



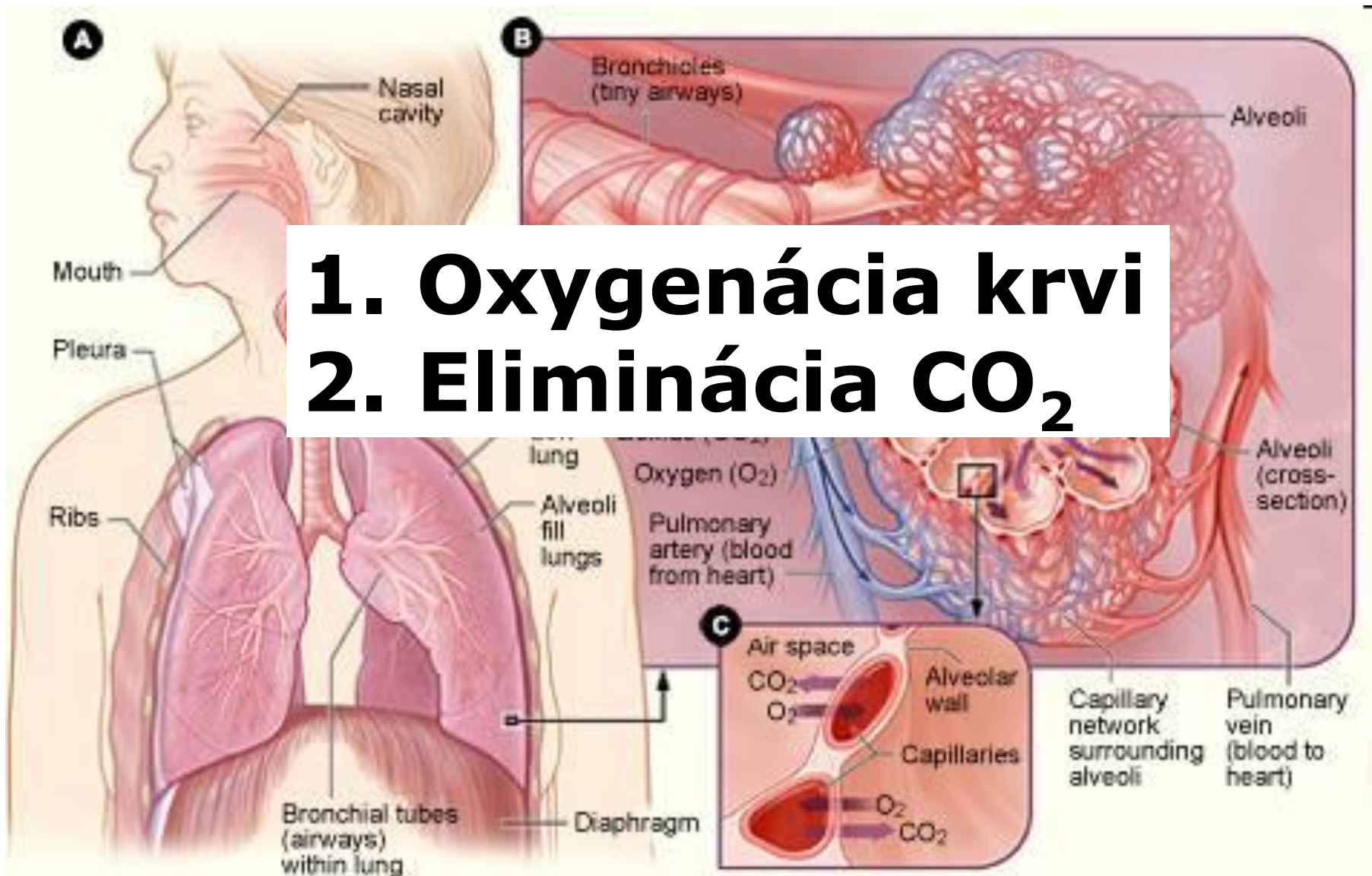
Kapnografia všade - workshop

MUDr. Štefan Trenkler, PhD.

I. KAIM UPJŠ LF Košice



Na čo nám je dýchanie



1. Oxygenácia krvi
2. Eliminácia CO_2

Metabolismus CO₂

Metabolism



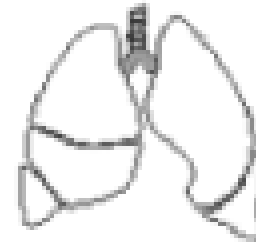
CO₂

Transport

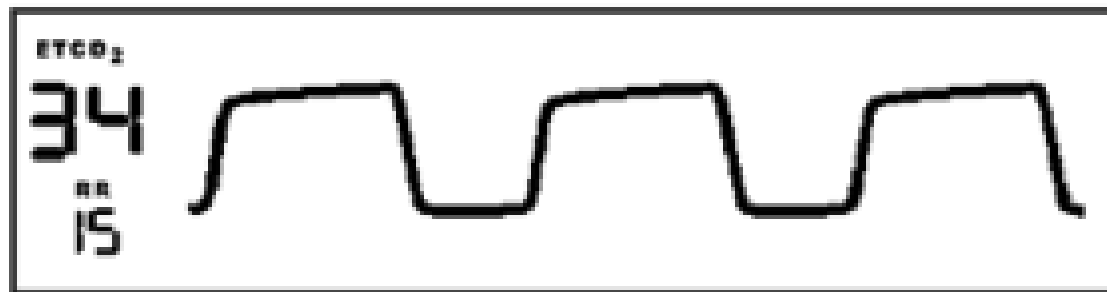


CO₂

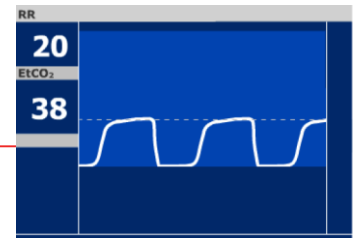
Ventilation



CO₂

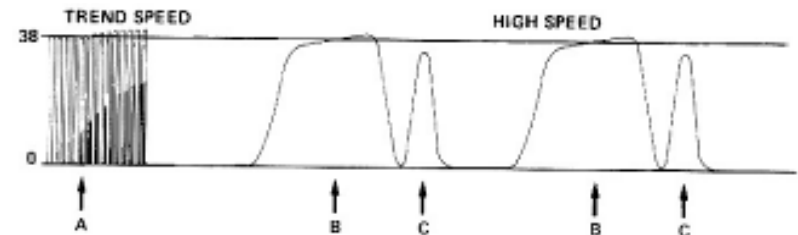


Definície

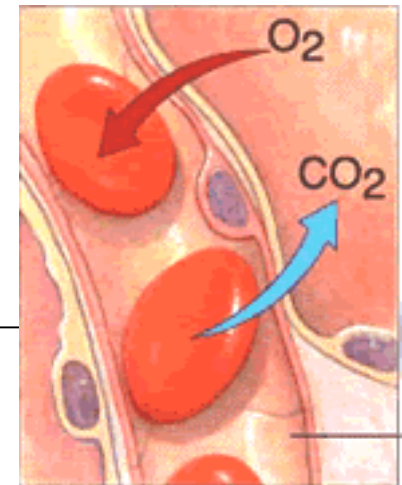


- **Kapnometria** - meranie parciálneho tlaku/percenta CO₂ v plynnej zmesi (insp/exsp plyn)
Normálne hodnoty: 37 mmHg +/- 5; 5,0 kPa; 5 %
- **Kapnografia** - záznam hodnôt kapnometrie v čase

- Kapnos - dym



- Korelácia PACO₂ / PaCO₂ (alv / art)



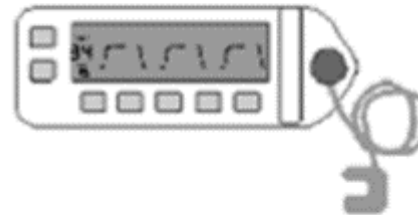
A-aDCO₂ = 2 - 5 mmHg

Arterial CO₂ (PaCO₂)
Arterial Blood Gas Sample
(ABG)

**Normal
PaCO₂ Values**

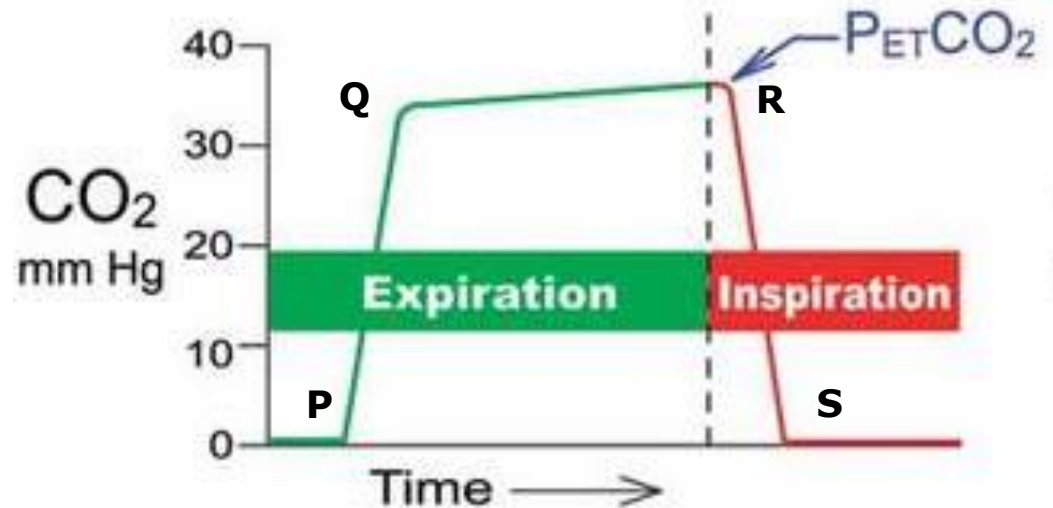
**35 - 45 mmHg
4.7 - 6.0 kPa
4.6 - 5.9%**

ETCO₂
from Capnograph



**Normal
ETCO₂ Values**
**30 - 43 mmHg
4.0 - 5.7 kPa
4.0 - 5.6%**

Normálny kapnogram



Existuje len jedna normálna krivka.

Náhle zvýšenie $P \Rightarrow Q$

Takmer horizontálne plató Q - R

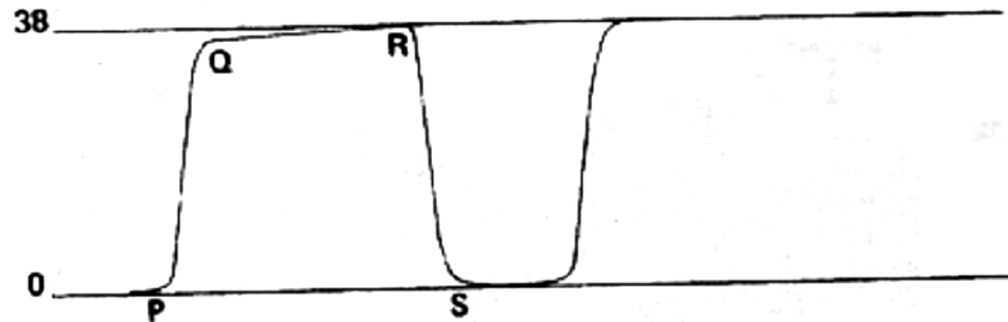
$EtCO_2 = PaCO_2$ IBA ak je prítomné horizontálne plató.

Kapnografická krivka - analýza



- Päť charakteristík:

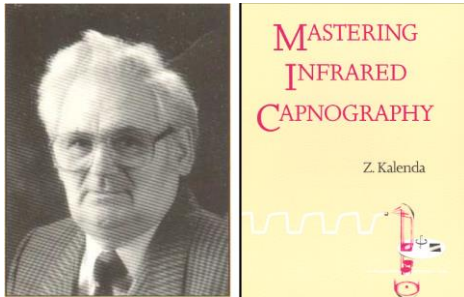
1. Výška
2. Základná čiara
3. Tvar
4. Frekvencia (dychu) (vz. z EKG)
5. Pravidelnosť



Nie sú pohybové artefakty

História kapnografie

- 1859: John Tyndall, meral exp. CO₂
- 1970': Z. Kalenda, B. Smalhout (Utrecht)
An Atlas of capnography, 1975



Prof. Zdenek Kalenda
(1927–2010)

