

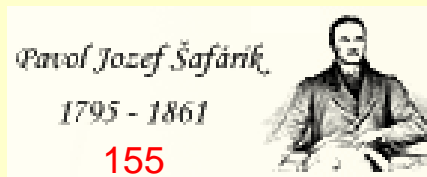


Edém pľúc

Jozef Firment
KAIM UNLP a UPJŠ LF Košice

jozef.firment@upjs.sk

CEEA Košice 2016





Edém pľúc

Jozef Firment
KAIM UNLP a UPJŠ LF Košice

prof. Jozef Firment
1950 - 2011
155

prof. Jozef Firment
2014 Košice



- A 62-year-old man presents with a three-day history of progressive **dyspnea**, nonproductive **cough**, and low-grade fever.
- His blood pressure is 100/60 mm Hg, his heart rate 110 beats per minute, his temperature 37.9°C, and his oxygen saturation while breathing room air **86 percent**.
- Chest auscultation reveals **rales and rhonchi bilaterally**.
- A chest radiograph shows **bilateral pulmonary infiltrates** consistent with **pulmonary edema** and borderline enlargement of the cardiac silhouette.
- How should this patient be evaluated to establish the **cause** of the acute pulmonary edema and to determine appropriate **therapy**?

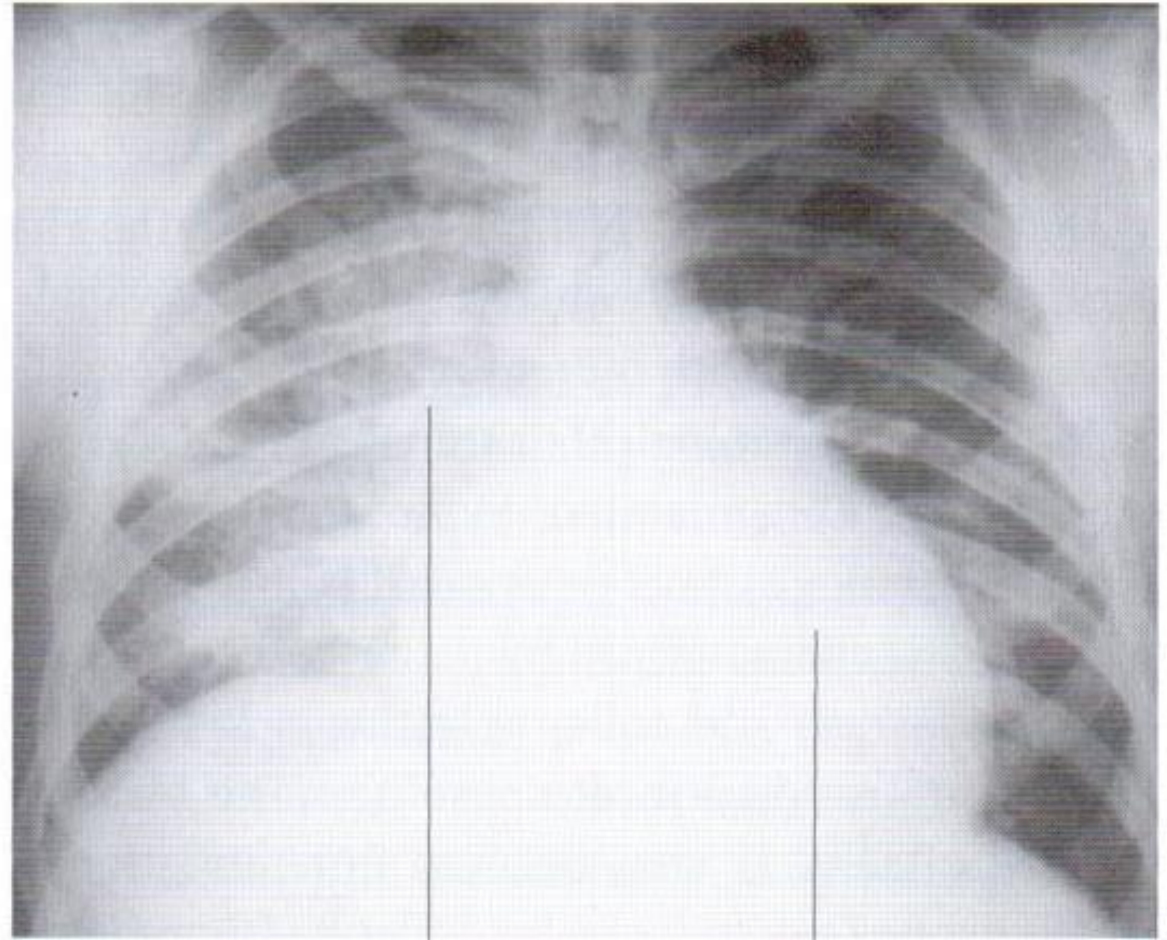


Akútny pľúcny edém pri akútnom prednom IM

- dependentne orientovaná **intravaskulárna** a distribúcia
- nezreteľné **híly** pľúc
- alveolárne **infiltráty**

RTG pľúc pri zlyhaní srdca

- Rozšírený **tieň** srdca
- Edém pľúc s híľmi tvaru krídiel **netopiera**
- Pleurálne **výpotky** (častejšie vpravo)
- **Rozšírené vv.** v horných lalokoch zo zvýšeného v. tlaku



Pulmonary oedema
around right hilum

Enlarged heart

Pľúcny edém

- **Kardiogénny** (hydrostatický, hemodynamický)
- **Nekardiogénny** (zo zvýšenej pľúcnej permeability, ALI, ARDS)

- Podobná klinická manifestácia
- Rozdielna liečba

Kardiogénny - nekardiogénny

- Rozdiel **nie je vždy jasný**, ale dôležitý, lebo **liečba** aj **prognóza** je rozdielna.
- **Kardiogénny** je zo vzostup hydrostatického tlaku v pľ. kapilárach z ľavostranného kongestívneho zlyhania srdca
- Pri **nekardiogénnom** je prítomný nízky alveolárny tlak, zvýšená je **priepustnosť** alveolárnych membrán alebo ide o **neurogénny** edém
- **Príkladom** je obštrukcia horných DC napr. paralýzou hlasiviek alebo stranguláciou s nízkym alveolárnym tlakom, alebo leptospiróza, ARDS so zvýšenou permeabilitou, epileptický záchvat, trauma hlavy.

