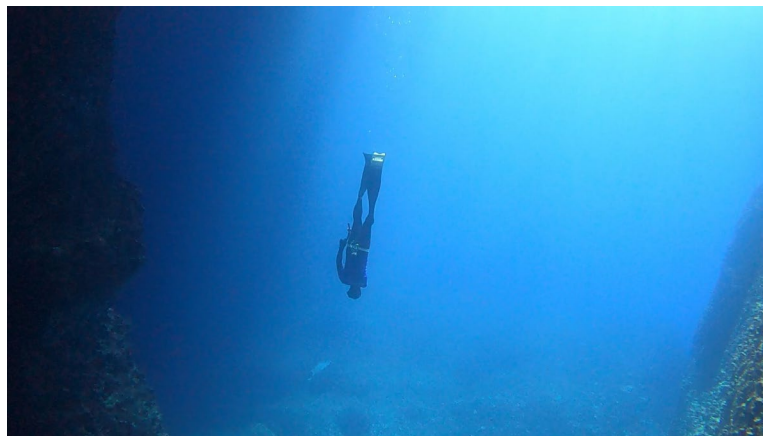


Člověk a hlubiny moře



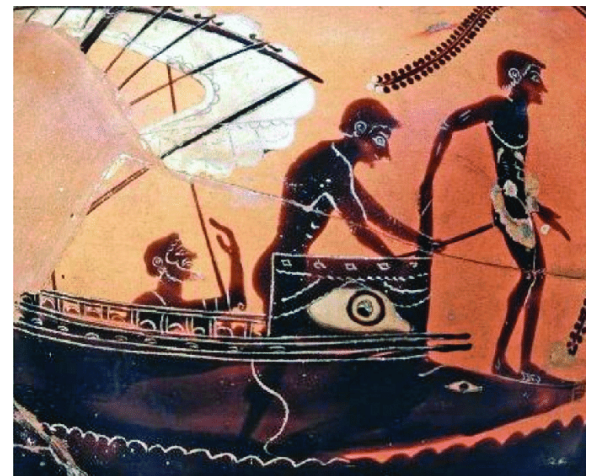
Jan Maňák

III. interní klinika gerontologická a metabolická

FN Hradec Králové

Lidstvo a potápění

- Mezopotámie 4500 – 2400 př. Kr.
 - Perleť z mušlí, které žijí hluboko v moři
- Egypt 3200-2181 př. Kr.
 - Rybářství a lov, nástěnné malby
- Sumerská říše 2800-2004 př. Kr.
 - Epos o Gilgamešovi - potápění se závažím
- Řecko
 - Ilias 8. stol. př. Kr.
 - Lov ústřic - Řekové i Trojané
 - Herodotos
 - Thukydides
 - Platon
 - Aristoteles



The British Museum 510-490 př. Kr.

Skandalopetra



Giorgios Haggi Statti

1913 Karpathos, Regina Margherita

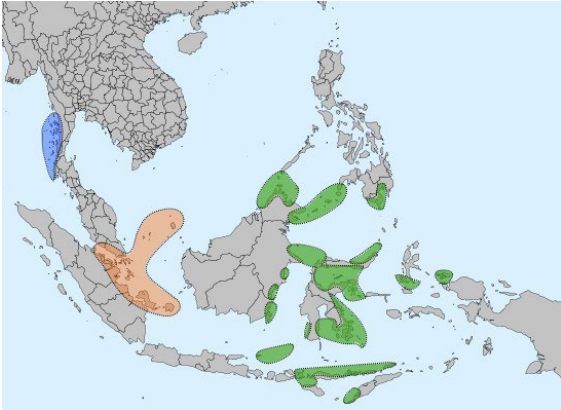
Kotva v 77 m

175 cm, 60 kg

STA 40 s



Sama-Bajau



Moken

- Thajsko
- 5000-6000 let



Haenyeo

- Korea, ženské potápěčky
- od 5. stol. n.l.



