Šok a porucha mikrocirkulácie

Roman Gardlík
Ústav patologickej fyziológie
Ústav molekulárnej biomedicíny
LF UK

Kolaps, synkopa

- Náhla strata vedomia spojená so stratou posturálneho tonusu
- Vzniká v dôsledku **zníženej perfúzie mozgu**

Synkopa

- 1. Reflexná
  - **Vazovagálna**
  - Situačná – kašeľ, kýchanie, mikcia
  - Karotická
  - Neuralgia
- 2. Ortostatická
  - Autonómne zlyhanie
  - Ortostatická hypotenzia
- 3. Postprandiálna
- 4. Kardiogénna – arytmogénna
- 5. Kardiogénna – mechanická
- 6. Vaskulárna

Vazovagálna synkopa

- Dlhé státie
- Negatívne emócie
- Stres
- Bolesť
- Pohľad na krv
- Vzrušenie
- Náhly nástup prudkých emócií

Vazovagálna synkopa

- Priama alebo nepriama aktivácia nucleus tractus solitarii v mozgovom kmeni
- Zvýšenie tonusu parasympatika (nervus vagus)
  - Kardioinhibičný účinok – zníženie srdcového výdaja
- Zníženie tonusu sympatika
  - Vazodepresorický účinok – zníženie TK (80/20) ako následok vazodilatácie

Šok

- Definícia
- Štádiá
- Klasifikácia
- Diagnóza
- Manažment

Definícia

- Pregresívny proces charakteristický neadekvátnou perfúziou tkanív

- Klinický prejav zlyhania cirkulácie spojený s neadekvátnym využitím kyslíka bunkami

Table 1. Definitions of shock over the last decades. From 'blood volume alterations' to 'inadequate cellular utilisation'

"Shock is a peripheral circulatory failure resulting from a discrepancy in the size of the vascular bed and the volume of the intravascular fluid." Alfred Blalock, 1940s[8]
"Shock is a syndrome that results from a depression of many functions, but in which reduction of the effective circulating blood volume is of basic importance, and in which impairment of the circulation steadily progresses until it eventuates in a state of irreversible circulatory failure." Carl Wiggers, 1950s[9]
"A clinical condition characterised by signs and symptoms, which arise when the cardiac output is insufficient to fill the arterial tree with blood, under sufficient pressure to provide organs and tissues with adequate blood flow." Simeone, 1960s[10]
"State in which profound and widespread reduction of effective tissue perfusion leads first to reversible, and then if prolonged, to irreversible cellular injury." Kumar and Parrillo, 2001[11]
"Clinical expression of circulatory failure that results in inadequate cellular oxygen utilisation." De Backer and J-L Vincent, 2013[12]

Štádiá šoku

- Kompenzovaný šok
- Hypotenzný (nekompenzovaný) šok
- Ireverzibilný šok

Patofyziológia

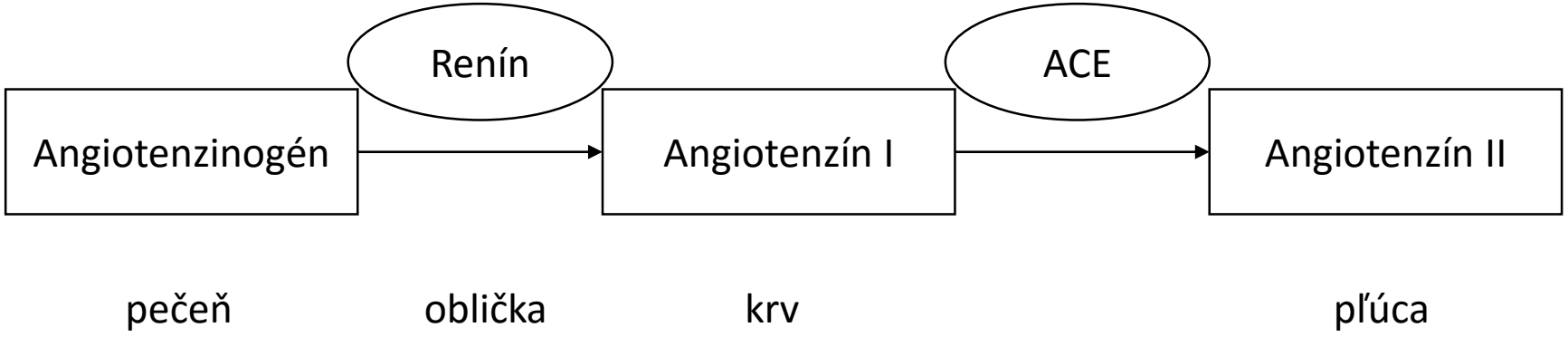
- Nepomer medzi ponukou a dopytom kyslíka a živín
- Znížený prívod kyslíka do tkanív – akútna hypoxia
- Znížený prívod živín
- Prepnutie na anaeróbny metabolizmus
- Hromadenie produktov látkovej premeny – laktát
  - Bez kyslíka tvoria mitochondrie laktát
- Metabolická acidóza (nárast pCO_2)
- MODS / MOF