Kardiogénny pľúcny edém

CPE

- Pľúcny edém vznikajúci následkom zvýšenia **kapilárneho hydrostatického tlaku** zo zvýšenia tlaku v pľúcnych žilách
- Odráža hromadenie tekutiny s nízkym obsahom bielkovín v alveoloch a v interstíciu pľúc v dôsledku **srdcovej dysfunkcie**

Príčiny

- Podania nadmerného intravaskulárneho **objemu**
- Venóznei **obštrukcie** pľúcnej výtokovej časti (napr. pri MI stenóze alebo myxóme ľavej predsene)
- **Zlyhania** ľavej komory (LV) v dôsledku jej systolickej alebo diastolickej dysfunkcie
- Vedie k postupnému zhoršovaniu alveolárnej výmeny plynov a **respiračnému zlyhaniu**.

Nekardiogénny edém pľúc

- NPE býva spôsobený **zmenami v priepustnosti pľ. kapilárnej membrány** priamym alebo nepriamym patologickým inzultom
- Diagnostika je podľa **klinických a RTG** nálezov, ale tieto sa môžu sa prelínať
- Počiatočný rýchly vzostup PVR z **pľúcnej vazokonstrikcie** alebo **prietoku krvi** vyvoláva mikrovaskulárne pľúcne poškodenie.
- Vzostup pľúcnej **permeability** spôsobí tvorbu edému a často sa pozoruje **krvácanie** do pľúc pri NPE (teória výbuchu)

Príčiny NPE

- Neurogénny pľúcny edém
- Inhalačné poranenie
- Topenie
- Aspirácia
- Akútna glomerulonefritída
- Predávkovanie tekutinami
- Alergická reakcia
- ARDS