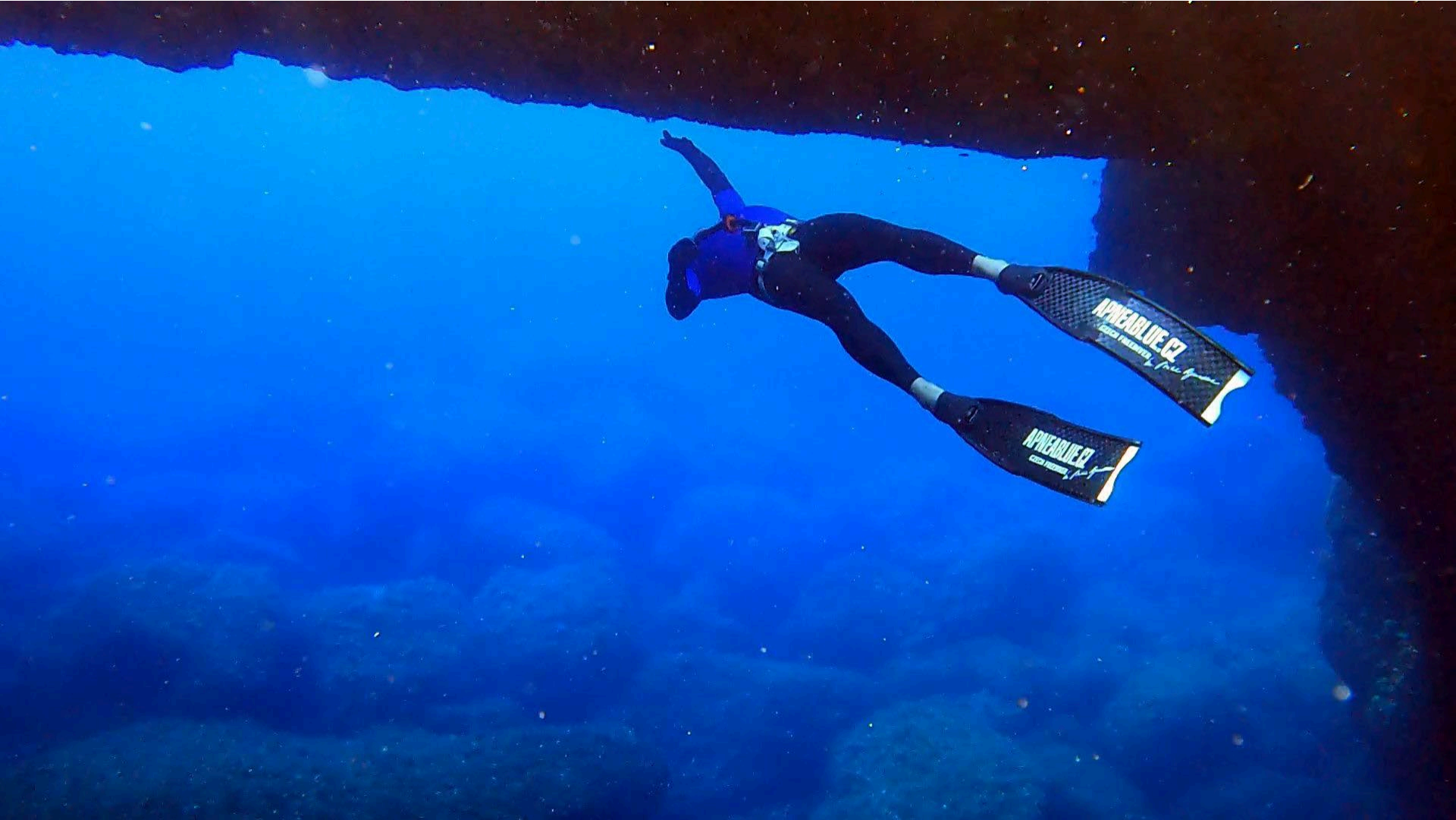


Potápěčky Ama

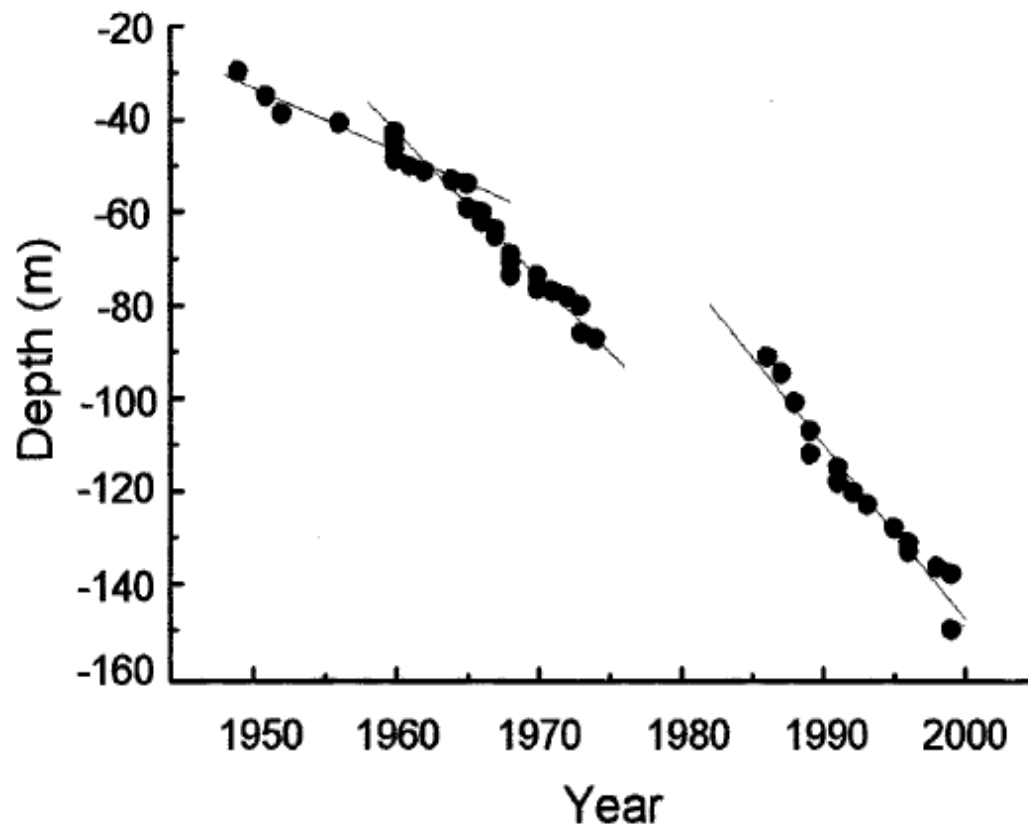
- Japonsko
- 2000 let



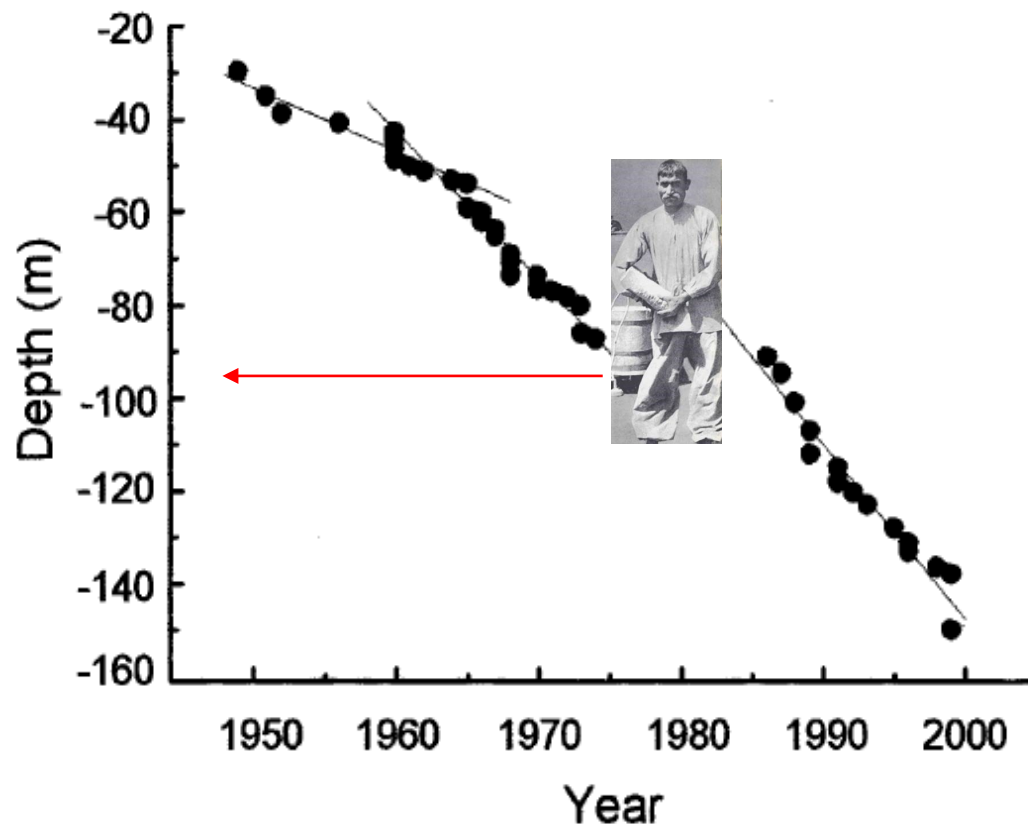




Světové rekordy v nádechovém potápění



Světové rekordy v nádechovém potápění

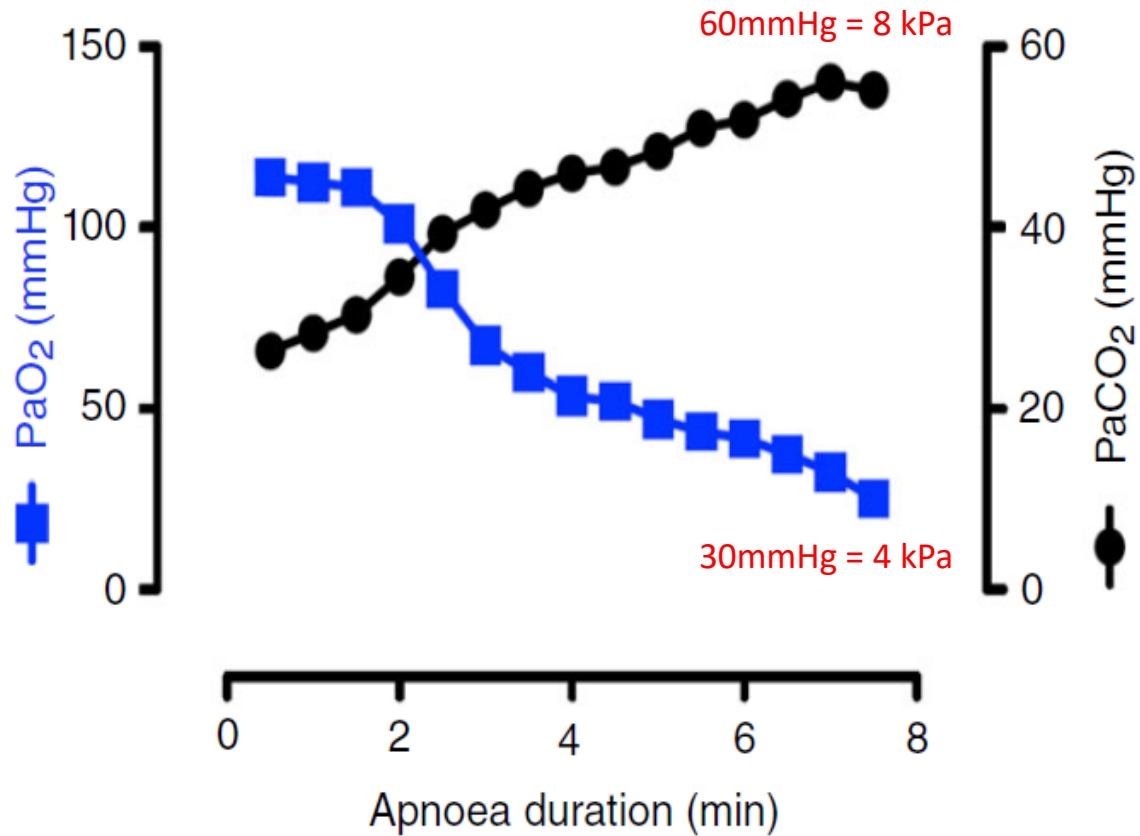


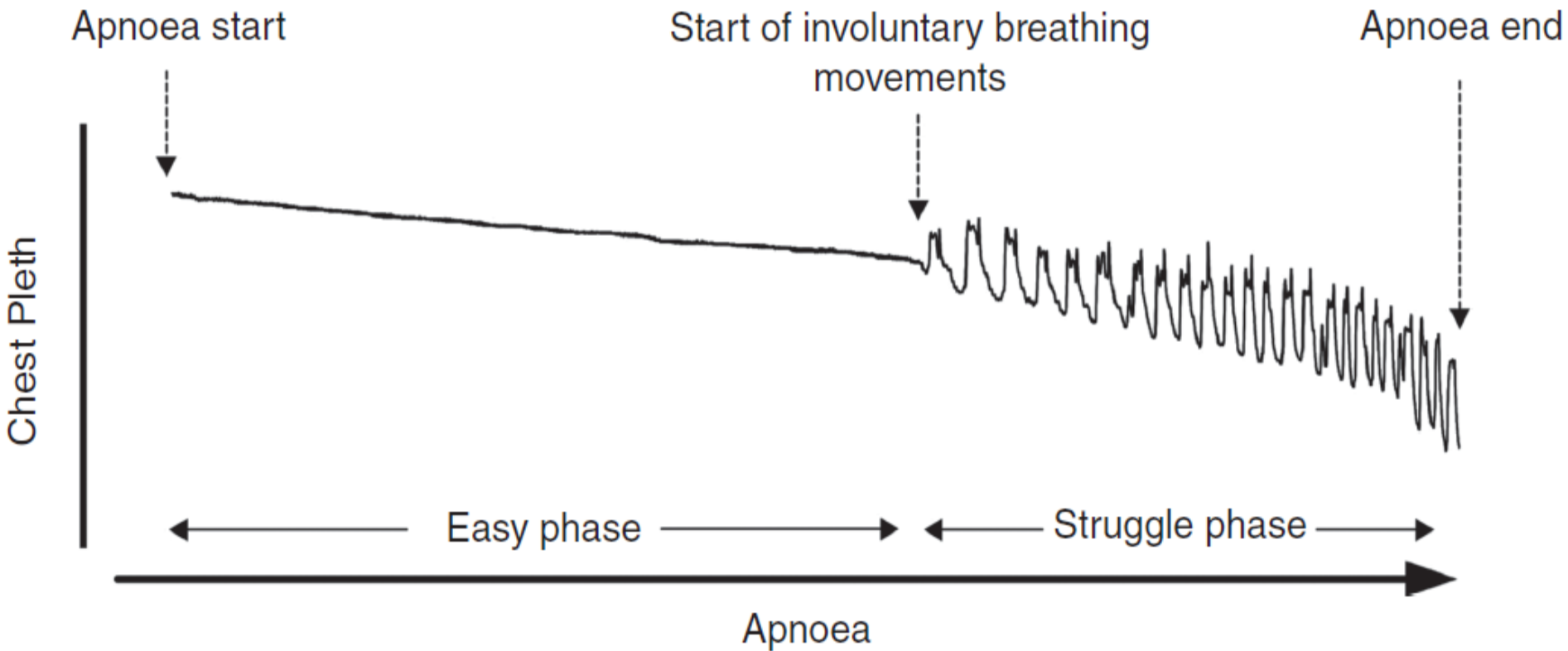
Limitace pobytu pod vodou

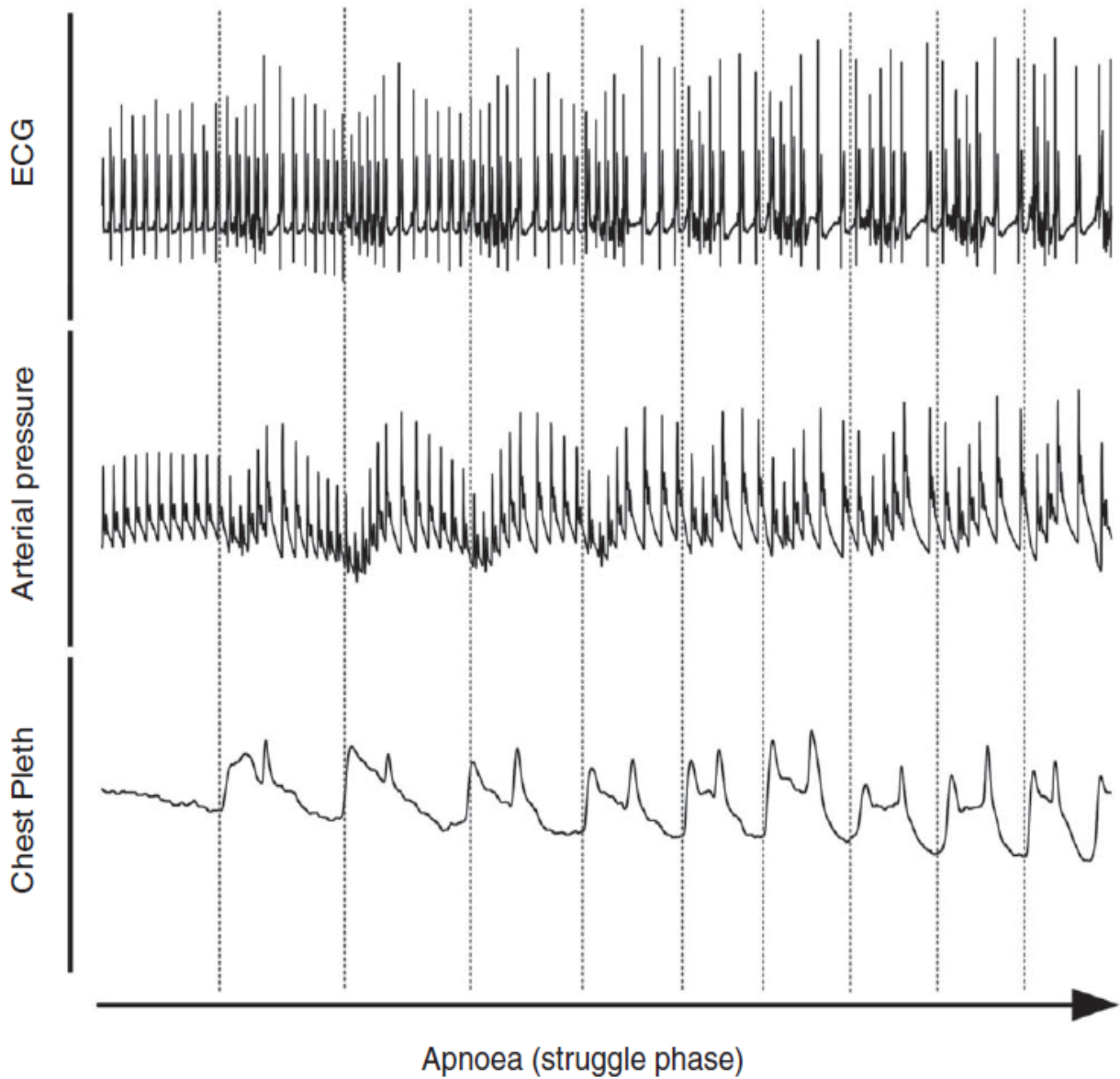
- Nemožnost ventilace
 - oxygenace ze zásob
 - hromadění CO₂
- Hydrostatický tlak
 - komprese stlačitelných kompartmentů (plíce, středouší...)
- Fyzikální rozpouštění plynů v organismu

