

Nejdůležitější fyziologické a patofyziologické principy v AIM

David Astapenko



19. 11. 2022 – XIV. konference AKUTNĚ.CZ

Nemám konflikt zájmu



Osnova sdělení

Kardiovaskulární systém

Fyziologie kyslíku

(Pato)fyziologie umělé plicní ventilace

Význam klinické (pato)fyzologie v oboru AIM

Porozumění patologickému procesu pacienta

Porozumění akutním změnám životních funkcí pacienta

Indikace terapie a komplementárních vyšetření



Mladý muž

OA: neg.

FA: neg.

NO: podné zranění v oblasti krku

-> akutní operační revize

-> riziko vysoké krevní ztráty



Muž 54 let

OA: Quinkeho edém

FA: neg.

NO: akutní vznik edému,
koniotomie v terénu

-> akutní operační revize

-> riziko oběhové nestability
při distributivním šoku





Mladý muž

OA: neg.

FA: neg.

NO: st. p. KPR při úrazu el. proudem

-> post-resuscitační péče

-> oběhová nestabilita pro reperfuční šok





Muž 68 let

OA: st.p. KCH operaci,
COVID-19+

NO: zástava oběhu

vs. na podkladě plicní embolie

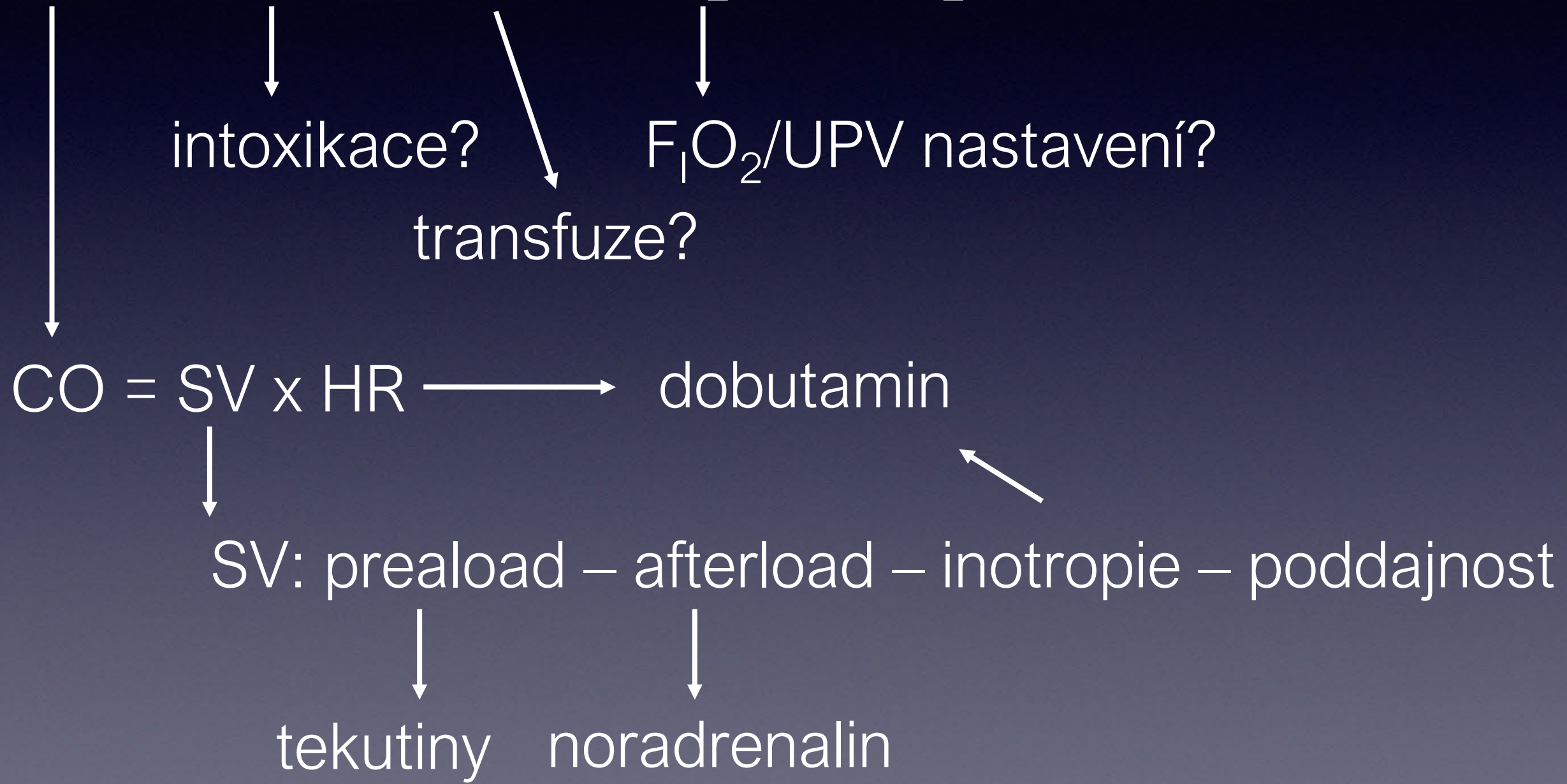
-> KPR s podáním IVT

-> akutní obstrukční šok



DO₂

$$DO_2 = CO \times 1,34 \times [Hb] \times SpO_2 + (paO_2 \times 0,003)$$



VYBRA

Des

pra

Asta

Hodnoty krevních plynů

↓ pH	7,120		[7,360 - 7,440]
pCO ₂	5,97	kPa	[4,80 - 6,14]
↑ pO ₂	21,8	kPa	[10,4 - 14,3]

Hodnoty oximetrie

sO ₂	98,6	%	[94,0 - 99,0]
↓ ctHb	5,7	g/dL	[11,0 - 15,0]
Hct,c	18,1	%	[- -]

Hodnoty elektrolytů

↓ cNa ⁺	136	mmol/L	[137 - 146]
cK ⁺	4,9	mmol/L	[3,8 - 5,0]

Hodnoty metabolitů

↑ cGlu	9,4	mmol/L	[3,3 - 5,6]
↑ cLac	6,8	mmol/L	[0,5 - 2,0]

Hodnoty korigované na teplotu

pH(T)	7,120		
pCO ₂ (T)	5,97	kPa	
pO ₂ (T)	21,8	kPa	

Status kyslíku

ctO _{2,e}	8,3	Vol%	
p50,e	4,70	kPa	
cHCO ₃ -(P,st),c	13,5	mmol/L	

Vypočítané hodnoty

SBE,c	-13,6	mmol/L	
ABE,c	-13,8	mmol/L	
cBase(B,ox),c	-13,8	mmol/L	
cHCO ₃ -(P,st),c	13,5	mmol/L	
cHCO ₃ -(P),c	13,9	mmol/L	

