

Kardiopulmonální zátěžový test v předoperačním vyšetření

Dr Jan Hanousek, FRCA
North Devon District Hospital
Barnstaple, UK

“Operace byla úspěšná ...
Pacientovo srdce však neuneslo
zátěž celkové anestezie a pacient
zemřel 7 dní po operaci na oběhové
selhání”

Perioperační mortalita

- **Mortalita spojená s anestezií:**

3-5 na 1 000 000¹

- **Mortalita spojená s chirurgickým zákrokem a anestezií do 28 dní po operaci v UK (2001)²:**

0.7 až 1.5%

1 Prof. Henry Rosenberg, M.D., Thomas Jefferson University

2 CEPOD. www.ncepod.org.uk

Velké chirurgické výkony

...

- Stresová odpověď
- Zánětlivá reakce
- Dehydratace
- Hypotermie
- Pro-koagulační stav hemostatického aparátu
- Zvýšený metabolický obrat

Velké chirurgické výkony

...

- ... se podobají fyzickému výkonu
- Limitujícím faktorem se může stát dodávka O_2 tkáním v perioperačním období
- “Dodavatelem” O_2 je kardio-pulmonální systém



Jak identifikujeme pacienty se zvýšeným rizikem?

Anamnéza

- Srdeční selhání, ICHS, vady chlopní, arytmie, CODP, asthma, renální insuficience, diabetes, cerebrovaskulární příhody ...
- Funkční kapacita:
 - Fyzická zdatnost
 - Duke Activity Status Index : Metabolické ekvivalenty (MET)

Duke Activity Status Index

Overview:

The Duke Activity Status Index is a self-administered questionnaire that measures a patient's functional capacity. It can be used to get a rough estimate of a patient's peak oxygen uptake.

Item	Activity	Yes	No
1	Can you take care of yourself (eating dressing bathing or using the toilet)?	2.75	0
2	Can you walk indoors such as around your house?	1.75	0
3	Can you walk a block or two on level ground?	2.75	0
4	Can you climb a flight of stairs or walk up a hill?	5.50	0
5	Can you run a short distance?	8.00	0
6	Can you do light work around the house like dusting or washing dishes?	2.70	0
7	Can you do moderate work around the house like vacuuming sweeping floors or carrying in groceries?	3.50	0
8	Can you do heavy work around the house like scrubbing floors or lifting and moving heavy furniture?	8.00	0
9	Can you do yardwork like raking leaves weeding or pushing a power mower?	4.50	0
10	Can you have sexual relations?	5.25	0
11	Can you participate in moderate recreational activities like golf bowling dancing doubles tennis or throwing a baseball or football?	6.00	0
12	Can you participate in strenuous sports like swimming singles tennis football basketball or skiing?	7.50	0

Duke activity status index =

= SUM(values for all 12 questions)

Interpretation:

- maximum value 58.2
- minimum value 0

estimated peak oxygen uptake in mL/min =

= (0.43 * (duke activity status index)) + 9.6

Jak identifikujeme pacienty se zvýšeným rizikem?

Duke Activity Status Index

- Metabolické ekvivalenty (MET)
- 1 MET = spotřeba O_2 v klidu ($3,5 \text{ ml kg}^{-1} \text{ min}^{-1}$)
- Chůze po rovině / do schodů: Pacienti, kteří nedokáží vyjít 2 patra do schodů nebo jít po rovině rychlostí 6 km/h, nesou vysoké riziko perioperačních komplikací¹

Jak identifikujeme pacienty se zvýšeným rizikem?

- Standardní kardiologické “zátěžové testy”

Zátěžové EKG

Dobutamin stress echo

Dipyridamol Th scintigrafie

- Nízká pozitivní prediktivní hodnota (20-30%), ale naštěstí vysoká negativní prediktivní hodnota (95-100%)
- Dostupnost se různí
- Klidové transthorakální echo: nespolehlivý prediktor perioperačních kardiovaskulárních komplikací ^{1,2}

1. Chassot et al. *Br J Anaesth* 2002;**89**:747-759

2. Halm A et al. *Annals of Internal Medicine* 1996;**125**:433-441

Kardiopulmonální zátěžový test (cardiopulmonary exercise testing, CPX, CPET)