Apnoe

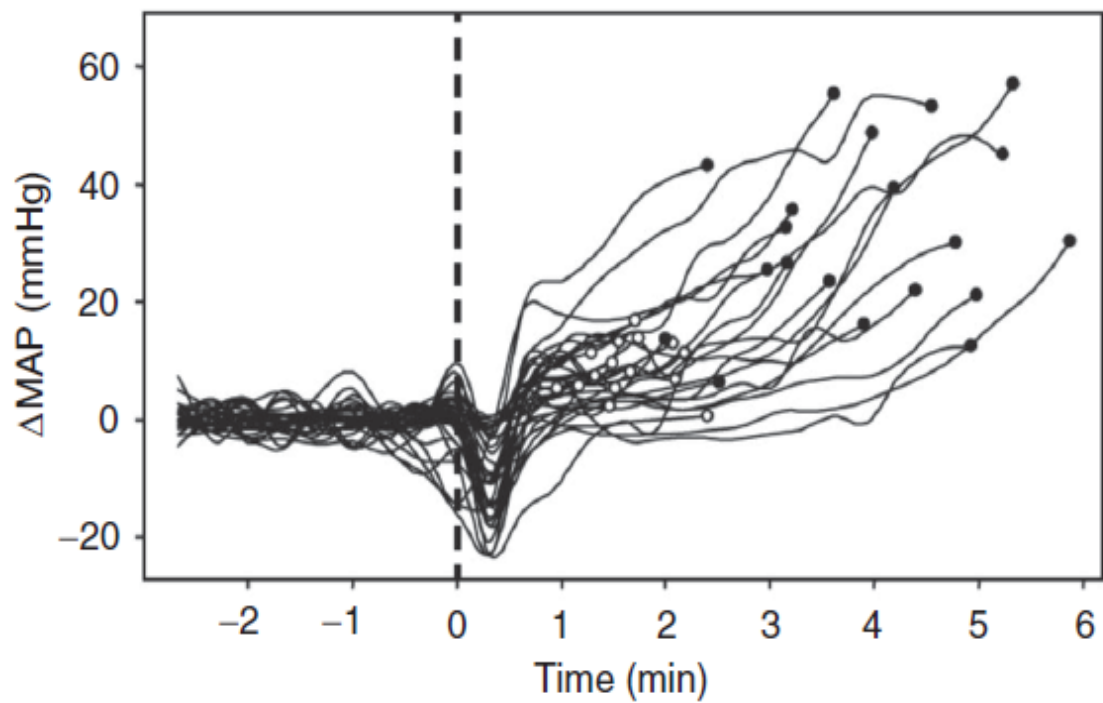
Statická apnoe



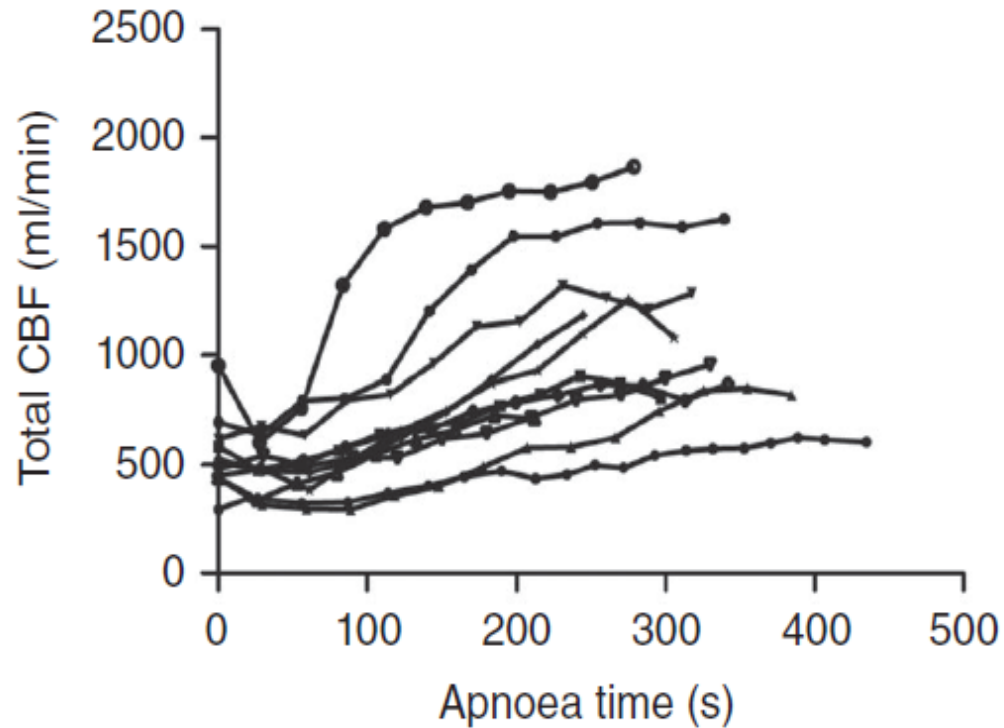




Arteriální tlak



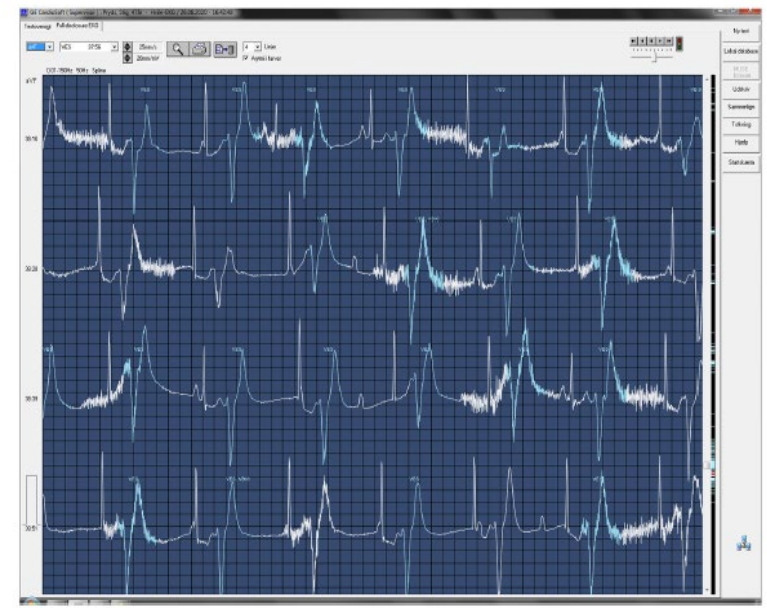
Průtok krve mozkiem



před



**konec
apnoe**



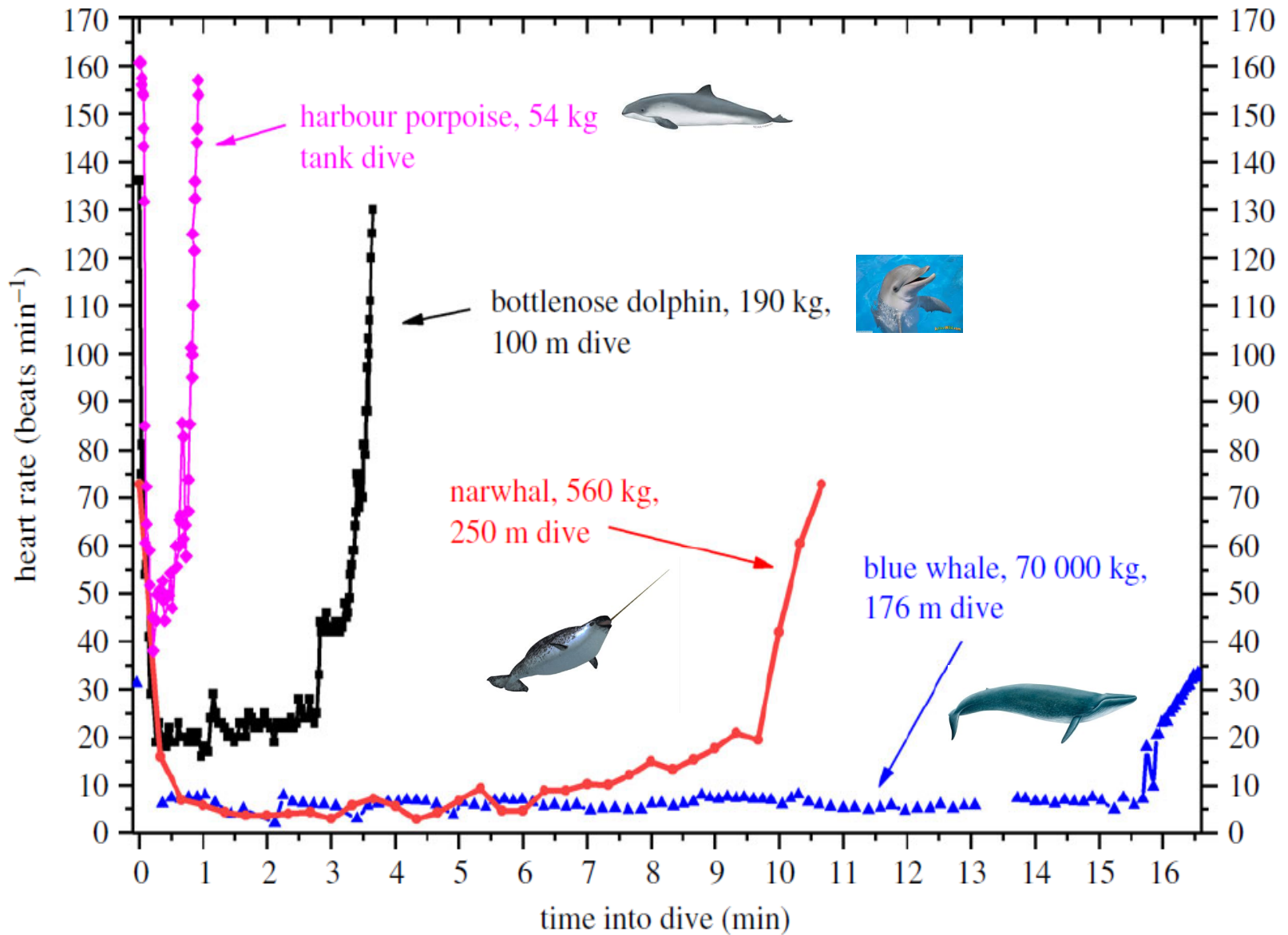
Voda

Mammalian dive response

- Aktivace:
 - kontakt oblasti trigeminu s vodou
 - apnoe
- Univerzálně přítomen u savců

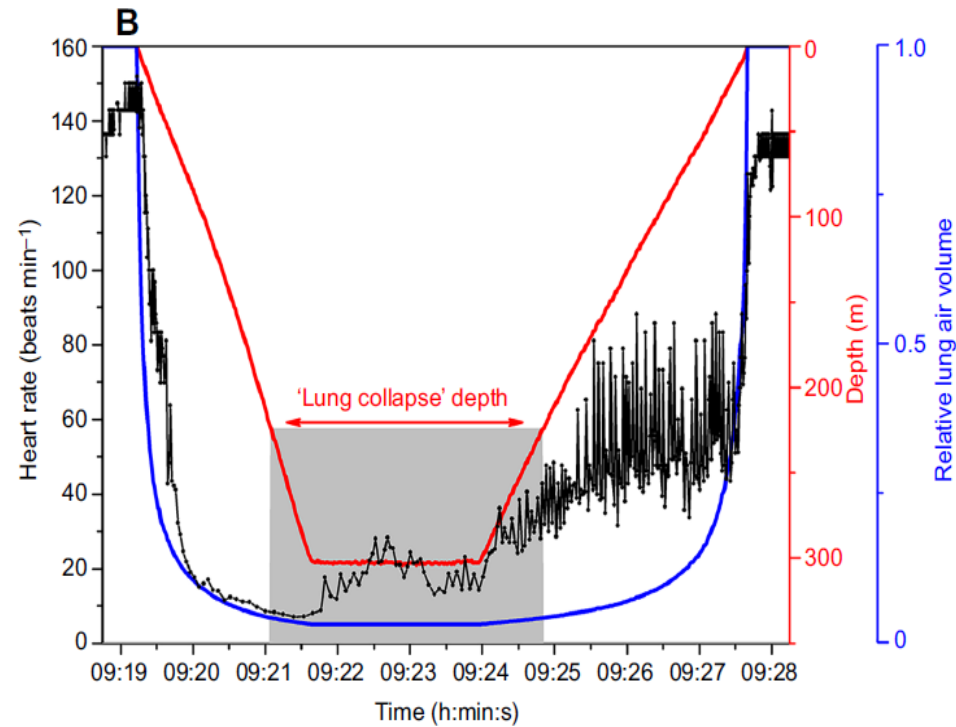
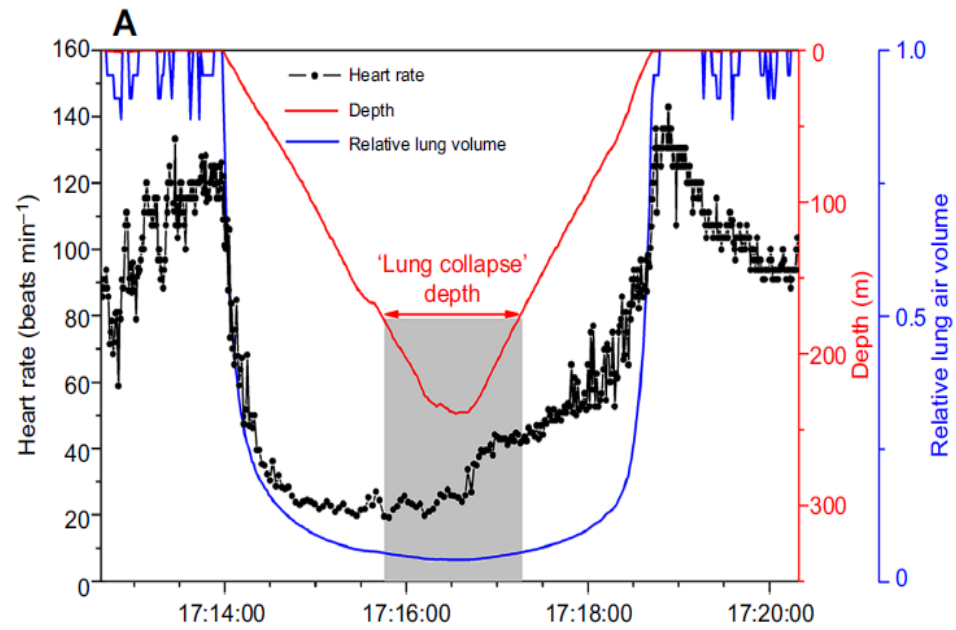
Mammalian dive response

- bradykardie
- snížený srdeční výdej
- hypertenze
- periferní vazokonstrikce
- redistribuce krevního oběhu