- 1986: ASA Standards for Basic Anesthetic Monitoring
-

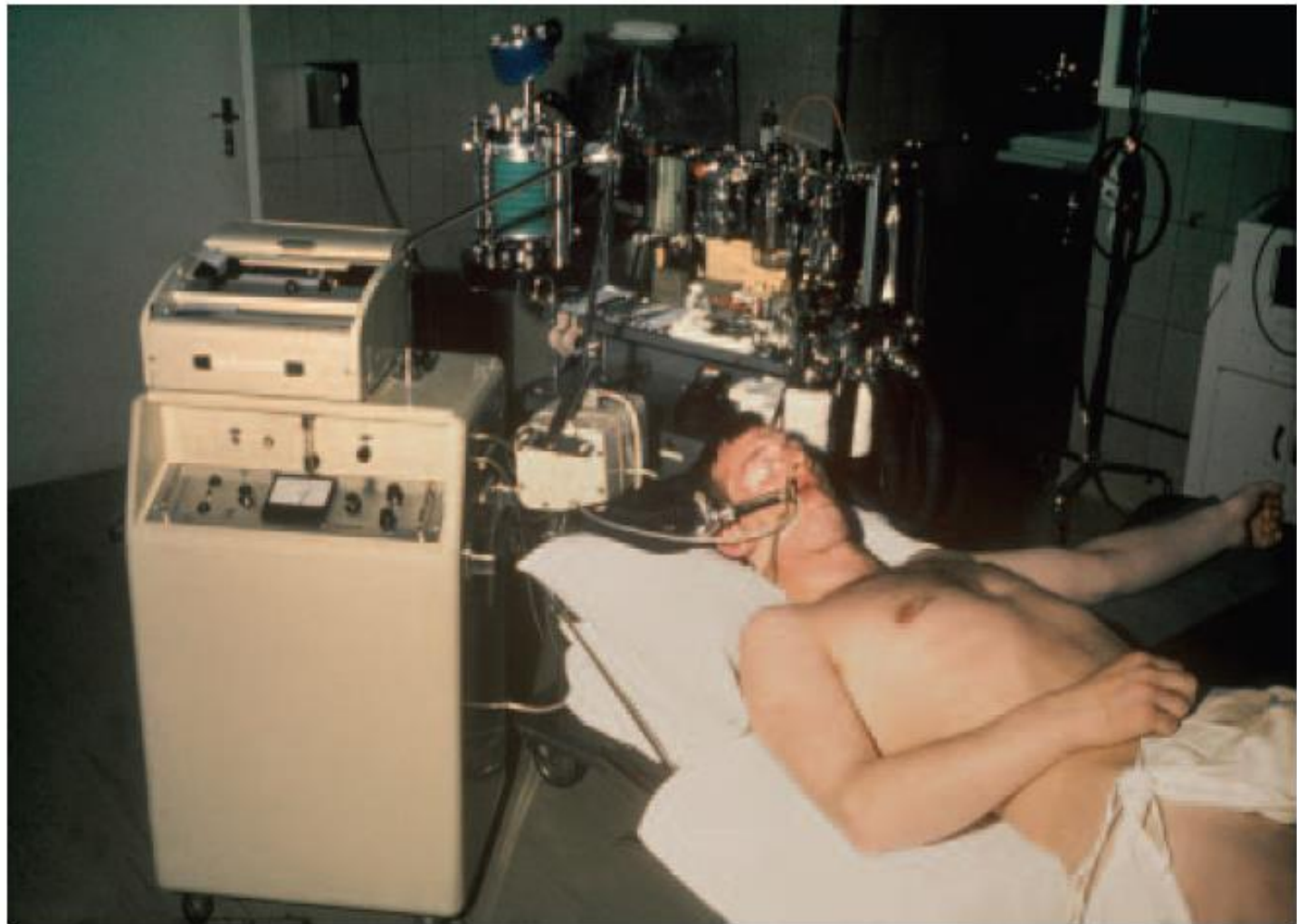
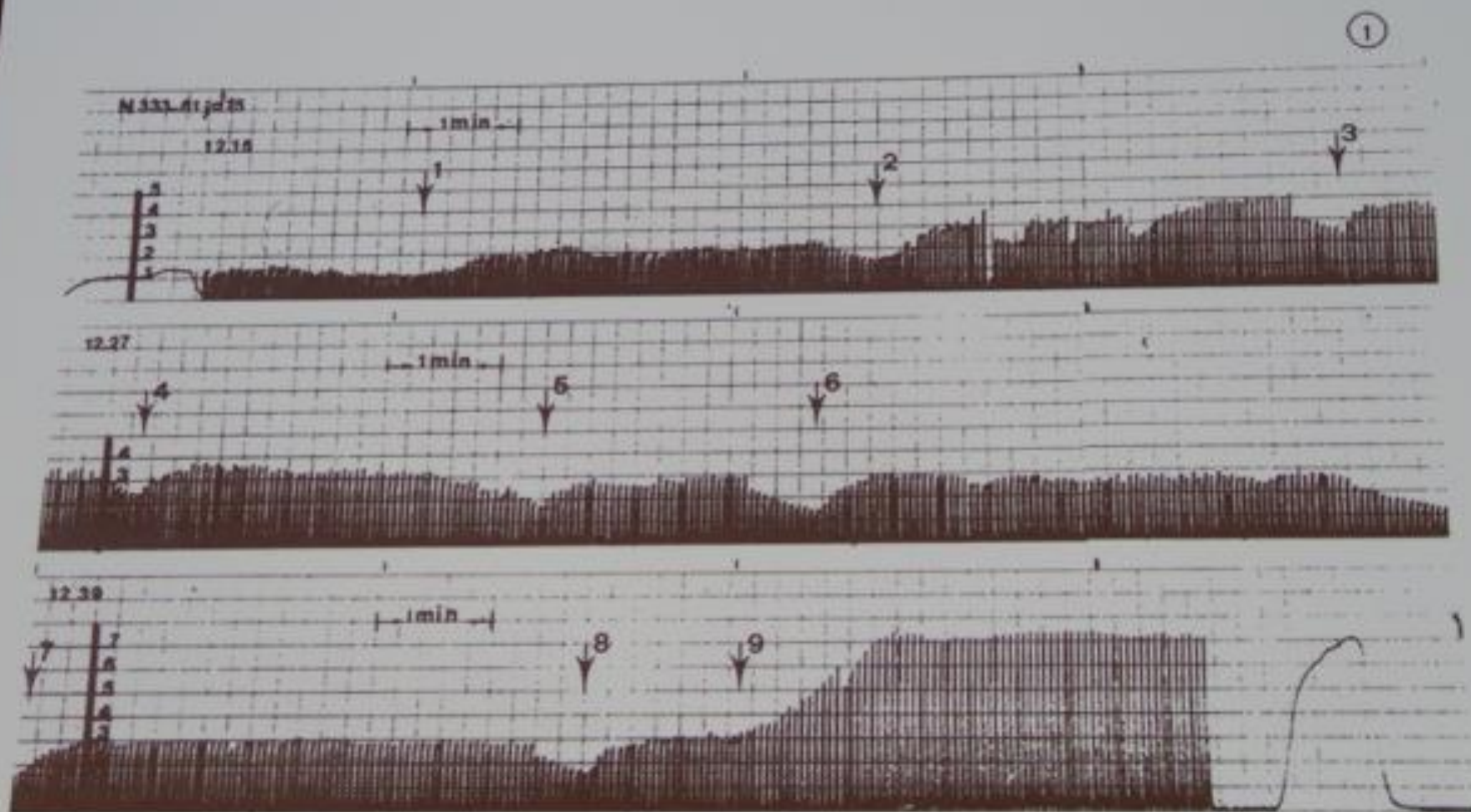


Figure 3. The first CO₂ analyzer (Godart Capnograph medical CO₂ analyzer) in the Central Military Hospital, Utrecht, The Netherlands (1962). On top is the one channel Omnicriptor,. Photo: Lt. Klunder (Photo used with permission from Prof. Bob Smalhout).

The capnogram as a guide to the efficacy of cardiac massage

Kalenda Z. 1978

Resuscitation 6, 259-263



ARO Prešov, 70´





Anaesthesia

Journal of the Association of Anaesthetists of Great Britain and Ireland

Anaesthesia, 2011

Editorial

Capnography everywhere

**Time for
everywhere**

Capnography in anaesthetic theatres since proved invaluable from accident and other

D. K. W
Consultant
Manchester
Manchester
Email: whit

1. Anaesthesia
2. Recovery room
3. Postanaesthesia ward
4. Patient transport
5. Intensive care
6. Resuscitation
7. Neonatal care
8. **Emergency medicine, EMS**



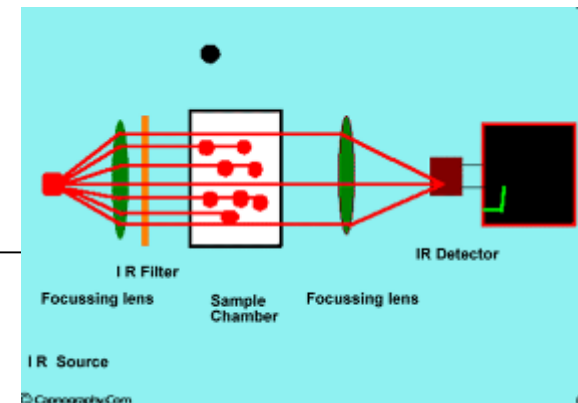
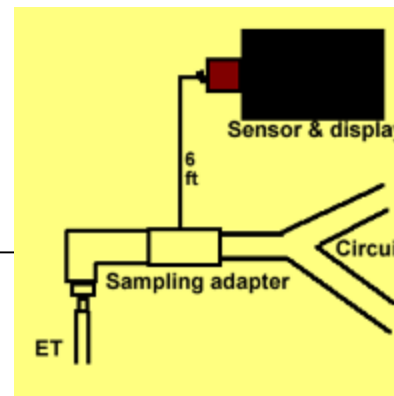
only about five litigation
r relate to airway compli-
naesthesia [13]. In this
than 10 times the num-
per year would have
cheal intubation in
ared with critical care
why would have been
hem

Microstream technológia

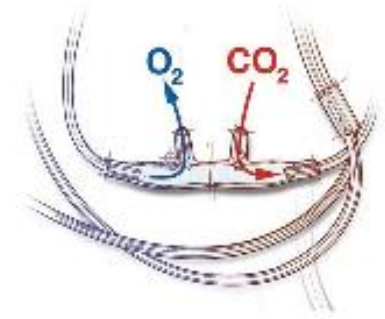
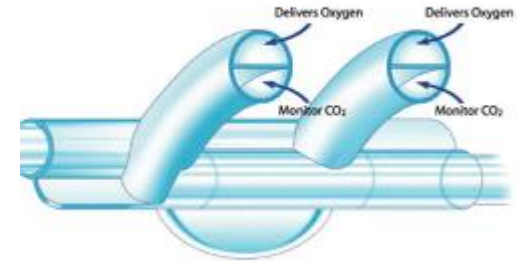
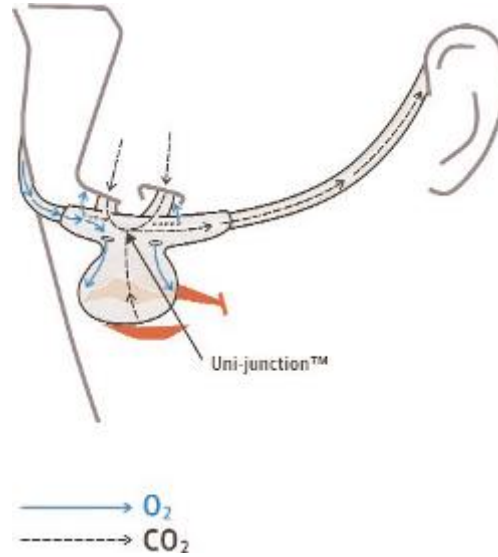
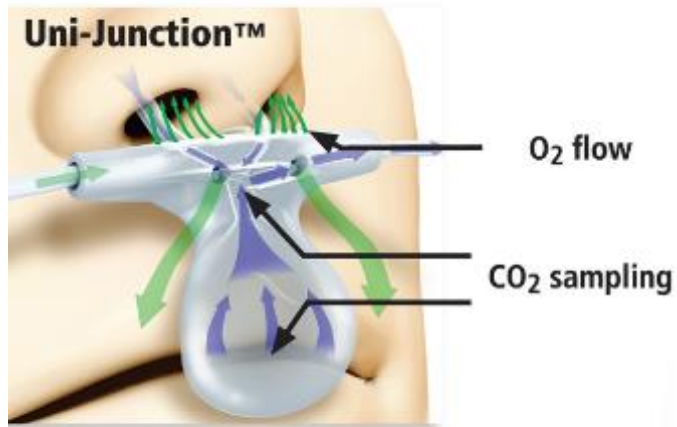


Oridion®

- Oridion; sidestream
- Laser Molecular Correlation Spectroscopy
- Úzke spektrum IČ svetla; tenký papršlek
- Žiadne pohyblivé časti
- Malá komôrka (15 μ l), bez vyhrievania
- Vzorka 50 ml/min; aj neintubovaní pacienti; novorodenci; rýchla odpoveď
- Bez rutinnej kalibrácie
- Filter Line - bez blokovania hadičky



Odber vzorky



Snímače main stream



2013



2014

Monitorovanie u neintubovaného pacienta



Použitie kapnografu A B C

- **Airway**
 - poloha ETK v dýchacích cestách (SGP)
 - kontinuálne monitorovanie je polohy
- **Breathing**
 - hyperventilácia
 - hypoventilácia, apnoe
 - astma, COPD
- **Circulation**
 - hypocirkulačné stavy, zastavenie obehu
 - pľúcna embólia
 - účinnosť stláčania hrudníka
 - obnovenie obehu

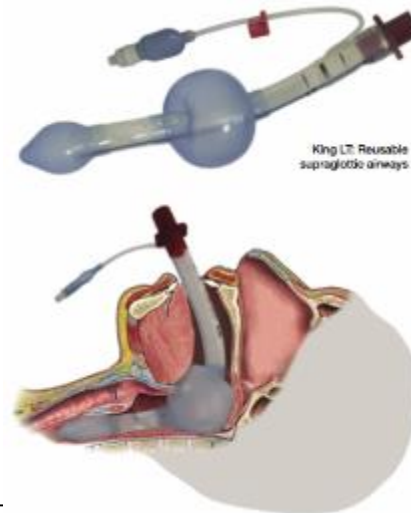
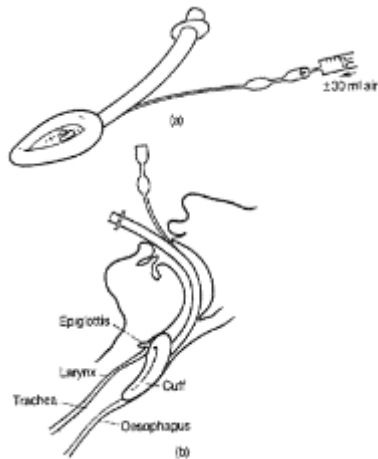
Kontinuálne monitorovanie

- Zdorazňuje sa použitie *kapnografie* na:
 1. potvrdenie umiestnenia ETK
 2. kontinuálne monitorovania polohy ETK
 3. sledovanie kvality KPR
 4. včasné rozpoznania obnovenia obehu
 - Sledovanie EtCO₂ potvrdí správnosť umiestnenia tracheálnej kanyly a odporúča sa počas KPR na optimalizáciu jej kvality.
-

