

Difúzia (spotreba CO) Transfer faktor a Transfer koeficient

B. Matula

OFD

SN sv. Svorada Zobor, n.o.



VYHLÁSENIE O POTENCIÁLNOH KONFLIKTE ZÁUJMOV

Spolupráca s farmaceutickými spoločnosťami:

Medicínsky poradca (napr. člen AdvisoryBoard): Boehringer Ingelheim, Chiesi

Iná medicínska spolupráca: Berlin-Chemie, Boehringer Ingelheim, Chiesi, GSK, Novartis, Sandoz,

Príjem peňažného alebo nepeňažného plnenia v príslušnom kalendárnom roku: Novartis Slovakia, Boehringer Ingelheim, Berlin-Chemie, Roche, Sandoz

Účelom prednášky nie je reklama liekov. Jej účelom je výlučne zdieľanie výsledkov klinických štúdií, výmena skúseností z klinickej praxe a podpora odbornej medicínskej diskusie.

Difúzia - DLCO

- Množstvo CO (mmol, ml) ktoré prejde z alveolárneho priestoru do krvi za jednotku času (min) pri jednotke tlakového gradientu medzi alveolami a krvou (kPa, mmHg)
- mmol/min/kPa (ml/min/ mmHg)
- $DLCO = V'CO / (PACO - PvCO)$

Difúzia

- Prechod plynov z pľúcnych mechúrikov do krvi a naopak

Závisí:

- od celkovej alveolokapilárnej plochy a od hrúbky alveolokapilárnej membrány
- od tlakového gradientu medzi alveolami a krvou
- Od množstva krvi (a hemoglobínu) v pľúcach
- Od času, ktorý je k dispozícii na prechod

Vyšetrenie difúzie

- Používa sa CO – v krvi sa vyskytuje iba v minimálnom množstve, preto nie je problém so stanovením alveolo-kapilárneho gradientu (stačí poznať PACO)
- Podobné vlastnosti ako O₂

3 základné metodiky:

- Single breath
- Steady state
- Rebreating

2017 ERS/ATS standards for single-breath carbon monoxide uptake in the lung

Brian L. Graham¹, Vito Brusasco², Felip Burgos³, Brendan G. Cooper⁴, Robert Jensen⁵, Adrian Kendrick⁶, Neil R. MacIntyre⁷, Bruce R. Thompson⁸ and Jack Wanger⁹

Eur Respir J 2017; 49: 1600016 [<https://doi.org/10.1183/13993003.00016-2016>].

CO

IP*

* $IP = \text{INERTNÝ PLYN}$

ZDROJ CO A INERTNÉHO PLYNU

RV

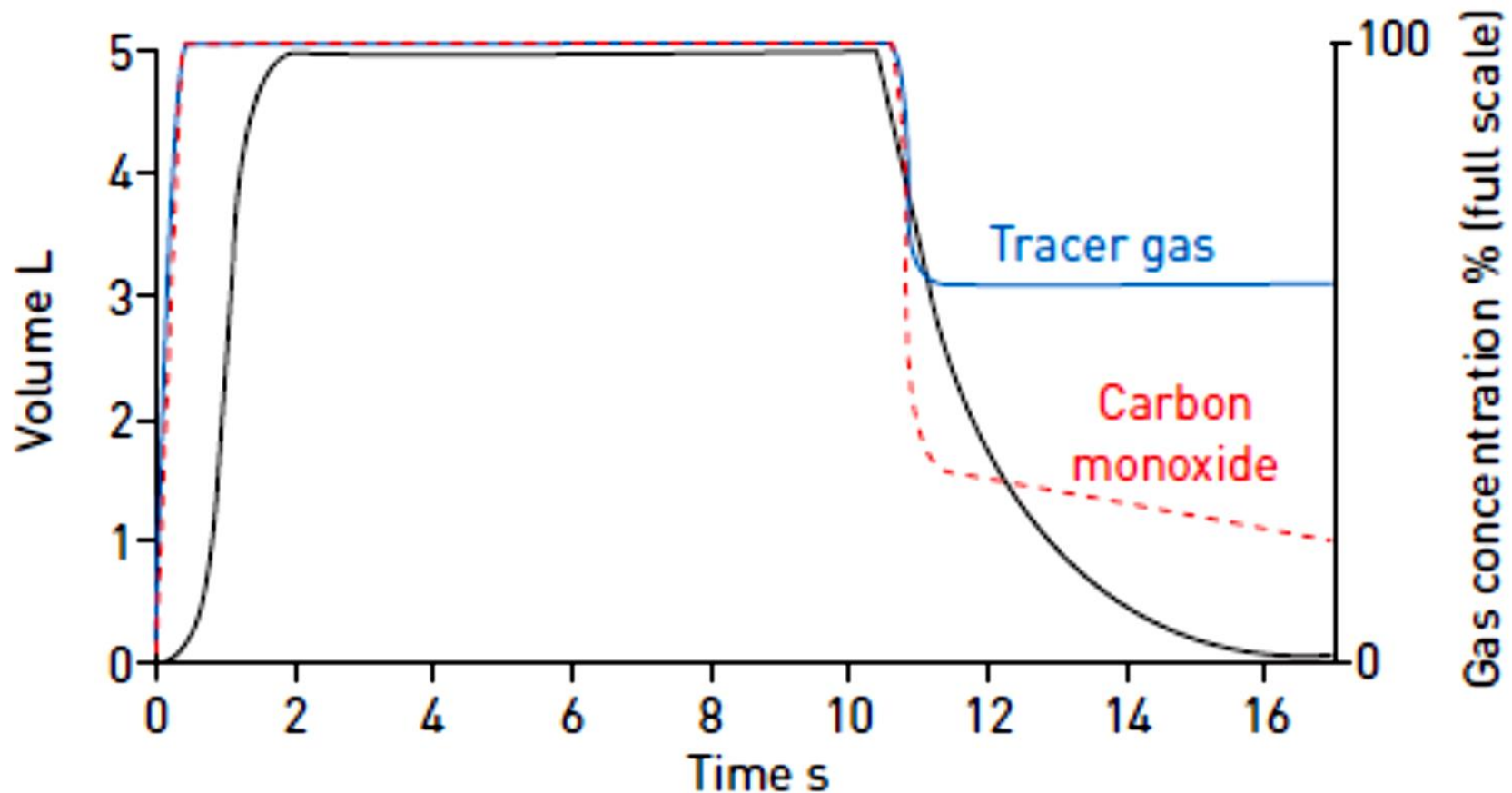
KAPILÁRNA SIEŤ
PERFÚZIA

Po úplnom výdychu
zostáva RV

Nadýchnutie objemu ($\approx VC$) vzorky plynu CO
+ IP, zriedenie s RV a začiatok difúzie CO