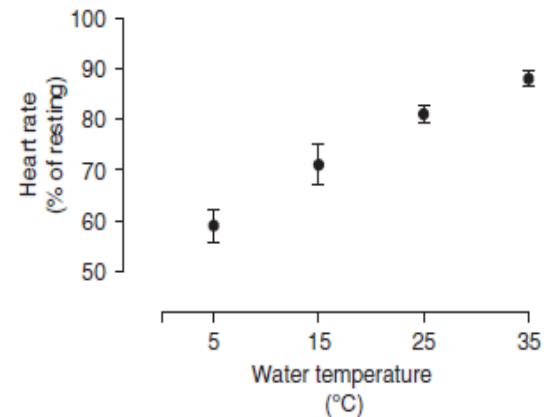


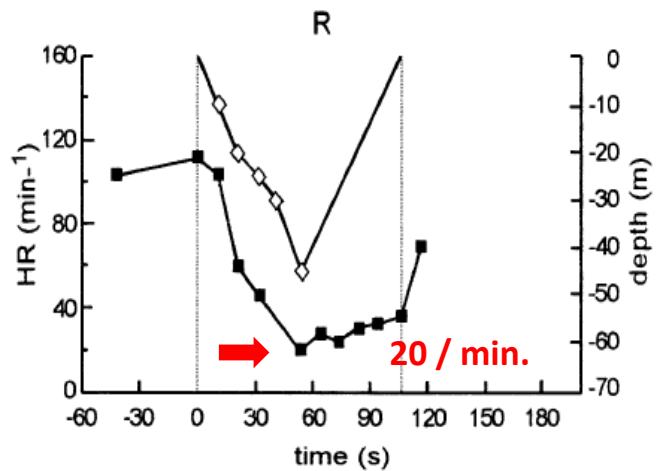
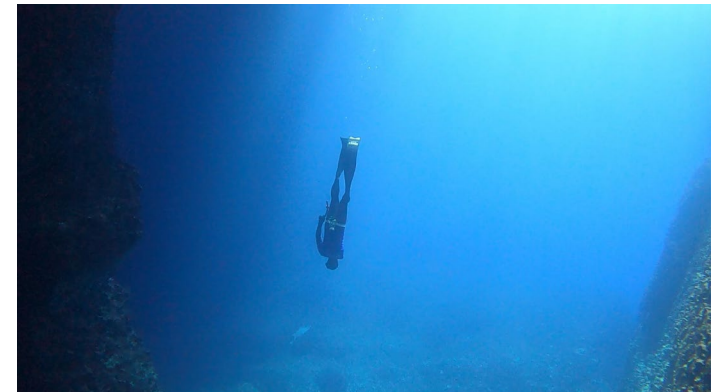
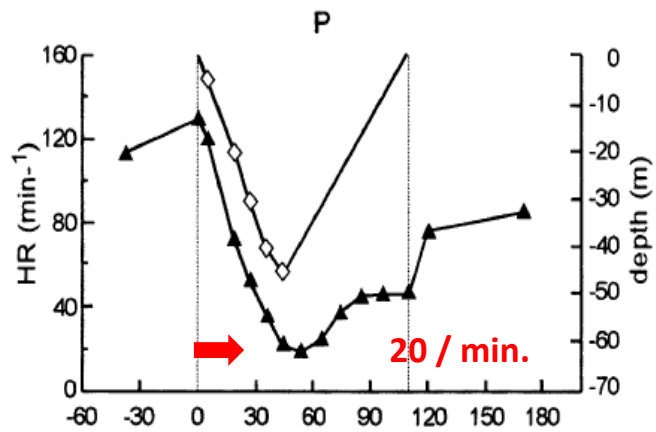
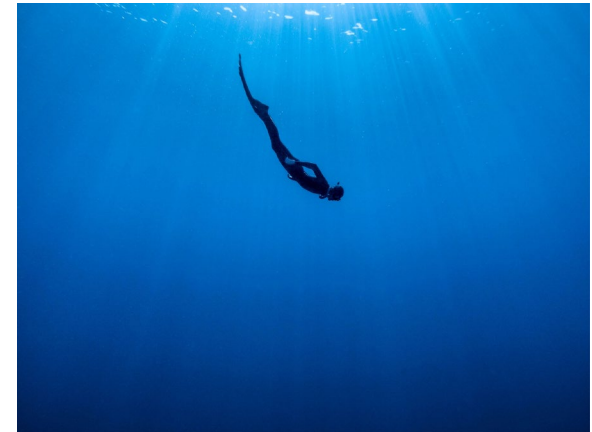
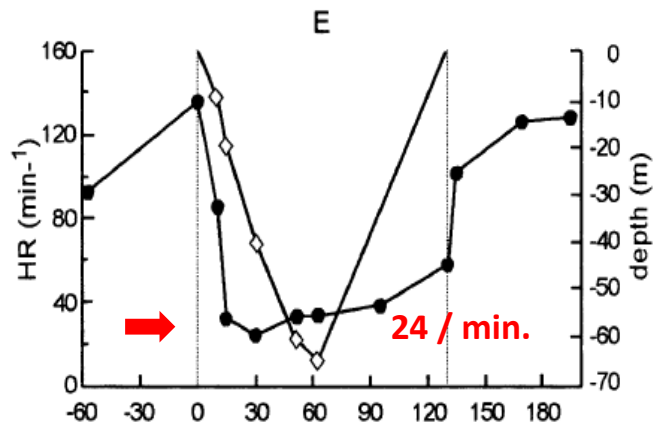
Lachtan kalifornský



Mammalian dive response

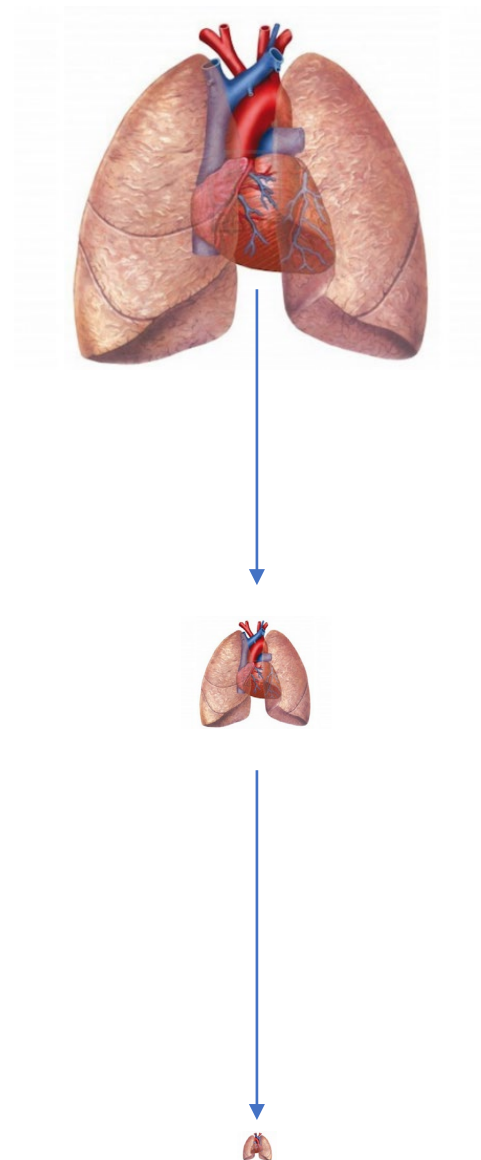
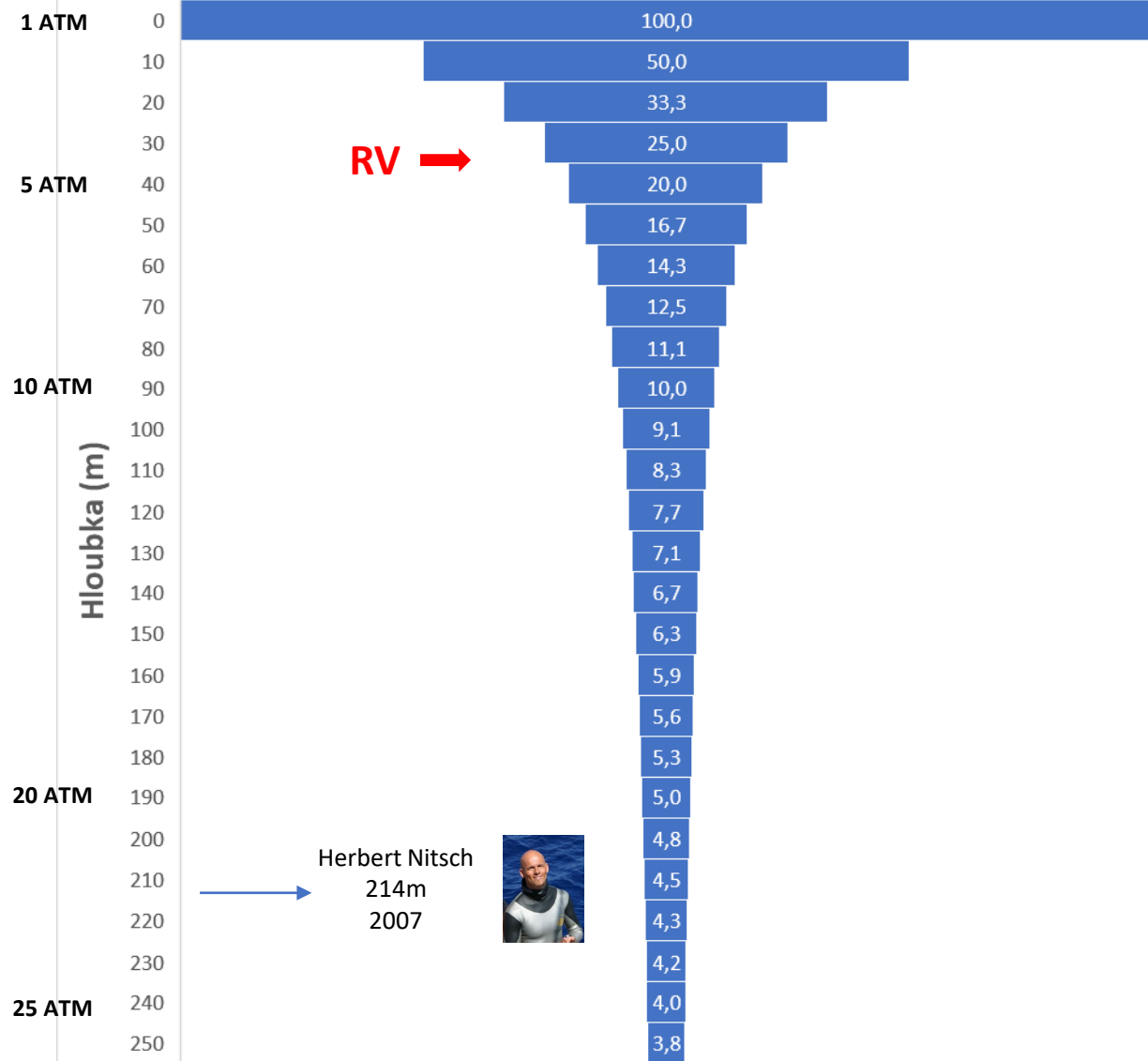
- Aktivace:
 - kontakt oblasti trigeminu s vodou
 - apnoe
- Univerzálně přítomen u savců
 - souhra sympatických a parasympatických dějů
 - chemo a baroreceptory
 - snížení spotřeby kyslíku
 - perfuze vitálně důležitých orgánů (mozek, myokard)
 - vazokonstrikce v kůži a ve svalech





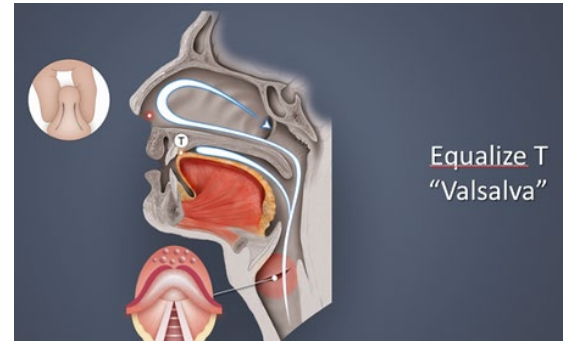
Hloubka

Vliv hloubky na objem (%)



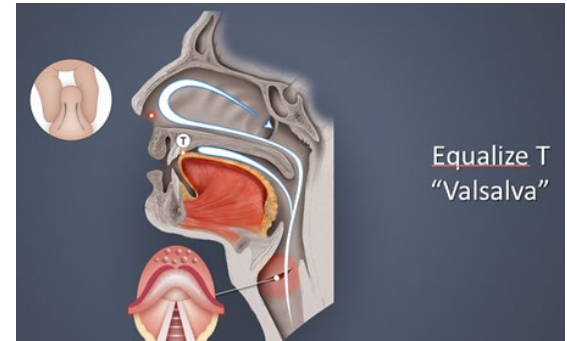
Tlak ve středouší

- Valsalvův manévr



Tlak ve středouší

- Valsalvův manévr
- Frenzelův manévr
 - prof. Herrmann Frenzel (1895 – 1967)



Efekt hydrostatického tlaku

- komprese těla vysokým hydrostatickým tlakem:
- stlačení břicha – vysoký stav bránice
- redistribuce krve do hrudníku - snížení reziduálního volumu
 - ve 30m cca 1000ml krve přesunuto do hrudníku
 - zvýšený plicní kapilární tlak
- centralizace oběhu a mechanická ochrana nitrohrudních orgánů
- riziko poranění plic (lung squeeze)

Lung squeeze



- stlačení plíce – kolaps drobných cest dýchacích
 - již od 18m hloubky
 - přes 200m hloubky
 - téměř totální kolaps plicních objemů
 - 55-80% dýchacích cest stlačeno
- riziko barotraumatu
 - při sestupu kompresí
 - při návratu reexpanzí, pohybem (kontrakce bránice)
 - oprese na prsou, hemoptýza, porucha oxygenace
 - UZ plic – B-linie

Dusíková narkóza

- s hloubkou se zvyšuje parciální tlak dusíku v alveolech ($P_A N_2$)
- nárůst tenze dusíku v krvi
- narkotický účinek (lipofilie)
- vliv na kognitivní i fyzické funkce od 10m
- nebezpečný od cca 70-90m, závislost na čase
- orientace v čase a prostoru, euforie, změny nálady, halucinace, poruchy koordinace pohybů a myšlení, amnézie, bezvědomí

Dekompresní nemoc



- Tvorba plynových bublin při poklesu hydrostatického tlaku ve tkáních nasycených plynem a v krvi
- venózní mikroemboly (19-700 μm)
 - filtrovány v plicních kapilárách
 - do arteriálního řečiště P-L zkratem (PFO)
 - mechanické poranění malých cév, hemorhagie
- bolesti svalů, kloubů, svědění kůže, parestézie, poruchy sfinkterů a motoriky, vertigo, ataxie, poruchy vidění, myšlení, kašel, bolesti na hrudi...