Neurogénnny edém pl'úc pri SAH

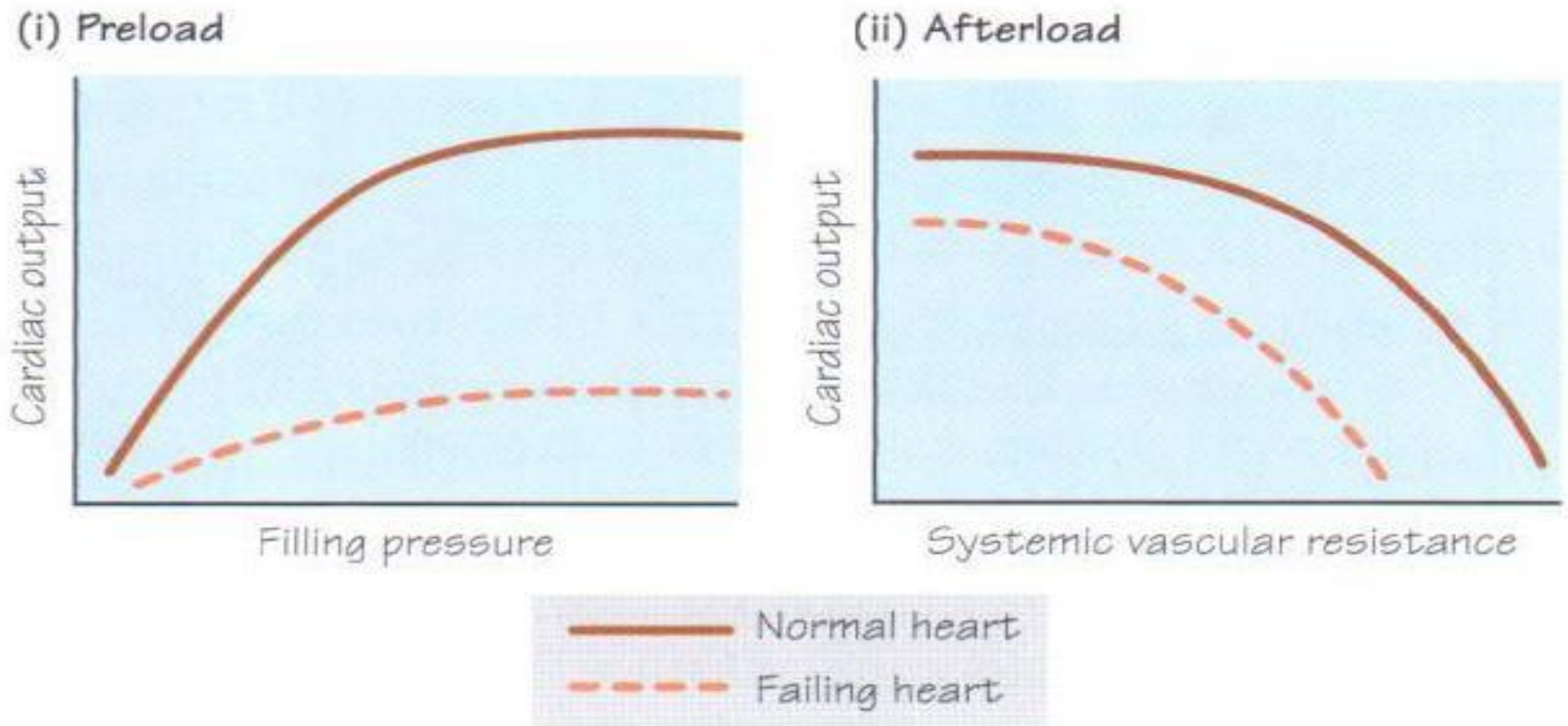


Príčiny zlyhania srdca a pľúcneho edému

Dysfunkcia myokardu	ICHS (1/3 RVF zadný IM z ocl. ACD) kardiomyopatie, gravidita,
Tlakové preťaženie	LH: a. hypertenzia, Ao stenóza, Mi stenóza menej často RH: cor pulmonale, Pa stenóza
Objemové preťaženie	Nadmerné podávanie tekutín alebo ich retencia (zlyhanie obličiek), Ao v Mi regurgitácia zo zlyhania LV, Tr regurgit zo zlyhania PK
Zhoršené plnenia	Konstriktívna perikarditída (tbc, reumatická) tamponáda srdca (výpotok)
Arytmie	Zhoršenia plnenia komory s A hypertenziou
Tachykardia	Skrátením diastoly vzniká myokard ischemia (AF, SVT)
Vysoký MOS	Thyreotoxicosis, a-v skraty, anémia, Pagetova ch., beri-beri, sepsa

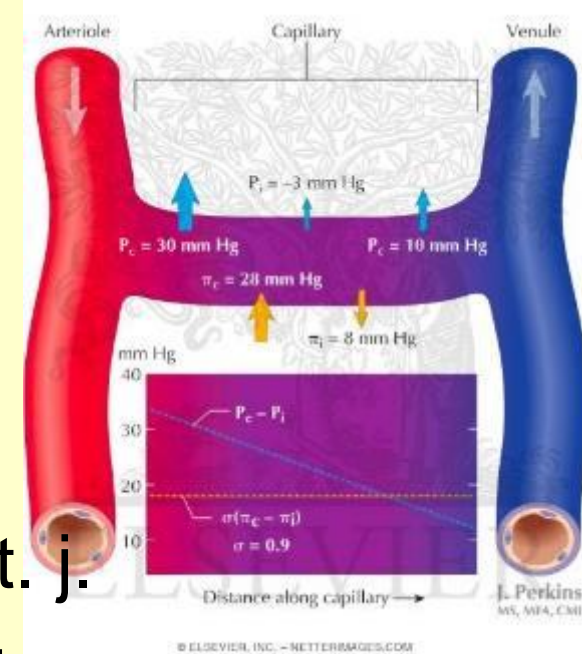
Odpoved' CO pri normálnom a zlyhávajúcom srdci podľa plnenia

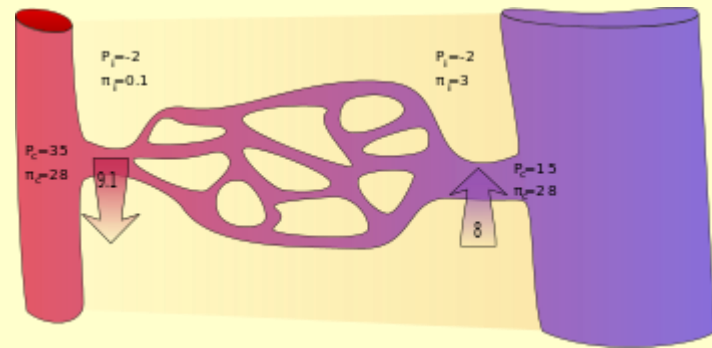
Zlyhávajúcemu srdcu pomáha zníženie afterload, nie zvýšenie preload



Patofyziologické mechanizmy vývoja

- Nerovnováha **Starlingových síl**, t. j.
 - zvýšenie pľúcneho kapilárneho tlaku,
 - pokles plazmatického onkotického tlaku a
 - zväčšenie negatívneho intersticiálneho tlaku
- Poškodenie **alveolárno-kapilárnej bariéry**
- Obštrukcia **lymfatického** systému
- **Idiopatický** mechanizmus





- **Starlingova rovnica** určuje rovnováhu tekutín medzi alveolmi a cievny m riečiskom
- **Smer toku tekutiny** cez membránu sa určuje pomocou rovnice:

$$Q = K * (P_{cap} - P_{is}) - f * (P_{cop} - P_{isc}),$$

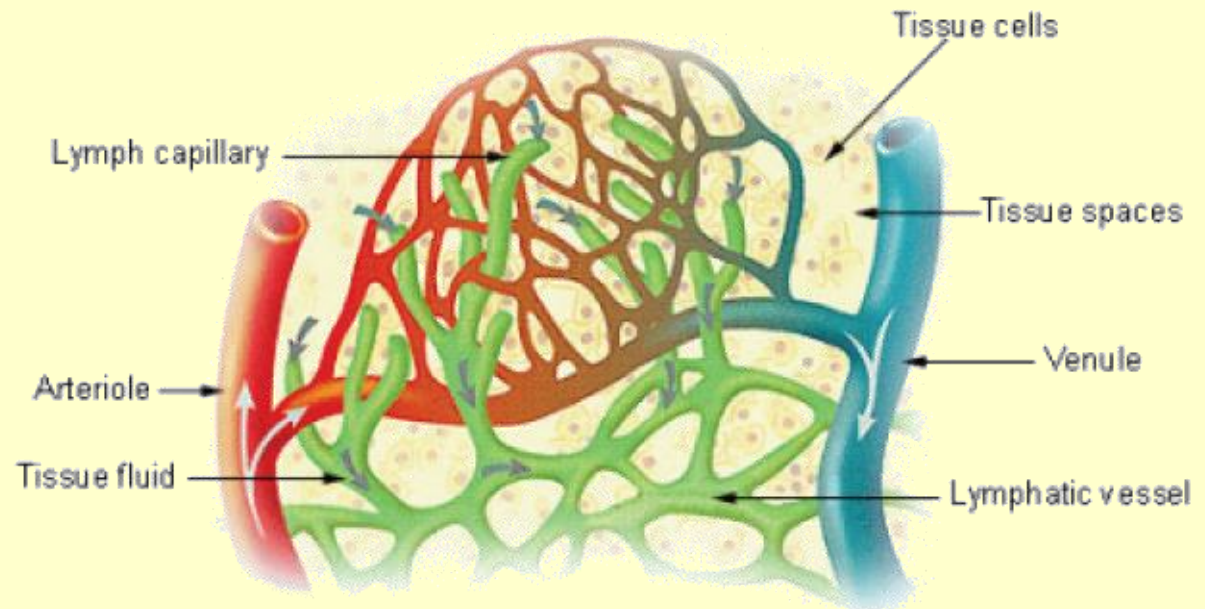
kde Q je **filtračný tlak tekutiny**

hydrostatický = 8-12 mmHg, osmotický = 28 mmHg, K, f = konštanty

Lymfatický systém pľúc

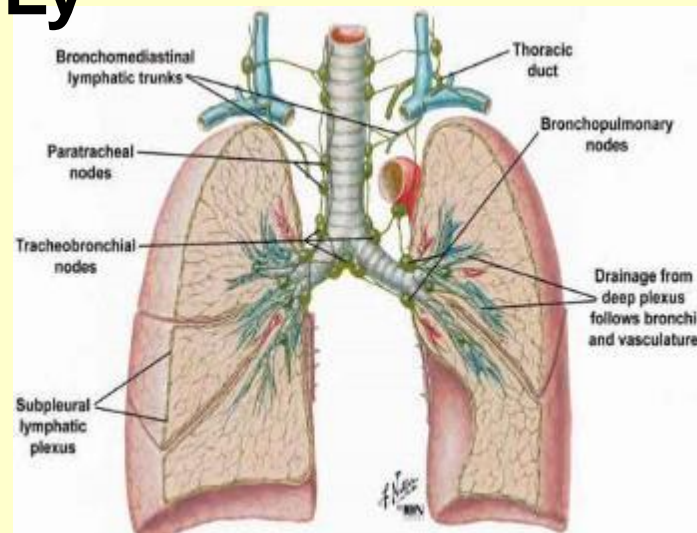
- **Lymfatická drenáž** = dôležitá úloha v udržiavaní primeranej rovnováhy tekutín v pľúcach odstraňovaním rozpustených látok, koloidov a kvapaliny z intersticiálneho priestoru
- Rýchlosťou drenáže **10 až 20 ml/h.**

Lymph Capillaries in the Tissue Spaces



Lymfatický systém pľúc

- Akútne zvýšenie PCWP (t. j. na >18 mmHg) môže zvýšiť filtráciu **tekutiny do pľúcneho interstícia**, a ak sa **Ly drenáž** nezvýši zodpovedajúcim spôsobom, dochádza k edému
- Na rozdiel od toho, v prítomnosti chronicky zvýšeného tlaku v LA, rýchlosť lymfatickej eliminácie **môže dosiahnuť až 200 ml/h**, ktorá takto **chráni pľúca pred pľúcnym edémom**



Patofyziologické štádiá CPE

- 1. ŠTÁDIUM:** ↑tlaku v LA - **distenzia** a otváranie malých pľúcnych ciev. Krvné **plyny ešte nie sú** ovplyvnené alebo je ich možno ľahko upraviť.
- 2. ŠTÁDIUM:** Tekutiny a koloidy **penikajú do interstícia** pľúc z pľ. kapilár. Zvýšený Ly odtok dokáže účinne odvádzať túto tekutinu. Trvanie úniku tekutín z kapilár však **môže prevýšiť** drenážnu kapacitu lymfatického systému. Tekutina najprv v relatívne poddajných **intersticiálnych kompartmentoch**, ktoré sú obyčajne v perivaskulárnom tkanive veľkých ciev, najmä v **dependentných** zónach. Zhromažďovanie tekutiny v interstíciu zhoršuje funkciu malých dýchacích ciest, čo vedie k **miernej hypoxémii**.
- 3. ŠTÁDIUM:** Tekutina sa kumuluje v ďalších oblastiach interstícia, ktoré je tentoraz už relatívne nepoddajným priestorom. Intersticiálny priestor môže obsahovať **až 500 ml tekutiny**. Ďalšou akumuláciou tekutina peniká cez alveolárny epitel **do alveolov**, spôsobujúc tak ich zaplavenie. V tomto štádiu sú už pozorované zmeny krvných plynov, **hypoxia** býva ťažká a je výrazne redukovaná **vitálna kapacita pľúc** a ďalšie respiračné objemy.

Kardiálne príčiny manifestujúce sa ako CPE

1. Obštrukcia výtokovej časti predsieňe

2. Systolická dysfunkcia LV

- Akútny infarkt myokardu (MI) alebo ischémia
- Nedodržanie obmedzení príjmu Na
- Nesprávne užívanie liekov (napr. diuretík)
- Ťažká anémia
- Sepsa
- Tyreotoxikóza
- Myokarditída
- Kardiotoxické látky (alkohol, kokaín...)
- Chronické ochorenie chlopní, aortálna (Ao) stenóza a regurgitácia a Mi regurgitácia

Kardiálne príčiny manifestujúce sa ako CPE

3. Diastolická dysfunkcia LV

- Ischémia myokardu
- myokardiálna kontúzia
- konstriktívnou perikarditídou alebo tamponádou

4. Dysrytmie

5. Hypertrofia LV a kardiomyopatie

6. Objemové preťaženie LV

7. Infarkt myokardu

8. Obštrukcia výtoku z LV

9. Zvýšený systémový krvný tlak

Fyzikálne vyšetrenie

- tachypnoe a tachykardia.
- ortopnoická poloha,
- „hlad po vzduchu“, agitovanosť, zmätenosť
- **úzkosť**, potivosť
- **hypertenzia, hypotenzia, kardiogénny šok**
- **kreptácie, chrapoty** alebo piskoty. **na bázach**, ozva **S3**, pulmonálna zložka **S2**, **jugulárna venózna distenzia**.
- **Ao stenóza** - systolický šelest,
- akútna **Ao regurgitácia** - mäkký diastolický šelest
- Akútna **Mi regurgitácia** - systolický šelest, na hrote alebo nižšie na okraji sterna, akútny MI s ruptúrou chordy Mi chlopne.
- **Mi stenóza** - hlasná ozva S1, otváracie cvaknutie a diastolický šelest na hrote.
- bledosť alebo mramorovanie kože z periférnej vazokonstrikcie
- zmena **duševného** stavu môže byť spôsobený **hypoxiou** alebo **hyperkapniou**.