I. Kompenzované štádium

- Kompenzačné mechanizmy cirkulácie obnovia TK a srdcový výdaj – **negatívna spätná väzba**
- Makrohemodynamické zmeny
  - Zníženie vývrhového objemu srdca = hypotenzia = zníženie venózneho návratu
  - Stimulácia osmoreceptorov a chemoreceptorov – aktivácia sympatika – katecholamíny
    - Vazokonstrikcia, inotropný a chronotropný účinok
    - Snaha o udržanie TK a srdcového výdaja
    - Tachykardia a prechodná hypertenzia
  - Znížené prekrvenie periférie a vnútorných orgánov

I. Kompenzované štádium

- Znížený prietok obličkami
  - Stimulácia juxtaglomerulárneho aparátu – vyplavenie renínu



ACE – angiotenzín I konvertujúci enzým

I. Kompenzované štádium

- Angiotenzín II
  - Vazokonstrikcia (centralizácia obehu)
  - Vyplavenie aldosterónu
    - Retencia Na+ a vody v obličkách
  - Vyplavenie ADH
    - Retencia vody v obličkách

II. Progresívne nekompenzované štádium

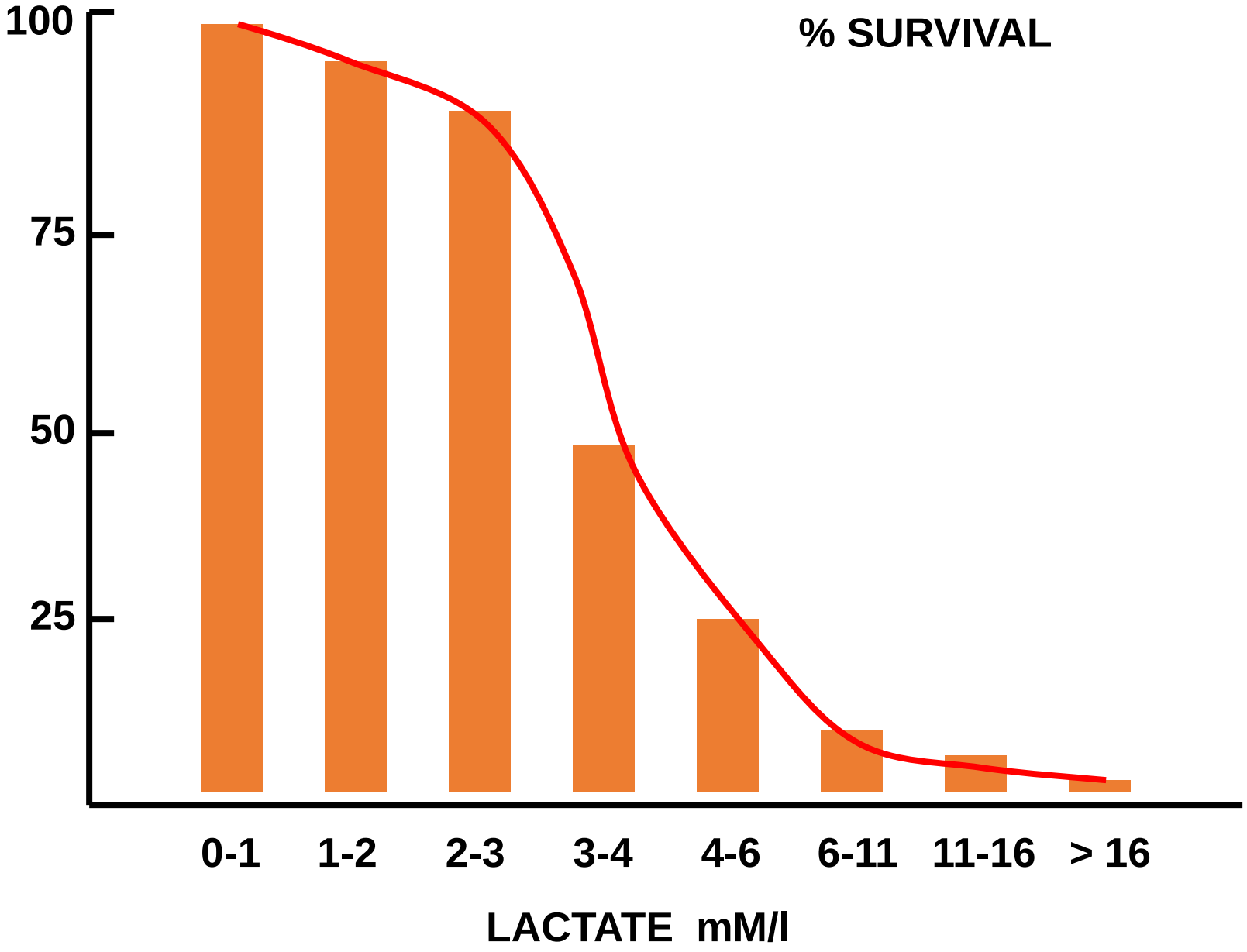
- Cirkulačný systém zlyháva, bez liečby vedie k smrti
- Mechanizmy **pozitívnej spätnej väzby** vytvárajú začarovaný kruh progresívneho znižovania srdcového výdaja
- **Nízky srdcový výdaj** - ↓ prekrvenie koronárneho riečiska, ↓ kontraktility
- **Vazomotorické zlyhanie** - ↓ prekrvenie mozgu
- **Uvoľnenie toxínov z hypoxických tkanív** – histamín, serotonín, tkanivové enzýmy
- **Hypoperfúzia čriev** – porušenie bariéry – absorpcia endotoxínu – vazodilatácia