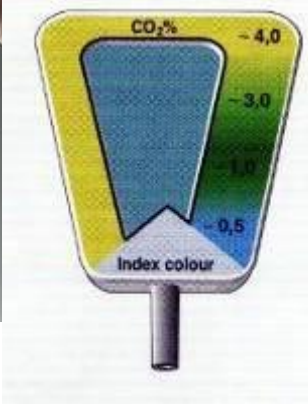
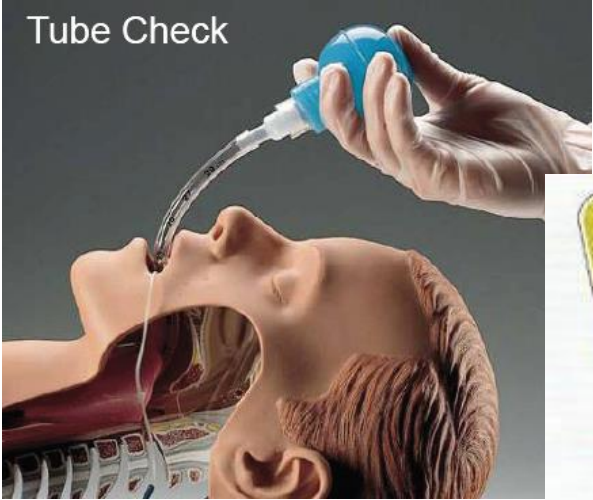
- Na overenie správneho zavedenia tracheálnej **kanyly** (ak je prítomný krvný obeh) a na následné sledovanie intubovaného pacienta má byť **rutinne** k dispozícii kapnografia (záznam s krivkou).
 - Používanie kapnografie (s krivkou) odhalí **obnovenie** spontánnej cirkulácie aj bez prerušenia stláčania hrudníka a môže tiež zabrániť podaniu bolusu adrenalínu po obnovení cirkulácie.
-

- Na overenie správneho zavedenia tracheálnej kanyly ... a na následné sledovanie intubovaného pacienta má byť k dispozícii kapnografia (záznam s krivkou).
 - Presnosť
 - a) kolorimetrických detektorov CO₂,
 - b) pažerakových detektorov a
 - c) kapnometrie bez krivkynie je vyššia ako presnosť auskultácie a priamej vizualizácie kanyly.
-

- Ak personál nie je trénovaný v ETI, vhodnou alternatívou je **SGP**
- Ak nie je k dispozícii **kapnograf**, je prijateľnejšie používať na rozšírené zaistenie dýchacích ciest **SGP**



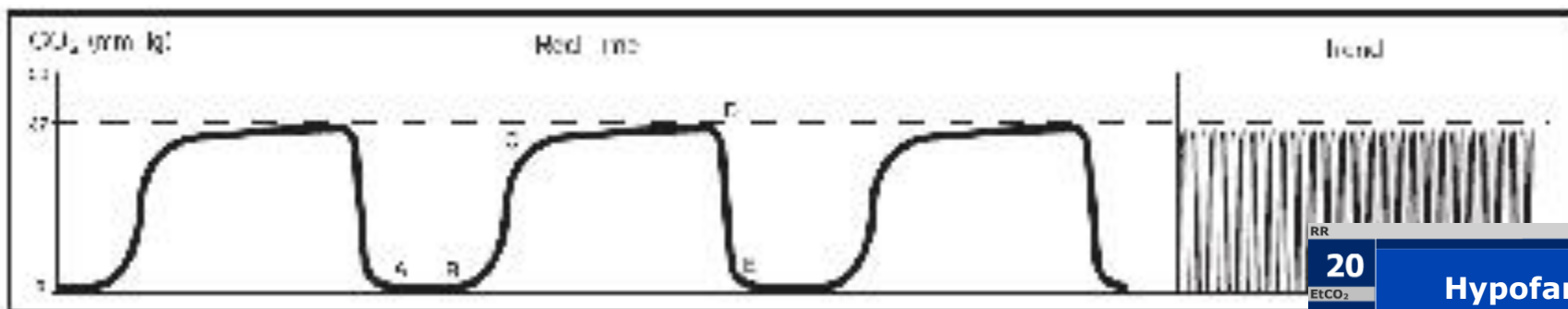
A1. Overenie polohy ETK



6 dychov



A2. Kontinuálne sledovanie polohy kanyly



Normal Capnogram

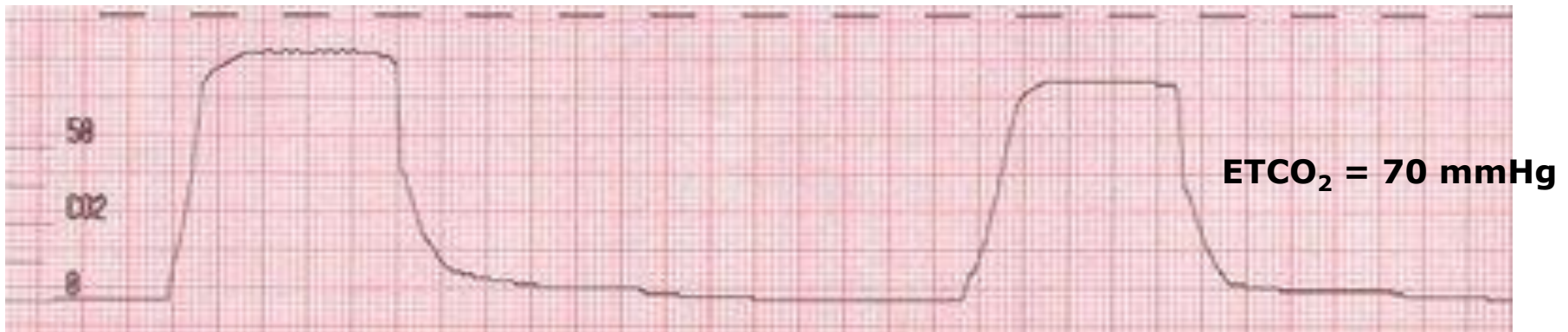
RR	20	Hypofarynx
ETCO ₂	05	

B. Poruchy ventilácie

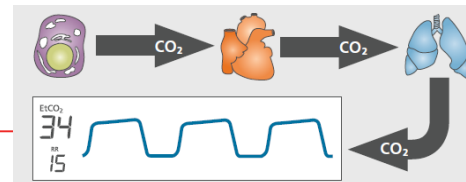
- Hyperventilácia
 - Hypoventilácia
 - Apnoe
 - Porucha distribúcie plynov v pľúcach, PNO

 - Rozpojenie okruhu
 - Netesnosť v okruhu
 - Zalomenie / obštrukcia kanyly
-

B1. Hyperventilácia, hypoventilácia, apnoe



Postupný vzostup

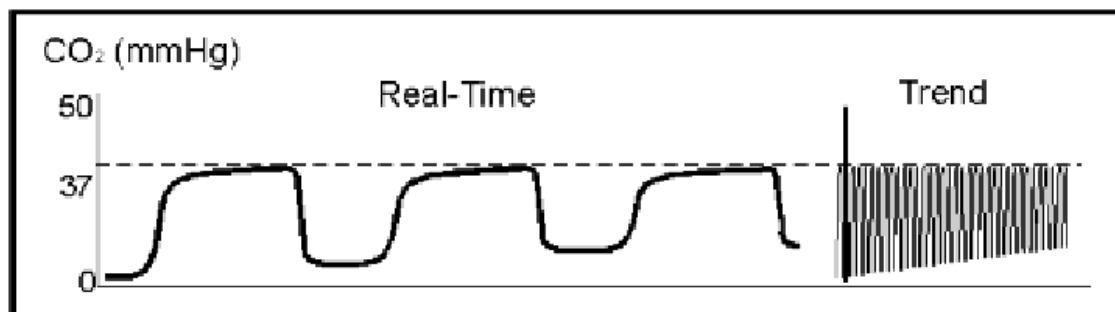
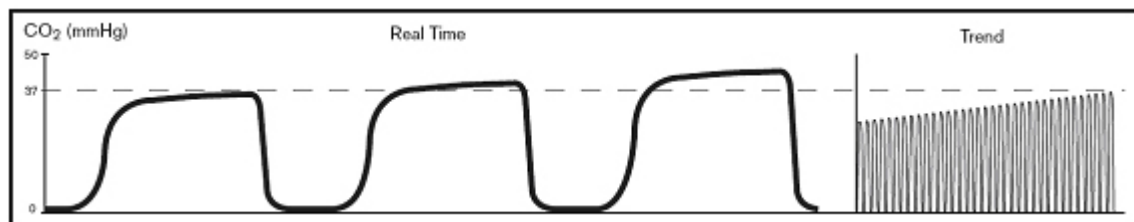


Zvýšenie metabolizmu

Vzostup teploty

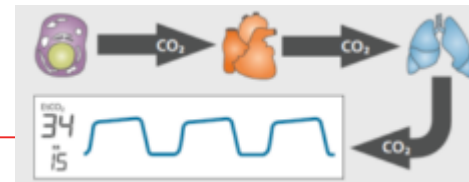
Hypoventilácia

(analgetiká, hypnotiká..)

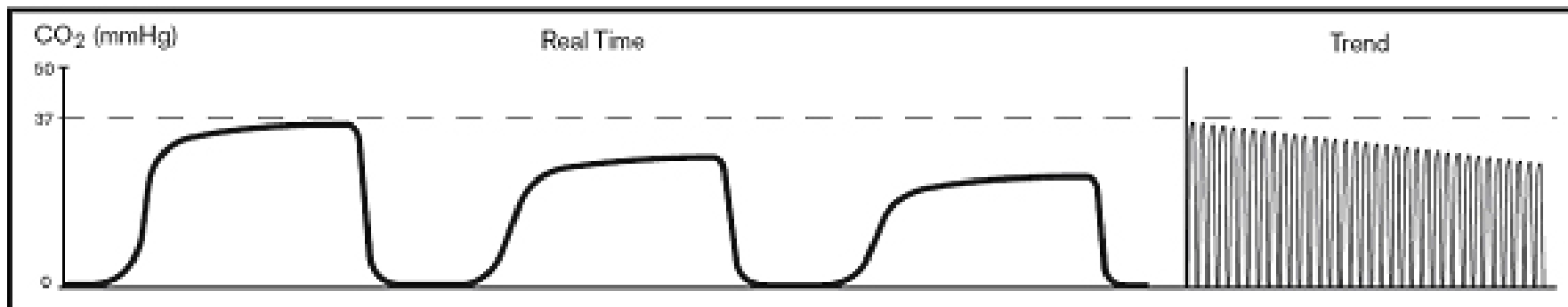


Spätné vdychovanie

Postupný pokles

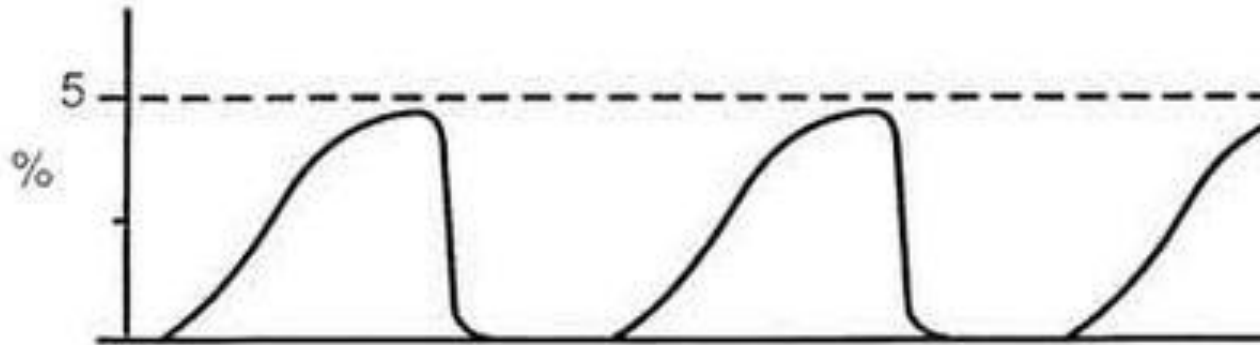


Znížený metabolismus
Pokles teploty
Hyperventilácia
Pokles cirkulácie, PE



B3. Poruchy ventilácie

- Porucha distribúcie plynov v pľúcach (žraločia plutva)



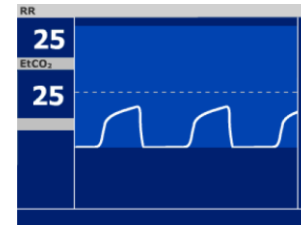
- Astma
 - Bronchospazmus
 - Sekréty, cudzie teleso
 - Zalomenie, obštrukcia kanyly
-

Astma bronchiale

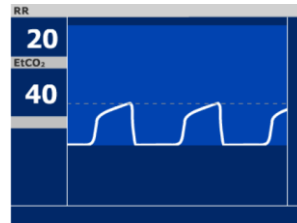
- Stabilný pacient: normálny kapnogram



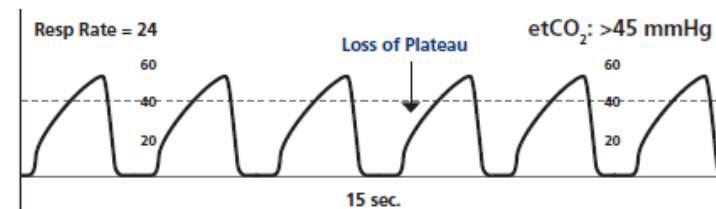
- Stredný záchvat: pokles ETCO₂



- Vyčerpanie:



- Ťažká astma: hyperkapnia



Pneumothorax

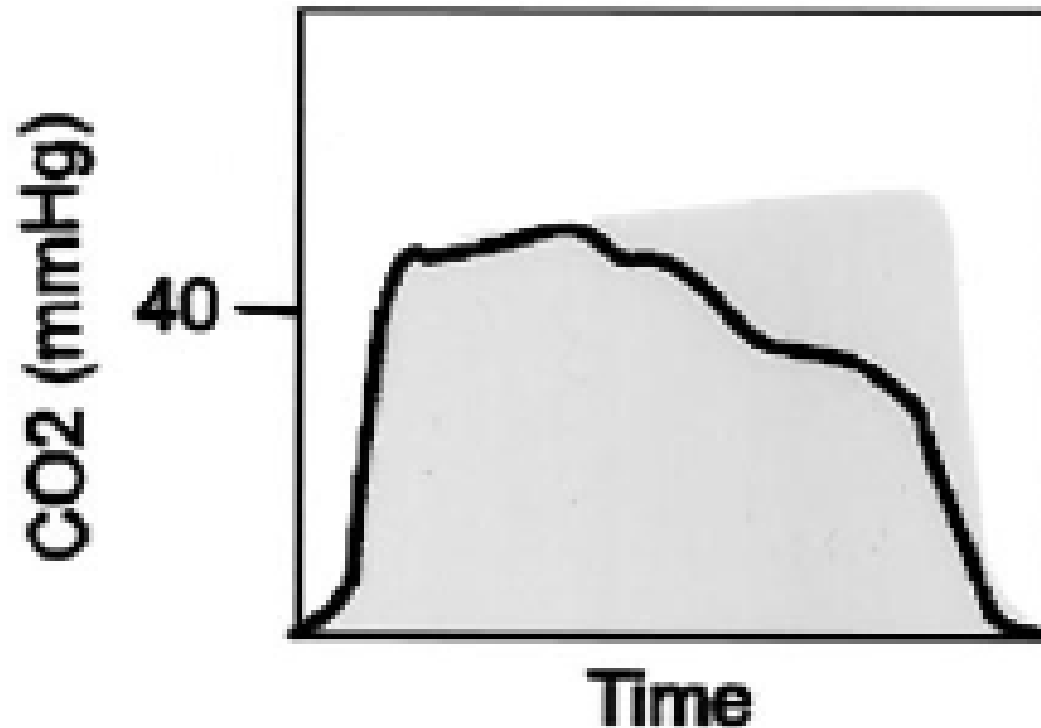
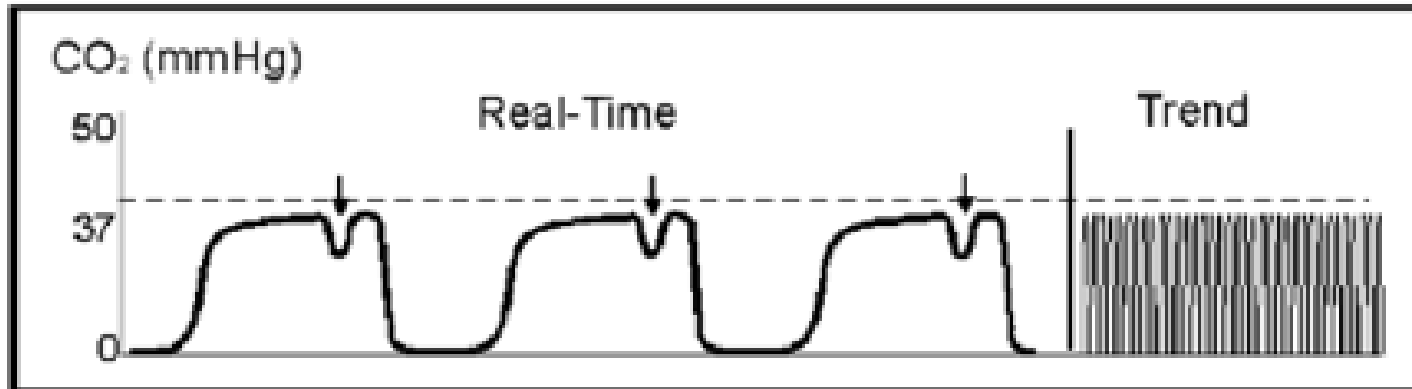


Fig. 4. A capnogram with a loss of the alveolar phase during expiration suggests pneumothorax. The shaded area represents a normal capnogram.

Ústup relaxácie

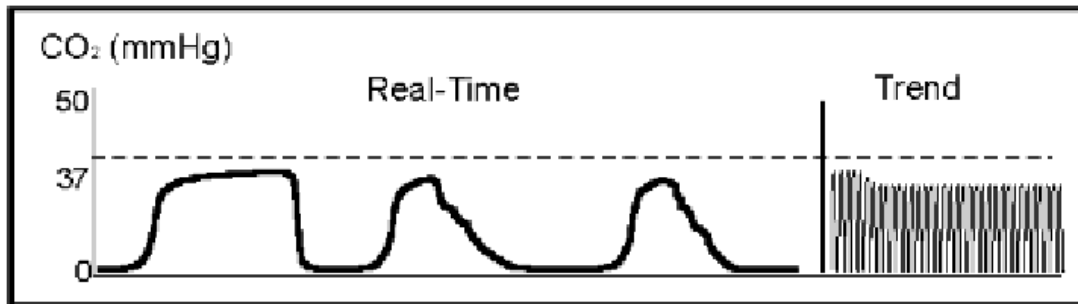
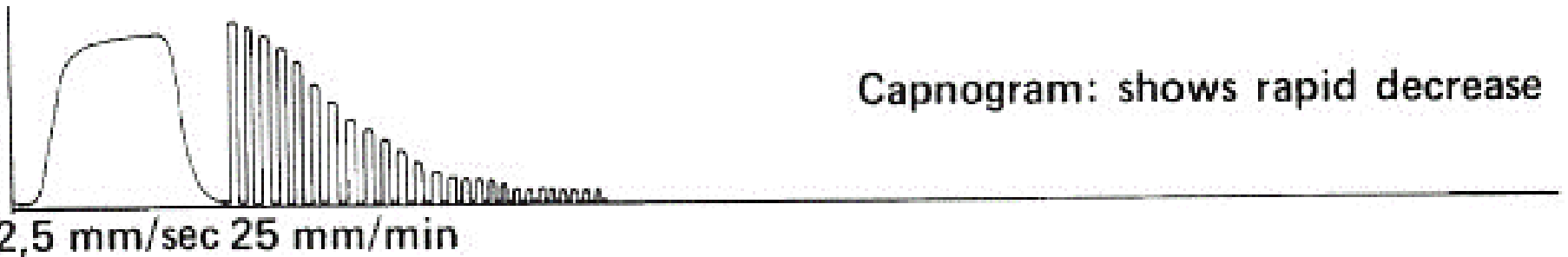
Muscle Relaxants (curare cleft)



- Appear when muscle relaxants begin to subside
- Depth of cleft is inversely proportional to degree of drug activity

B4. Technické poruchy

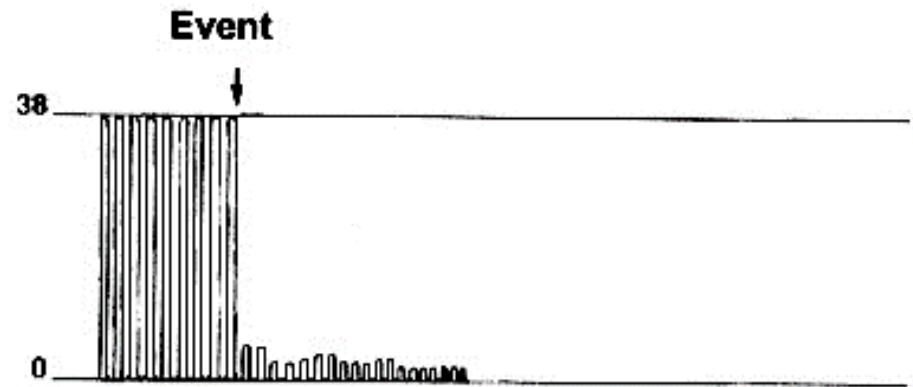
Postupný pokles: netesnosť v okruhu, pridýchanie



B4. Technické poruchy

Náhly pokles CO₂ = technická porucha

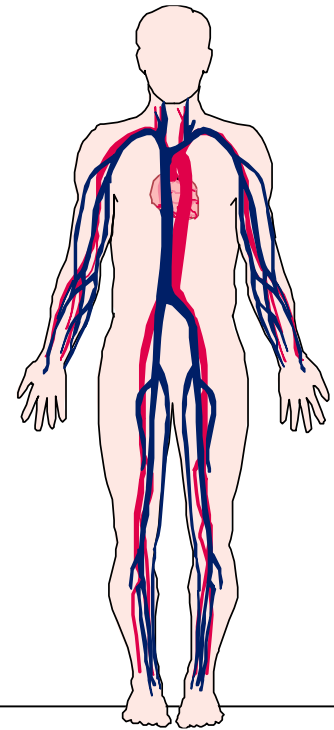
- Zalomená ET-kanyla
- Chybný CO₂ analyzátor
- Úplné rozpojenie
- Chybný ventilátor



Totálna obštrukcia DC

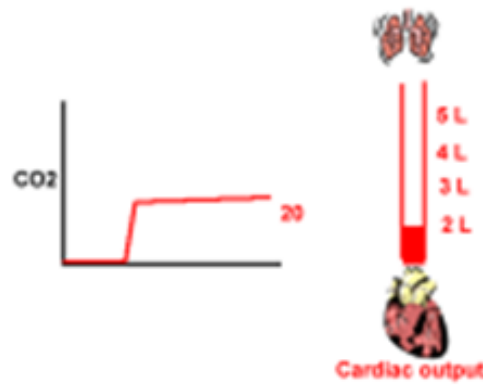
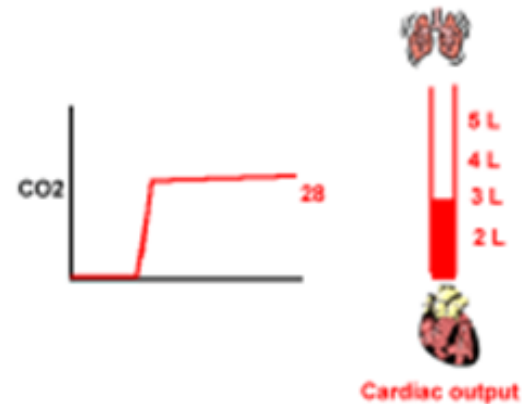
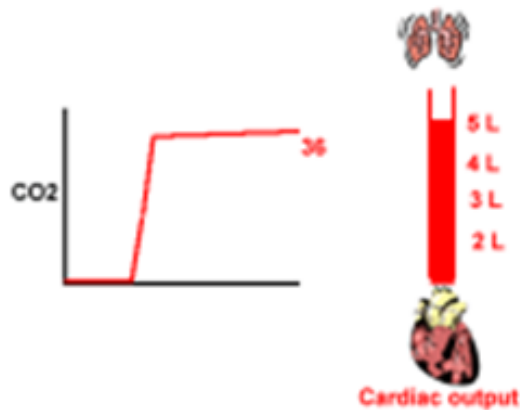
C. Poruchy cirkulácie

- Pri konštantnej ventilácii (a metabolizme) odrážajú zmeny EtCO_2 zmeny v srdcovom výdaji

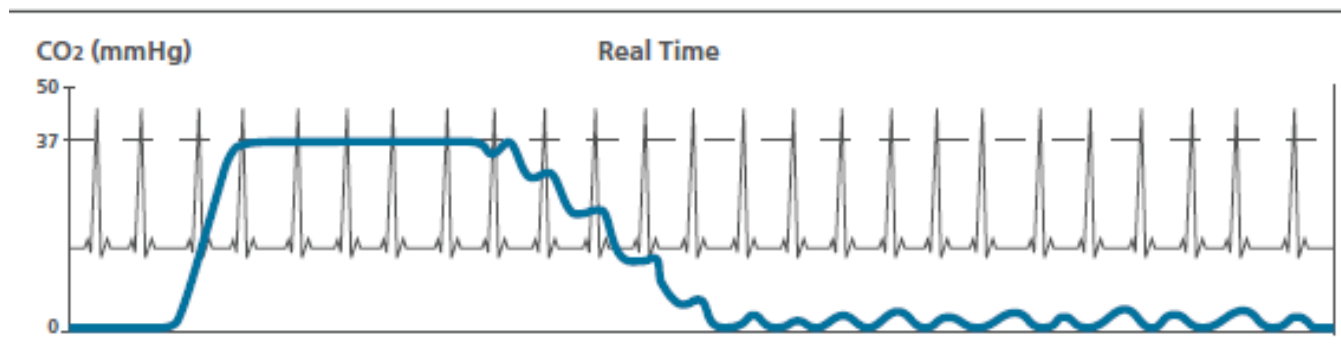
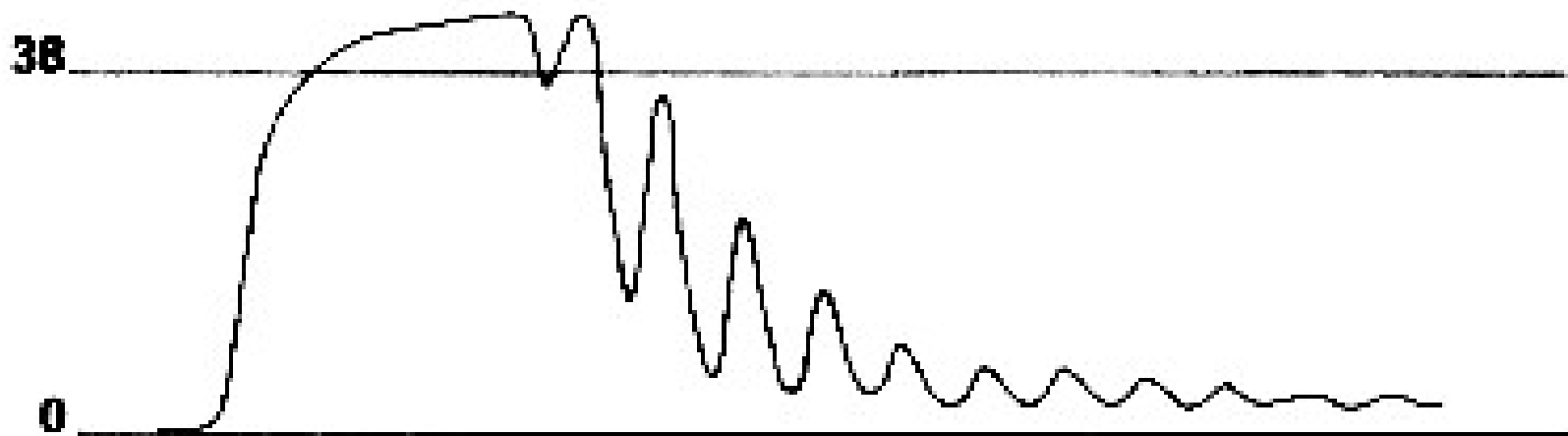