Diferenciálna diagnostika

- Ischémia myokardu
- Pneumotorax
- Edém pľúc pri výškovej chorobe
- Neurogénny pľúcny edém (edém mozgu, naloxon)
- Pľúcna embólia
- Zlyhanie dýchania
- Aspirácia

Komplikácie

- Únava dýchacích svalov a **respiračné zlyhanie**
- Náhla srdcová smrť vyvolaná srdcovou **arytmiou**

Laboratórne výsledky

- **Analýza plynov tepnovej krvi**
- Plazmatické **BNP** a **NT-proBNP**
- **Krvný obraz**, elektrolyty séra, urea a kreatinín
- Pleurálny **výpotok**

Elektrokardiografia

- Tachykardické alebo bradykardické **poruchy rytmu**, akútnu **ischémiu** myokardu alebo infarkt
- **Počítačová tomografia (CT)**

Vyšetrovanie BNP

- Rozlišovanie **srdcového zlyhania** a **pľúcnych príčin** dýchavice
- **Cenovo** efektívny diagnostický test
- Prahová hodnota všeobecne **100 pg/ml**
- **Vysoká negatívna prediktívna hodnota** - u pacientov s hodnotou BNP nižšou ako 100 pg/ml je srdcové zlyhanie nepravdepodobné
- Hladina BNP sa **zvyšuje s vekom** a je mierne vyššia u žien ako u mužov
- Hodnoty BNP majú tendenciu byť **nižšie u obéznych** pacientov
- Porucha **funkcie obličiek** môže byť spojená s výrazne zvýšenou hladinou BNP (aj 300 pg/ml bez prítomnosti kardiálneho zlyhávania)
- Hladiny BNP sú všeobecne **vyššie u kriticky chorých** pacientov (sepsa, akútne poškodenie pľúc)
- Zvýšené hladiny BNP u kriticky chorých môžu byť príznakom relatívne **horšej prognózy**

Vyšetrovanie NT-proBNP

- Komorové myocyty vylučujú proBNP v reakcii na **napätie svalovej steny**
- NT-proBNP má **dlhší polčas** (120 min) ako je tomu u BNP (20 min).
- Úroveň dobre **koreluje** s hladinou BNP.
- Hodnota cut-off pre NT-proBNP >450 pg/ml u pacientov mladších ako 50 rokov koreluje s hodnotami BNP vyššími ako **100 pg/ml**.
- NT-proBNP je však **menej presné** ako BNP v skupine pacientov >65 rokov.

RTG

- **Zväčšené srdce**
- **Kerleyove línie – intersticiálny pľ. edém**
- Edém **bazálnej** časti pľúc (vs. difúzny edém)
- Neprítomnosť vzduchových **bronchogramov**
- Prítomnosť pleurálneho **výpotku** (najmä bilaterálne a symetricky)

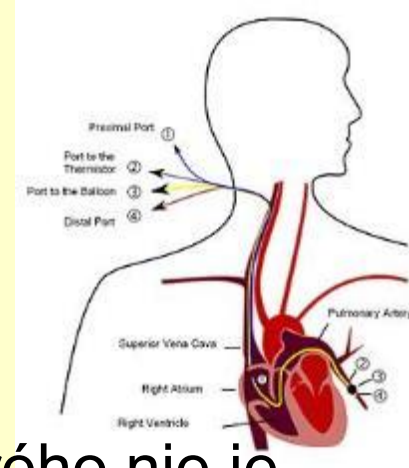
Kerleyove línie

- Sú to **včasné** príznaky pľúcneho edému (intersticiálneho edému).
- Ide o septálne čiary, ktoré sú **horizontálne** v laterálnej časti pľúc v **dependentných** zónach.
- Septálne čiary **začínajú na povrchu pleury**, typicky majú **1 mm hrúbku** a **10 mm dĺžku**.
- Siahajú až **po okraj pľúc** na rozdiel od ciev

Echokardiografia

- Akútna **ruptúra** papilárneho svalu
- Akútny **defekt** komorového septa
- Tamponáda srdca
- **Ruptúra LV**
- Chlopňové **vegetácie** so sprievodnou akútnou ťažkou Mi alebo Ao regurgitáciou
- **%EF**

Pľúcnicový katéter, Swan-Ganzov



- **PCWP vyšší ako 18 mmHg** u pacienta, u ktorého nie je známe, že má chronicky zvýšený tlak v LA poukazuje na CPE.
- U pacientov s chronickou pľúcnou kapilárnou hypertenziou tlak v zaklínení nad 30 mmHg **prevyšuje drenážne kapacity lymfatického systému**, čo vyvoláva pľúcny edém.
- **Kardiogénny šok** je následkom ťažkej depresie funkcie myokardu a je hemodynamicky charakterizovaný systolickým krvným tlakom nižším ako 80 mmHg, srdcovým indexom nižším ako 1,8 l/min/m² a PCWP vyšším než 18 mmHg.

Extravaskulárna pľúcna voda

Stevensonov 4-kvadrantový diagram, ktorý slúži na rýchle odlíšenie príčiny **akútnej kardiálnej dekompenzácie** pomocou identifikácie jeho hemodynamického profilu.