II. Progresívne nekompenzované štádium

- Mikrohemodynamické zmeny
  - **Vazodilatácia** prekapilárnych sfinkterov
  - **Metabolická acidóza** – vazokonstrikcia postkapilárneho úseku = zvýšený hydrostatický TK = prienik intravaskulárnej tekutiny do interstícia
  - **Stáza krvi** – dekompenzácia a zlyhanie mikrocirkulácie
- **Bunkový rozvrat** - ↑ K+, ↓ ATP, uvoľnenie hydroláz – prvé známky multiorgánového zlyhania

III. Ireverzibilné štádium

- Obehový systém napriek liečbe zlyháva
- **Výrazné poškodenie** tkanív hypoxiou
- Endotelová dysfunkcia – adhezívne molekuly, neutrofily, makrofágy – **zápal**
- Progresívna acidóza
- Zlyhanie mikrocirkulácie – prienik plazmatických proteínov do interstícia
- Uvoľnenie tkanivového faktora - **diseminovaná intravaskulárna koagulácia**


100
75
50
25
% SURVIVAL
0-1
1-2
2-3
3-4
4-6
6-11
11-16
> 16
LACTATE mM/l

Príznaky

- CNS – zhoršené vedomie, apatia, somnolencia, excitácia, sopor, agresivita
- URO – oligúria, anúria
- Koža – studená, mramorovaná
- KVS
  - makrocirkulácia: pokles TK, tachykardia, stenokardia, arytmie
  - mikrocirkulácia: studená, vlhká, mramorovaná koža, spomalený kapilárny návrat
- Respiračné – dyspnoe, tachypnoe, povrchové dýchanie
- GIT – nauzea, vracanie, smäd, zastavenie peristaltiky
- Hemo – zhlukovanie Er, tromba mikrotrombov