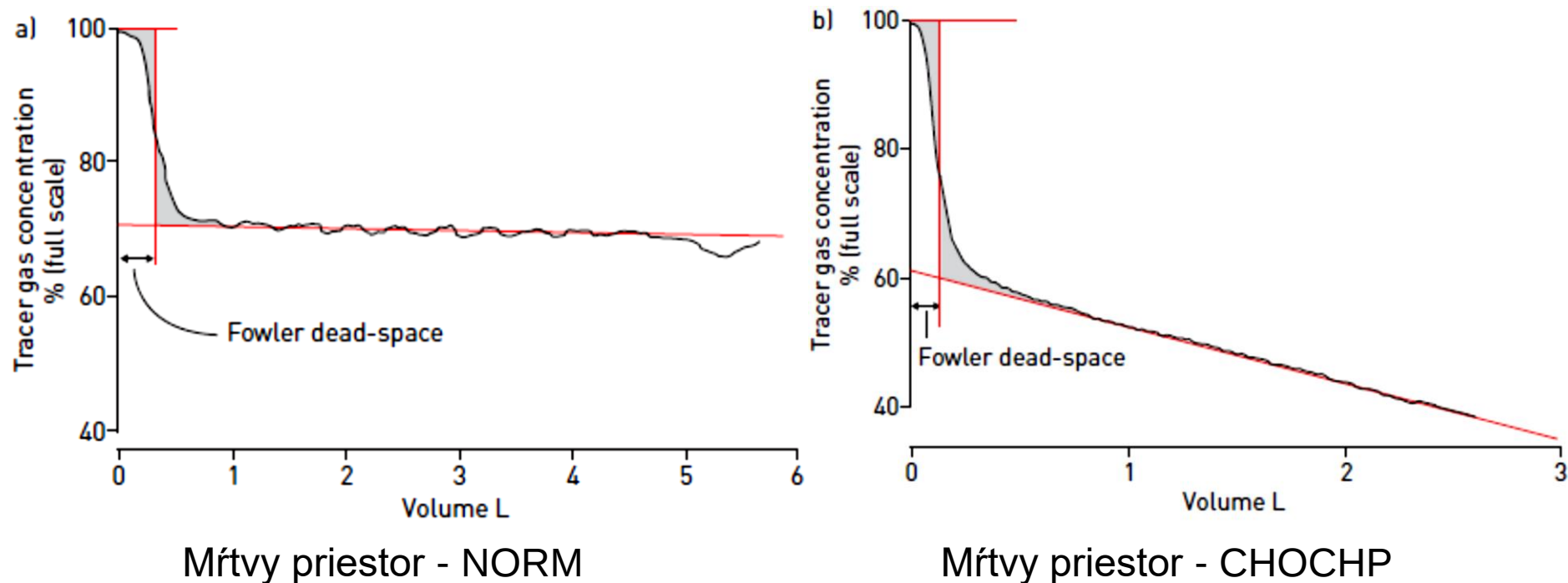
CO prechádza do
krvi IP zostáva

Rýchle analyzátory – zobrazenie koncentrácií CO a inertného plynu



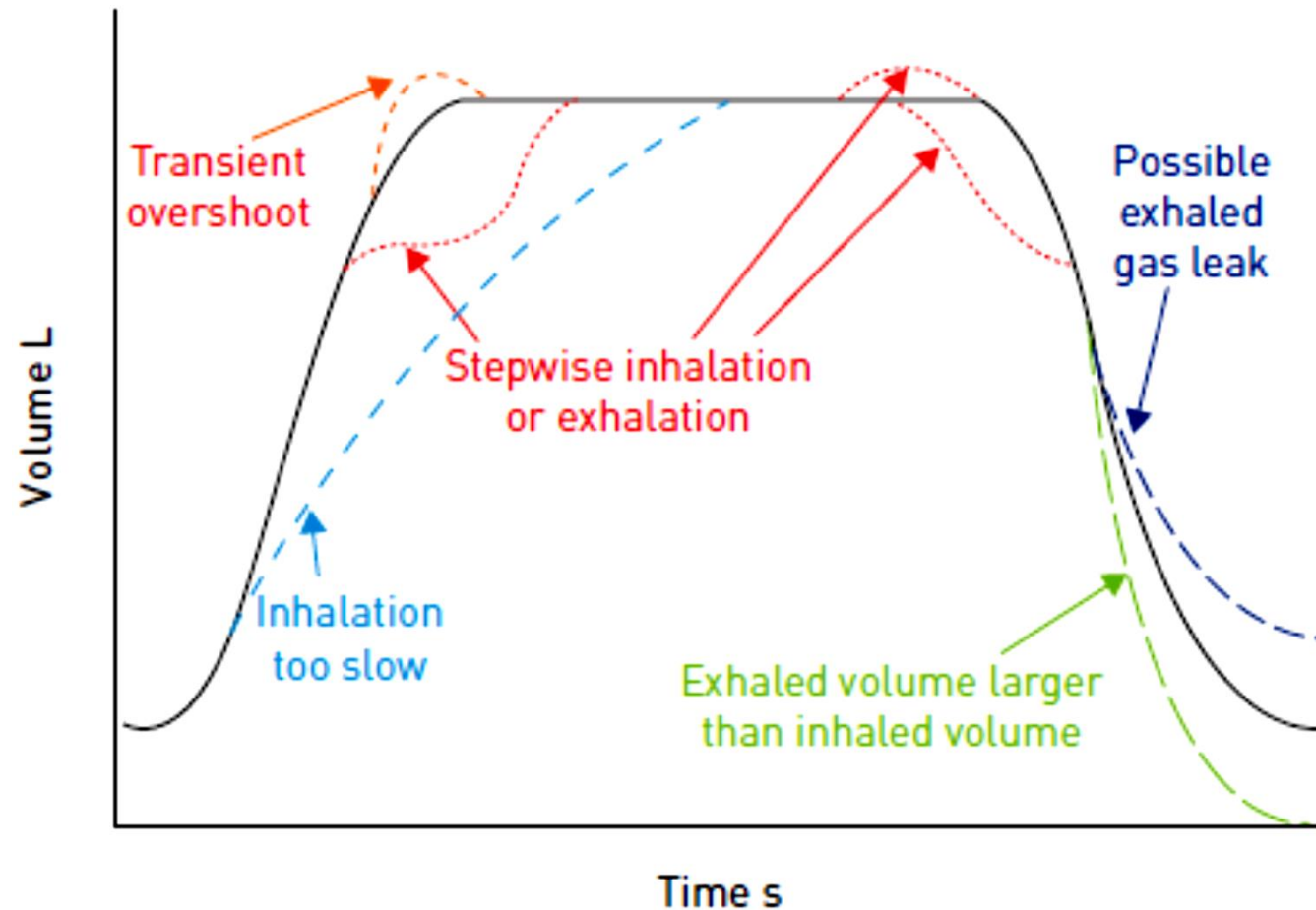
Graham BL, Brusasco V, Burgos F, et al. 2017 ERS/ATS standards for single-breath carbon monoxide uptake in the lung. Eur Respir J 2017; 49: 1600016 [<https://doi.org/10.1183/13993003.00016-2016>].

Rýchle analyzátory umožňujú merať Vd



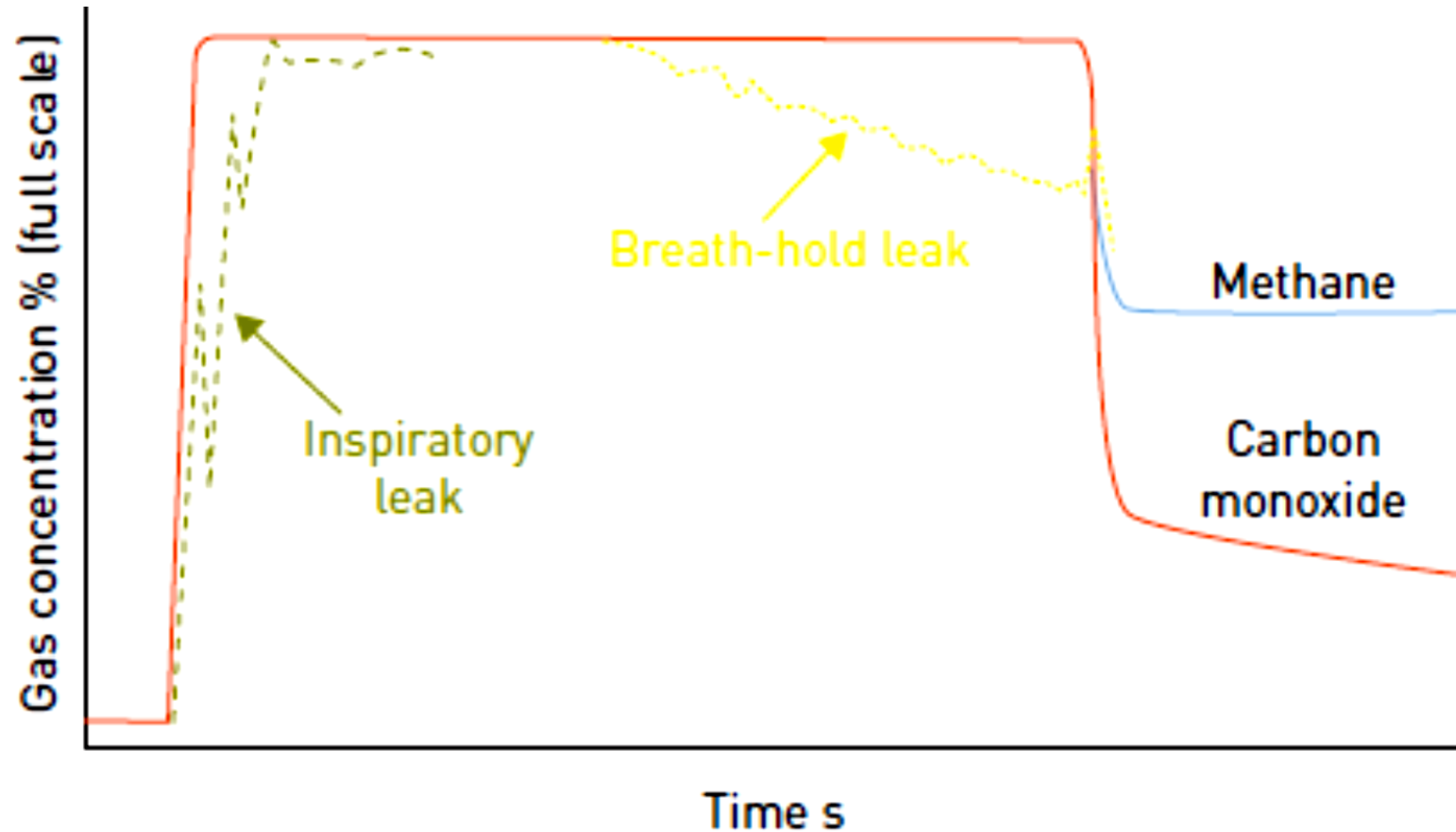
Graham BL, Brusasco V, Burgos F, et al. 2017 ERS/ATS standards for single-breath carbon monoxide uptake in the lung. Eur Respir J 2017; 49: 1600016 [<https://doi.org/10.1183/13993003.00016-2016>].

Rôzne chyby pri manévri DCOSB



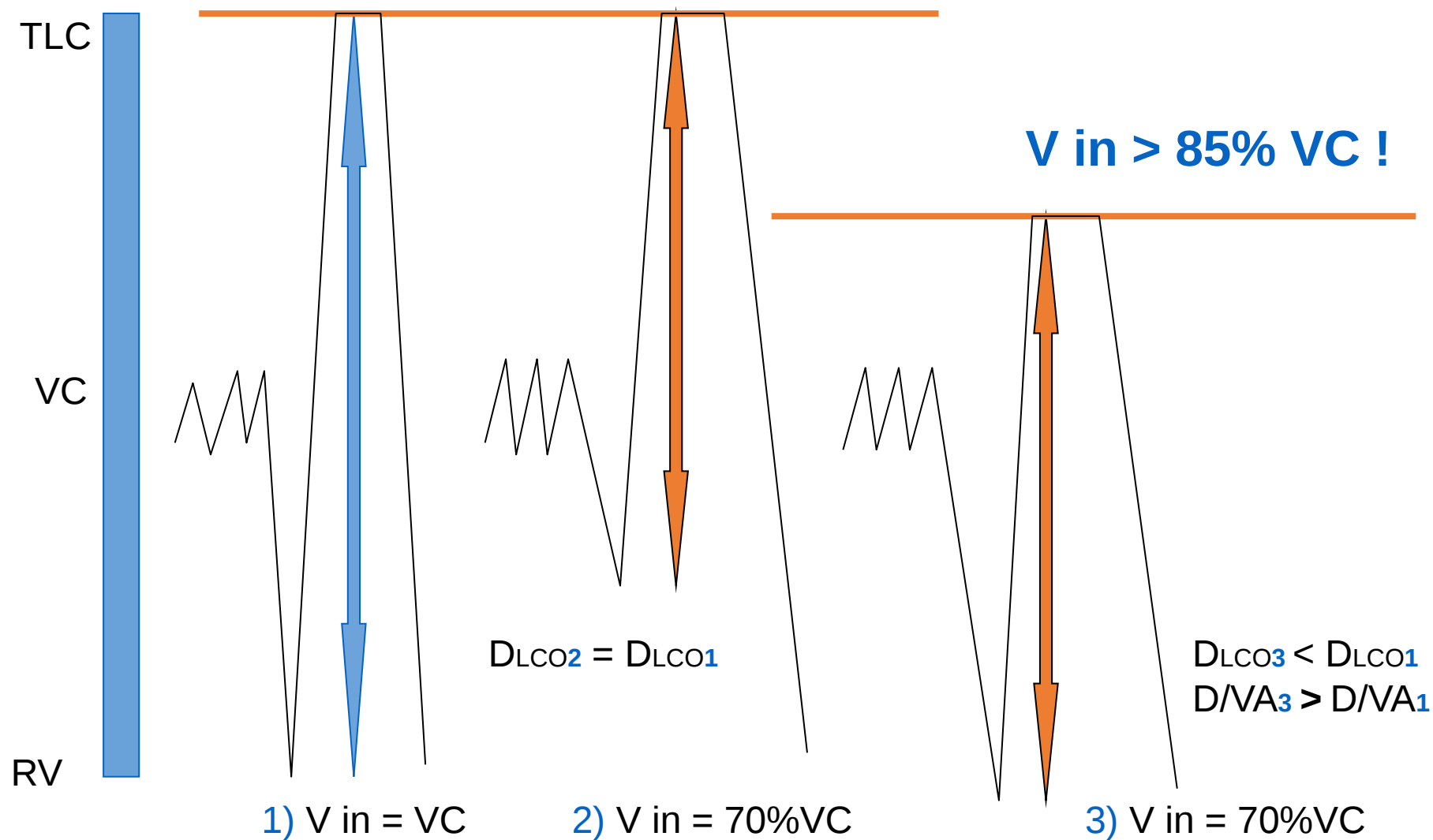
Graham BL, Brusasco V, Burgos F, et al. 2017 ERS/ATS standards for single-breath carbon monoxide uptake in the lung. Eur Respir J 2017; 49: 1600016 [<https://doi.org/10.1183/13993003.00016-2016>].