		Congestion	
		-	+
Perfusion	+	<p><i>Dry and Warm</i></p> <p>PCW normal Cardiac output normal Compensated</p>	<p><i>Wet and Warm</i></p> <p>PCW elevated Cardiac output normal Decompensated</p>
	-	<p><i>Dry and Cold</i></p> <p>PCW low/normal Cardiac output low Shock</p>	<p><i>Wet and Cold</i></p> <p>PCW elevated Cardiac output low Decompensated</p>

Určenie klinického stavu **pľúcnej kongescie** a **periférnej perfúzie** môže napomôcť liečebnému manažmentu daného pacienta.

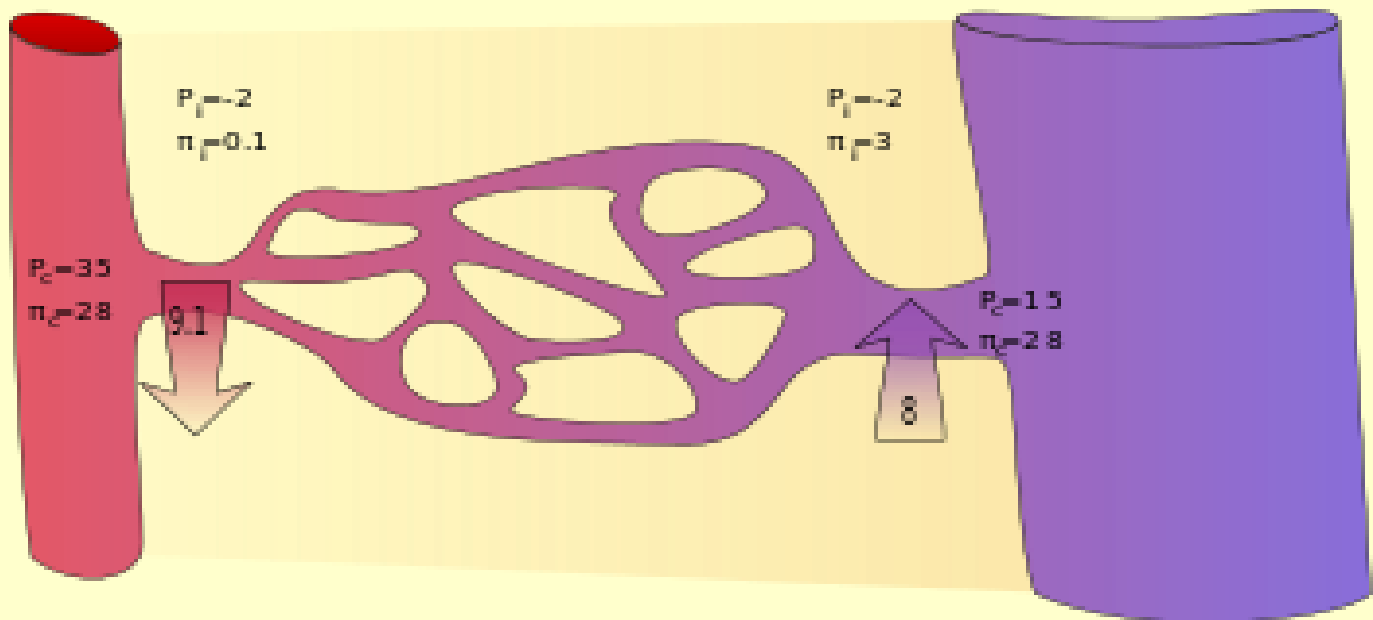
PCW = tlak v zaklinení

Hlavné ciele liečby

1. Znížiť pľúcny žilový návrat (**preload**) (CVP, PCWP),
2. Znížiť systémovú vaskulárnu rezistenciu (**afterload**) (SVR) a v niektorých prípadoch aj
3. **Inotropne** podporiť myokard (contractility)

Liečebné postupy

- **Saturáciu** hemoglobínu kyslíkom dosiahnuť na viac ako **90%**
- Tvárová maska, neinvazívnou podpornou **ventiláciou** (BiPAP resp. CPAP) alebo intubáciou a mechanickou ventiláciou
- Vplyvy **PEEP**: 1. zvýšenie intersticiálneho hydrostatického tlaku, 2. zníženie preload ľavej komory



Podporná ventilácia

- **Neinvazívna** podporná tlaková ventilácia
- CPAP a BiPAP
- **Riadená** ventilácia