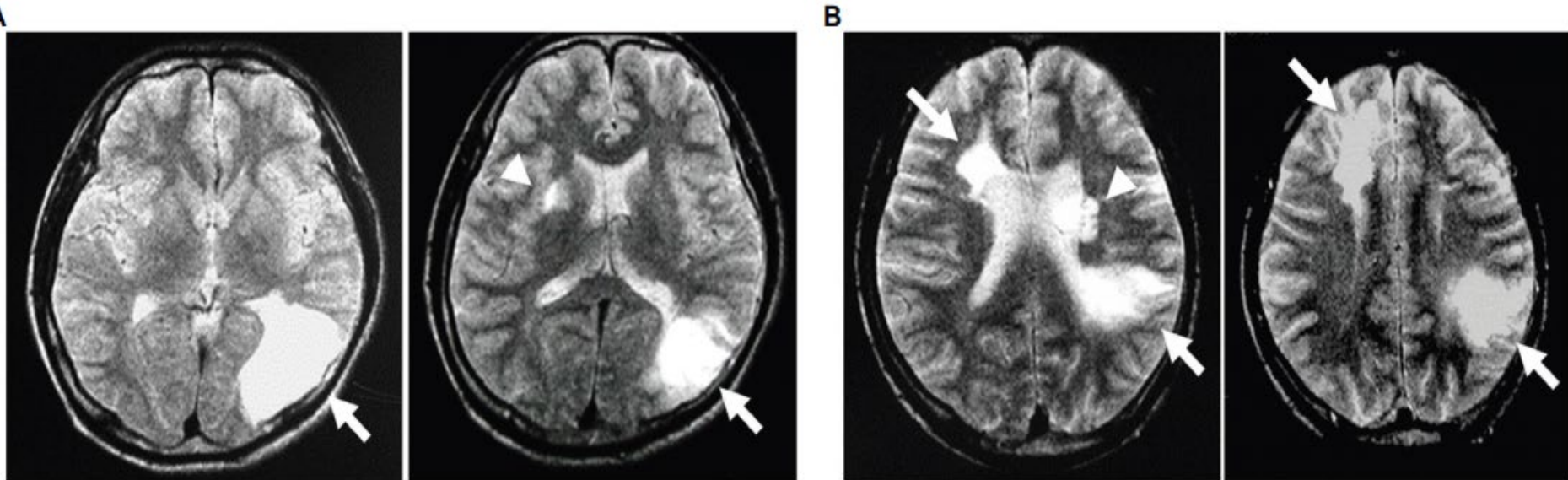
Arteriální vzduchová embolie



- rozpínající se plyn v plicích při dekompresi
 - porušení alveolokapilární membrány
 - vstup plynu do arteriálního řečiště
 - okluze arterie s následky (CMP, ...)
-
- dramatický obraz, při výstupu nebo vynoření
 - ztráta vědomí, presynkopa, synkopa, hemiplegie, poruchy vidění nebo řeči, křeče
 - někdy s barotraumatem

Decompression Illness in Repetitive Breath-Hold Diving: Why Ischemic Lesions Involve the Brain?

Kiyotaka Kohshi^{1,2*}, Petar J. Denoble³, Hideki Tamaki^{2,4}, Yoshitaka Morimatsu²,
Tatsuya Ishitake² and Frédéric Lemaître^{5,6}



Potápěči Ama

- mnohočetné opakované ponory až do 30m
- mezi ponory cca 1 min.
- 6 h denně

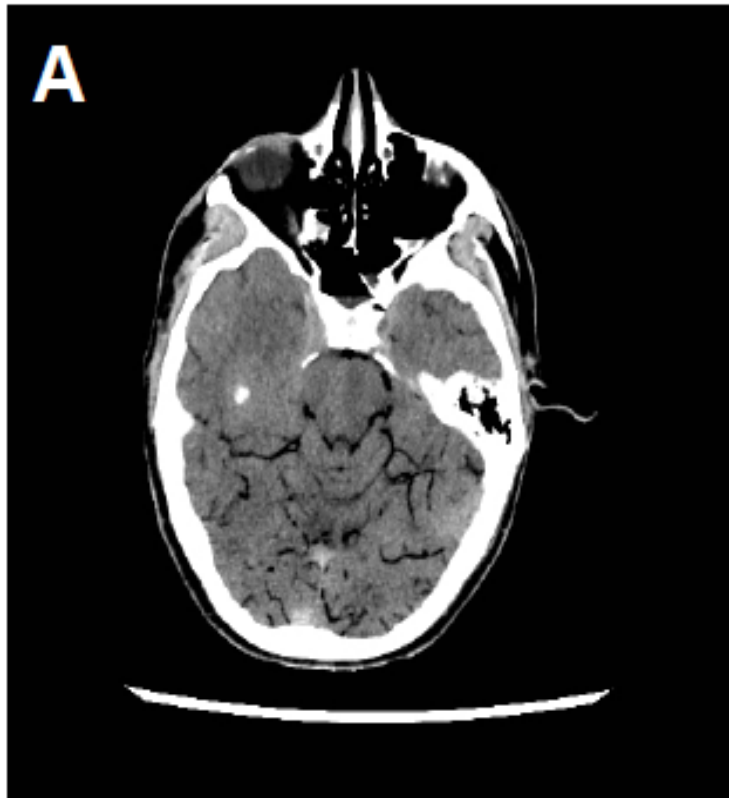
Fatal air embolism in a breath-hold diver