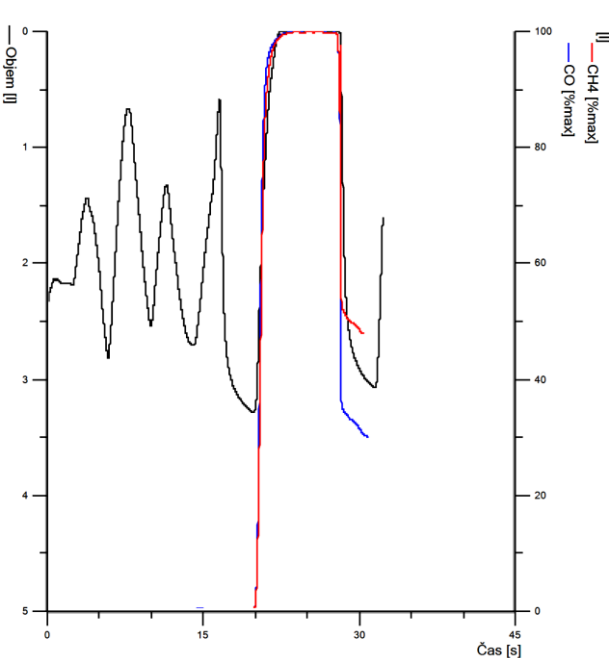
Rôzne chyby pri manévri DCOSB



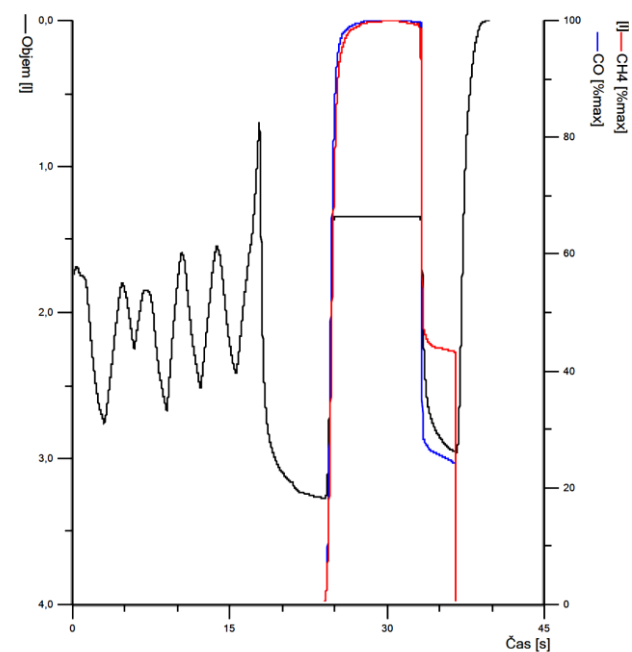
Graham BL, Brusasco V, Burgos F, et al. 2017 ERS/ATS standards for single-breath carbon monoxide uptake in the lung. Eur Respir J 2017; 49: 1600016 [<https://doi.org/10.1183/13993003.00016-2016>].

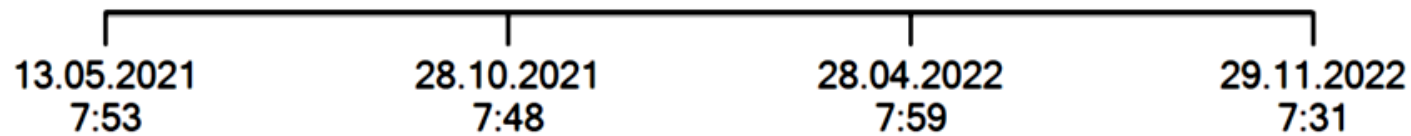
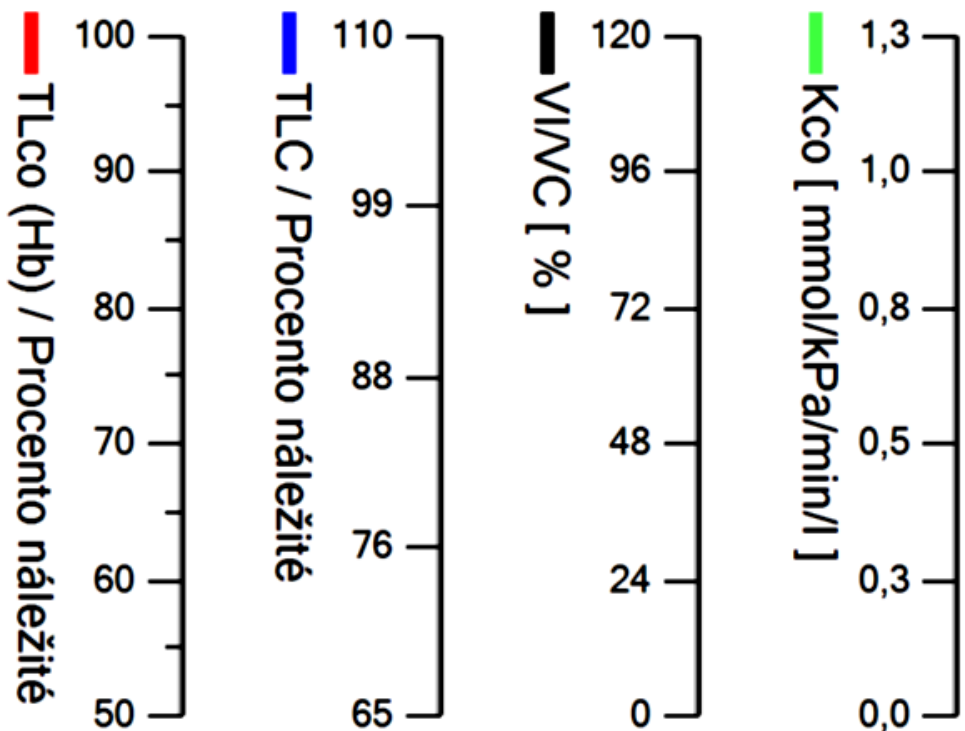
DLCO a nadýchnutý objem vzorky





FEV1	l	3,13	145%	2,55	3,01	138%	2,17
FVCmax	l	3,60	139%	2,36	3,52	135%	2,10
FEV1/VC	%	87	114%	1,62	86	112%	1,39
Hb	g/dl	13,40			13,40		
TLco (Hb)	mmol/kPa/min	6,22	85%	-0,92	4,22	57%	-2,67
Kco (Hb)	mmol/kPa/min/l	1,20	82%	-0,55	1,31	88%	-0,35





Korekcia na aktuálny hemoglobín

- Muži 14,6 g/dl
- Ženy 13,5 g/dl

$$\text{♂ DLCOHb} = \text{DLCO NH} \times (1,7\text{Hb}/10,22 + \text{Hb}))$$

$$\text{♀ DLCOHb} = \text{DLCO NH} \times (1,7\text{Hb}/9,38 + \text{Hb}))$$

♂ 51r, 182cm, 113kg, Dg: CHRI - dialyzovaný

DCOSB 6,28mmol/kPa/min = 58%RH

D/VA 1,24mmo/kPa/min/l = 85%RH

Hbg 9,6 g/dl

DCOSB 7,63mmol/kPa/min = 70%RH

Interpretácia DLCO – základné parametre

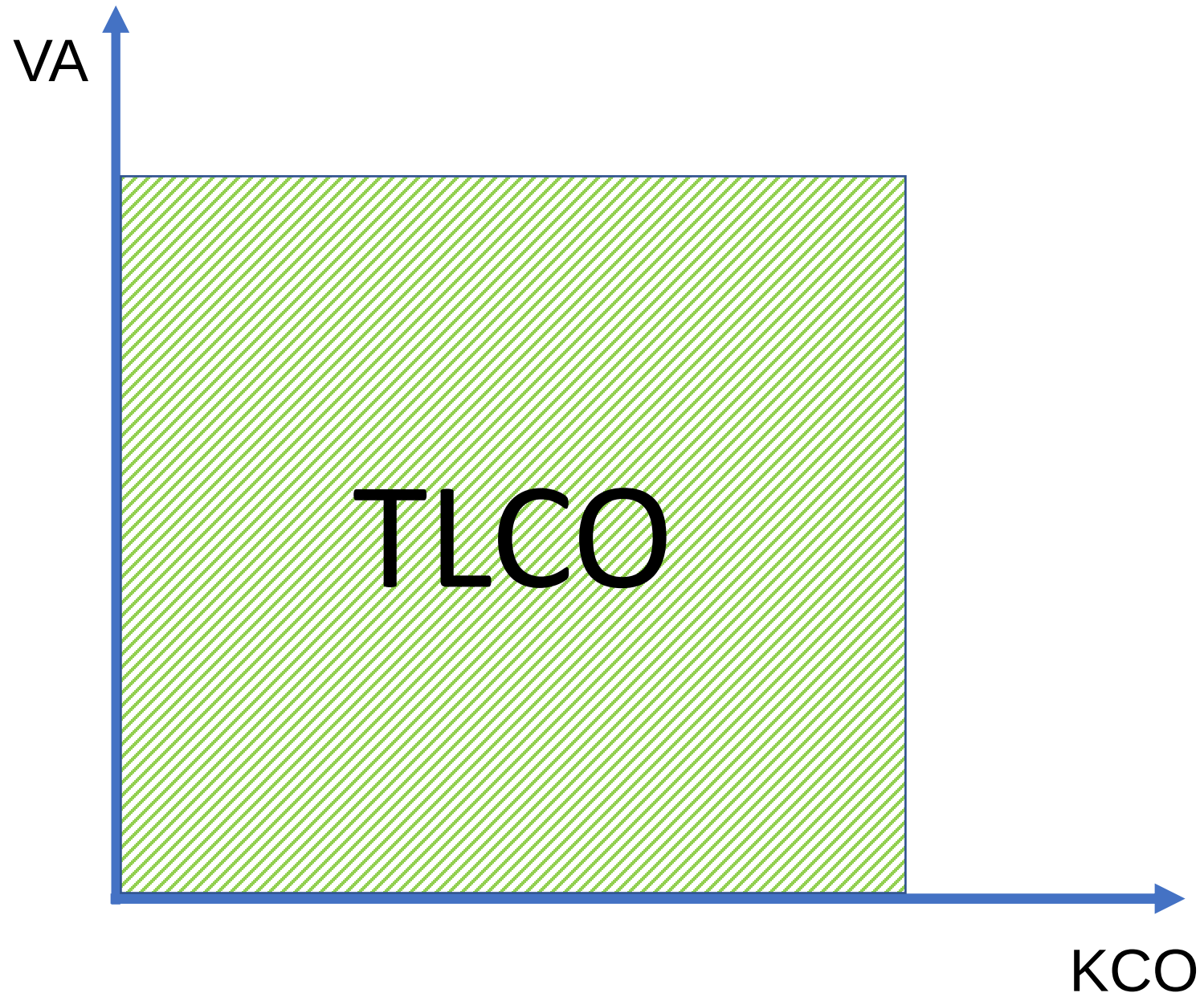
- **DCOSB** (transfer faktor - **TLCO**)
- difúzna kapacita pľúc na alveolárny objem - **D/VA** (transfer koeficient – **KCO**)