C. Poruchy cirkulácie

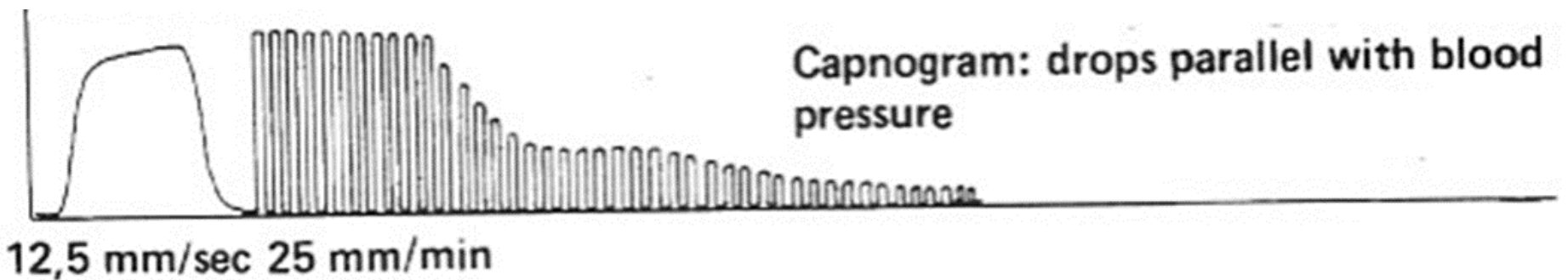
Srdcový výdaj a kapnografia



Kardiálne oscilácie



A1. Hypocirkulácia, šok

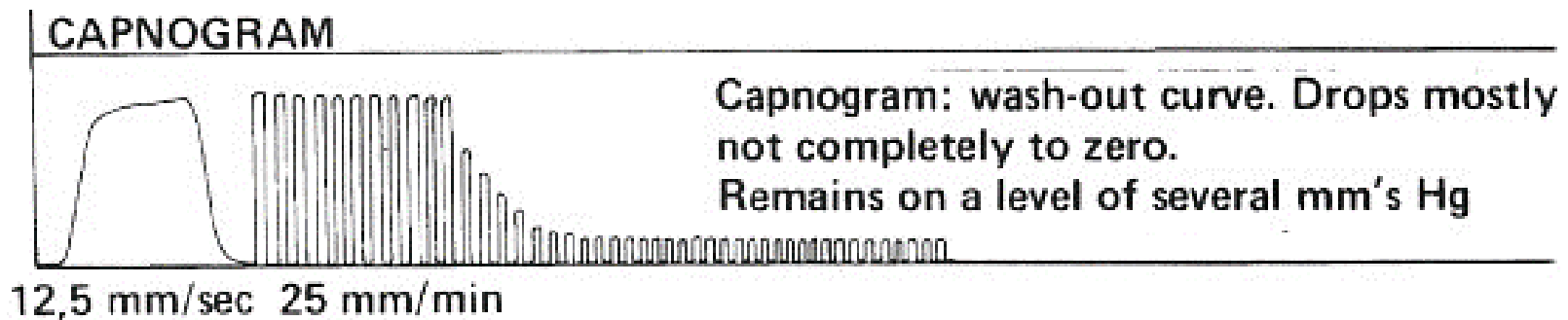


A2. Zastavenie/obnovenie obehu, KPR

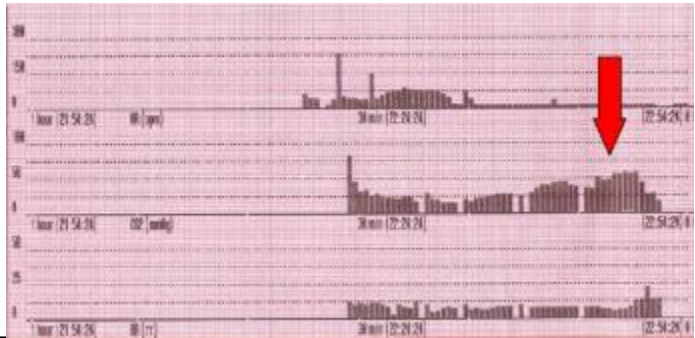
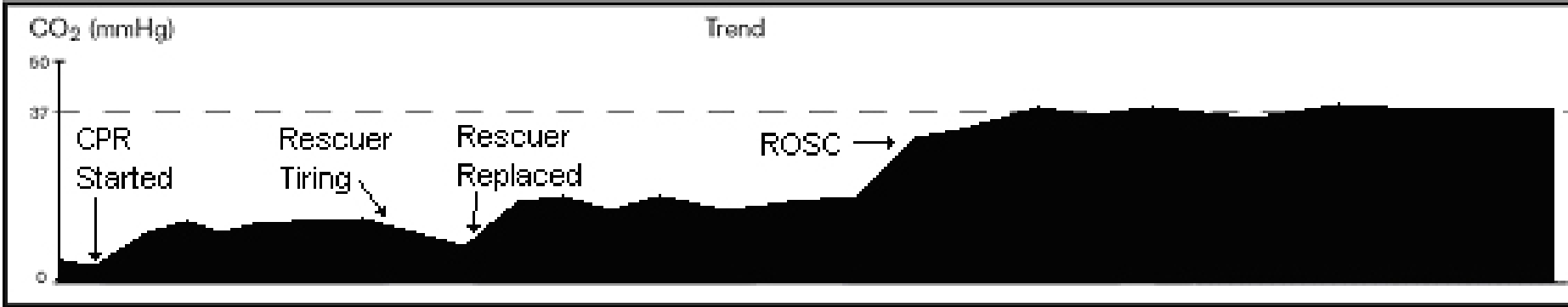
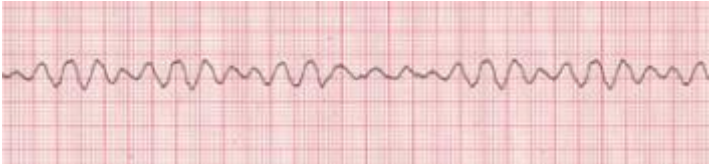
Exponenciálny pokles CO_2 v priebehu 1 – 2 min (vymývacia krivka) poukazuje na:

náhle zhoršenie cirkulácie
ventilácie:

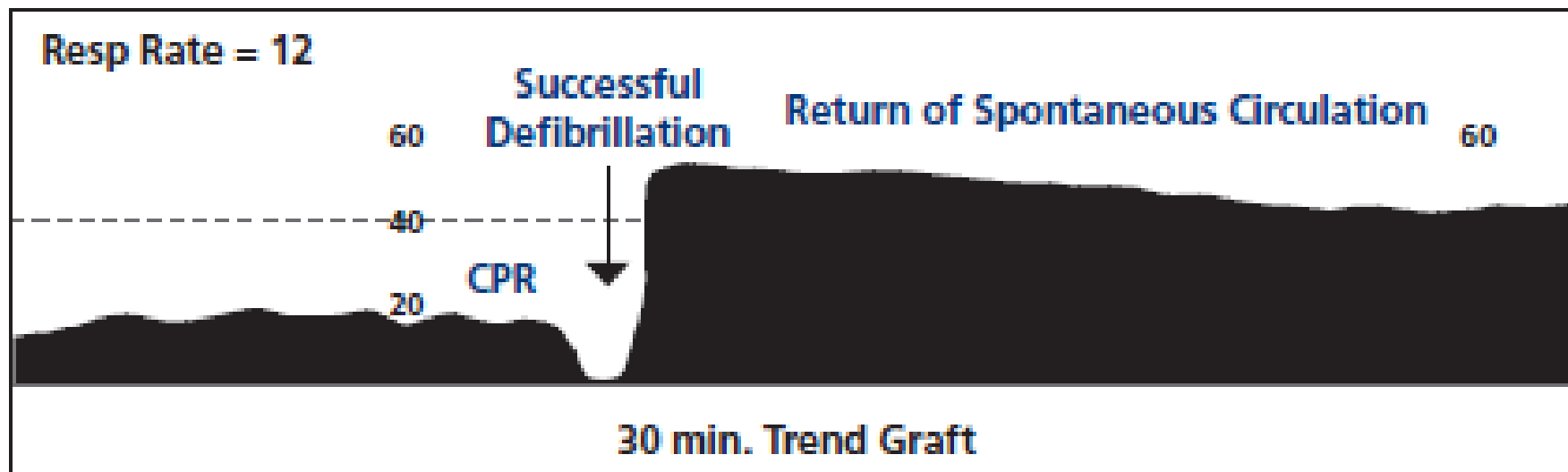
- Plúcna embolizácia
- Náhly pokles krvného tlaku / MOS
- Náhla závažná hyperventilácia



A2. Zastavenie/obnovenie obehu, KPR



A2. Obnovenie obehu, KPR



ETCO₂ a prognóza KPR

- Neprežívajúci
 - Priemerné ETCO₂: 4 - 10 mmHg
- Prežívajúci, prepustení z nemocnice
 - Priemerné ETCO₂: > 30 mmHg



Neúčinné a účinné stláčanie hrudníka

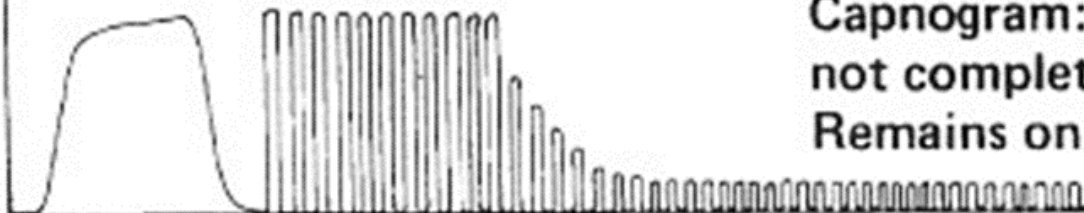


> 10 mmHg

A3. Plúcna embólia

Postupný pokles na nízke hodnoty

CAPNOGRAM



Capnogram: wash-out curve. Drops mostly not completely to zero.
Remains on a level of several mm's Hg

12,5 mm/sec 25 mm/min

Cieľová hodnota EtCO₂

- **P(a-Et)_{CO2}** – rozdiel v pCO₂ medzi arteriálnou krvou (PaCO₂) a alveolom (EtCO₂)
 - Zvýšený – **šok, hemodynamická nestabilita, trauma hrudníka** (nepomer ventilácie/perfúzie) = EtCO₂ ≠ PaCO₂
1. Bez šoku a traumy hrudníka - rozdiel 3-5 mmHg; cieľová hodnota EtCO = **30-35** mmHg
 2. Šok, trauma hrudníka - rozdiel 10-15 mmHg; cieľová hodnota EtCO₂ = **25-30** mmHg
 3. Použiť trendy



Použitie kapnografu - dokumentácia

- Krivka:
 - úvodný stav
 - priebeh liečby
- EtCO₂:
 - trendy
- Vytlačiť: Po ETI, úprave polohy, pri odovzdaní




Interpretácia kapnografie

- Nie izolovane
- Anamnéza
- Klinické zhodnotenie
- Integrácia ďalších parametrov
EKG, pulzová oxymetria/pletyzmogram, TK, FP, FD, teplota ...