Výhody a nevýhody CPAP a NIV

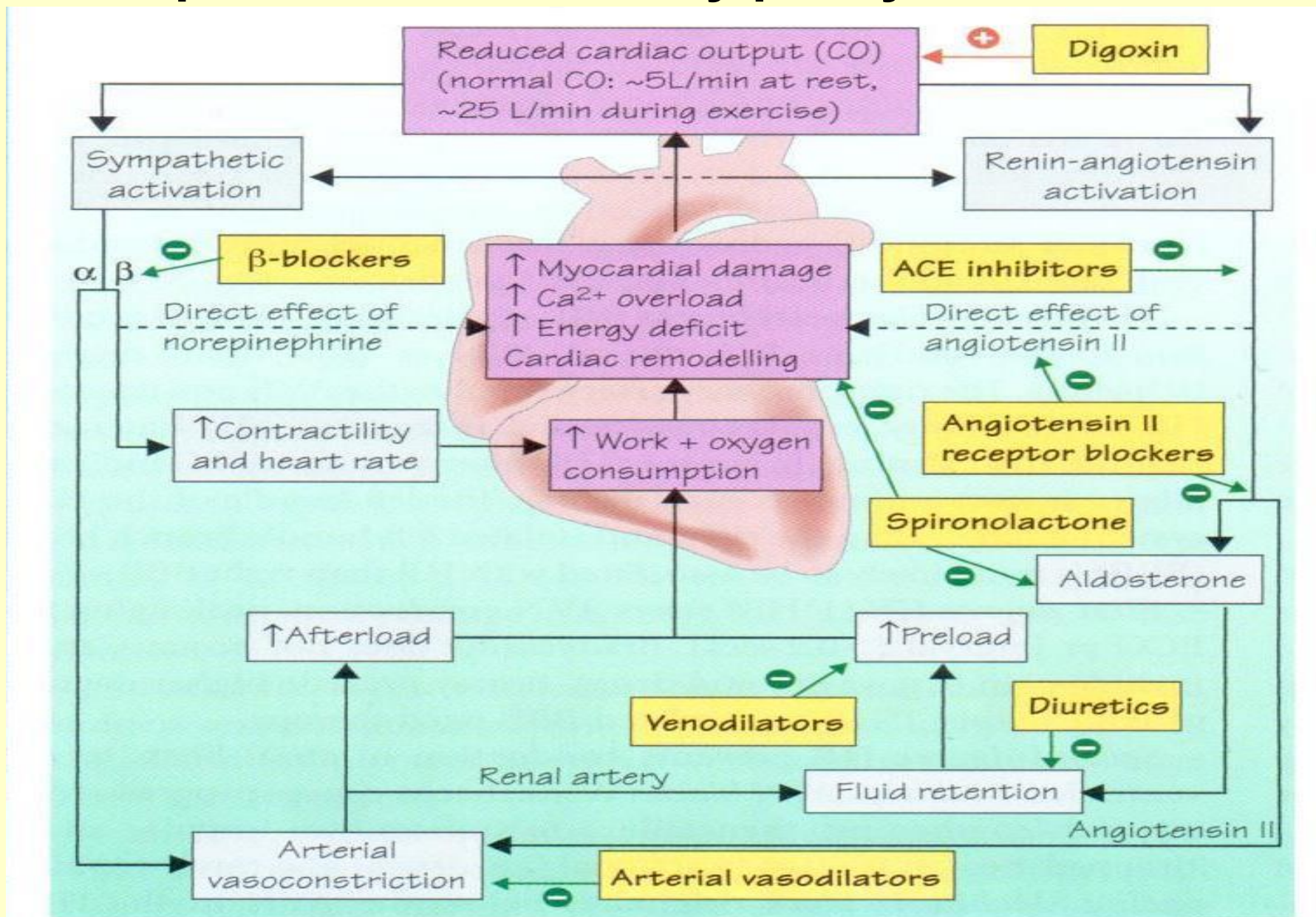
	CPAP	NIPSV
Favors CPAP		
Feasibility	++	+
Simplicity	++	+
Necessity of training	+	++
Cost of equipment	+	++
Ventilator equipment influence	-	++
Prehospital use	++	+
Evidence-based results	++	+
Risk of hypotension	+	++
Patients' tolerance	++	+
Favors NIPSV		
Useful in patients' fatigue	+	++
Safety in severe hypercapnia	+	++
Rapid improvement	+	++
FiO ₂ control	+	++
Fine tuning of NIV	+	++

CPAP, continuous positive airway pressure; NIPSV, noninvasive pressure support ventilation; NIV, noninvasive ventilation.

Ultrafiltrácia

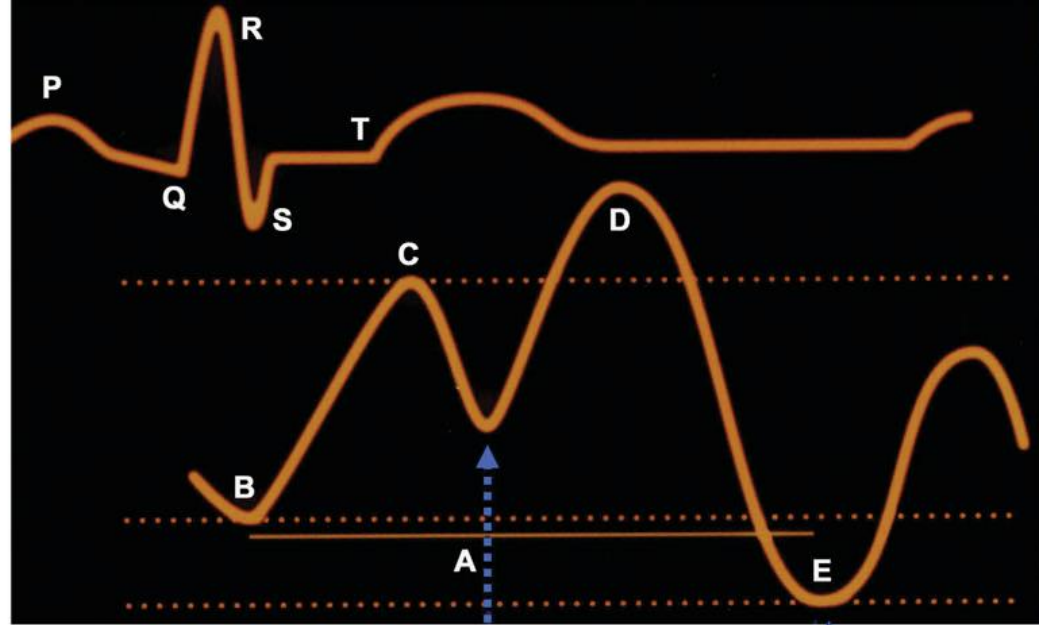
- Procedúra na **elimináciu vody**
- Vhodná najmä u pacientov s poruchami **funkcie obličiek**
- Pri očakávanej **rezistencii voči diuretikám**

KVS kompenzačné mechanizmy a nepriaznivé spätnoväzobné účinky pri zlyhaní srdca



- Diuretiká
- Morfín
- Zníženie afterloadu
- ACE inhibítory
- Blokátory receptora pre angiotenzín II
- Nitroprusid
- Katecholamíny
- Inhibítory fosfodiesterázy (PDI)
- Kalciové senzitizerý
- Intraaortálna balóniková kontrapulzácia (IABP)

- A = One complete cardiac cycle
- B = Unassisted aortic end-diastolic pressure
- C = Unassisted systolic pressure
- D = Diastolic augmentation
- E = Reduced aortic end-diastolic pressure
- F = Reduced systolic pressure



Inflation

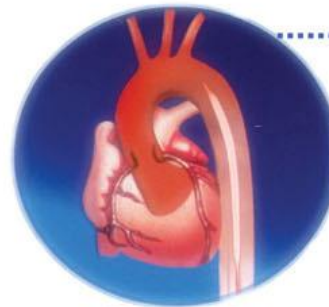
At the onset of diastole, IAB inflation occurs, giving rise to sharp 'V' on arterial waveform.