metab

neze

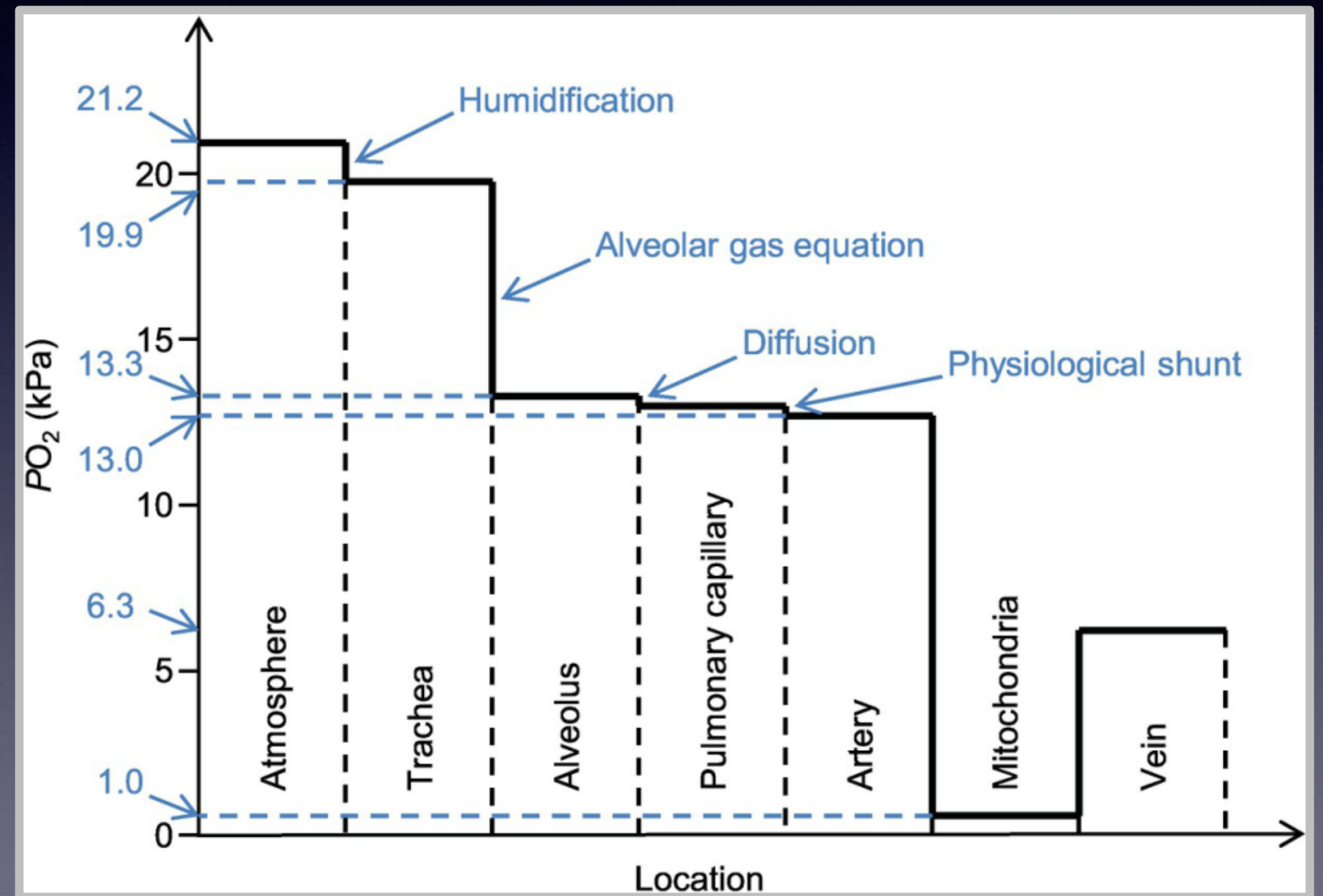