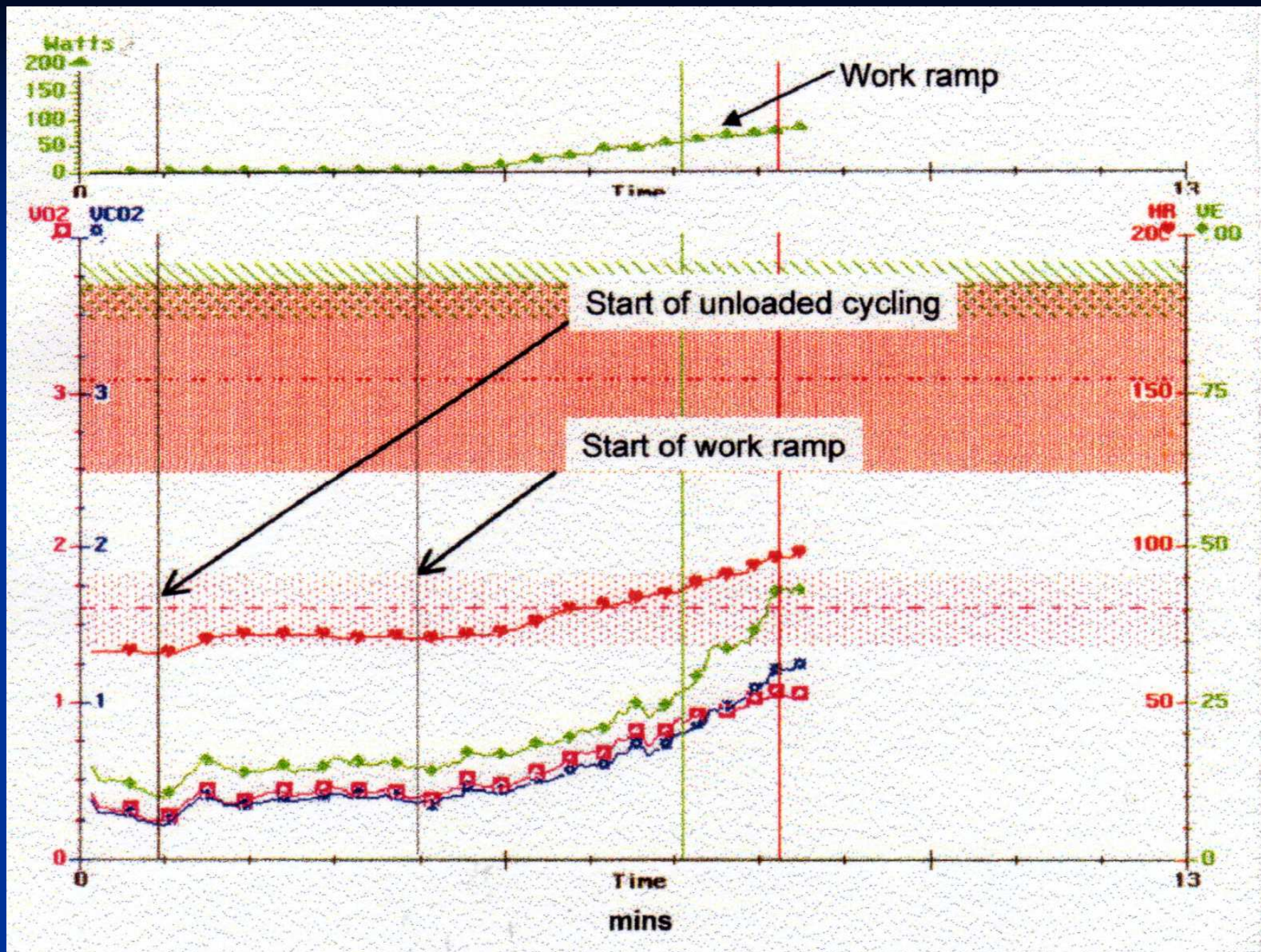


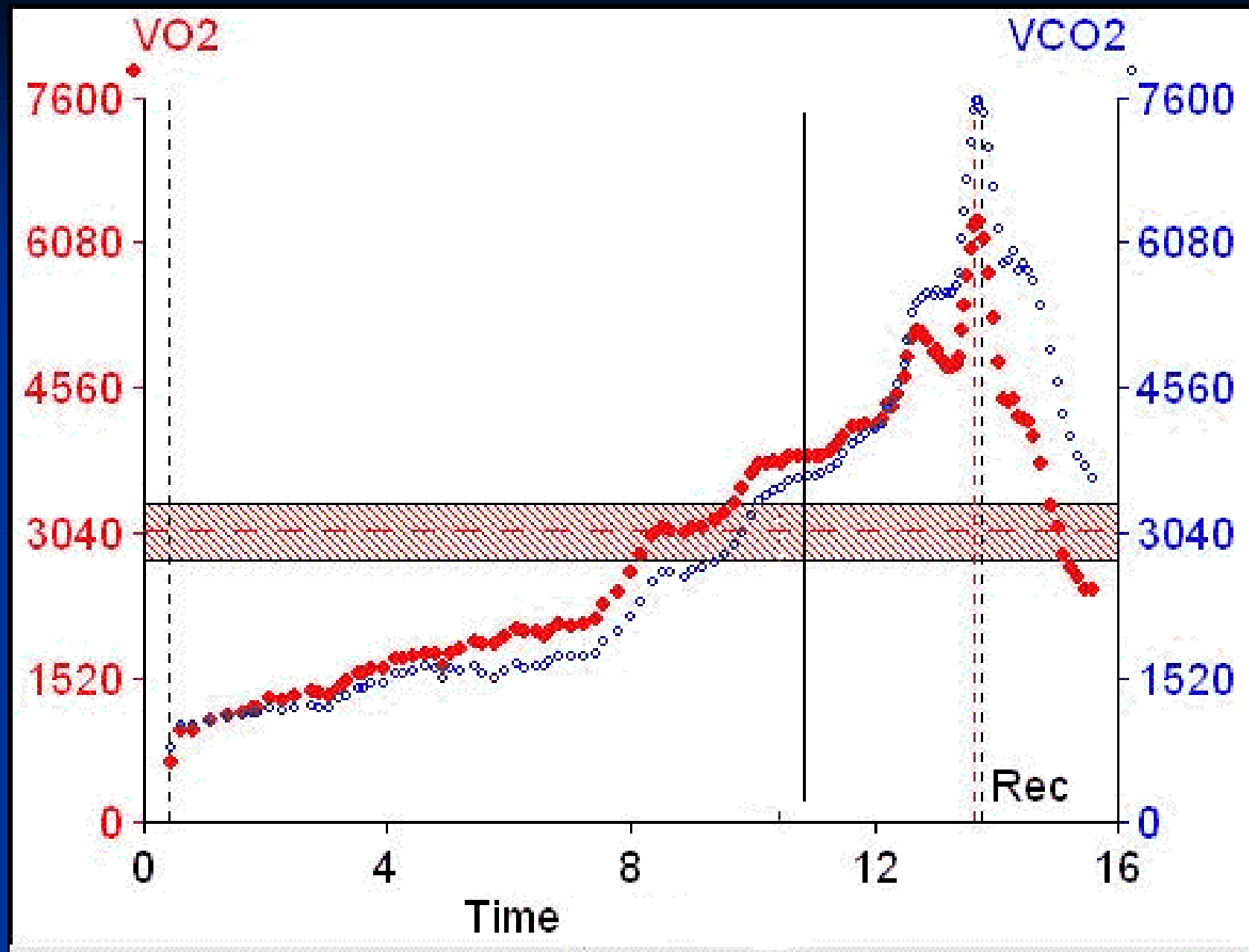
- Přední odborníci:
Paul Older (AUS)
Karl Wasserman (USA)
John Carlisle (UK)
- Bicyklový ergometr
- Analyzátor dechových plynů
(pneumotachograf + rychlé O_2
a CO_2 analyzátory)
- Počítač
- Simultánní 12-svodové EKG

Kardiopulmonální zátěžový test

Průběh testu

- Klidové EKG a spirometrie
- Zátěžový test: stupňující se zátěž na bicyklovém ergometru za kontinuální analýzy dechových plynů a monitorování EKG až do dosažení maximální spotřeby O_2 , vyčerpání pacienta nebo ischemických změn na EKG
- Celkem 20 - 30 minut
- Okamžitý předběžný výsledek





Kardiopulmonální zátěžový test

Výsledky

- Anaerobní práh (anaerobic threshold - AT, lactic threshold - LT, lactate anaerobic threshold - LAT)
- Max. spotřeba O_2 (VO_{2max})
- Ventilační ekvivalenty (Ve/VCO_2 , Ve/VO_2)
- Kyslíkový puls (O_2 pulse)
- Zátěžové EKG, puls, výkon ve wattech ...