Difúzna kapacita (DCOSB, TLCO) sa vypočíta z nameraného transfer koeficientu (D/VA, KCO) a alveolárneho objemu (VA) a nie naopak ako implikuje názov „difúzna kapacita pľúc (v prepočte) na alveolárny objem“:

$$kCO = TL,CO / VA \times (PB - PH_2O_{sat}) / KSTPD$$

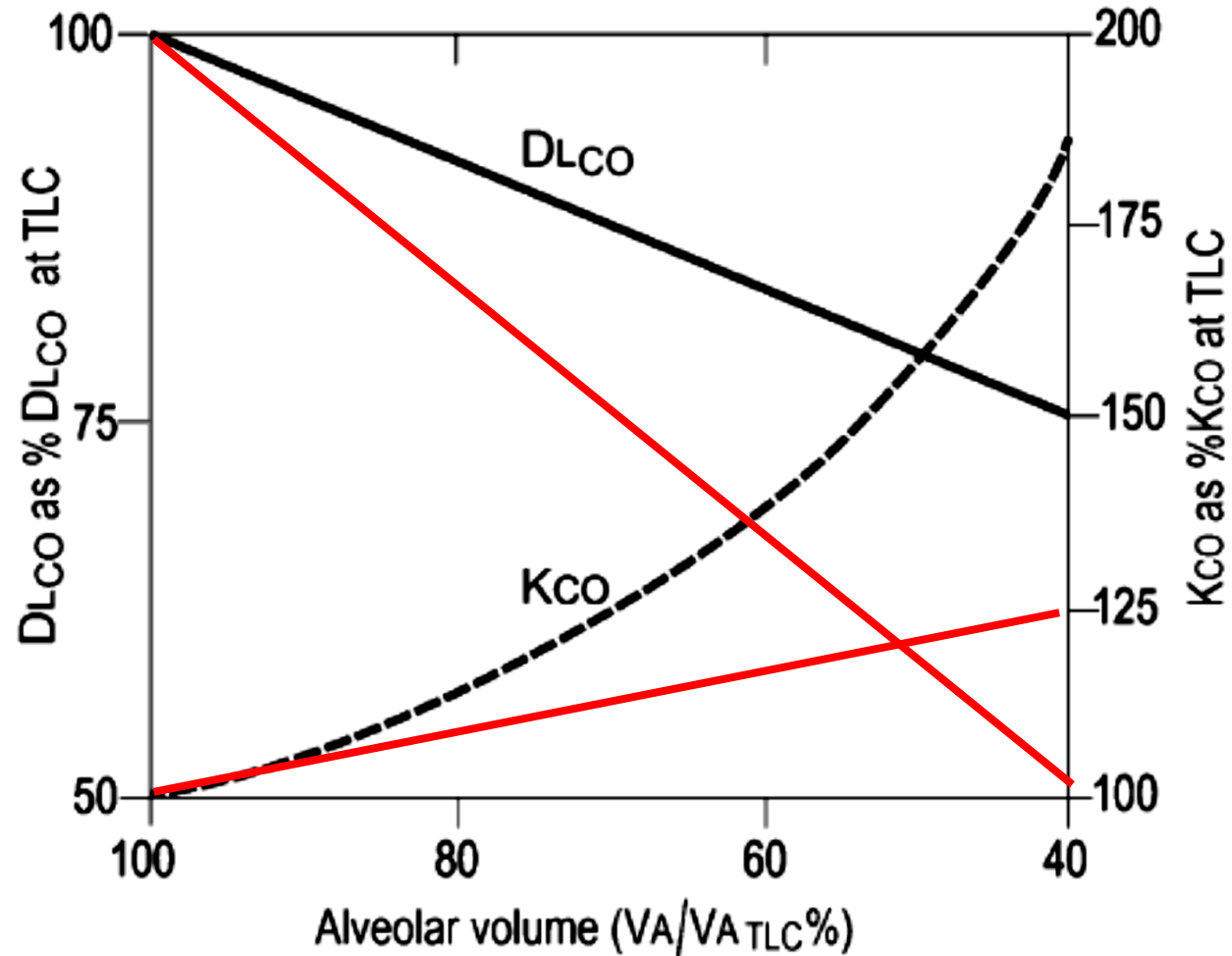
- **VA** („alveolárny objem“) = TLCsb - VD

$$\text{TLCOs}_{\text{sb}} = \text{KCO} \times \text{VA}$$

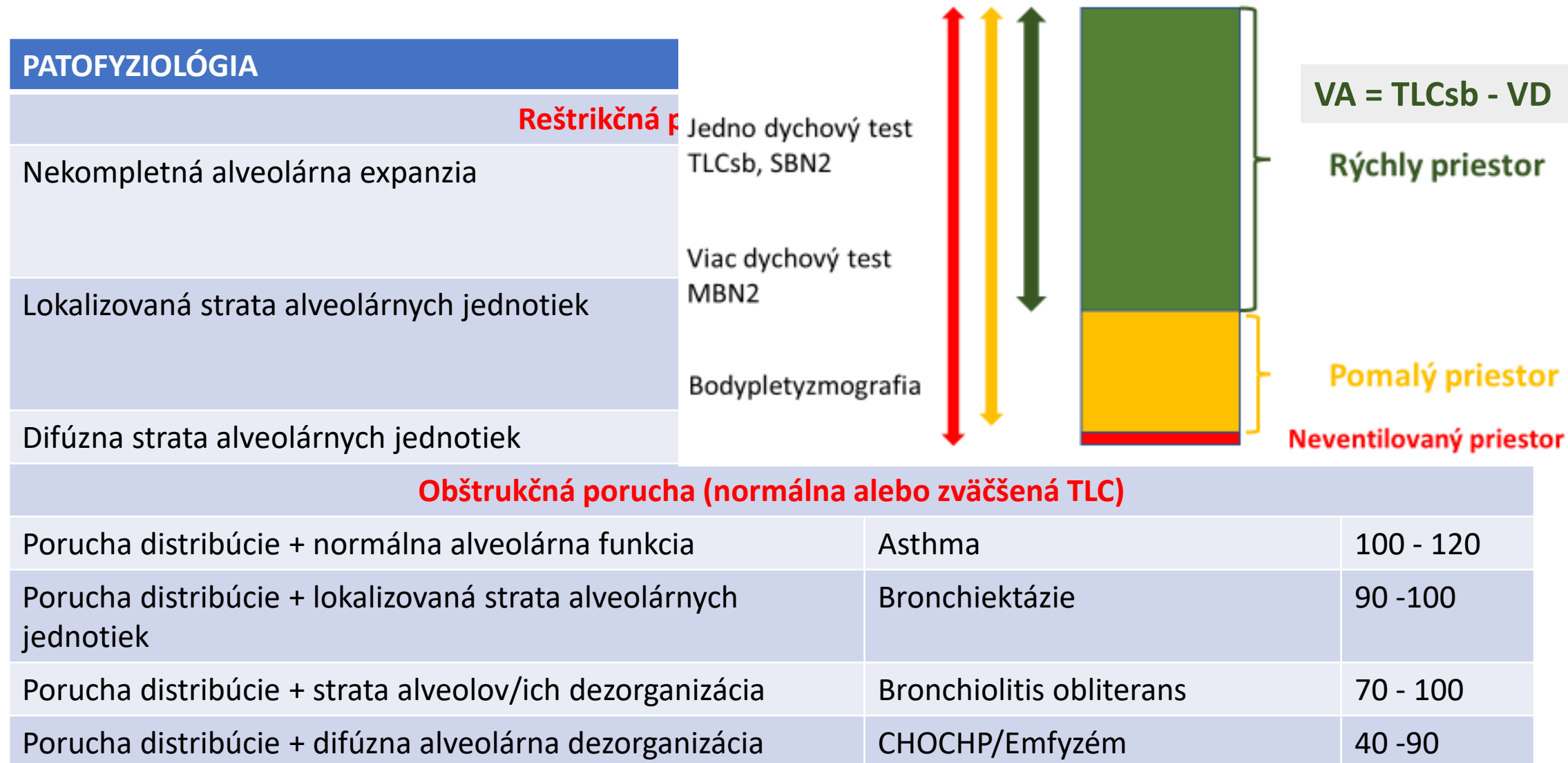


DLCO a KCO pri redukovanom VA

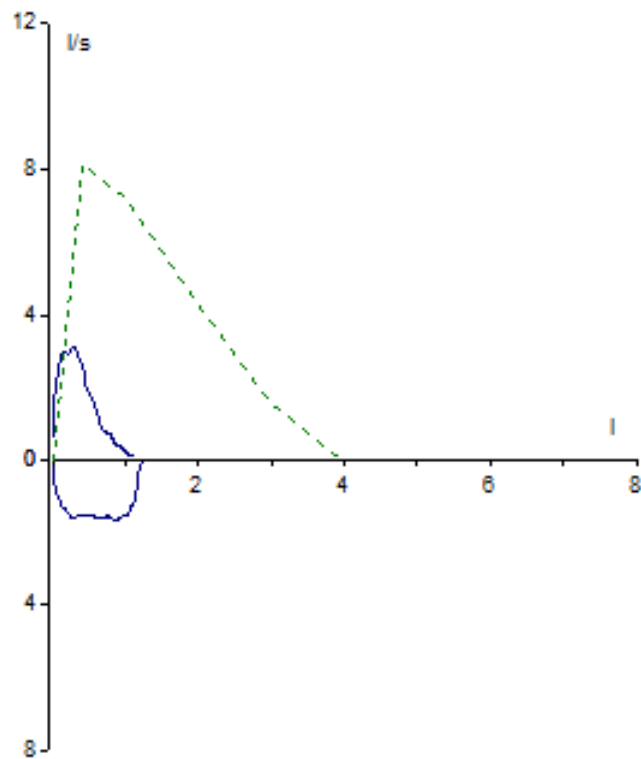
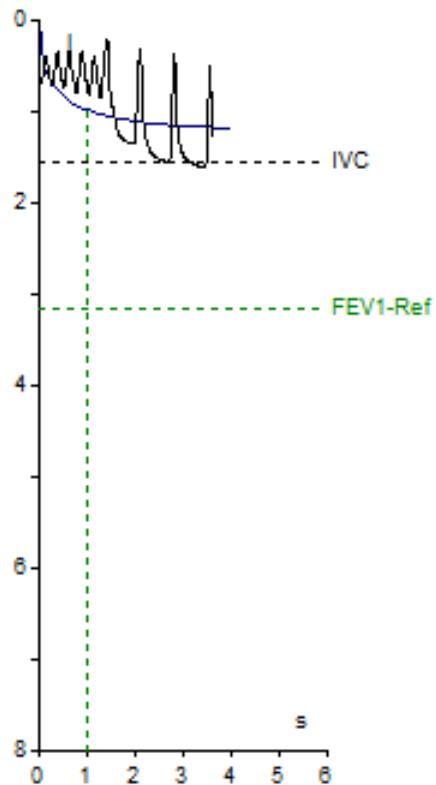
nedostatočná expanzia vs *redukcia alveolárnych jednotiek*