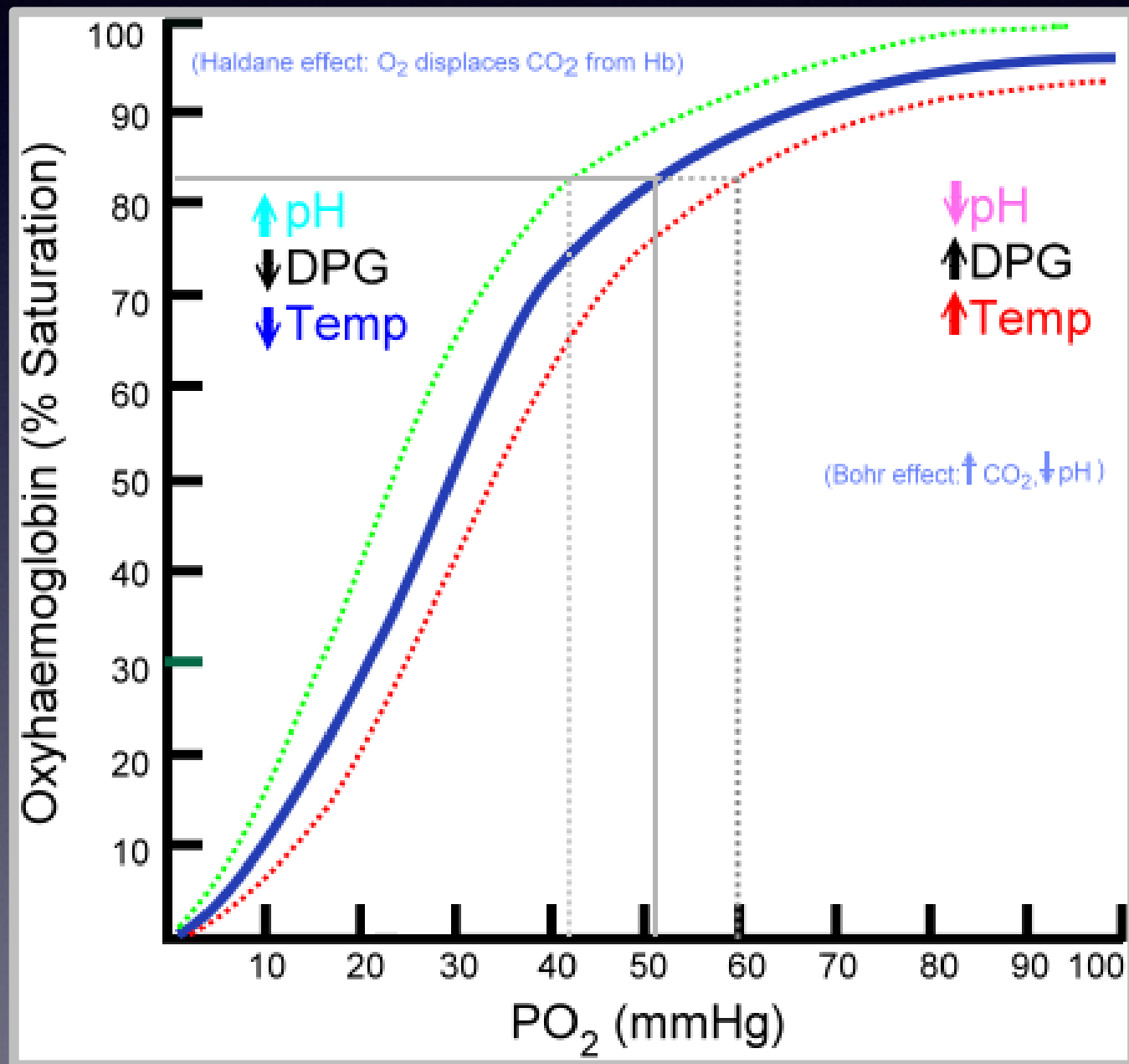
S