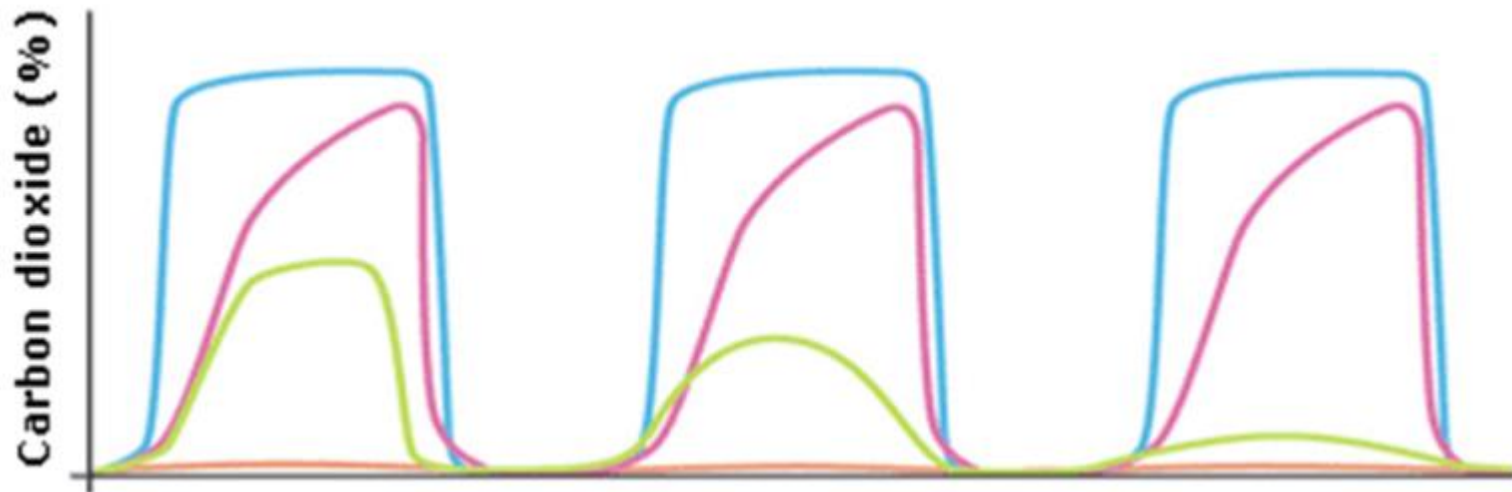


Problémy

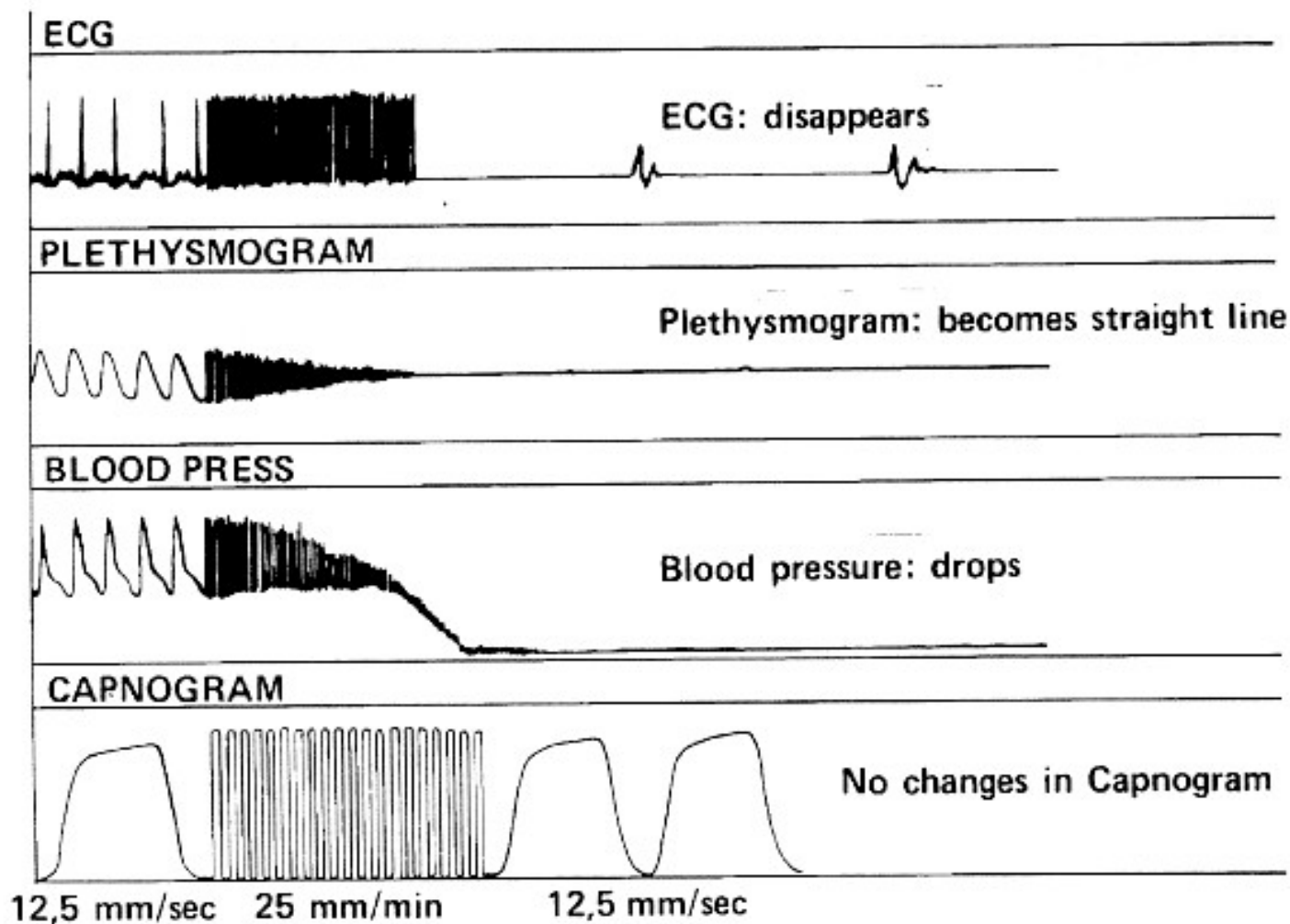
- Zanesenie hadičky vlhkosťou, sekrétmi – nesprávne hodnoty
 - Netesnosť hadičky, systému – falošne nízke hodnoty
 - Nesprávna kalibrácia
 - Extrémna hodnota – voda v snímači
 - **Žiadne CO₂:** 
 - odpojená hadička, automatický preplach hadičiek, auto kalibrovanie
 - po defibrilácii
 - nesprávna poloha kanyly
 - apnoe, zastavenie obehu
 - exsanguinácia
 - masívna pľúcna embólia
-

Interpretujte krivky

- Normal
- Obstructed
- Oesophageal intubation
- Low /Zero CO₂ state



Diferenciálna diagnostika

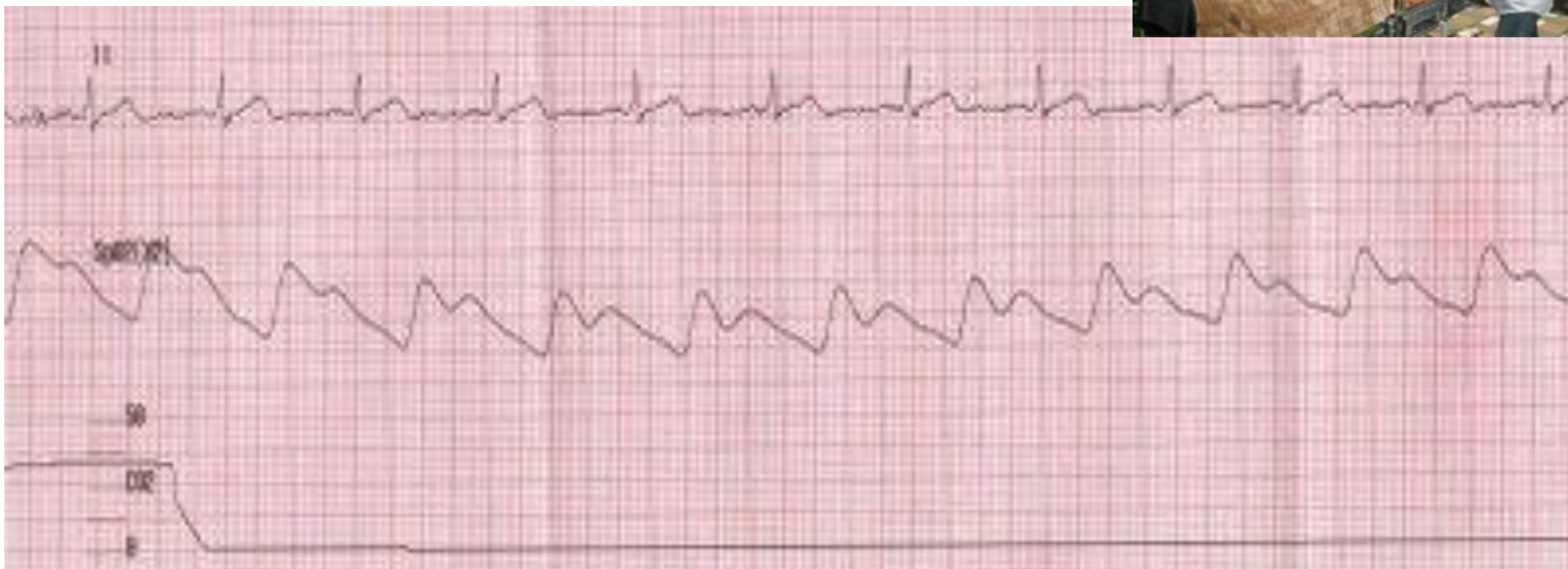


Kapnografická krivka prítomná = obeh prítomný.

Porucha základného monitora

Prevážate pacienta s intoxikáciou alkoholom

3



Zastavenie dýchania

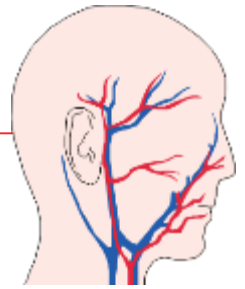
Neurotrauma, OTI, ventilácia ambuvakom

4



Hyperventilácia

Optimalizácia ventilácie



- Kapnografia na titrovanie minútovej ventilácie / EtCO₂ u pacientov citlivých na kolísanie
 - Zvýšený IKT:
 - trauma mozgu
 - NCMP
 - Mozgový tumor, infekcia
 - Titrovať na 35 mmHg
 - Riziko ischémie
-



Slovenská spoločnosť urgentnej medicíny a medicíny katastrof

Prednemocničná neodkladná starostlivosť o pacientov s neurotraumou

Odporúčany postup SSUMaMK

3.2 Monitorovanie

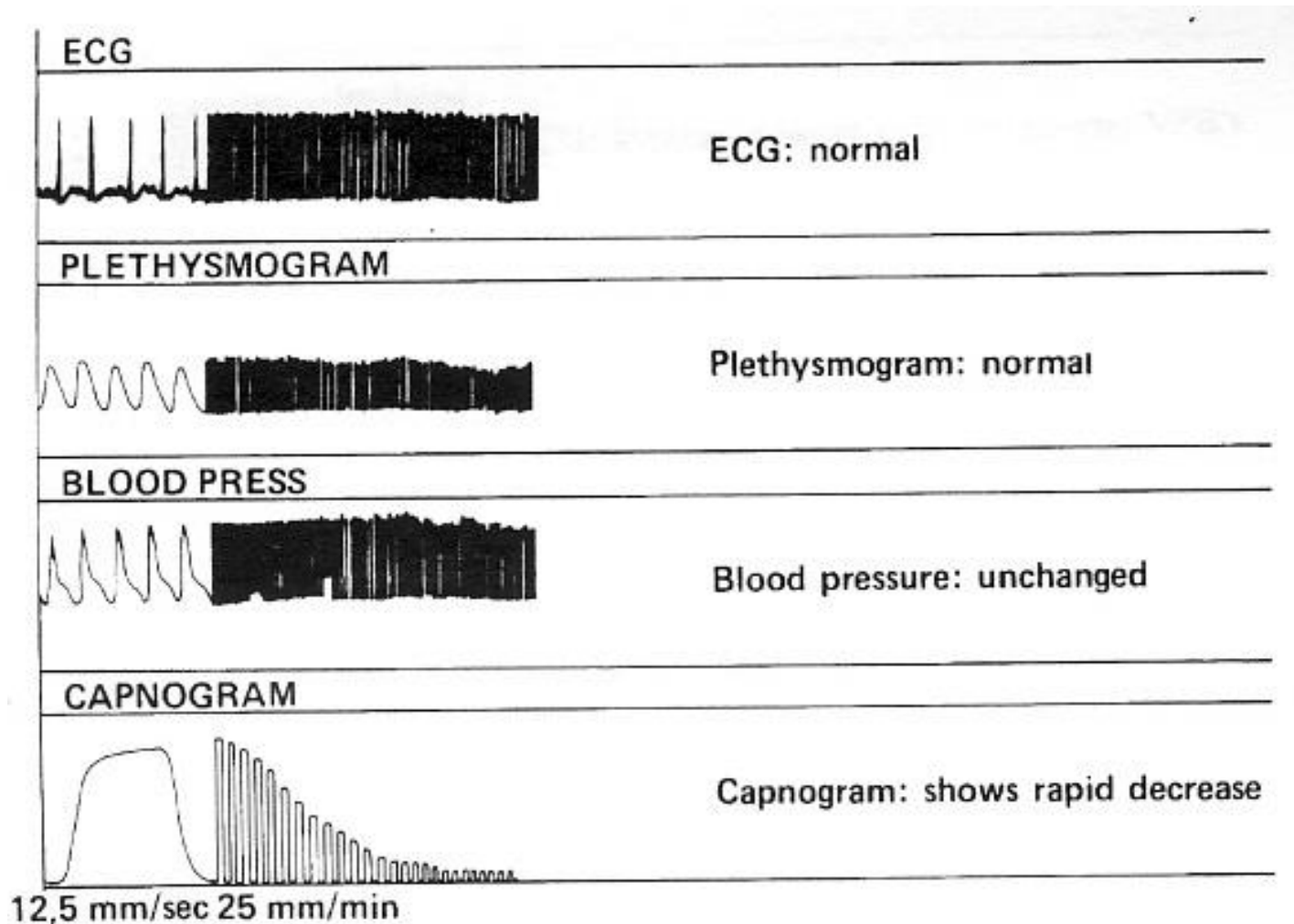
Minimálne požiadavky na monitorovanie pacienta sú:

1. neinvazívne meranie TK
2. pulzová oxymetria
3. frekvencia pulzu
4. frekvencia dychu
5. glykémia
6. EKG
7. GCS.

Žiaduce je kontinuálne monitorovanie ETCO_2 .