Multiple organ failure

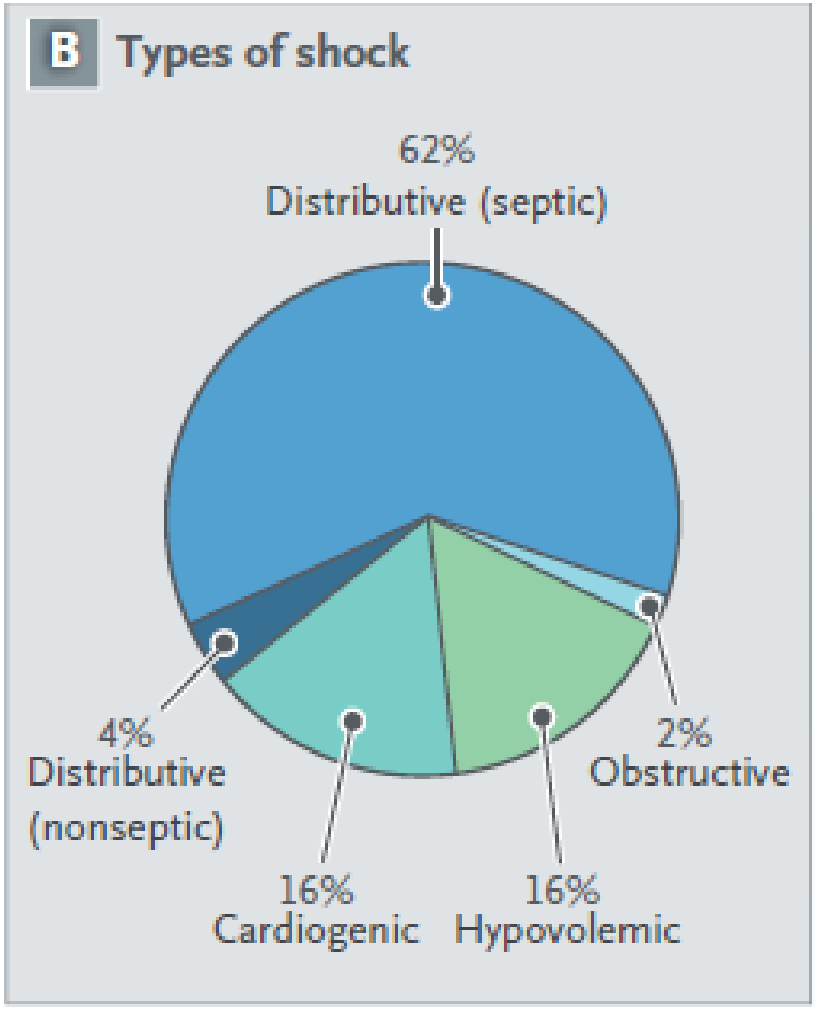
- Obličky
  - Znížený prietok (10%) – znížená GF – **oligúria**
  - Ischémia – **akútna tubulárna nekróza**
  - Zlyhanie reabsorpcie moča – **izostenúria**
  - Lézie – **akútne zlyhanie obličiek**
- Pľúca
  - Poruchy endotelu a pneumocytov
  - Akumulácia Tr a Neu v pľúcnej cirkulácii – uvoľnenie proteáz
  - Leukotriény a voľné radikály
  - Zvýšená permeabilita – menej surfaktantu, edémy, krvácania
  - ARDS

Epidemiológia

- 2% hospitalizovaných pacientov
- Mortalita
  - 10% u detí
  - 30-40% u dospelých

Klasifikácia

- Hypovolemický
- Distribučný
- Kardiogénny
- Obštrukčný



Hypovolemický

- Priama strata cirkulujúcej tekutiny
- Znížený preload
- Následky závisia od rýchlosti vzniku, konštitúcie a zdravotného stavu
  - Hemoragický/traumatický
  - Dehydratácia (hnačka)
  - Popáleninový

Hypovolemický

Hemorágia			
Stupeň	Strata krvi	Odpoveď	Liečba
I	<15 %(0.75 l)	Mierne zrýchlený pulz, normálny TK, zvýšený kapilárny návrat	minimálna
II	15-30 %(0.75-1.5 l)	Zrýchlený pulz, mierne znížený TK, studená koža, úzkosť	Intravenózne tekutiny
III	30-40 %(1.5-2 l)	Veľmi zrýchlený pulz, nízky TK, zmätenosť, oligúria	Tekutiny a erytrocyty
IV	>40 %(>2 l)	Kritický TK a pulz, anúria, kóma	Agresívne zásahy