Klinická fyziologie kyslíku

Vztah paO_2 a SpO_2 a disociační křivka hemoglobinu

Kyslíková kaskáda – graduální snižování pO_2 transportem do tkání

Transport kyslíku



Tenze kyslíku v různých tkáních

PARTIAL PRESSURE OF OXYGEN IN DIFFERENT ORGANS AND TISSUES

Organ/tissue	PaO ₂ (mmHg)
Brain	33.8 ± 2.6
Lung	42.8
Skin (sub-papillary plexus)	35.2 ± 8
Skin (dermal papillae)	24 ± 6.4
Skin (superficial region)	8 ± 3.2
Intestinal tissue	57.6 ± 2.3
Liver	40.6 ± 5.4
Kidney	72 ± 20
Muscle	29.2 ± 1.8
Bone marrow	48.9 ± 4.5

Journal of Cellular and Molecular Medicine

Open Access

Open Access

Why is the partial oxygen pressure of human tissues a crucial parameter? Small molecules and hypoxia

Aude Carreau, Bouchra El Hafny-Rahbi, Agata Matejuk, Catherine Grillon ✉, Claudine Kieda

First published: 20 January 2011 | <https://doi.org/10.1111/j.1582-4934.2011.01258.x> | Citations: 99

Práh anaerobního metabolismu

Pasterův bod, 0.5 mmHg, aktivita cytochromů respiračního řetězce

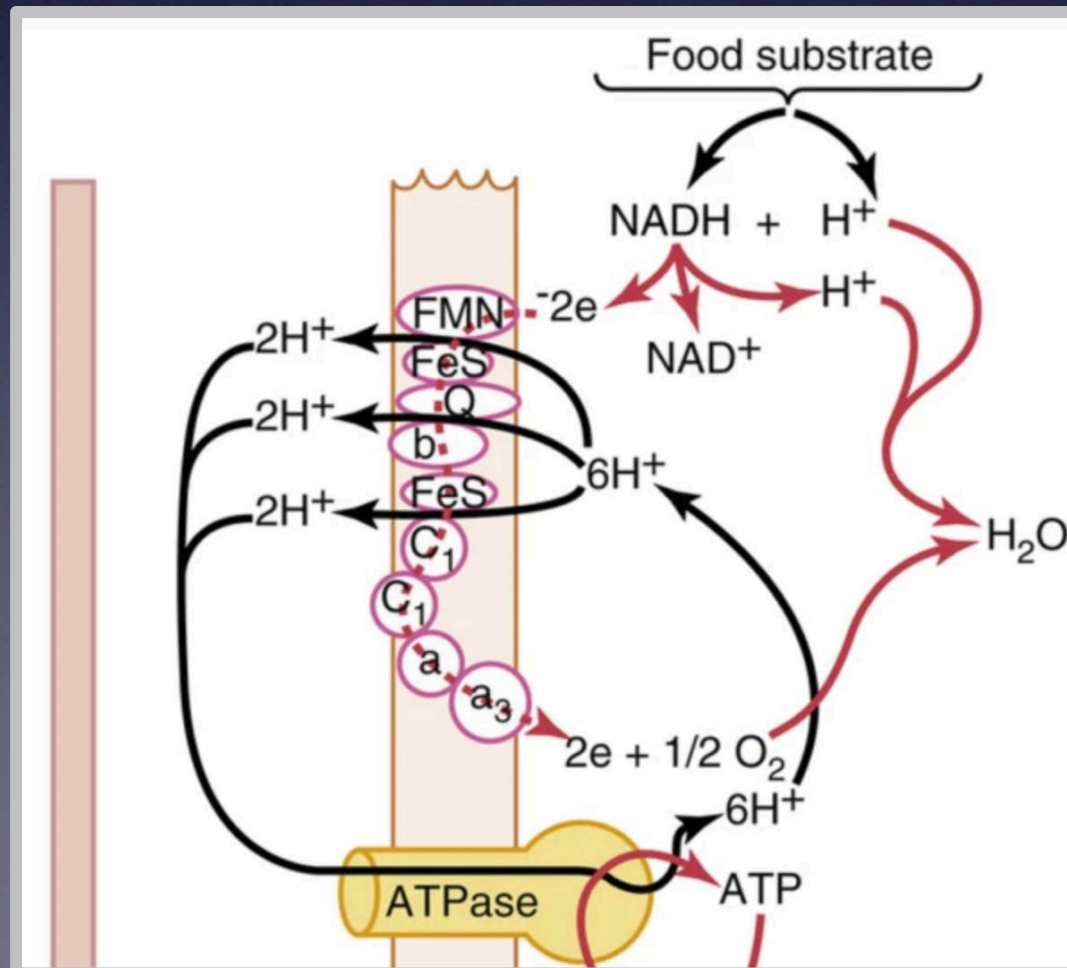
VO_2/DO_2

Identification of the Critical Oxygen Delivery for Anaerobic Metabolism in Critically Ill Septic and Nonseptic Humans