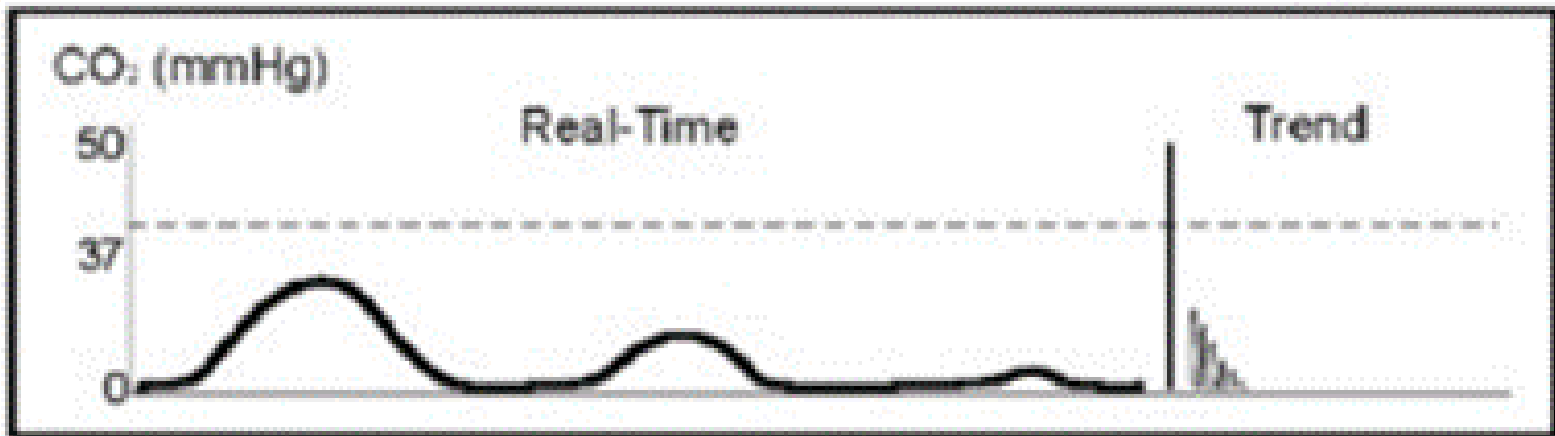
Na ÚVP je možné použiť samorozpínací vak alebo ventilátor. Na prevenciu neprimeranej hypo- a hyperventilácie je potrebné monitorovať ETCO_2 . Hodnoty ETCO_2 sú spravidla o 2 - 3 mmHg nižšie ako v artérii, tento rozdiel sa môže pri traume zväčšiť.

Diferenciálna diagnostika



Hyperventilácia, netesnosť v okruhu

Zaintubovali ste pacienta



Do ezofagu!!!!

Inoxikácia akoholom, spontánne dýchanie

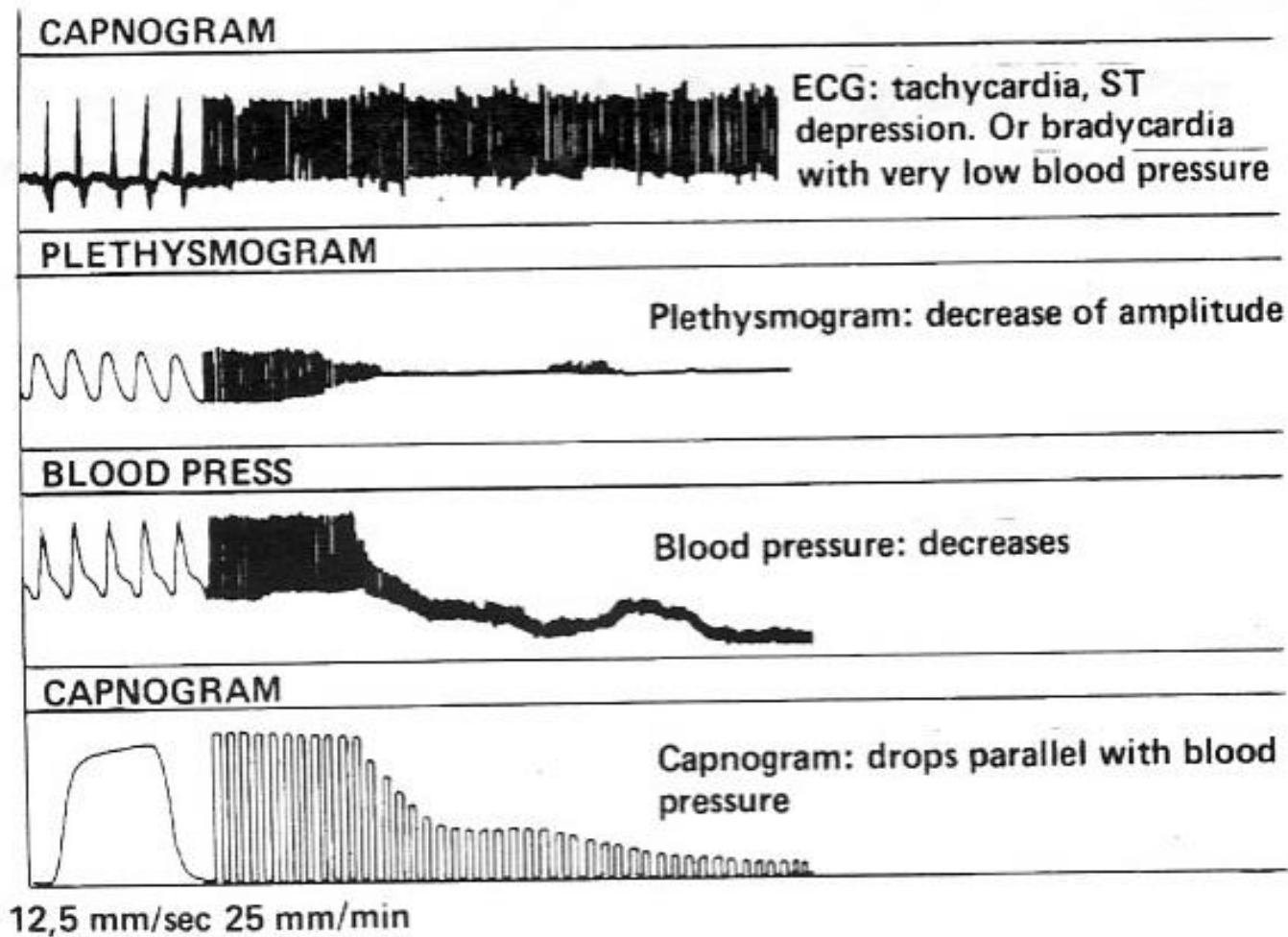
7



ETCO₂ = 70 mmHg

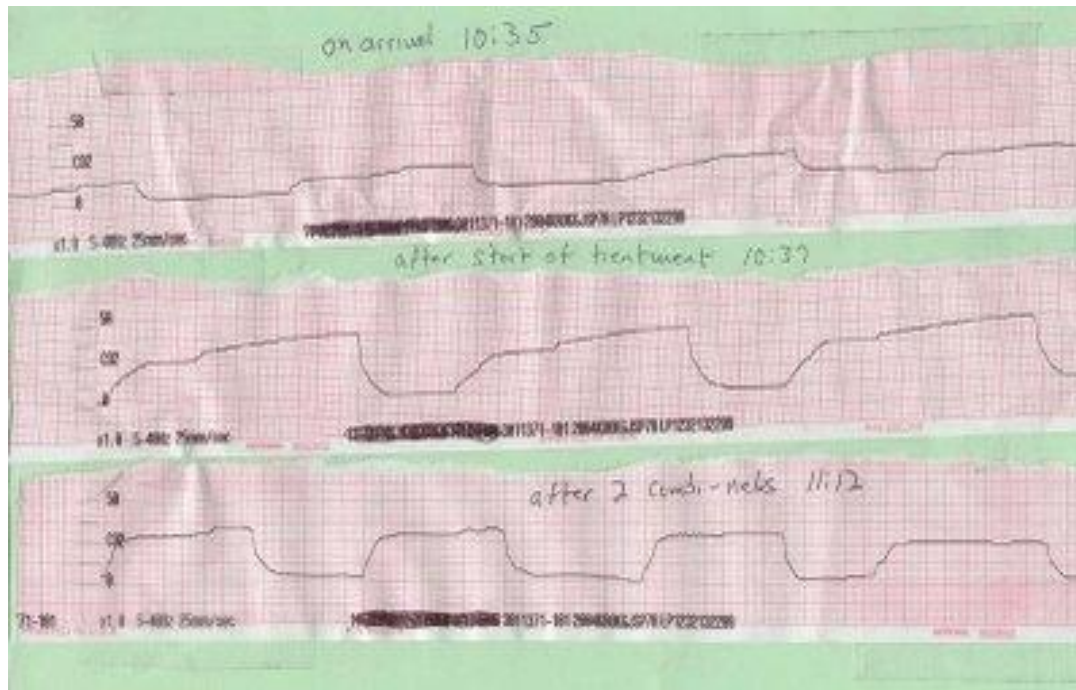
Hypoventilácia

Diferenciálna diagnóza



Hypovolémia, šok

Pacient dýchavičný, hypoxemický



Astma bronchiale, COPD

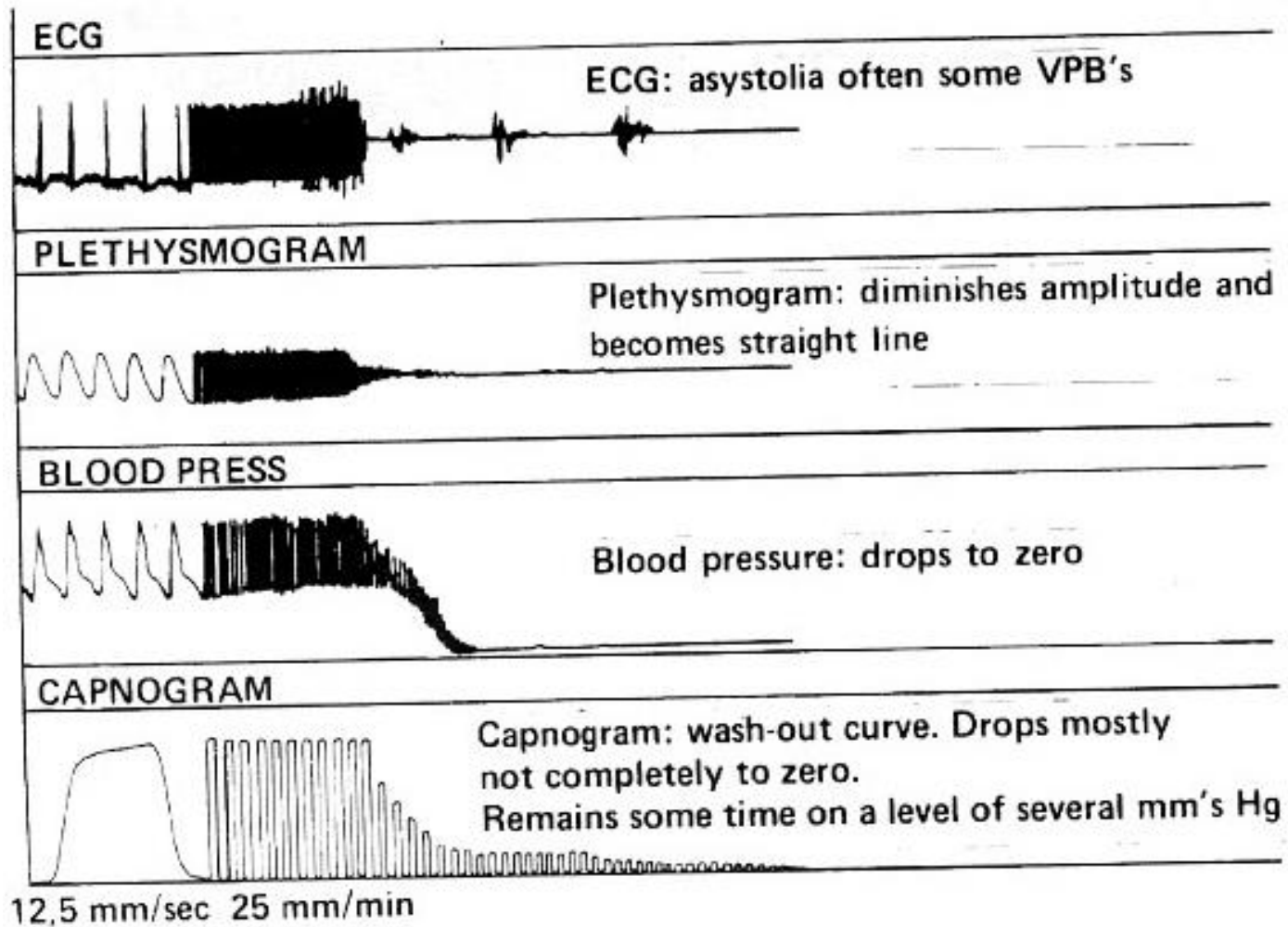
Pacient dýchavičný, piskoty v exspíriu, opuchy členkov