Hypovolemický

- Následky:
  - Zrýchlený, oslabený pulz
  - Studená koža – vazokonstrikcia
  - Rýchle a plytké dýchanie – acidóza, aktivácia sympatiku
  - Hypotermia – znížená perfúzia
  - Suché ústa a smäd

Kardiogénny

- Neadekvátna perfúzia tkanív v dôsledku zlyhania činnosti srdca (komôr) napriek normálnemu plniacemu tlaku
- Zlyhanie srdca ako pumpy
- Infarkt myokardu
- Arytmie
- Kardiomyopatie
- Choroby chlopní
- Konstrikčná perikarditída

Kardiogénny – znaky a príznaky

- Anxieta, nepokoj, podráždenosť
- Somnolencia, stupor, kóma
- Nízky TK (menej ako 90 mmHg, viac ako 30 min)
- Rýchly, slabý pulz
- Studená mramorová koža – vazokonstrikcia
- Zvýšená náplň jugulárnych vén
- Oligúria
- Hyperventilácia – sympatikus a metabolická acidóza
- Arytmie
- Pľúcny edém – zvýšený tlak v pľúcnej cirkulácii

Obštrukčný

- Obštrukcia veľkých ciev
  - Pľúcna embólia
  - Tamponáda srdca

Distribučný

- Patologická redistribúcia intravaskulárneho objemu

Distribučný

- Anafylaktický
  - Väzba IgE na antigény + produkcia prostaglandínov - uvoľnenie histamínu zo žírnych buniek - znížená systémová vaskulárna rezistencia
- Septický
  - Strata odpovede ciev na vazokonstrikčné látky
  - Nadexpresia NO - vazodilatácia
- Neurogénny
  - Strata cievneho tonusu mediovaného sympatikom – poranenie CNS
- Endokrinný
  - Adrenálna kríza

Anafylaktický

- 1. závraty, bolesť hlavy, svrbenie, erytém
- 2. + nevoľnosť, vracanie, nízky TK, vyšší pulz, dušnosť
- 3. + bronchospazmus, šok
- 4. zastavenie obehu

- KVS kolaps + bronchospazmus, edém pľúc, edém laryngu
- Adrenalín, (antihistaminiká, bronchodilatanciá)

Septický

- Baktérie, huby, vírusy, parazity
- Pľúca, brucho, mozog, močová sústava, koža
- Deti, imunodeficientní, starší
- IL-1, TNF – PGE2, leukotriény, NO
  - Vazodilatácia
  - Zvýšená permeabilita ciev
- SIRS – systemic inflammatory response syndrome
  - Sepsa
  - Ťažká sepsa
  - Septický šok
  - MODS – multiple organ dysfunction syndrome

Septický

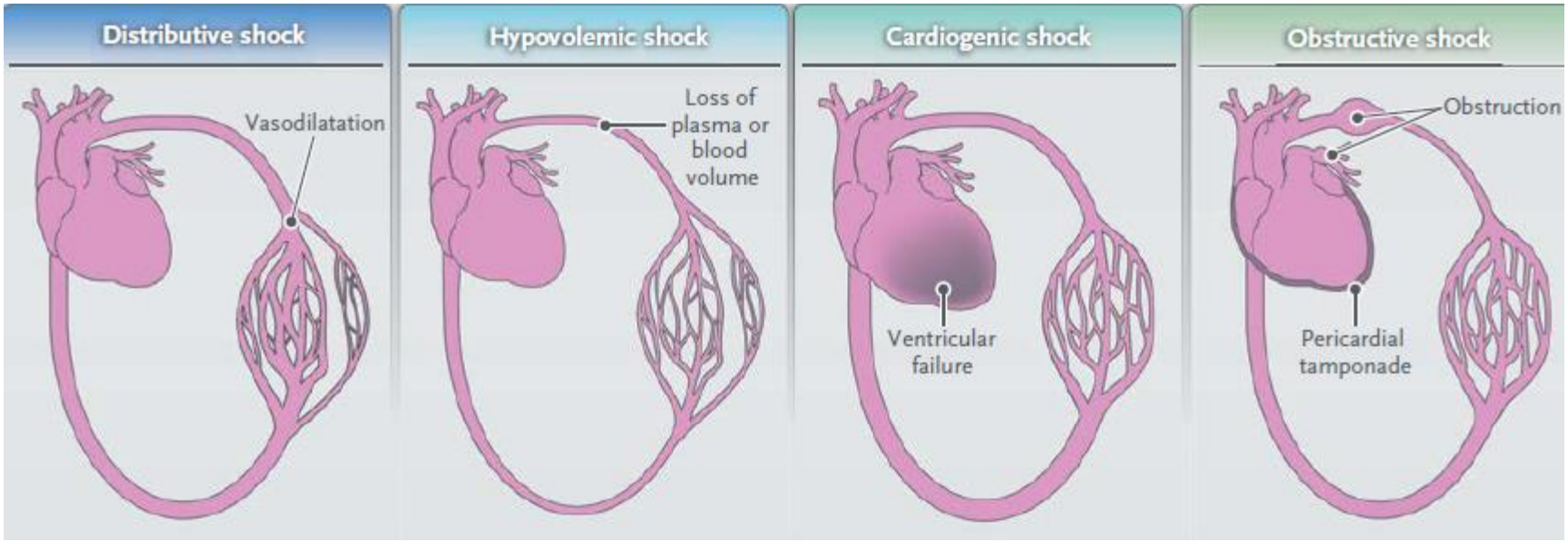
- Dokázaná alebo suspektná infekcia
- Systémový prejav infekcie
- Tachypnoe – viac ako 20 vdychov za minútu alebo PaCO2 menej ako 32
- Leukocyty – menej ako 4000 alebo viac ako 12000
- Tachykardia – viac ako 90
- Telesná teplota – viac ako 38 alebo menej ako 36