Juan J. Ronco, MD; John C. Fenwick, MD; Martin G. Tweeddale, MD; et al

» Author Affiliations

JAMA. 1993;270(14):1724-1730. doi:10.1001/jama.1993.03510140084034



THE JOURNAL OF BIOLOGICAL CHEMISTRY
© 1988 by The American Society for Biochemistry and Molecular Biology, Inc.

Vol. 263, No. 6, Issue of February 25, pp. 2712-2718, 1988
Printed in U.S.A.

The Oxygen Dependence of Mitochondrial Oxidative Phosphorylation Measured by a New Optical Method for Measuring Oxygen Concentration*

(Received for publication, May 21, 1987)

David F. Wilson‡, William L. Rumsey, Thomas J. Green, and Jane M. Vanderkooi

From the Department of Biochemistry and Biophysics, Medical School, University of Pennsylvania, Philadelphia, Pennsylvania 19104

Patofyziologie hypoxie

Hypoxie vs. hypoxémie
 → hypoxémie bez hypoxie?

ORIGINAL ARTICLE

Arterial Blood Gases and Oxygen Content in Climbers on Mount Everest

Michael P.W. Grocott, M.B., B.S., Daniel S. Martin, M.B., Ch.B.,
 Denny Z.H. Levett, B.M., B.Ch., Roger McMorrow, M.B., B.Ch.,
 Jeremy Windsor, M.B., Ch.B., and Hugh E. Montgomery, M.B., B.S., M.D.,
 for the Caudwell Xtreme Everest Research Group*

