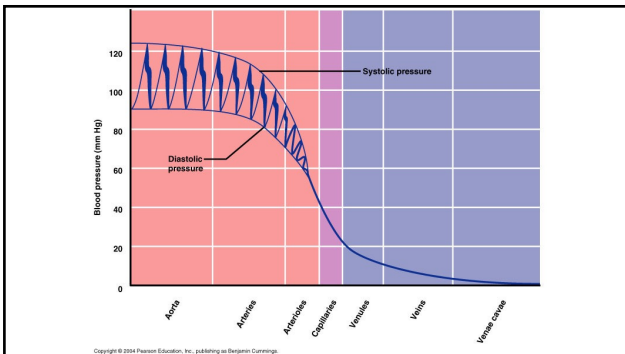
- La quantità di sangue eiettata da ciascun ventricolo è detta **gittata sistolica**
- La gittata del Vsx è uguale a quella del Vdx
- Il volume della gittata x la frequenza dà la **PORTATA CARDIACA**
- La portata cardiaca a riposo è = alla quantità totale di sangue di un animale

60



Pressione camere cardiache

63

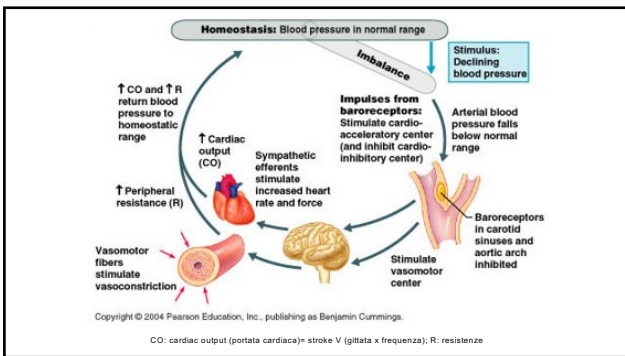


64

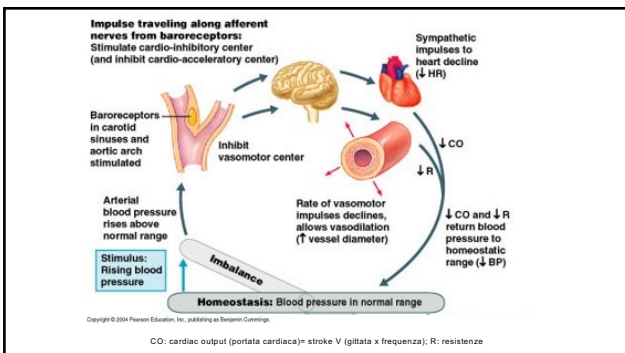
Tabella 11.3 Pressione arteriosa nei mammiferi domestici, nei roditori, negli uccelli e nella giraffa

Animale	Pressione sistolica (mmHg)	Pressione diastolica (mmHg)	Pressione media (mmHg)
Mammiferi domestici	125-145	80-95	100-110
Ratto, topo, cavia	100-120	70-80	85-100
Uccelli	175-250	150-170	160-200
Giraffa	280-350	200-300	300

66



67



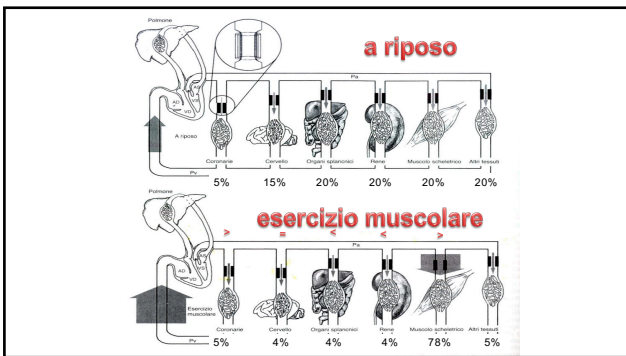
68

Letti capillari e attività metabolica

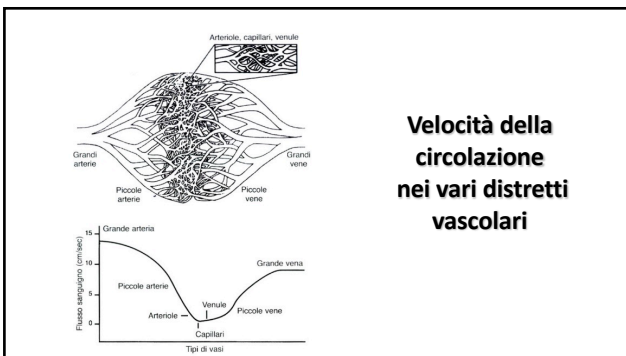
Circa il 60% della Resistenza Periferica Totale è dovuto alle arteriole

- Letto capillare: da una metarteriola si dipartono 10-100 capillari
- Tessuti con elevato metabolismo hanno più capillari, es. muscolo, fegato, SN
- Tessuti con bassa attività metabolica hanno meno capillari, es. tendini e legamenti
- Non ci sono capillari a livello di cornea, cristallino, cartilagini
- Sfinteri precapillari: la parte distale di una metarteriola può bypassare un letto capillare
- In condizioni normali solo una piccola parte di una rete capillare è piena ma, quando il tessuto è attivo (es. muscolo in fase di contrazione), tutta la rete si riempie di sangue

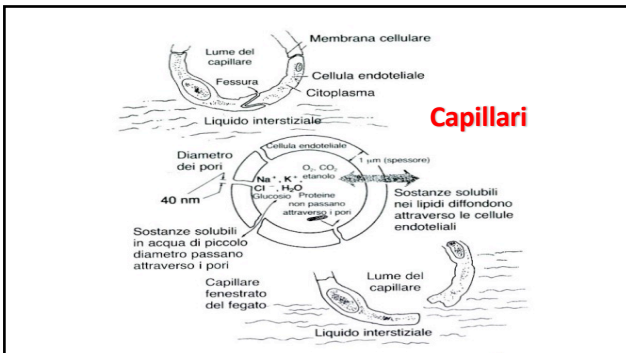
69



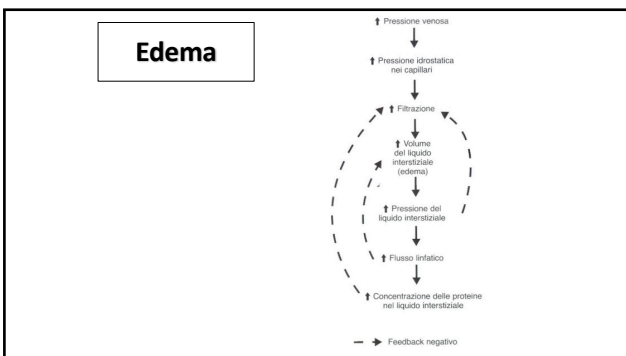
70



83



87



93