- Intravenózna aplikácia tekutín nepomáha udržať TK

Septický

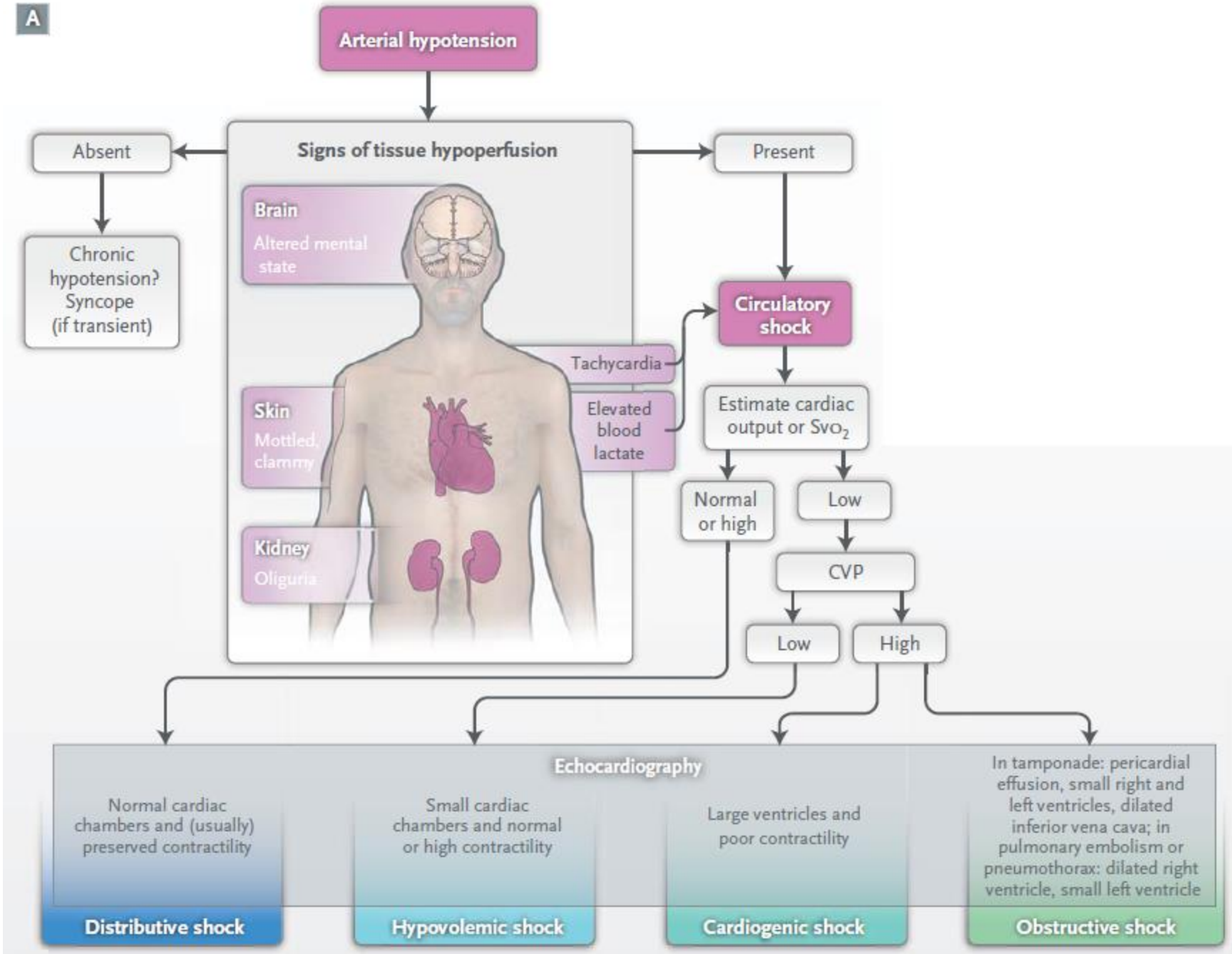
- Počiatočné štádiá bez znakov cirkulačnej nedostatočnosti
- Progresia šoku – bakteriálne toxíny spôsobujú poruchy cirkulácie
- Koncové štádiá sú podobné hemoragickému šoku
- Zlyhanie orgánov