Neil DG Banham¹, John Lippmann¹

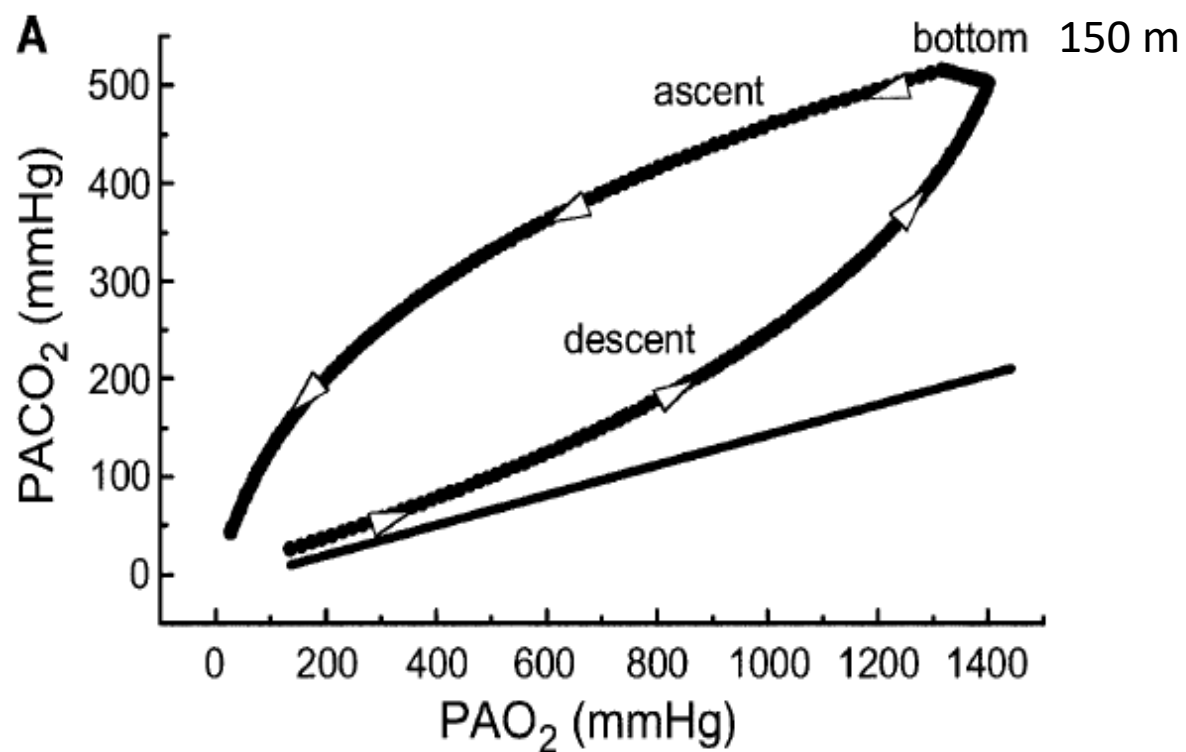


Fatal air embolism in a breath-hold diver

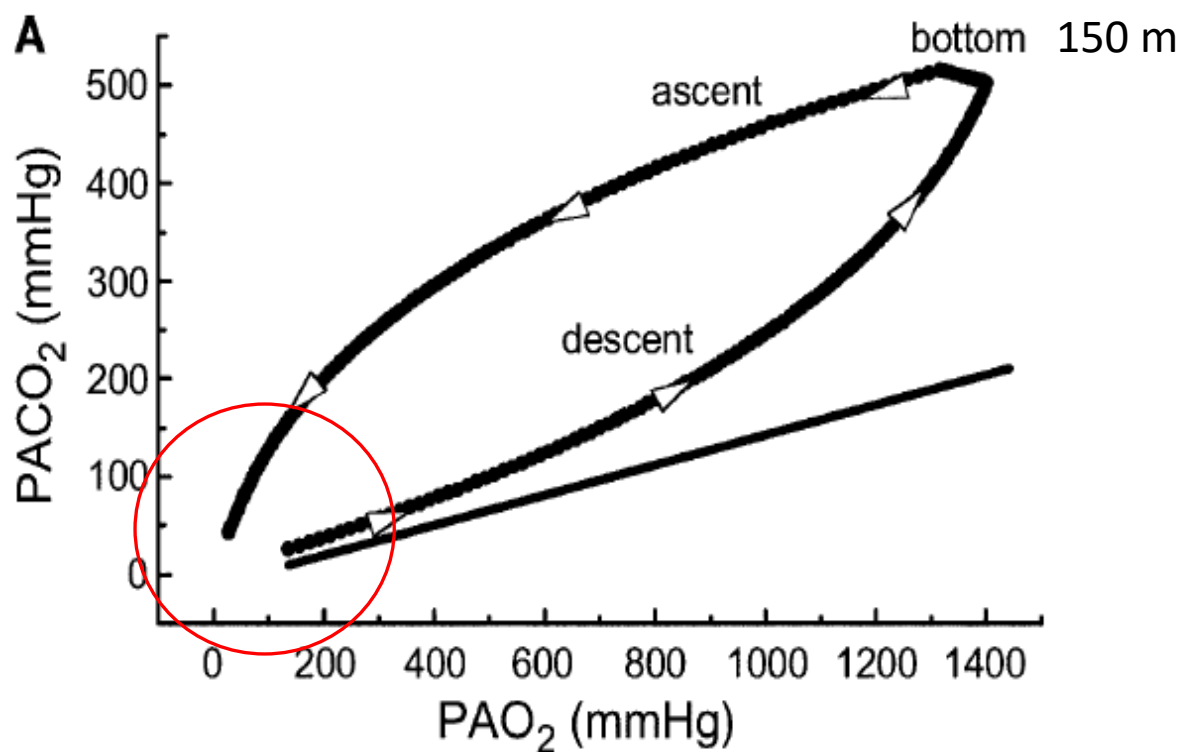
Neil DG Banham¹, John Lippmann¹



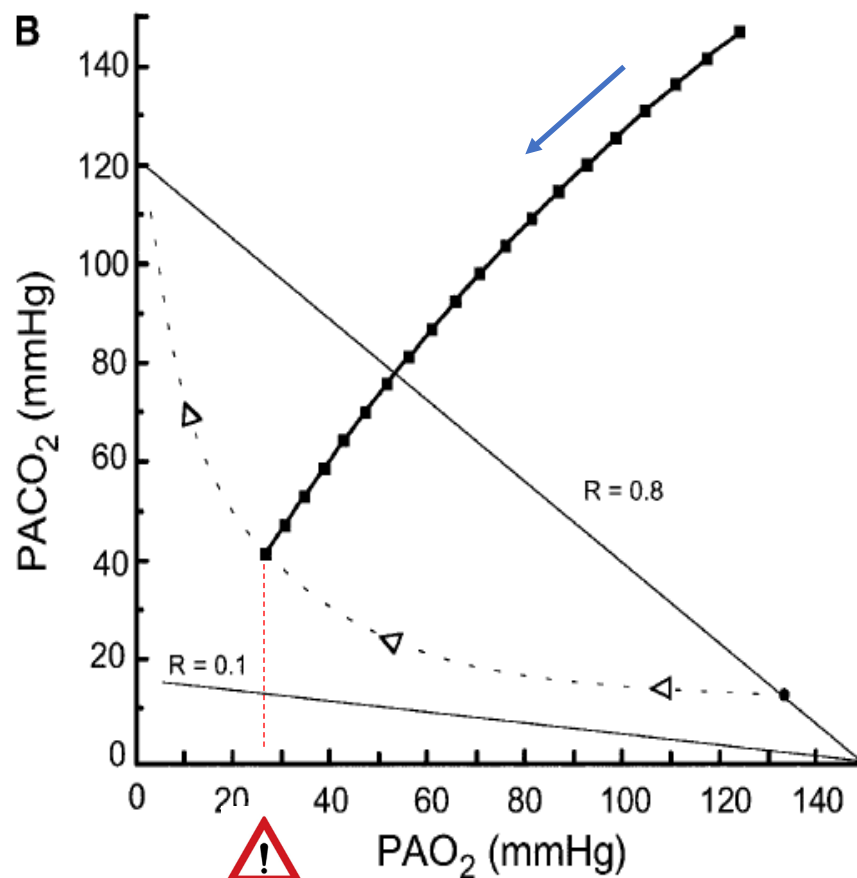
Průběh oxygenace při ponoru



Průběh oxygenace při ponoru

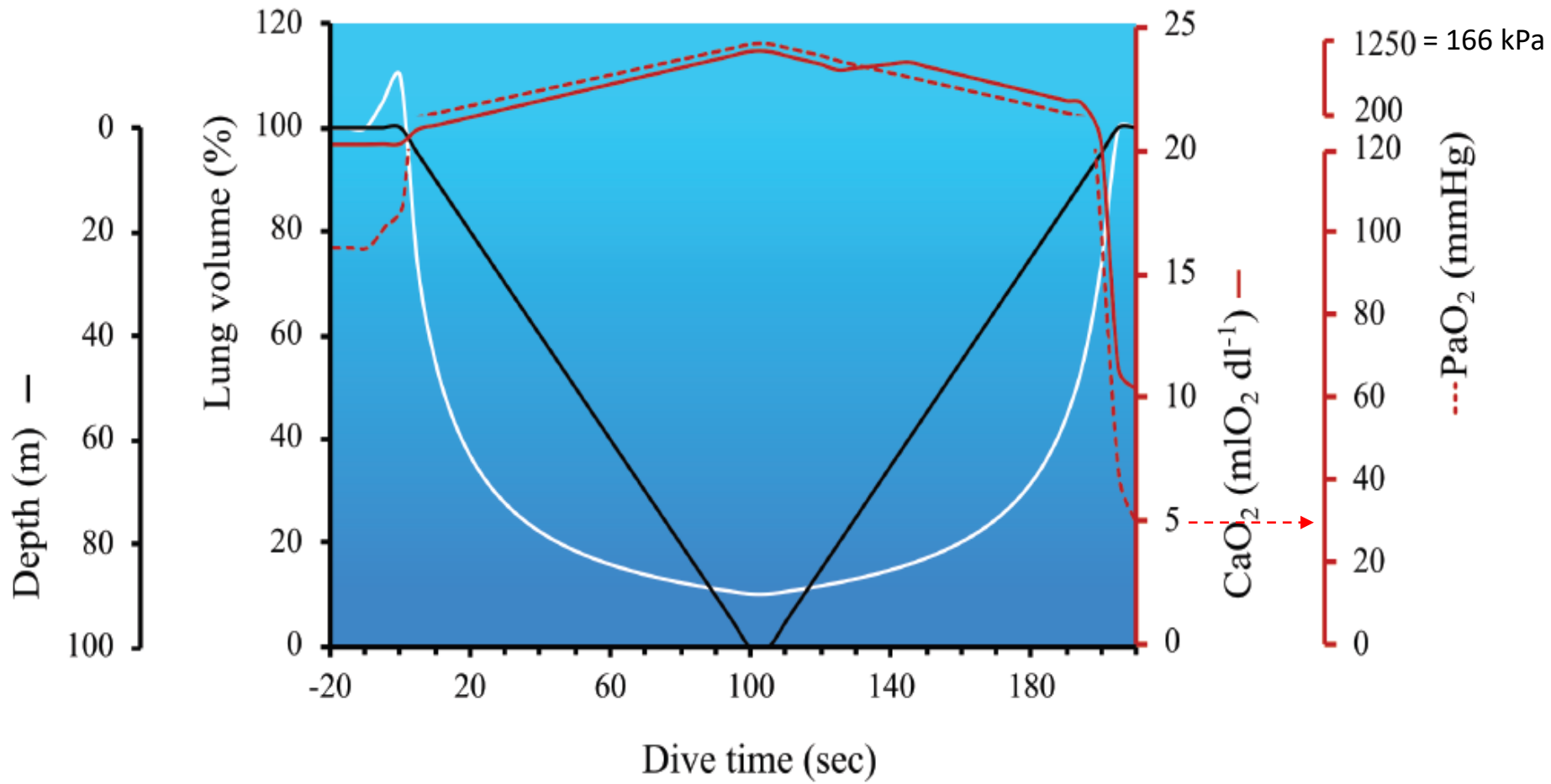


Průběh oxygenace při ponoru

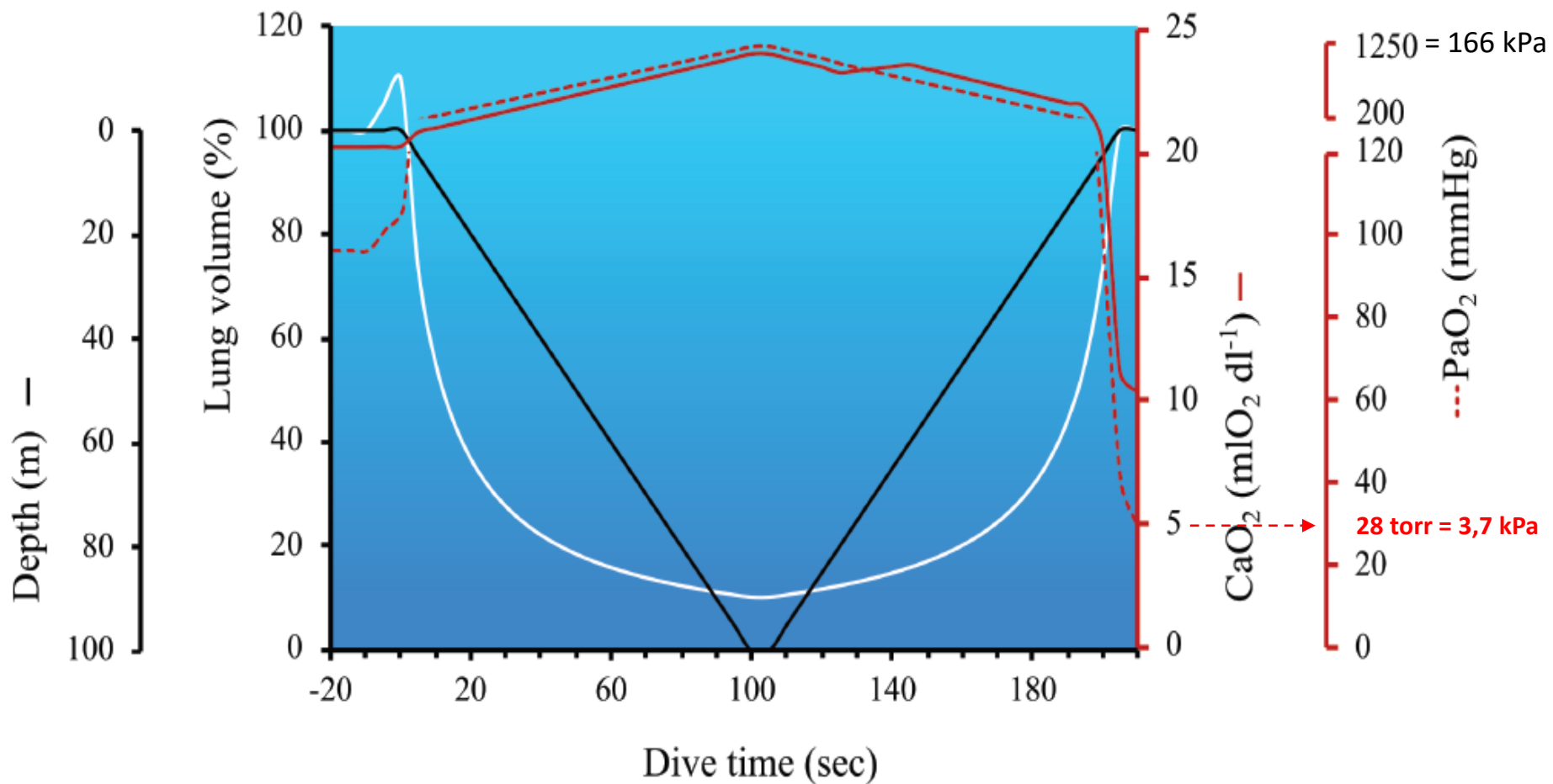


28 torr = 3,7 kPa

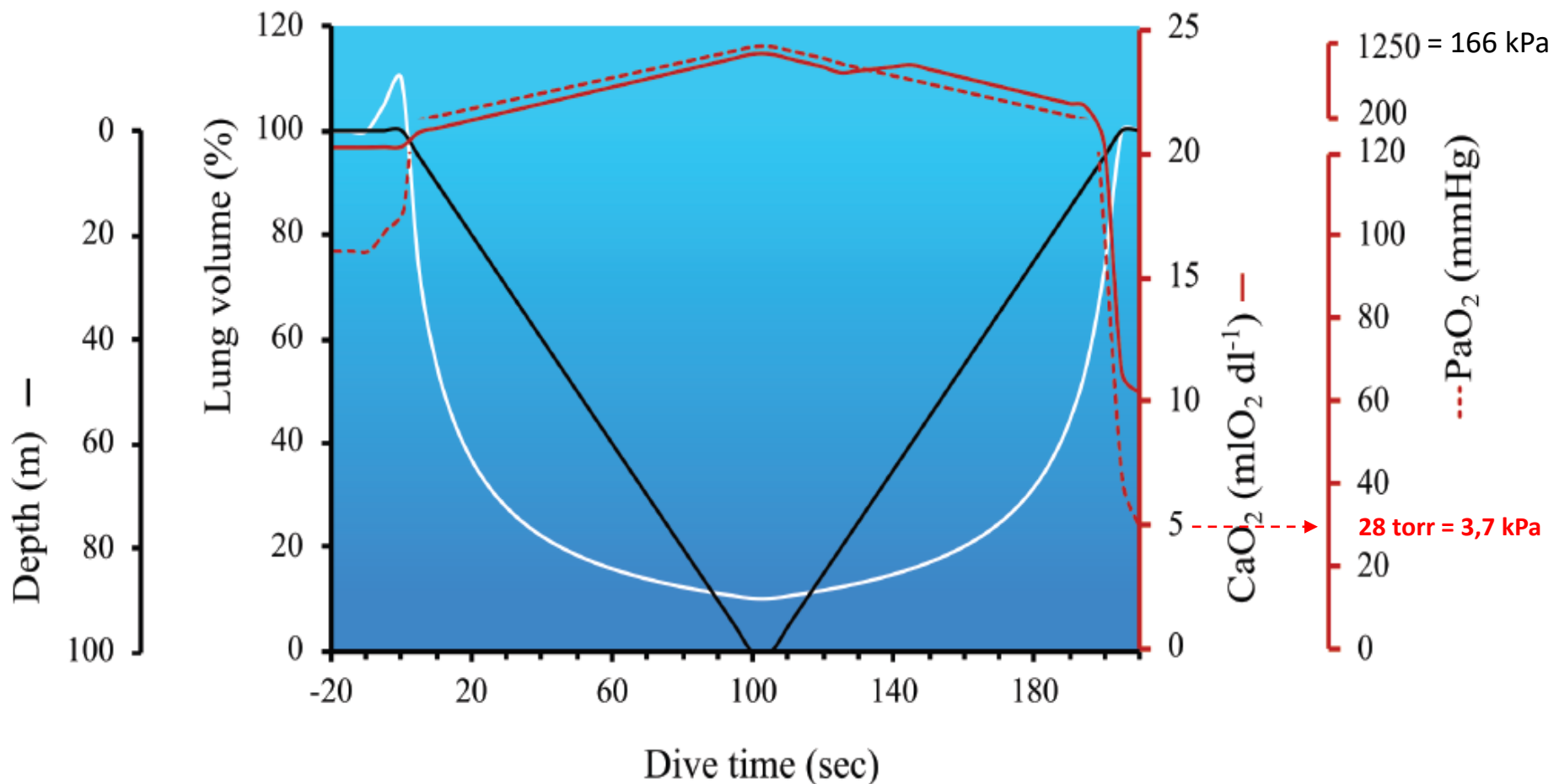
Průběh oxygenace při ponoru



Průběh oxygenace při ponoru



Průběh oxygenace při ponoru



Průběh oxygenace při ponoru

- Při prudkém poklesu tlaku při návratu **hypoxie**
- Přispívá i vyšší spotřeba kyslíku při plavání
- Samba
 - Poruchy pozornosti, koordinace motoriky, vnímání
- Shallow water blackout
 - hypoxická ztráta vědomí těsně pod hladinou







Budimir Buda Šobat
Guinness World Record
30 min preoxygenace 100% kyslíkem
VC 8,1 l packing 10,5 l



Energetika nádechového potápění

Subjects	Depth (m)	Time (s)	O ₂ z plic	O ₂ z myoglobinu	E_{La} (ml)	E (ml)	celková spotřeba O ₂
			ΔVLO_2 (ml)	ΔVSO_2 (ml)			\dot{E} (ml·min ⁻¹)
A	70	144	819	200	668	1,687	703
	70	151	1006	200	1,133	2,339	929
	60	115	800	200	405	1,405	733
B	45	107	552	200	474	1,226	688
	50	131	627	200	738	1,565	717
	40	88	541	200	226	967	659
	50	91	603	200	447	1,250	824
C	45	110	573	200	221	994	542
	50	88	455	200	97	752	513

Průměrná spotřeba kyslíku v průběhu hloubkového ponoru = cca 8ml/kg/min.
Odpovídá cca 3x klidové spotřebě, cca **20-30% VO₂max.**

Energetika nádechového potápění

laktát

Study	Subject	Depth (m)	Time (s)	$\Delta V\text{LO}_2$ (ml)	$\Delta V\text{LCO}_2$ (ml)	R	[La] _b (mM)
Extreme divers							
Ferretti et al. (1991)	A	70	144	819	42	0.05	4.41
		70	151	1,006	0	0.00	6.46
		60	115	800	-36	-0.05	3.25
	B	45	107	552	-23	-0.04	4.02
		50	131	627	55	0.09	5.68
		40	88	541	10	0.02	2.46
	C	50	91	603	34	0.06	3.85
		45	110	573	-23	-0.04	2.36
		50	88	455	39	0.09	1.71

Průměrná spotřeba kyslíku v průběhu hloubkového ponoru = cca 8ml/kg/min.
Odpovídá cca 3x klidové spotřebě, cca **20-30% VO2max**.

Laktát pravděpodobně důsledkem vazokonstrikce – dive reflex?