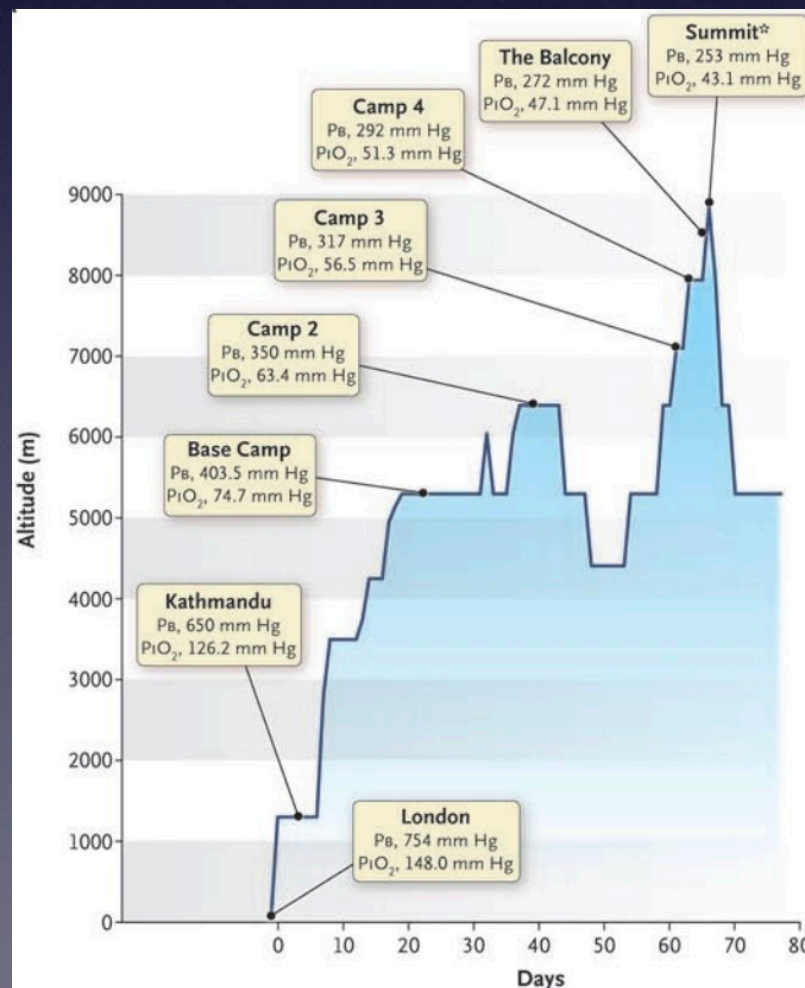


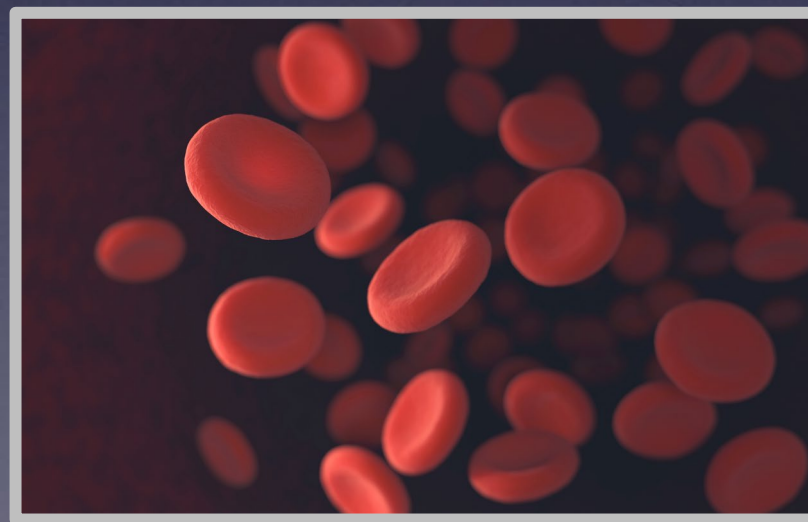
Table 2. Arterial Blood Gas Measurements and Calculated Values for Pulmonary Gas Exchange from Four Subjects at an Altitude of 8400 m, during Descent from the Summit of Mount Everest.*

Variable	Subject No.				Group Mean
	1	2	3	4	
pH	7.55	7.45	7.52	7.60	7.53
PaO ₂ (mm Hg)†	29.5	19.1	21.0	28.7	24.6
PaCO ₂ (mm Hg)†	12.3	15.7	15.0	10.3	13.3
Bicarbonate (mmol/liter)‡	10.5	10.67	11.97	9.87	10.8
Base excess of blood‡	-6.3	-9.16	-6.39	-5.71	-6.9
Lactate concentration (mmol/liter)	2.0	2.0	2.9	1.8	2.2
SaO ₂ (%)‡	68.1	34.4	43.7	69.7	54.0
Hemoglobin (g/dl)§	20.2	18.7	18.8	19.4	19.3
Respiratory exchange ratio¶	0.81	0.74	0.72	0.70	0.74
PAO ₂ — mm Hg†**	32.4	26.9	27.4	33.2	30.0
Alveolar-arterial oxygen difference — mm Hg†	2.89	7.81	6.44	4.51	5.41

Patofyziologie hypoxie

Hypoxie bez hypoxémie?

Typy hypoxií: hypoxická, anemická, stagnační, cytotoxická



Patofyziologie hypoxie



Akutní hypoxie jako stresový faktor

Reakce na úrovni orgánových funkcí

Reakce na úrovni buněčného metabolismu

Vliv rychlosti nástupu a trvání hypoxie

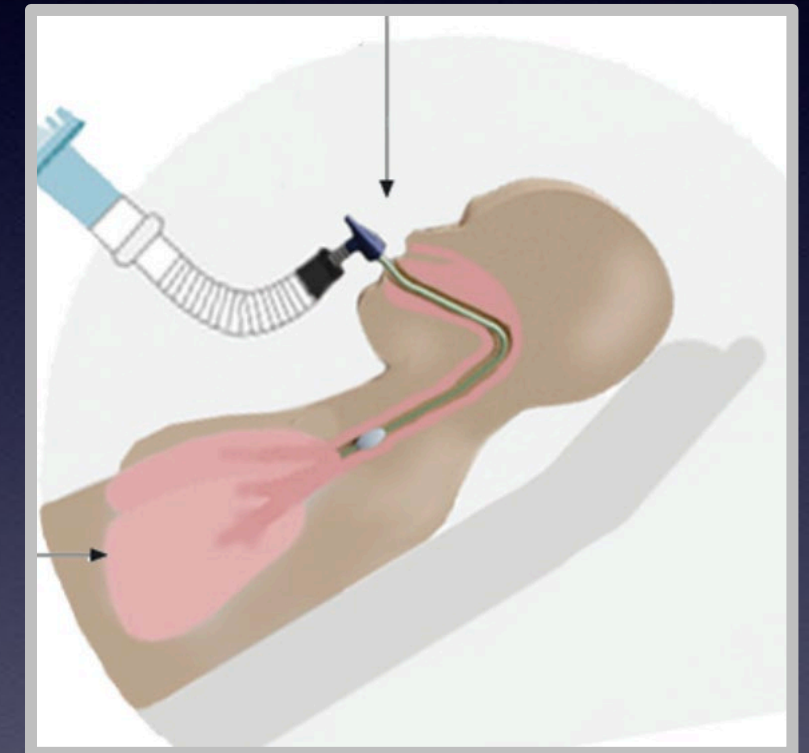
(Pato)fyzio­logie umělé plicní ventilace