- PAMPs, DAMPs – aktivácia vrodenej imunity
- Sterilný traumatický šok


Distributive shock
Vasodilatation
Hypovolemic shock
Loss of plasma or blood volume
Cardiogenic shock
Ventricular failure
Obstructive shock
Obstruction
Pericardial tamponade

Diagnostika

- Anamnéza
- Klinický obraz
- TK, pulz, saturácia
- **Laktát**
- Určiť typ šoku (echo)
- Šokový index
  - Pulz / systolický TK
  - Norma 0,5 = 60/120
  - Hroziaci šok 1 = 100/100
  - Manifestný šok 1,5 = 120/80


A
Arterial hypotension
Absent
Signs of tissue hypoperfusion
Present
Chronic hypotension? Syncope (if transient)
Brain
Altered mental state
Skin
Mottled, clammy
Kidney
Oliguria
Tachycardia
Elevated blood lactate
Circulatory shock
Estimate cardiac output or Svo_2
Normal or high
Low
CVP
Low
High
Echocardiography
Normal cardiac chambers and (usually) preserved contractility
Small cardiac chambers and normal or high contractility
Large ventricles and poor contractility
In tamponade: pericardial effusion, small right and left ventricles, dilated inferior vena cava; in pulmonary embolism or pneumothorax: dilated right ventricle, small left ventricle
Distributive shock
Hypovolemic shock
Cardiogenic shock
Obstructive shock

Princípy liečby

- Zastaviť stratu cirkulujúceho objemu
- Zaistiť dýchanie
- Zaistiť periférnu žilu, ideálne dve
- Doplniť tekutiny
  - Polohovanie
  - Roztoky
    - Kryštaloidy (fyziologický, Hartmannov roztok)
    - Koloidy (dextrán, hydroxyetylškrob, želatina)
- Zabrániť stratám tepla
- Medikamentózna liečba
  - Liečba bolesti
  - Inotropné a vazoaktívne látky (dopamín, noradrenalín)
  - Imunosupresívna liečba (antihistaminiká, glukokortikoidy)

Septický

- Liečba
  - Tekutiny i.v. - kryštaloidy
  - Antibiotiká – skoré / neskoré
  - Vazokonstrikcia – noradrenalín, dopamín
  - Kortikoidy
  - Sekvestrácia LPS

Porovnanie šokových stavov

Type of Shock	Preload (PCWP)	Cardiac Output	Afterload (SVR)	Tissue Perfusion (Mixed venous sat)
Hypovolemic	↓ ↓	↓	↑	↓
Distributive	↓ Or =	↑ Or =	↓ ↓	↑
Cardiogenic	↑ ↑	↓*	↑ ↑	↓
Obstructive	↑ ↑	↓	↑	↓

https://en.wikipedia.org/wiki/File:Shock_video.webm
https://www.youtube.com/watch?v=CbM4UihE1TQ

romangardlik@gmail.com