Anaerobní práh

- Okamžik, kdy se k aerobnímu metabolismu musí přidat anaerobní metabolismus pro to, aby byl pokryta poptávka po ATP ve svalech.

Oxidativní fosforylace: $\text{Glu} + \text{O}_2 = 38 \text{ ATP}$

Anaerobní glykolýza: $\text{Glu (bez O}_2) = 2 \text{ ATP}$

Anaerobní práh

- Dochází k nárůstu produkce laktátu
- Neutralizace laktátu bikarbonátem za zvýšení produkce CO_2 ... změna poměru spotřeby O_2 a výdeje CO_2

Kardiopulmonální zátěžový test:

Magická čísla

- 1 MET = 3,5 ml/kg/min O₂
- > 3 MET = schopen většiny výkonů

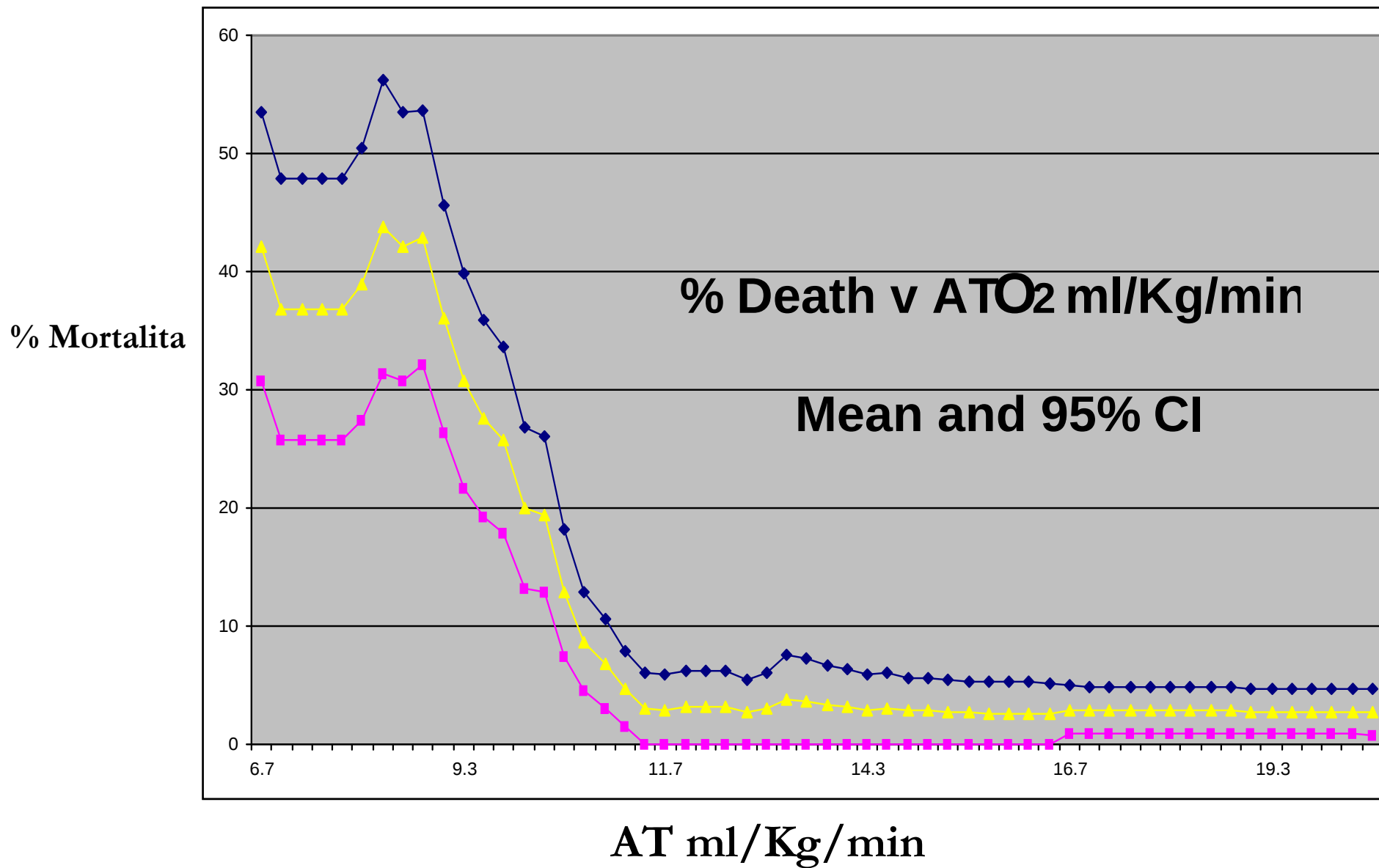
AT > 11 ml/kg/min

Older et al: AT < 11: mortalita 18 % vs. 0.8 % (AT > 11)

AT < 11 plus ICHS: 42 % vs. 4 % (AT > 11 plus ICHS)

Carlisle, Swart: AT = 11.7

Elektivní resekce aneurysmatu abdominální aorty



Magická čísla II

- $\text{VO}_{2\text{ max}}$ - zhruba dvojnásobek AT. Dobrý prediktor pro hrudní výkony vč. resekci jícnu a hepatektomie
- Ventilační ekvivalenty: Diferenciální diagnostika - plicní hypertenze, V/Q mismatch
- O_2 pulse - srdeční kontraktilita pod zátěží
- Zátěžové EKG - určení bodu nástupu ischemie
- Spirometrie

Anaerobní práh - fyziologický podklad

- Hypotéza, že zvýšená perioperační mortalita (u větších výkonů) je způsobena neschopností jednotky srdce - plíce pokrýt zvýšenou spotřebu O₂ způsobenou chirurgickým stresem:

Goldman¹, Shoemaker², CEPOD³, ACC/AHA⁴

- Srdeční selhání, ... ICHS, vady chlopní a arytmie
- Srdeční selhání častější u starších pacientů, často **maskované** snížením aktivity

1 Goldman L, Caldera DL, Nussbaum SR, Southwick FS, Krogstad D, Murray B, et al. Multifactorial index of cardiac risk in noncardiac surgical procedures. New England Journal of Medicine 1977; 297:845-850.