Přetlak v hrudníku

Ovlivnění přilehlých orgánů

Abdominální kompartment

+/- poškození (zánět) plicní tkáně i přilehlých orgánů



Kardiovaskulární systém a UPV

Plíce = konduit mezi „pravým“ a „levým“ srdcem

Tlak na pravou síň

Snížení poddajnosti ostatních srdečních oddílů a EDV, snížení toku v dolní duté žíle

Zvýšení tepového objemu LK, ale i afterloadu

Zatížení PK úměrné inspiračním tlakům a distenzí alveolů

Funkční reziduální kapacita

$FRC = RV + REV$ (dospělí cca 3 L)

Vyrovnění plicní elastance a expandibility hrudní stěny

Nejnižší odpor plicní cirkulace

Nejnižší odpor k inflaci plic (fenomén nafouknutí balónku)

Kyslíková rezerva

Ledviny a UPV

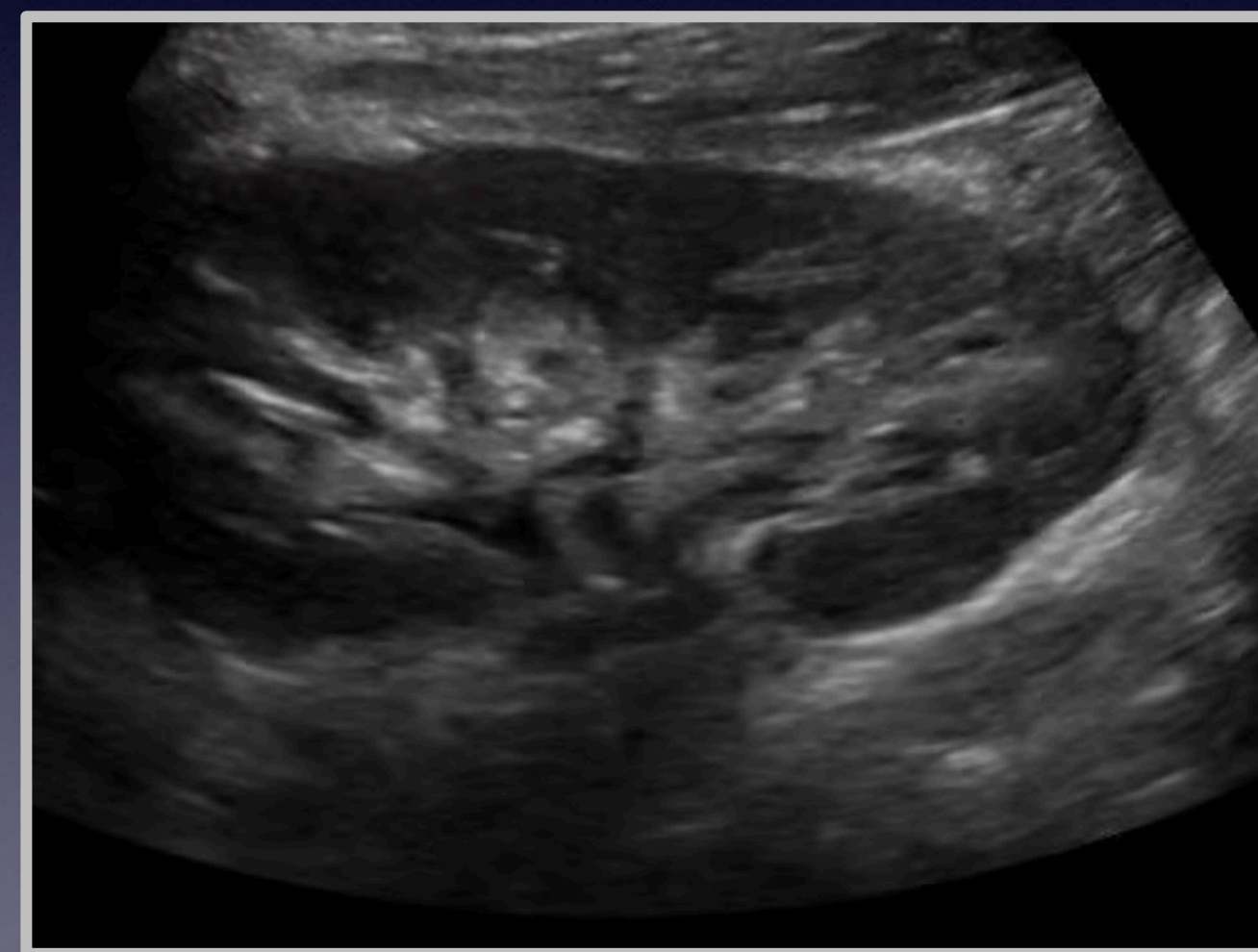
Korelace AKI s UPV a UPV s AKI