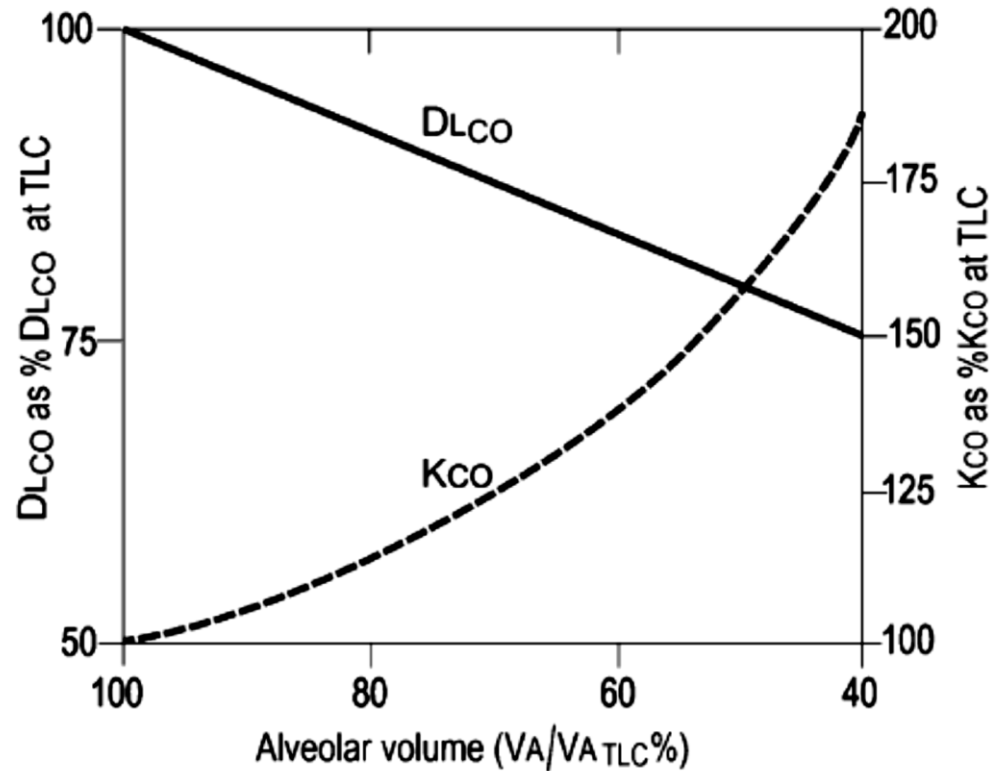
Príčiny nízkeho VA a zodpovedajúca zmena KCO



Muž 61 r, 172cm, 89kg , Dg. NSIP, paréza pravej bránice



Parameter	Jednotka	Referenčná	Meraná	%Referenčnej
IVC	l	4.16 [3]	1.27	31
IC	l	3.18 [3]	0.58	18
FVC	l	4.01 [3]	1.23	31
FEV1	l	3.17 [3]	1.03	32
FEV1/IVC	%	76 [3]	81	105
FEV1/FVC	%	76 [3]	83	109
PEF	l/s	8.13 [3]	3.14	39
MEF75	l/s	7.18 [3]	3.13	44
MEF50	l/s	4.31 [3]	1.33	31
MEF25	l/s	1.59 [3]	0.45	29
MEF25-75	l/s	3.46 [3]	1.04	30
tPEF	ms		133	
tex	s		4.0	



Muž 61 r, 172cm, 89kg , Dg. NSIP, paréza pravej bránice

Prúdový odpor dýchacích ciest

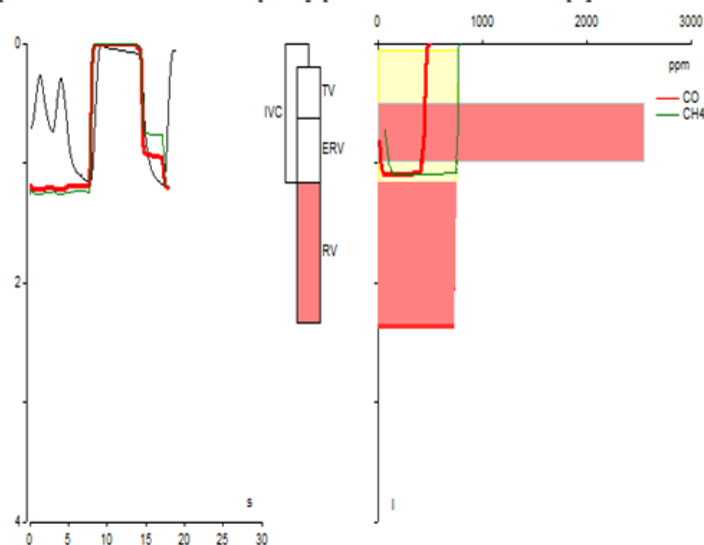
Raw	kPa/l*s	0.30 [3]	0.29	96
sRaw	kPa*s	1.04 [3]	0.45	43
Gaw	l/kPa*s	5.26 [16]	3.69	70

Bodypletyzmografické pľúcne objemy

TGV	l	3.47 [3]	1.55	44
TLC	l	6.66 [3]	2.13	32
VC	l		1.29	
RV	l	2.34 [3]	0.85	36
TGV/TLC	%	56 [3]	73	129
RV/TLC	%	37 [3]	40	108

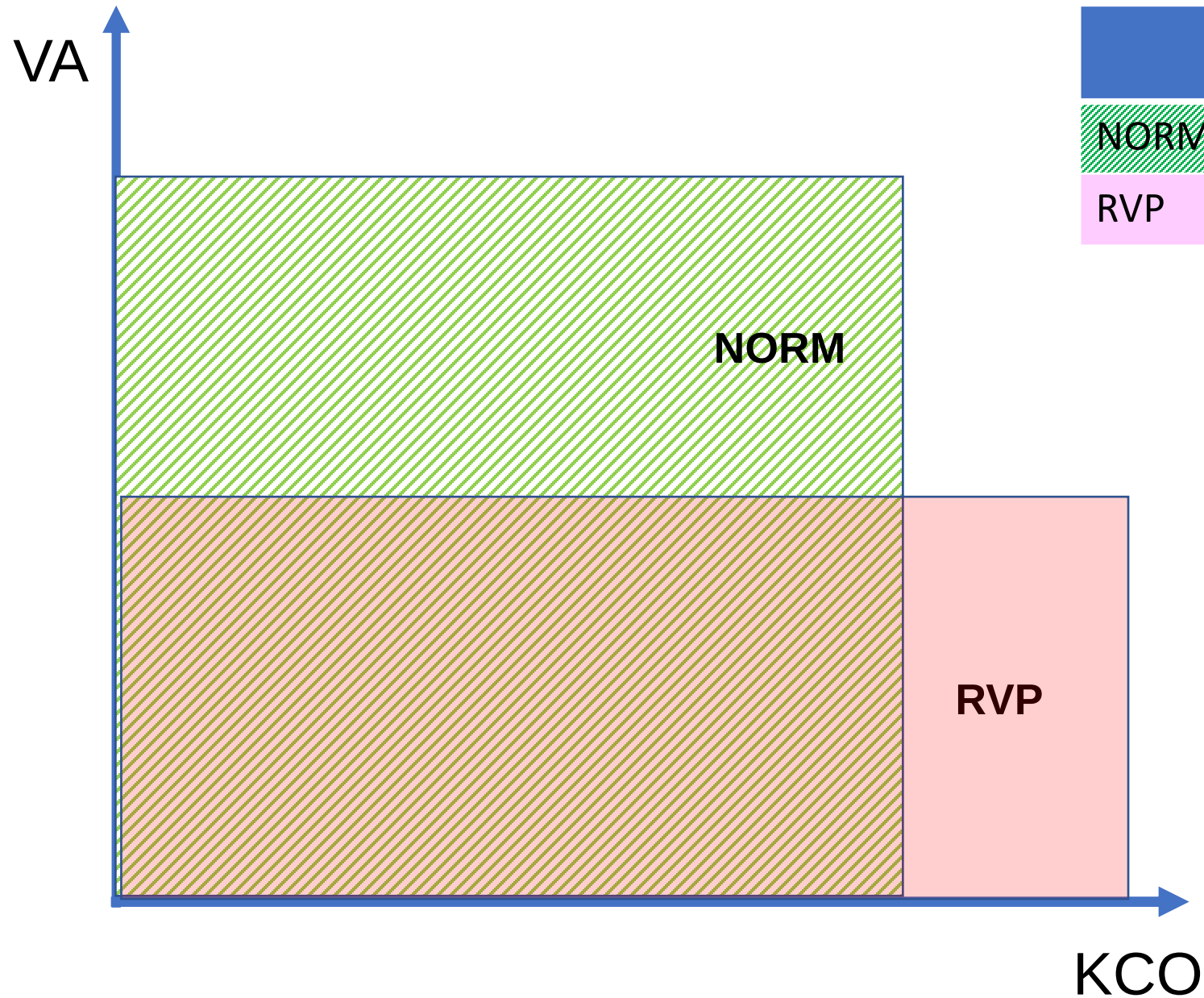
spirometrie mieri difúznú kapacitu pľúc

Koncentrace plynu



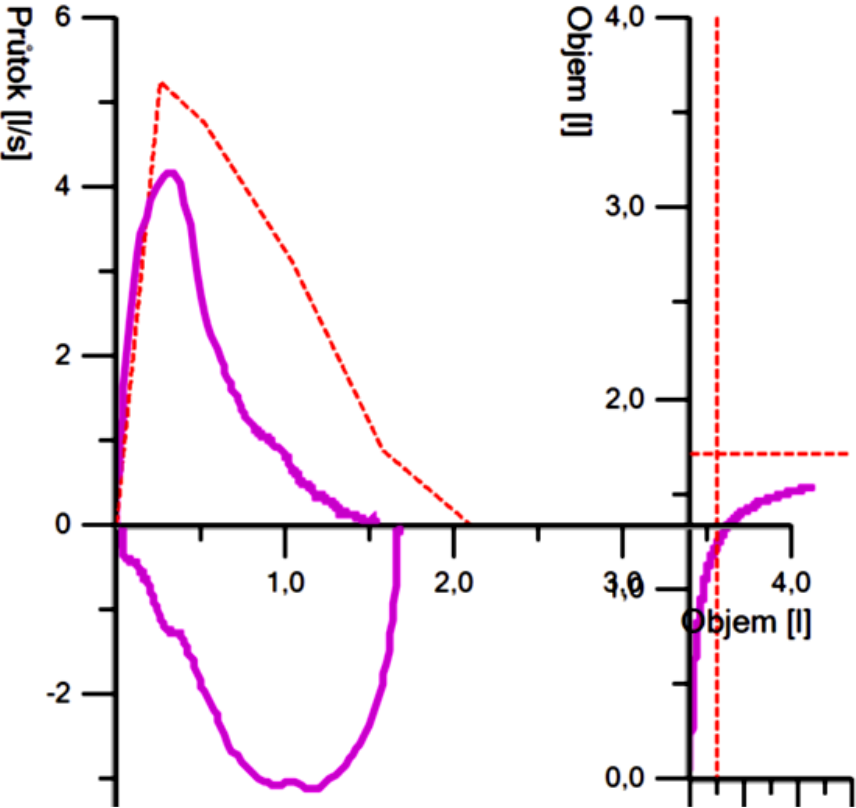
Parameter	Jednotka	Referenčná	Meraná <P<<TD>	%Referenčnej
TLco(Hb)	mmol/kPa/min	9.13 [3]	4.06	44
Kco(Hb)	mmol/kPa/min/l	1.37 [3]	1.89	138
RV	l	2.34 [3]	1.18	50
TLC	l	6.66 [3]	2.34	35
RV/TLC	%	37 [3]	50	136