Jak se potopit hlouběji?

- zvýšení totální kapacity plic
 - relaxace hrudníku a bránice
 - stretching
 - „packing“ – glossofaryngeální dýchání

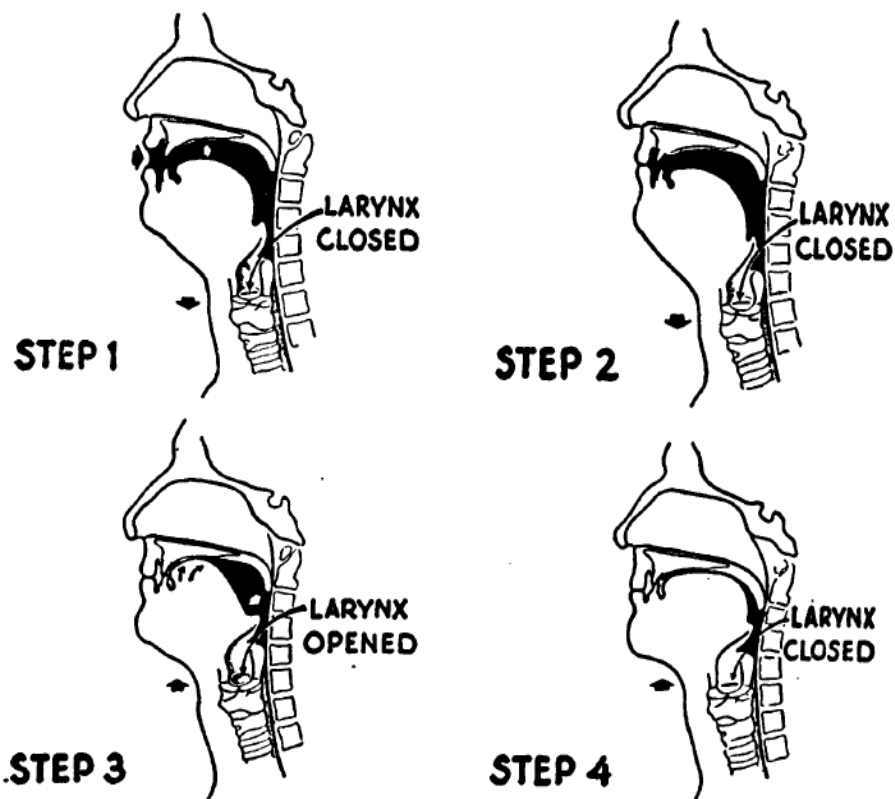
GLOSSOPHARYNGEAL BREATHING

ITS VALUE IN RESPIRATORY MUSCLE PARALYSIS OF POLIOMYELITIS

BY

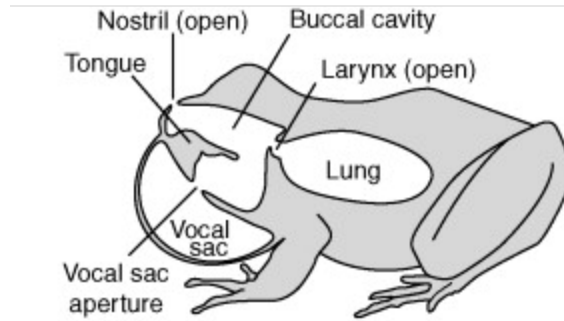
W. HOWLETT KELLEHER, M.D., D.P.H.

Physician Superintendent

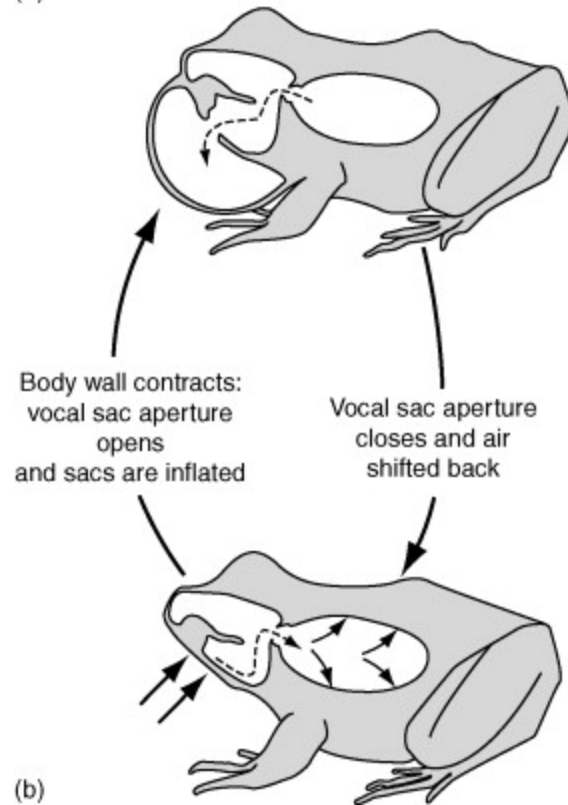


SEPT. 28, 1957

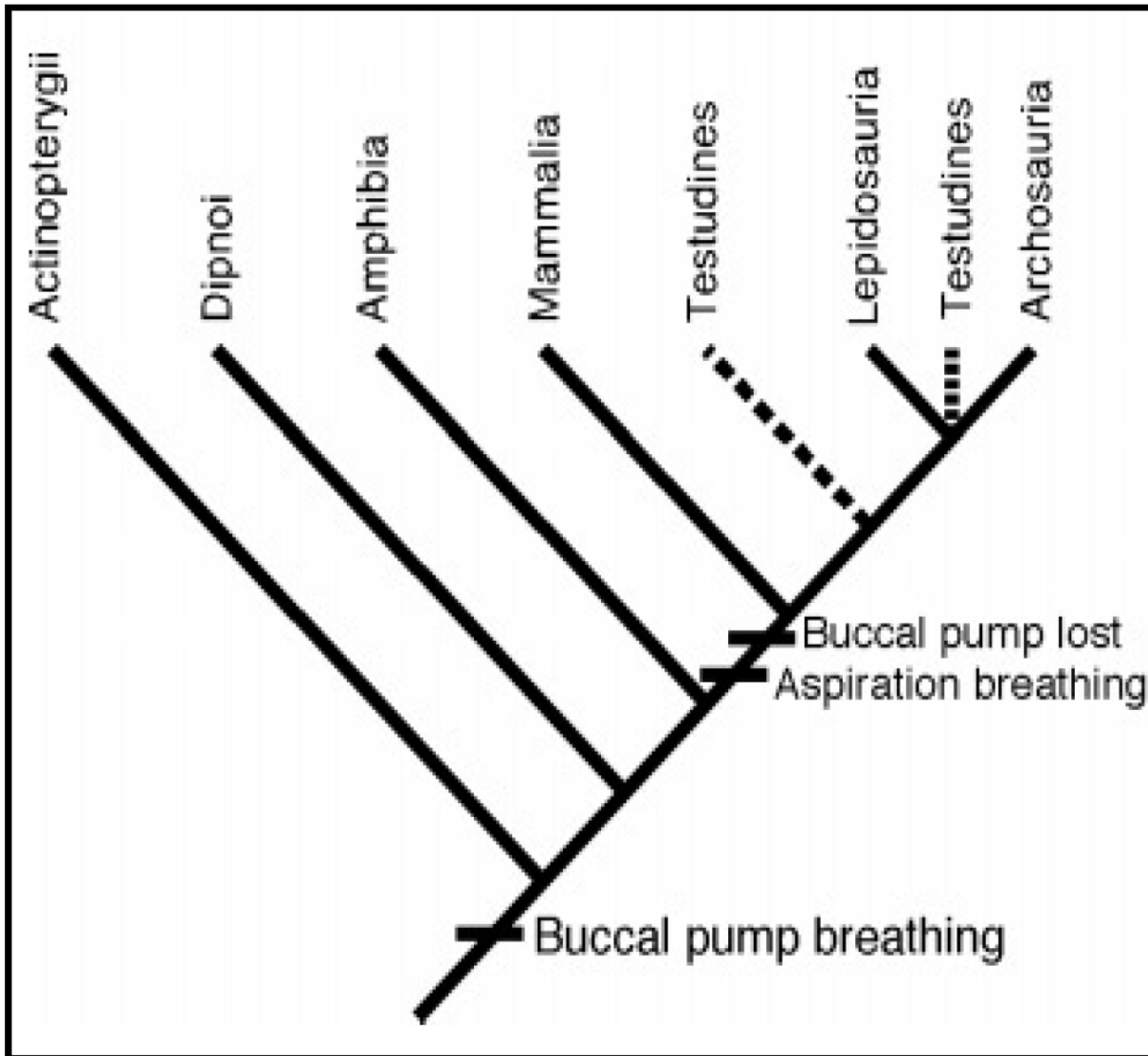
BRITISH
MEDICAL JOURNAL



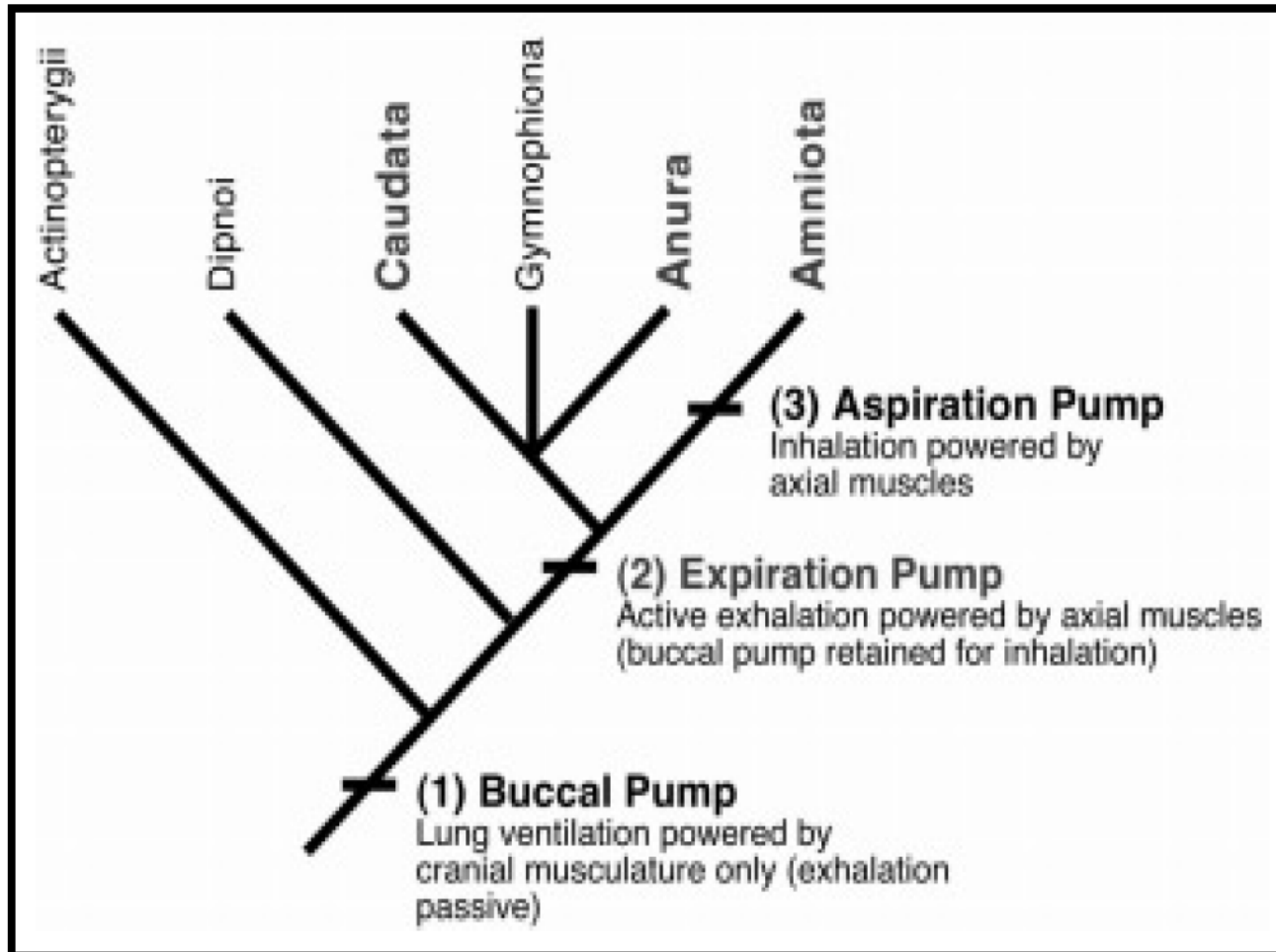
(a)



(b)



Brainerd, E. L. "New perspectives on the evolution of lung ventilation mechanisms in vertebrates." *Experimental Biology Online* 4.2 (1999): 1-28.