10



Astma cardiale, srdcové zlyhanie

Diferenciálna diagnóza



Zastavenie obehu



KPR, stláčanie hrudníka

Interpretujte dynamický záznam

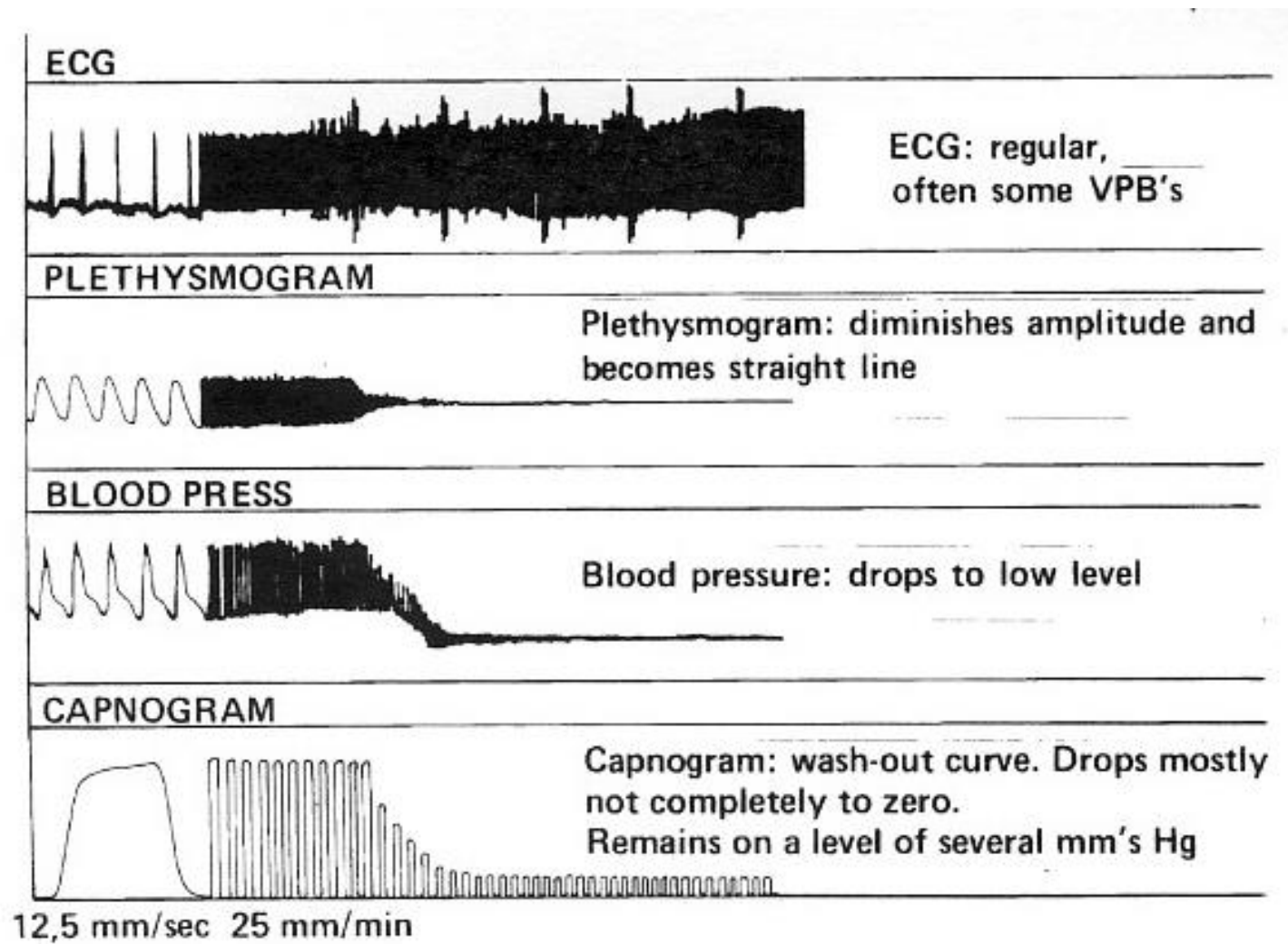
13



Zastavenie/obnovenie obehu, KPR

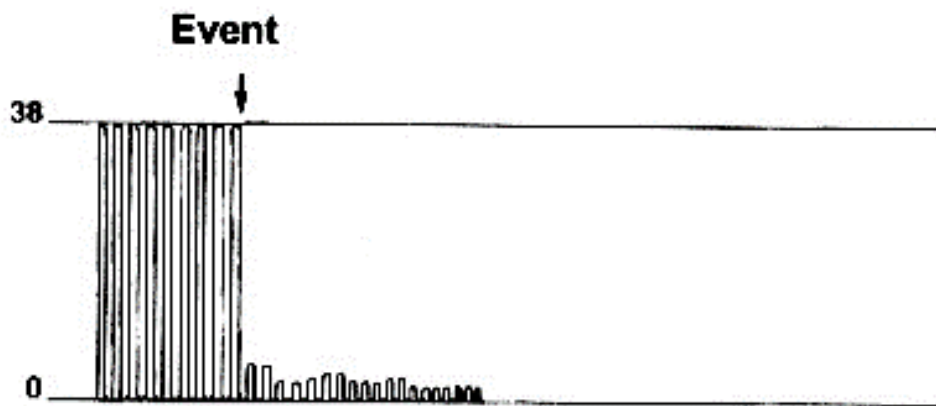
- Chýbanie/nízke EtCO₂ počas ZO/KPR
 - kanyla v ezofagu
 - nízky MOS
 - nedostatočné stláčanie
 - Kapnografia - účinnosť **stláčania hrudníka**, obnovenie obehu.
 - Kvalitu stlačania hrudníka treba prehodnotiť, ak EtCO₂ < 2 kPa (15 mmHg)
 - Pretrvávanie ETCO₂ <10 mmHg – zlá prognóza
 - Doterajšie skúsenosti nepodporujú využitie cieľových hodnôt ako indikátora na ukončenie resuscitačného úsilia.
-

Diferenciálna diagnóza



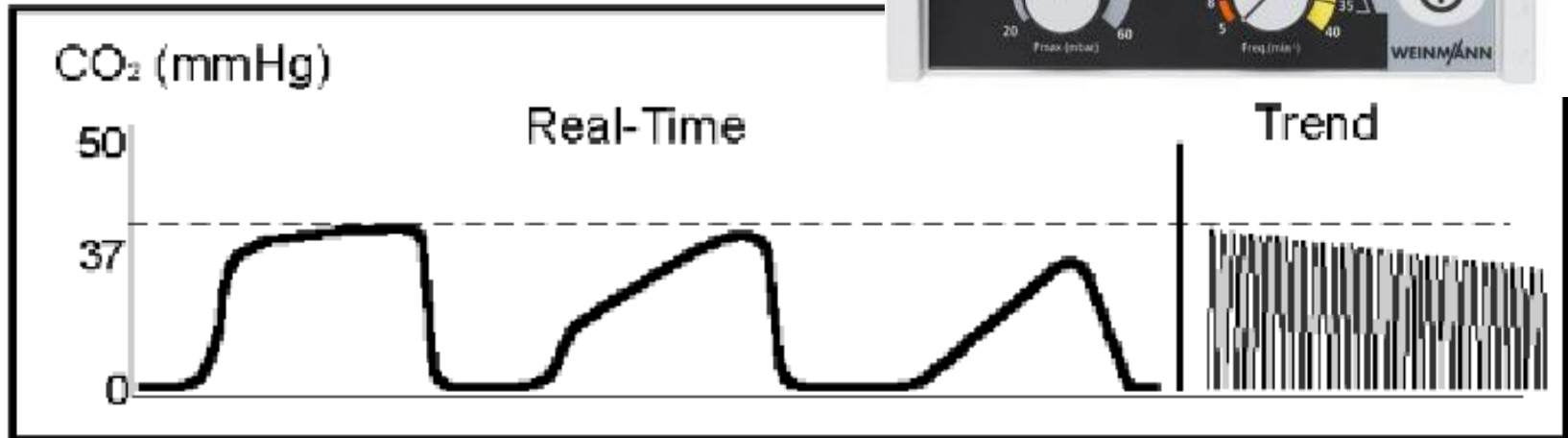
Plúcna embólia

Zmena počas transportu pacienta



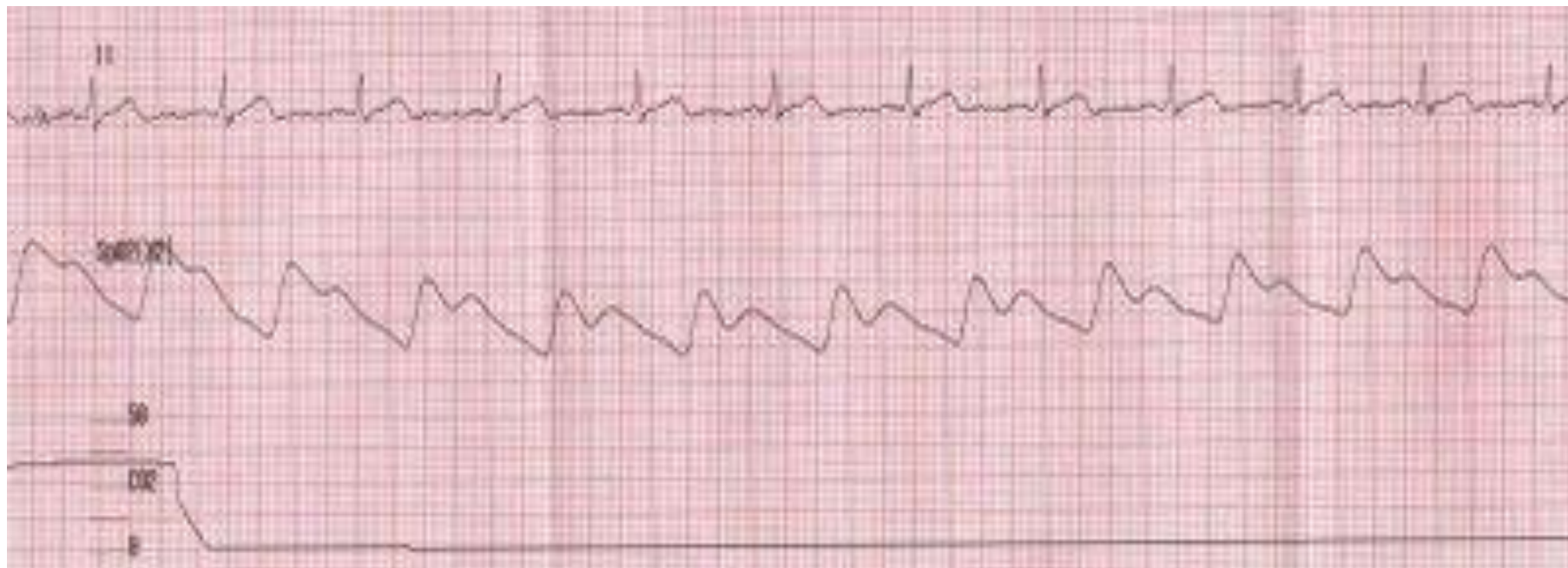
**Zalomená ET-kanyla, porucha analyzátoru/ventilátora,
rozpojenie okruhu**

Alarm ventilátora, tlak

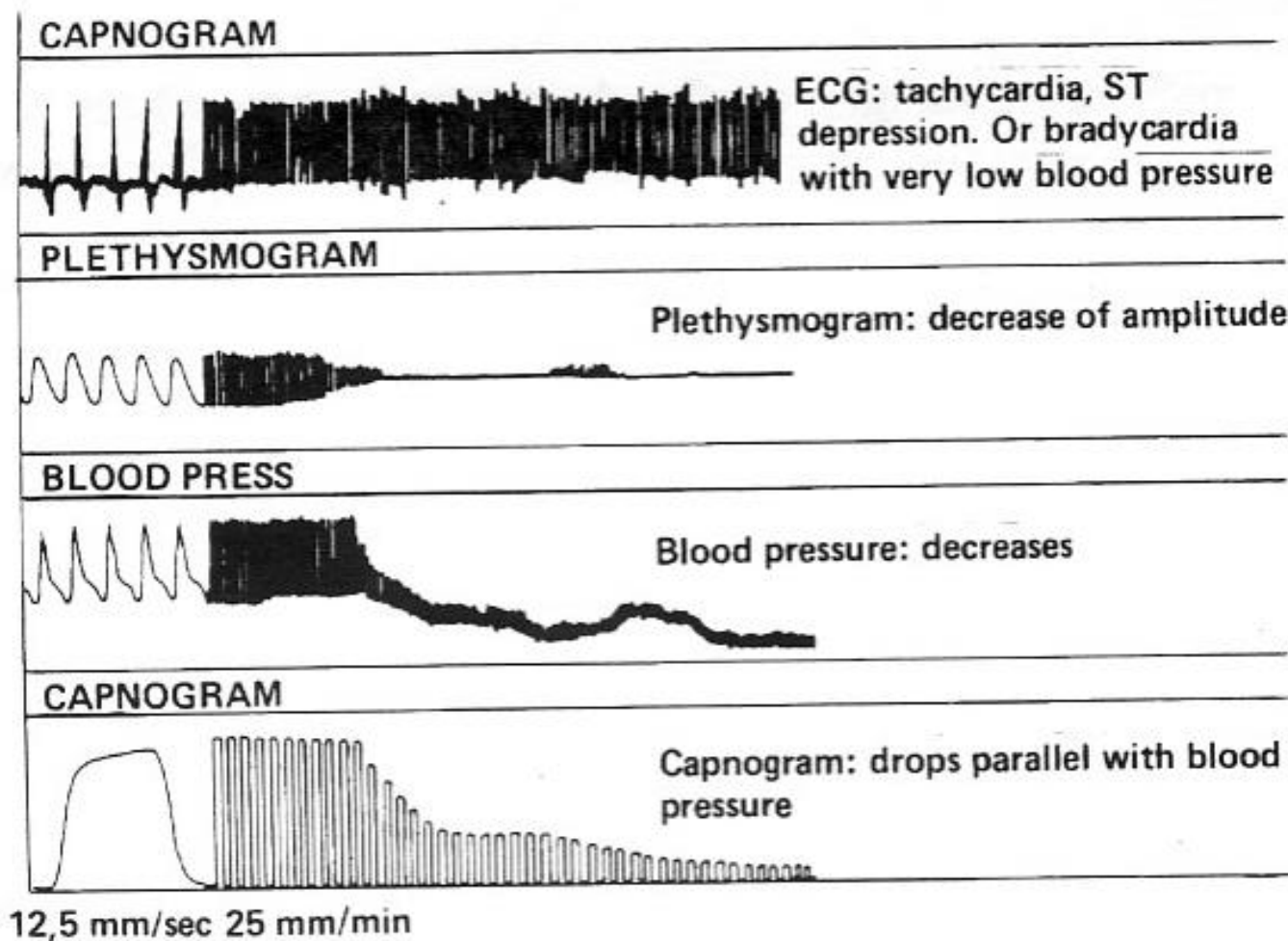


Obštrukcia kanyly

Dýchacie pohyby hrudníka prítomné



Diferenciálna diagnóza



Hypovolémia, šok

Súhrn

- Kapnograf – geniálny monitor metabolizmu cirkulácie, ventilácie
- Pomoc pri ABC; kapno vz. oxy
- Dôležitý počas KPR
- Aj u neintubovaných pacientov
- Chráni pacienta pred škodlivou dysventiláciou
- Monitorovať u každého pacienta s OTI/SGP
- U vybraných pacientov bez zaistených DC
- Komplexná interpretácia
- Dokumentácia



The background of the slide is a red ECG (heart rate) grid. The text "Ďakujem za pozornosť" is written in a large, bold, black font across the center of the grid. The grid lines are visible, and the text is centered horizontally and vertically within the grid area.

Ďakujem za pozornosť

stefan.trenkler@upjs.sk