$$\text{TLCOsb} = \text{KCO} \times \text{VA}$$



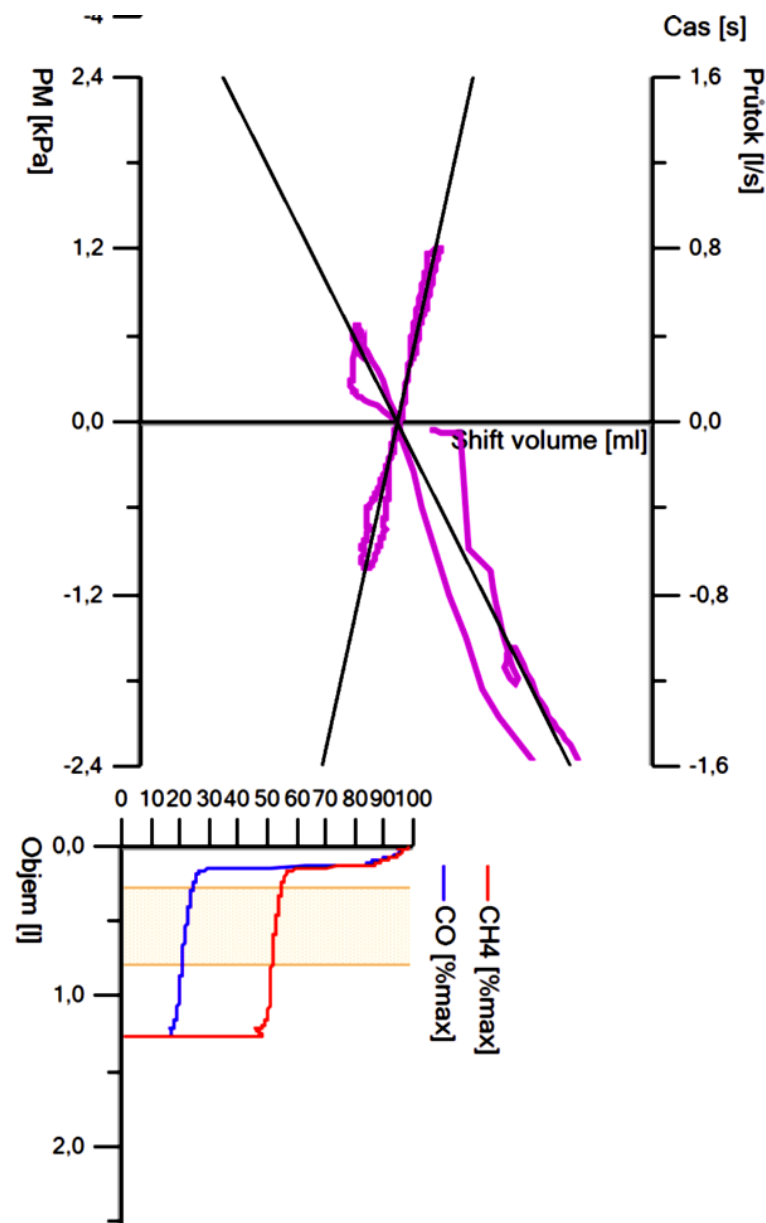
	KCO	VA	TLCO
NORM	N	N	N
RVP	↑	↓↓	↓

Žena 74r., 156cm, 52kg, Dg: Asthma bronchiale, Kyfoskolióza



	Jednotka	Nál.	Pre	%Nál
Průtok / objem				
FEV1	l	(12)	1,71	1,24 72%
FVCEx	l	(12)	2,10	1,54 73%
FEV1/FVC	%	(12)	75	80 107%
FEV1/VC	%	(12)	75	73 98%
PEF	l/s	(12)	5,25	4,17 79%
MEF75	l/s	(12)	4,77	3,93 82%
MEF50	l/s	(12)	3,13	1,29 41%
MEF25	l/s	(12)	0,90	0,43 47%
MEF25-75	l/s	(12)	2,35	1,13 48%

Žena 74r., 156cm, 52kg, Dg: Asthma bronchiale, Kyfoskolióza

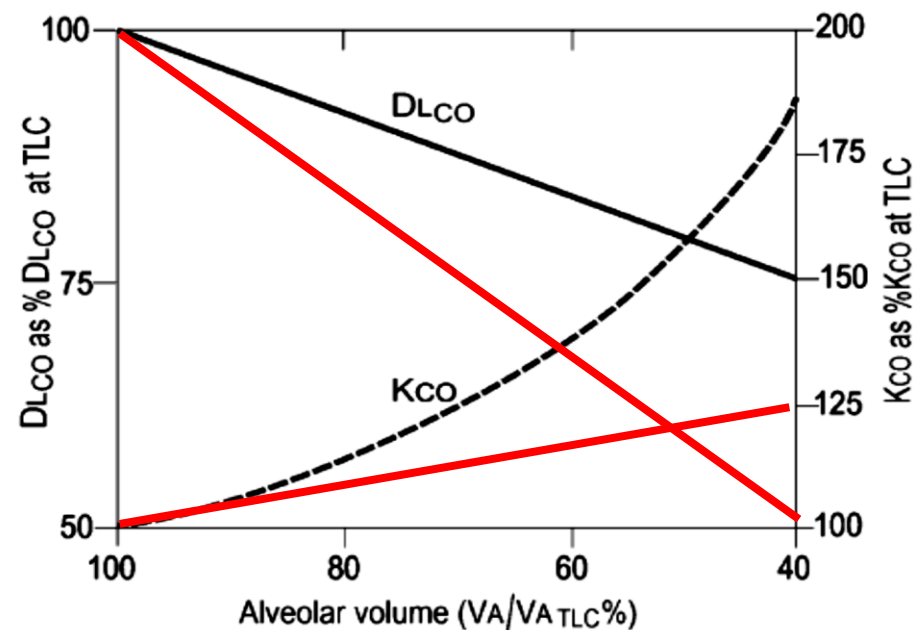
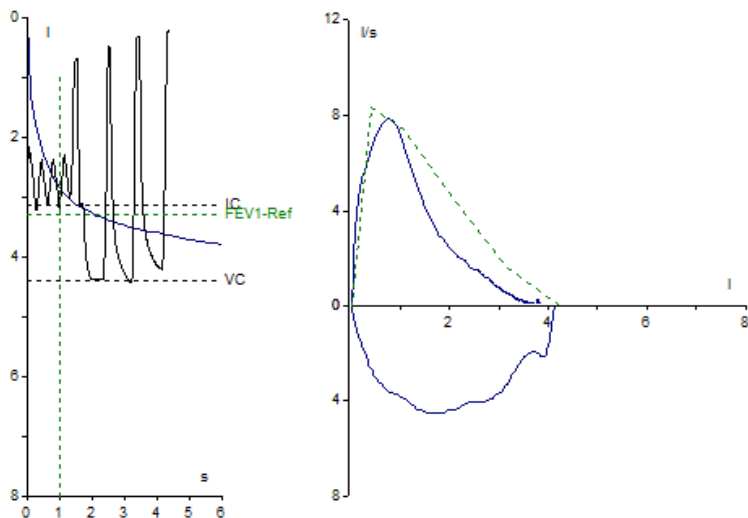


Rawtot	kPa/(l/s)	(12)	0,30	0,37	123%
Rawex	kPa/(l/s)			0,35	
Rawin	kPa/(l/s)			0,38	
sRawtot	kPa*s	(12)	0,77	0,85	110%
sRefftot	kPa*s	(27)	1,20	0,77	65%
Bodypletyzmozografie objemy					
TLC	l	(12)	4,51	3,31	74%
TGV	l	(12)	2,57	1,87	73%
RV	l	(12)	2,01	1,63	81%
TGV/TLC	%	(12)	57	56	99%
RV/TLC	%	(12)	44	49	113%
Difuzní kapacita					
Hb	g/dl			13,40	
TLco (Hb)	mmol/kPa/min	(12)	6,38	4,76	75%
Kco (Hb)	mmol/kPa/min/l	(12)	1,42	1,80	127%
TLC	l	(12)	4,51	2,76	61%
VA	l	(12)	4,39	2,65	60%
FRC	l	(12)	2,57	1,14	44%
RV	l	(12)	2,01	1,07	53%
VI/VC	%			101	

Patofyziológia a klinické príznaky abnormálneho KCO

Zvýšený KCO	
Mechanizmus	Klinické príznaky
Normálny alebo takmer normálny VA	
Zvýšený pulmonálny prietok alebo redistribúcia	Ľavo- pravý intrakardiálny skrat Asthma
Redukovaný VA	
Inkompletná alveolárna expanzia	Slabosť inspiračného svalstva Reštrikcia hrudnej steny Slabá spolupráca
Zvýšený prietok krvi pľúcami	Pneumonektomia
Mikrovaskulárna kongescia/dilatácia	Obezita
Alveolárna hemorágia	Anti – GBM ochorenia, SLE

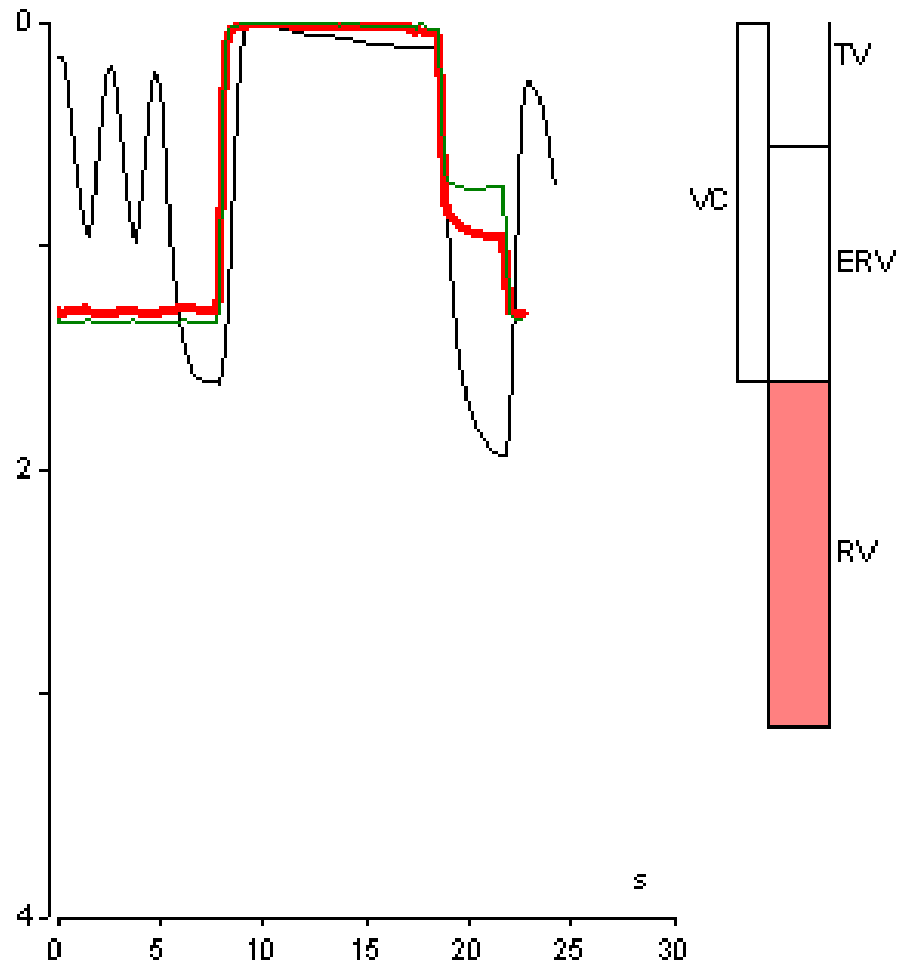
Funkčné zmeny odrážajú iba resekciu pľúc (bilobektomia)
alebo aj postihnutie pľúc po RAT[~]