2 Shoemaker WC. Cardiorespiratory patterns of surviving and nonsurviving postoperative patients. Surgery, Gynecology & Obstetrics 1972; 134:810-814.

3 www.ncepod.org.uk

4 ACC/AHA Guidelines for Exercise Testing, Circulation 1997; 96:345-354.

Závěr: přínos CPX

- Objektivní měřítko zdravotnosti pacienta
- Zvažování přínosu a rizik operací
- Časování transplantací
- Plánování perioperační péče (výkon, anesteziologická technika, monitorace, pooperační péče)

References :

- Carlisle J, Swart M. Mid-term survival after AAA surgery predicted by CPX. *BJS* 2007; 94:966-9.
- Nugent et al. CPX in the pre-operative assessment of patients for repair of AAA. *Irish Journal of Medical Science* 1998;167:238-41.
- Epstein et al. Aerobic capacity is associated with 100-day outcome after hepatic transplantation. *Liver Transplantation* 2004; 10:418-24.
- Forshaw et al. Is CPX a useful test before oesophagectomy? *Annals of Thoracic Surgery* 2008;85:294-9.
- Nagamatsu et al. Preoperative evaluation of cardiopulmonary reserve with the use of expired gas analysis during exercise testing in patients ca of the thoracic oesophagus. *J. of Thoracic and Cardiovascular Surgery* 2001;121:1064-8.
- Older P et al. Preoperative evaluation of cardiac failure and ischemia in elderly patients by CPX. *Chest* 1993;104:701-4.
- Older P et al. CPX as a screening test for perioperative management of major surgery in the elderly. *Chest* 1999;116:366-62.
- Smith et al. CPX testing as a risk assessment method in non cardio-pulmonary surgery: a systematic review. *Anaesthesia* 2009;64:883-893.