Snížení perfuze ledvin, glomerulární filtrace, exkrece sodíku a diurézy

Kongesce renálních žil a renální intersticiální edém s hypoxií dřeně

IAP

Zánětlivé markery



IAP a UPV

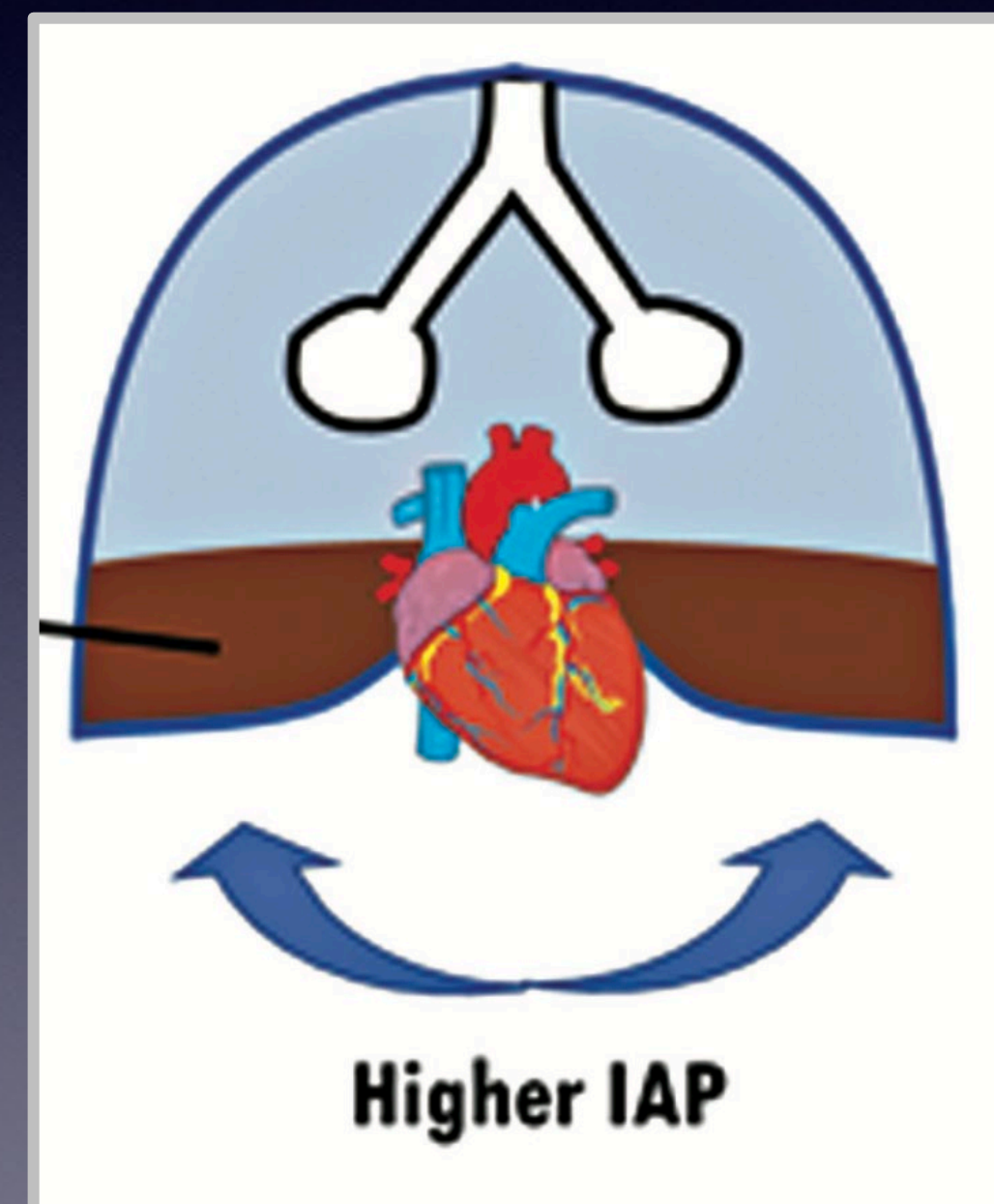
Norma 5 – 7 mmHg, IAH > 12 mmHg, ACS > 20 mmHg s orgánovou dysfunkcí nebo selháním

Elevace bránice, bazální atelektázy, V/Q nepoměr

Vysoký PEEP vede v důsledku ke snížení srdečního výdeje

IAH PEEP matching efektivní spíše u pacientů s ARDS

Adjustace Pplat u IAH



Shrnutí

Klinická fyziologie jako základ diagnostiky a terapie kritických stavů

Základ nejčastějších intervencí v AIM (tekutiny, vazopresory, kyslík, atd.)

Posuzování dopadu a významu inzultu na orgány v kontextu jejich dlouhodobé adaptace na snížení DO_2



Děkuji za pozornost

astapenko.d@seznam.cz