PRED	M1	% RH
FEV1	2,96	89
FVC	3,97	93
FEV1/FVC	75	99
TLCO	5,92	62
KCO	0,92	70
TLCsb	6,64	91

PO BILOBEKT	M1	% RH
FEV1	2,65	81
FVC	3,58	84
FEV1/FVC	74	99
TLCO	3,96	42
KCO	0,81	63
TLCsb	5,06	69

♀ 45r, 164cm, 74kg, Dg: Sark IV



FEV1 1,62L = 59%RH

VC 2,21L = 69%RH

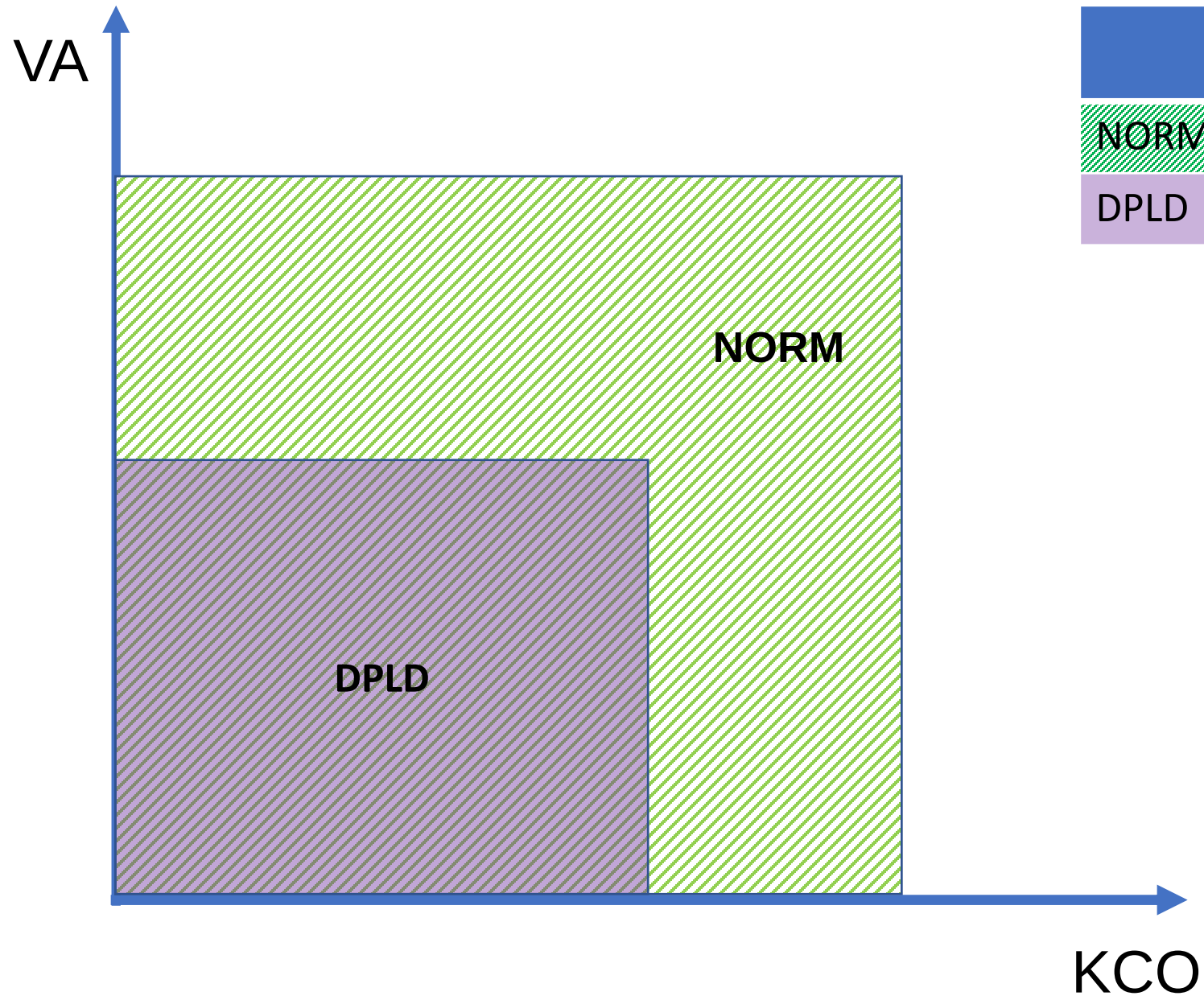
FEV1/VC = 73%

TLC 3,59L = 71%RH

DCOSB 2,38mmol/kPa/min = 28%RH

D/VA 0,79mmol/kPa/min/l = 47%RH

$$\text{TLCOsb} = \text{KCO} \times \text{VA}$$

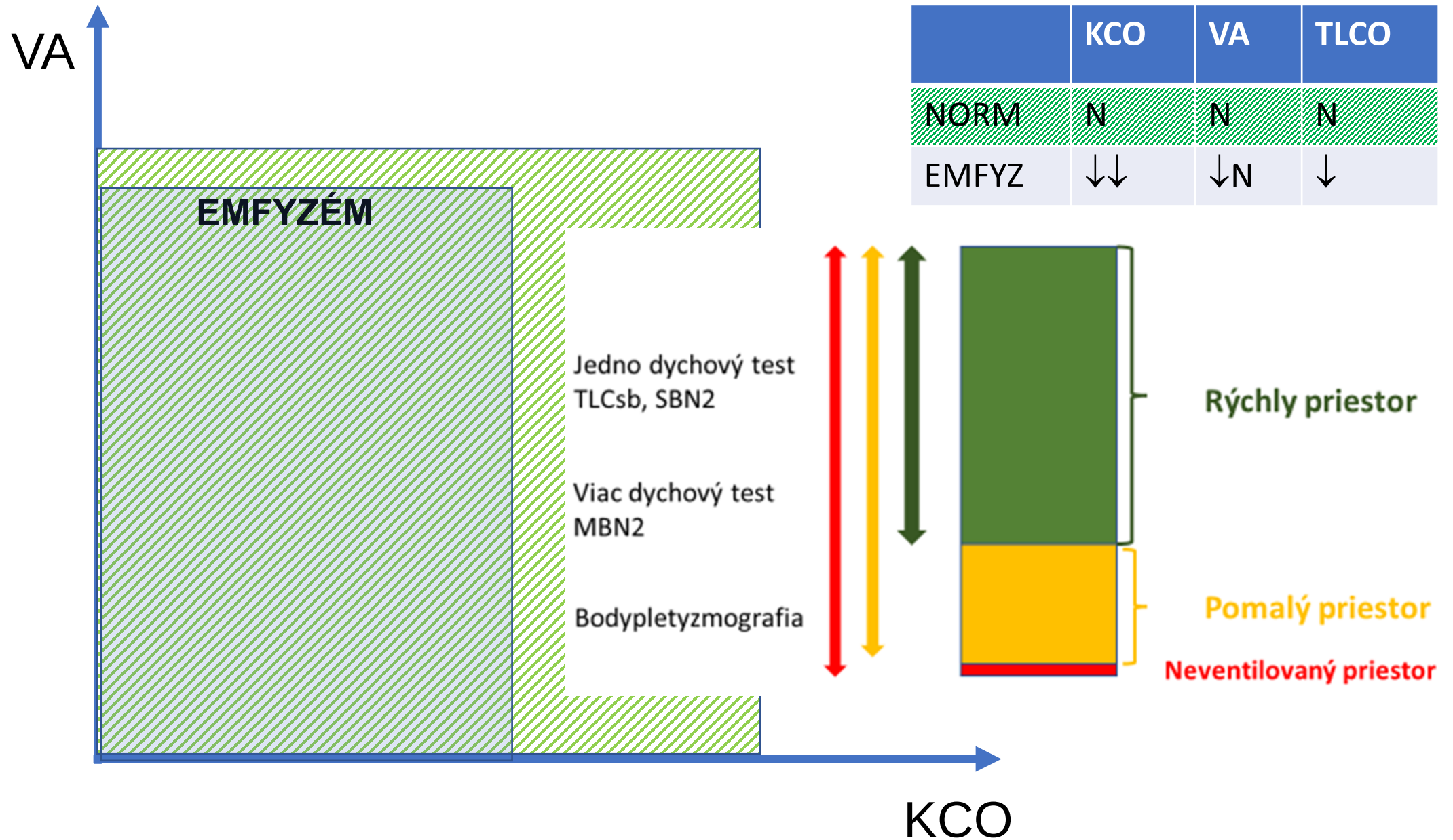


	KCO	VA	TLCO
NORM	N	N	N
DPLD	↓	↓	↓↓

Patofyziológia a klinické príznaky abnormálneho KCO

Znížený KCO	
Mechanizmus	Klinické príznaky
Normálny alebo takmer normálny VA	
Mikrovaskulárna deštrukcia	IPAH, Pľúcne vaskulitídy
Mikrovaskulárna remodelácia a dilatácia	Hepatopulmonárny syndróm Pľúcne arterio - venózne malformácie
Redukovaný VA	
Alveolárna deštrukcia	Emfyzém
Alveolárna deštrukcia a remodelácia	ILD s fibrózou
Mikrovaskulárna deštrukcia	Ťažké CHSZ