"Glossopharyngeal Breathing" by Paralyzed Patients

A Preliminary Report

CLARENCE W. DAIL, M.D., *Los Angeles*

Patient No.	Age, Sex	Onset of Paralysis	Date GPB* Started	Approximate Vital Capacity		Time Out of Respirator (As of June 1, 1950)		Remarks
				Without GPB	With GPB	Without GPB	With GPB	
1	29M	5-9-44	About '46	150	600	Not known	All day	Died 1-30-49
2	25F	8-10-49	10-12-50	100	1,000	25 min.	2 hrs.	
3	37F	6-25-48	9-21-50	200	815	25 min.	2 hrs.	
4	29F	10-24-49	10-12-50	200	1,710	2 min.	3 hrs.	
5	28M	11-10-48	9-13-50	100	1,150	2 min.	1 hr.	
6	29M	11-7-50	2-15-50	10±	1,200	Not out	1½ min.	
7	21M	8-7-49	1950	1,500	2,700	†		
8	17M	10-10-48	April '49	500	1,500	†		
9	20M	8-29-48	May '50	600	1,600	†		
10	39F	11-15-48	9-22-50	100	300	1 min.	1 min.	Practicing only. Not yet learned.
11	24M	9-3-50	2-13-50	200	.....	1 min.	1 min.	
12	44M	10-10-49	10-27-50	0	.....	1 min.	1 min.	
13	24F	5-29-50	11-14-50	150	.....	1 min.	1 min.	
14	25M	9-17-48	10-3-50	0	.....	1 min.	1 min.	
15	40F	8-2-48	May '51	500	900	All day	.....		Does most of breathing with neck muscles



September, 1951

CALIFORNIA MEDICINE

GLOSSOPHARYNGEAL BREATHING

ITS VALUE IN RESPIRATORY MUSCLE PARALYSIS OF POLIOMYELITIS

BY

W. HOWLETT KELLEHER, M.D., D.P.H.

Physician Superintendent

Case	Sex and Age (Yrs.)	Vital Capacity (V.C.)		Expected V.C. (Baldwin <i>et al.</i> , 1948)	Vital Capacity as Percentage of Expected Normal		Average Volume of Each Gulp During G.P.B. (ml.)
		Unassisted	Assisted with G.P.B.		Unassisted	Assisted with G.P.B.	
		(ml.)	(ml.)		(%)	(%)	
1	F 38	200	1,900	2,889	7	64	60
2	M 27	550	1,800	4,380	12.5	41	40
3	F 19	600	1,850	3,098	19	60	90
4	M 30	550	3,500	4,344	13	80	120
5	M 36	800	1,800	4,154	19	43	25
6	F 23	350	700 [§]	—	—	—	—



SEPT. 28, 1957

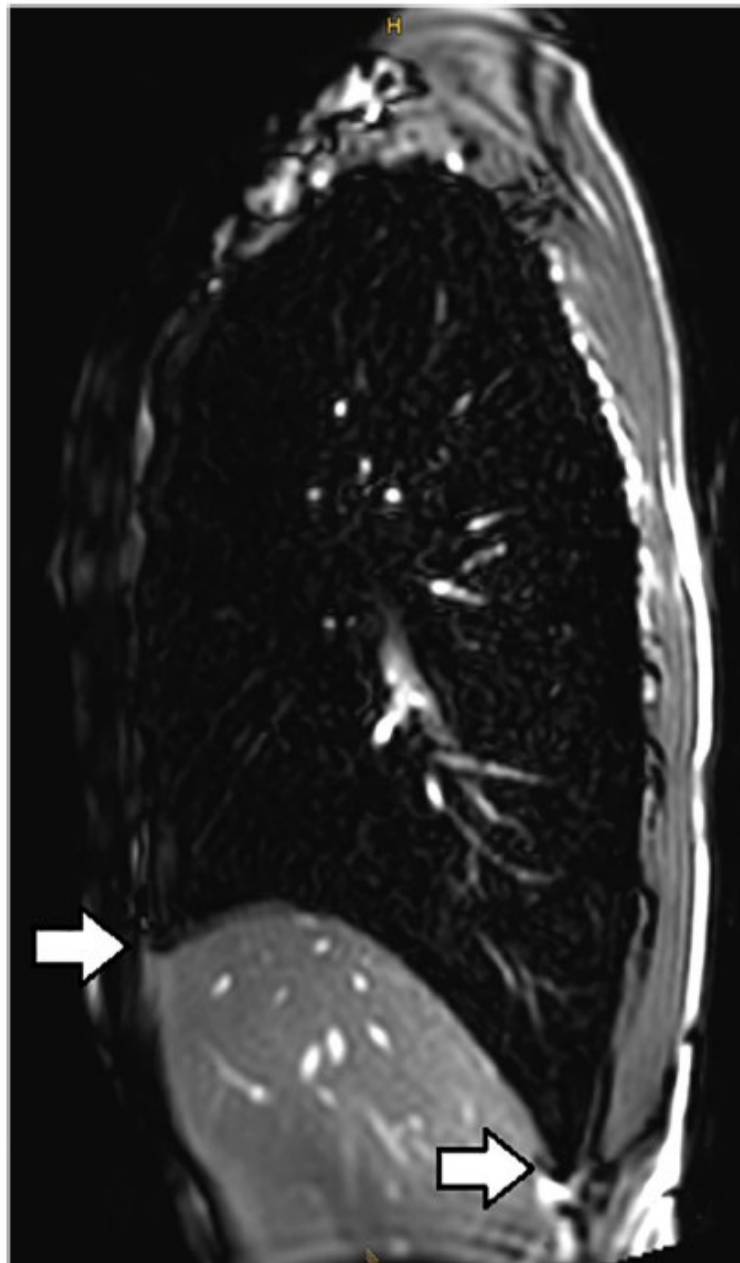
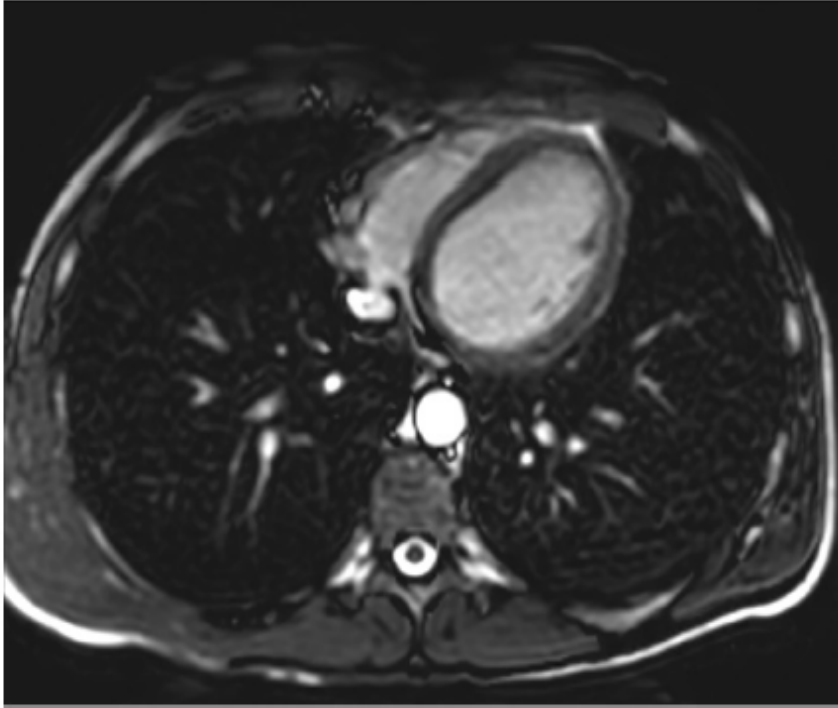
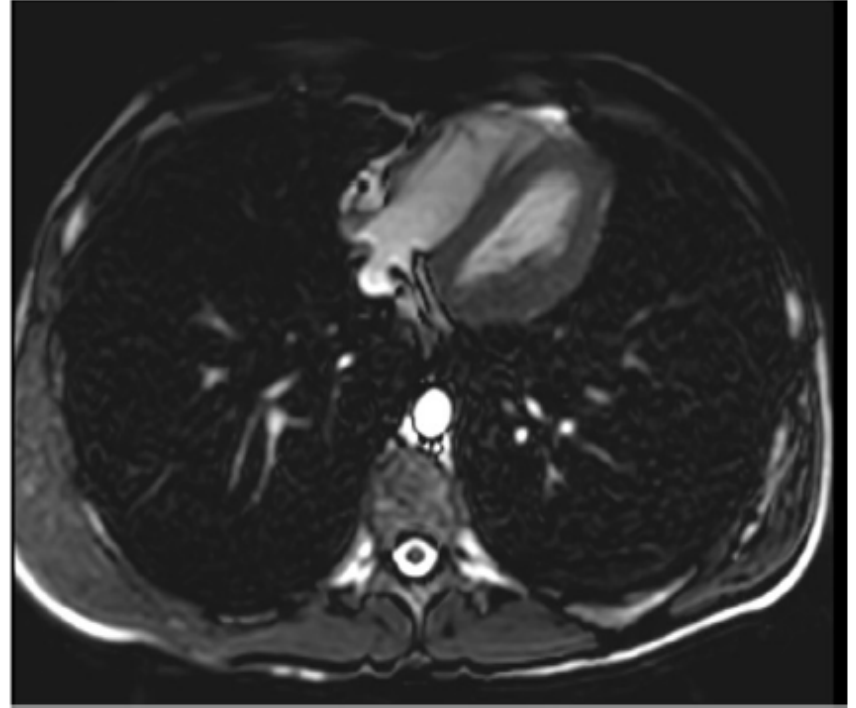


FIGURE 1 | Subxiphoidal and costodiaphragmatic recessus (marked with white arrows) filled with air during glossopharyngeal insufflation.

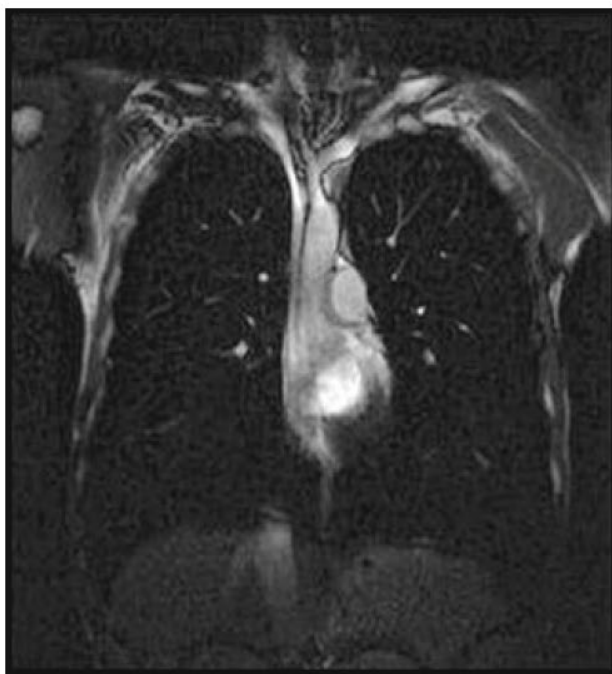
A



B



**glosofaryngeální
insuflace**



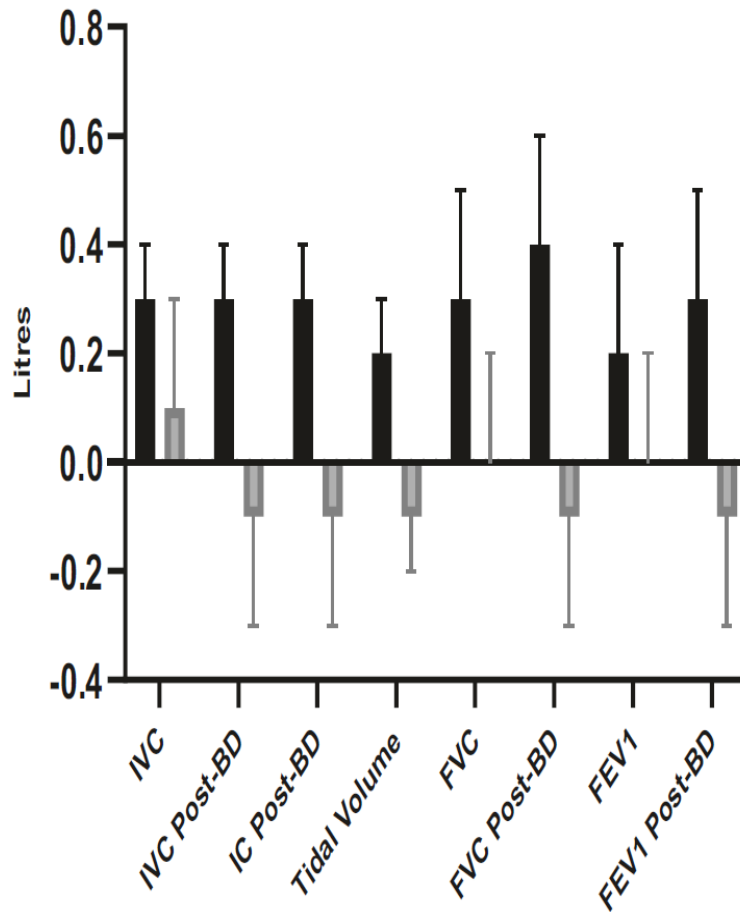
b

**glosofaryngeální
exsuflace**



Effects of glossopharyngeal insufflation on pulmonary function in cervical cord injury patients

Akanksha Sharma¹ · Shambhovi Mitra¹ · Vijay Dutta² · Jamal Ali Moiz³



Experimental
Control

Poranění krční míchy

n = 31

4 týdny respirační rehabilitace
+- glossofaryngeální insuflace

**Glossofaryngeální insuflace zlepšuje
respirační funkce u pacientů s poraněním
krční páteře.**

Jak to dělají jiní?

- ponor ve výdechu
- jiné složení surfaktantu
- nekolabující malé dýchací cesty
- mammalian dive reflex
- velká slezina s oxygenovanými erytrocyty
- splenická kontrakce
- perfuze jen nezbytných svalů
 - vyšší obsah hemoglobinu, myoglobinu, neuroglobinu
 - jiná velikost, uložení a distribuce mitochondrií
- ergonomický pohyb, splývání



Tuleň Weddelův