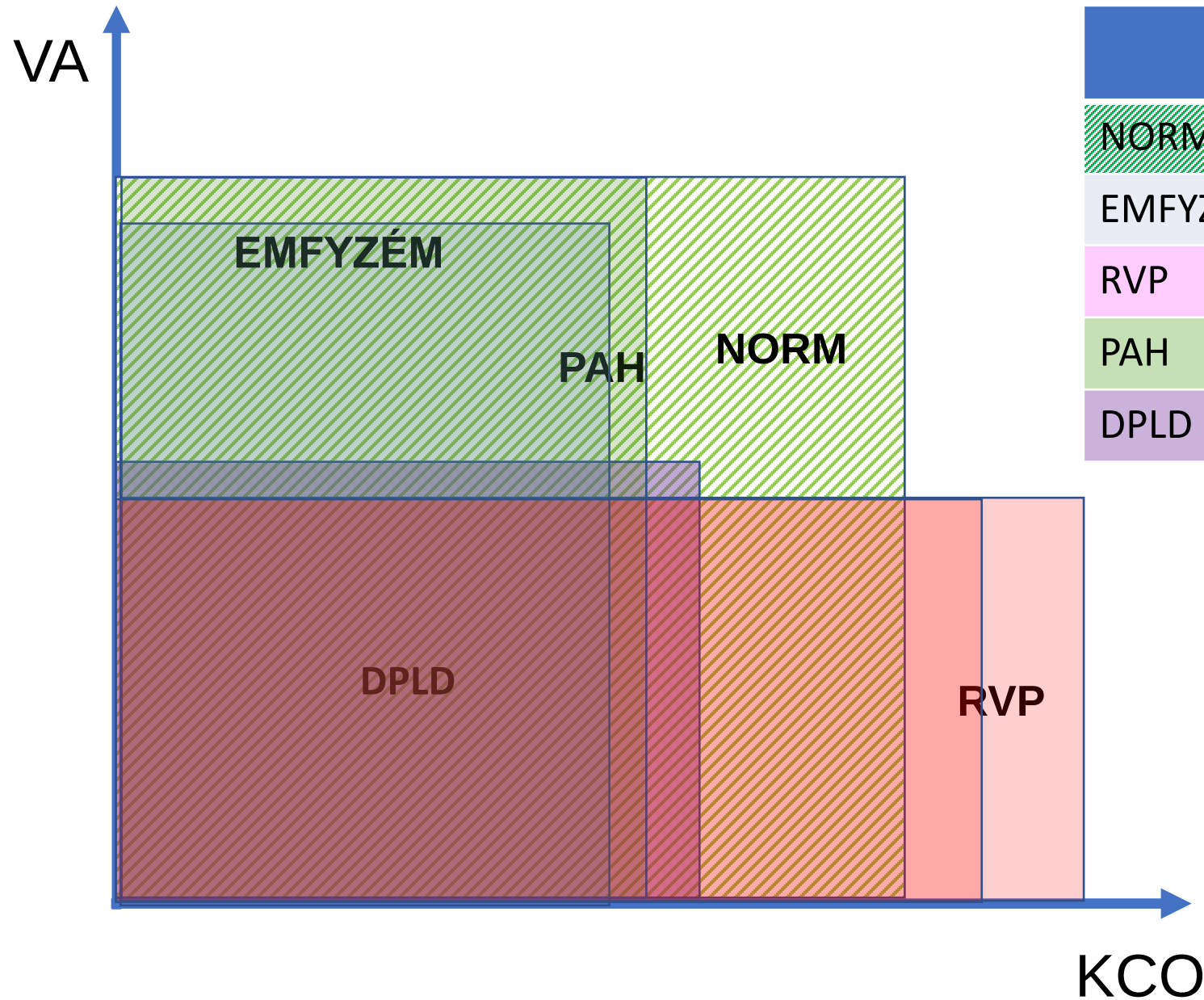
$$TLCOs_{sb} = KCO \times VA$$



Vzťah KCO $\leftrightarrow$ VA pri porovnateľnej DLCO

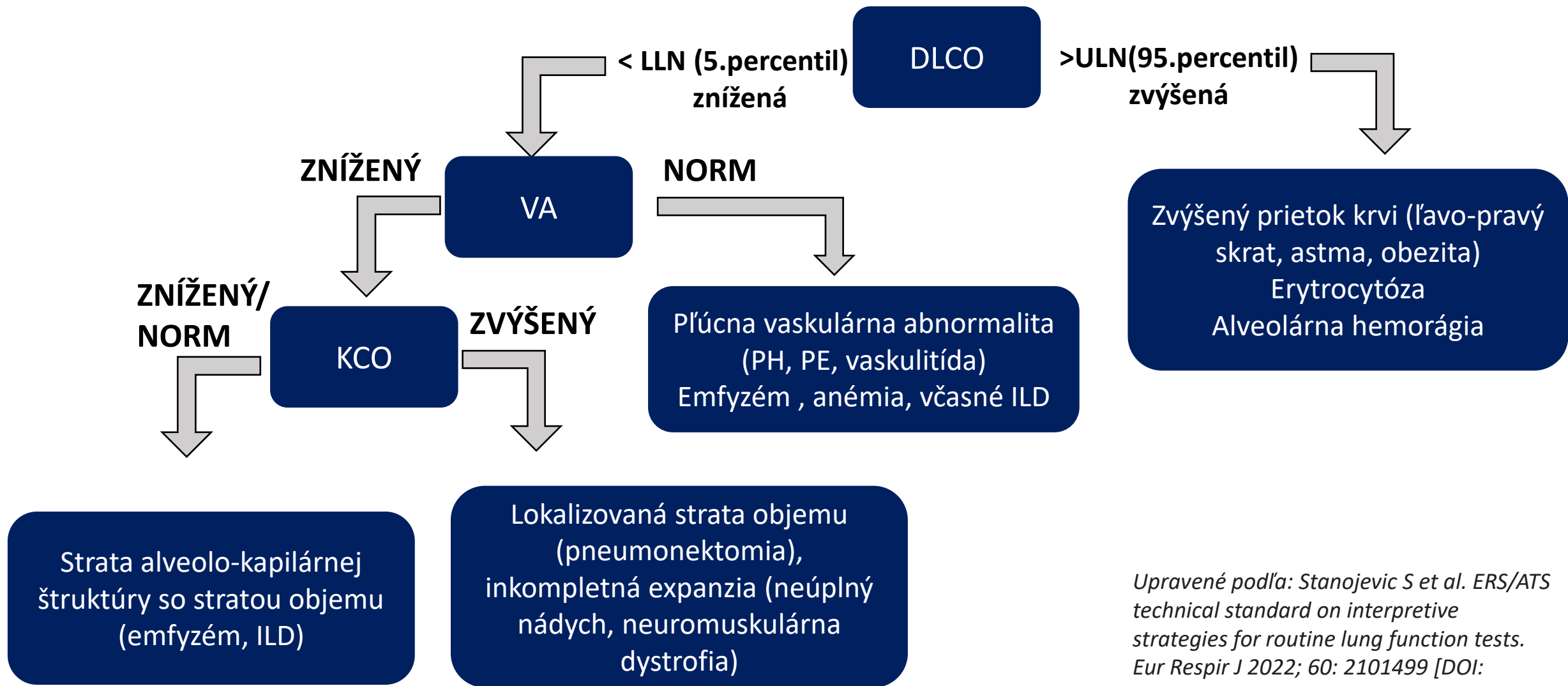
Diagnóza	DLCO %RH	VA %RH	KCO %RH	
Slabosť inspiračných svalov	59	50	120	Nedostatočná expanzia
Pneumonektómia	58	51	111	Lokalizovaná strata jednotiek
ILD	54	66	84	Alveolo/kapilárna deštrukcia
Emfyzém	54	91	59	Alveolo/kapilárna deštrukcia
IPAH	56	96	58	Mikrovaskulárne poškodenie

$$TLCOsb = KCO \times VA$$



	KCO	VA	TLCO
NORM	N	N	N
EMFYZ	↓↓	↓N	↓
RVP	↑	↓↓	↓
PAH	↓	N	↓
DPLD	↓	↓	↓↓

Interpretácia DLCO



Upravené podľa: Stanojevic S et al. ERS/ATS technical standard on interpretive strategies for routine lung function tests. Eur Respir J 2022; 60: 2101499 [DOI: 10.1183/13993003.01499-2021].

Hodnotenie závažnosti poruchy DLCO

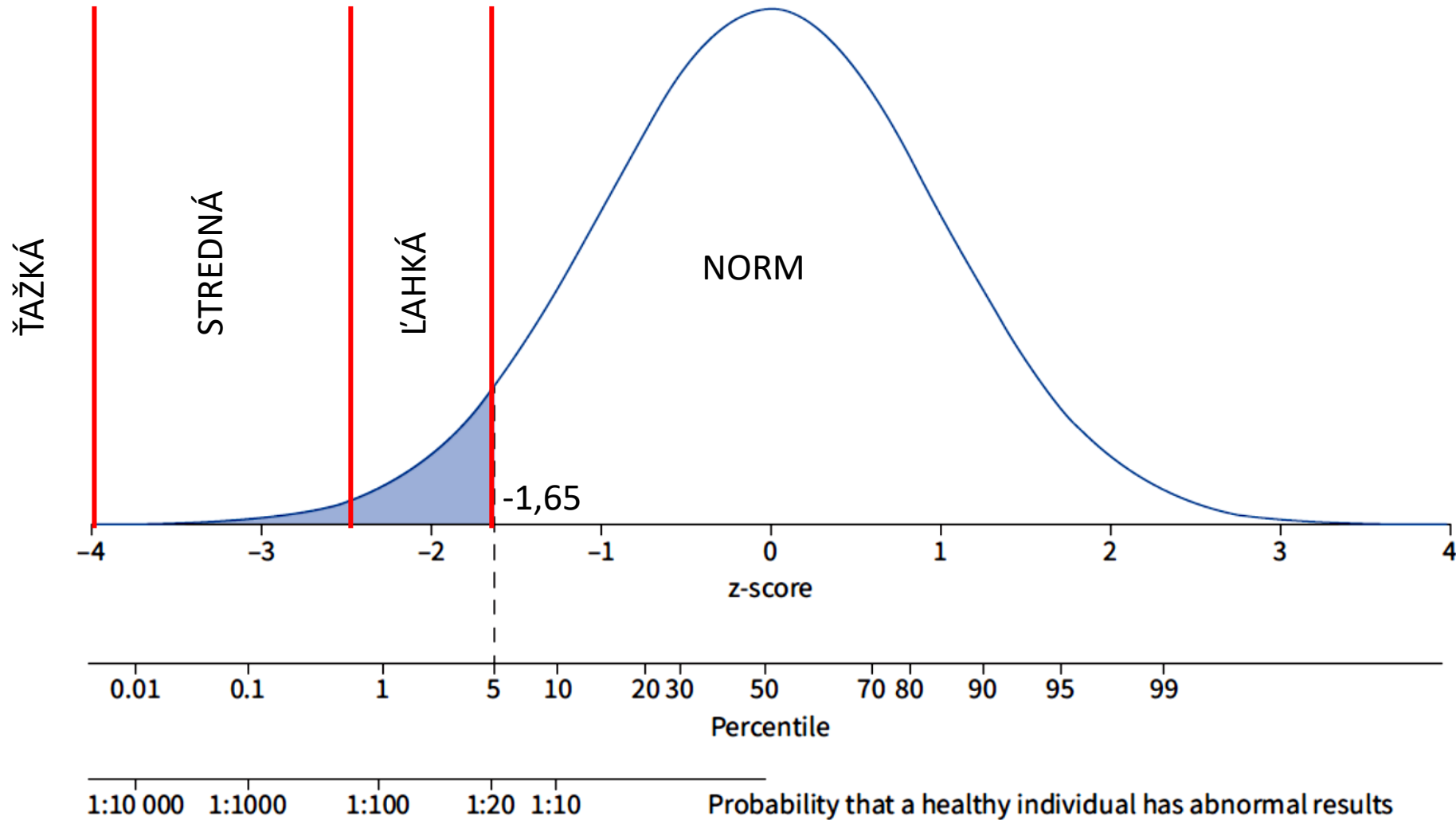
Stupeň závažnosti poruchy	TLCO % RH
Lahká porucha	> 60 < 80
Stredná	40 - 60
Ťažká	< 40

Hodnotenie závažnosti poruchy DLCO

- Pre všetky merania (aj DLCO) je odporúčané používanie z-skóre:

- | | | |
|--------------------|----------|---------------|
| • Ľahká porucha: | z-skóre: | −1.65 do −2.5 |
| • Stredná porucha: | z-skóre: | −2.51 do −4.0 |
| • Ťažká porucha: | z skóre | < −4.0 |

Percentil, z-skóre a pravdepodobnosť normálneho nálezu



Záver:

- DLCO je základné a veľmi užitočné vyšetrenie, ktoré v sebe obsahuje informácie o celom procese výmeny plynov v pľúcach (nie je to len proces „difúzie“)
- Terminológia sa vyvíja: difúzna kapacita pľúc- transfer faktor- spotreba CO v pľúcach
- So zdokonaľovaním technického vybavenia sa zvyšuje presnosť vyšetrenia
- **Pri interpretácii DLCO musíme brať do úvahy nielen DLCO ale aj KCO a VA.**
- Pre správnu interpretáciu je nevyhnutné poznať všetky faktory, ktoré ovplyvňujú výsledok DLCO, preto najlepšie by mal interpretovať výsledok DLCO lekár, ktorý má o pacientovi najviac informácií

Ďakujem za pozornosť!