Effect:

- Increased coronary perfusion

Please Note:

- R-wave deflation may provide more effective support for patients experiencing arrhythmias



Deflation

Occurs at end of diastole before systole resulting in reduction of aortic end-diastolic and systolic pressures.

Effects:

- Decreased afterload
- Decreased cardiac work
- Decreased myocardial oxygen consumption
- Increased cardiac output

Zlyhanie srdca

- K zlyhaniu srdca dochádza, keď **CO nie je schopný splniť metabolické požiadavky tela**, alebo keď CO je možné udržať len zvýšeným plniacim tlakom (**preload**).
- **Kompenzačné mechanizmy** CO udržiavajú v pokoji, ale keď stúpne HF alebo CO, zhoršia sa HF a CO a znášateľnosť námahy klesá a po prúde (downstream) hydrostatický tlak stúpa.
- Zlyhať môže pravá, ľavá alebo obe strany srdca.
- Zlyhanie LK je **najčastejšie**. Ak tlak v zaklivení (PCWP po prúde) stúpa cez 20-25 mmHg, tekutina z krvi sa **filtruje do alveolárneho priestoru**.

1. deň večer

Low CO sy



- Pacemaker
- Ao chlopňa
- ChE,
splenectomy
- Šok (septický,
kardiogénny)
- Tvar a. krivky
- ...
- MAC
- NaHCO₃
- DOB



CI 2,13,4

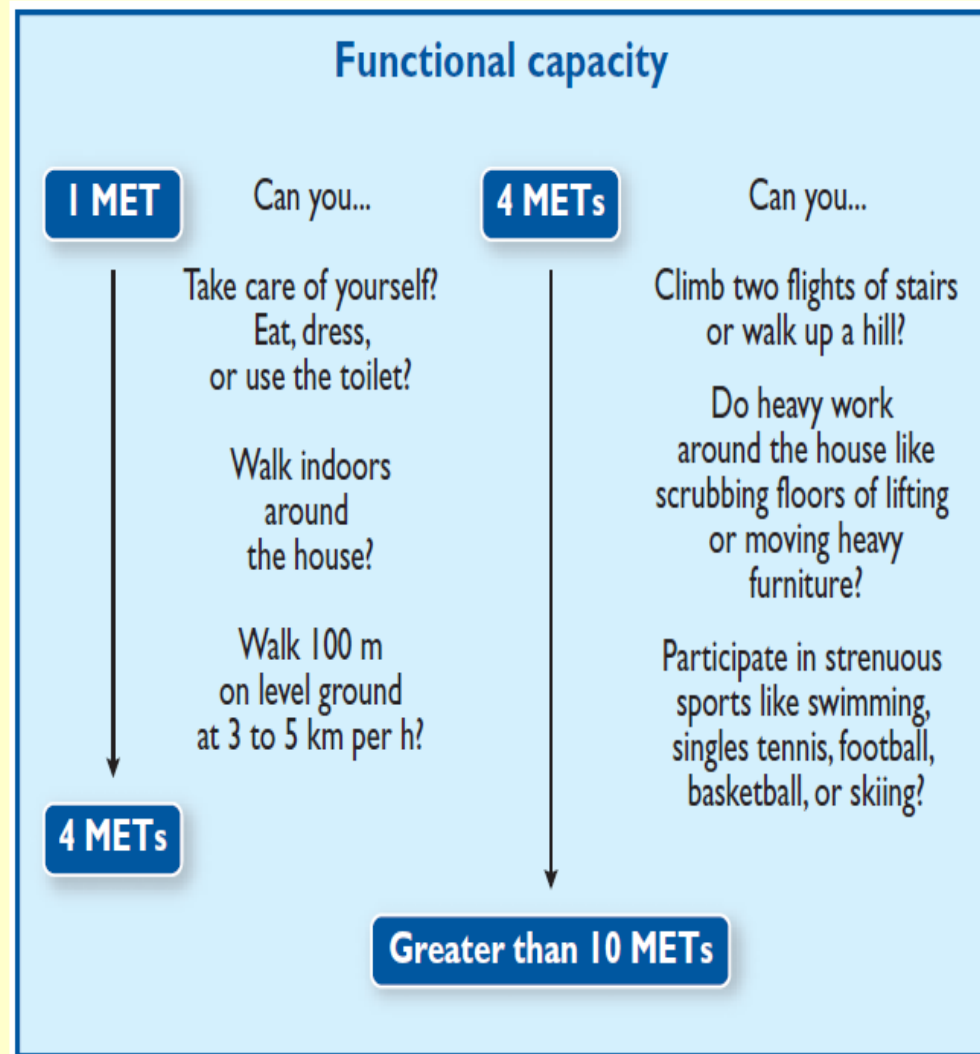


New York Heart Association (NYHA) klasifikácia zlyhania srdca

- **Class I (mild):** No limitation of physical activity. No symptoms (e.g. fatigue, dyspnoea, palpitations) from ordinary activity
- **Class II (mild):** Slight limitation of physical activity. Comfortable at rest but ordinary activity causes symptoms
- **Class III (moderate):** Marked limitation of physical activity. Only comfortable at rest; minimal activity causes symptoms
- **Class IV (severe):** Unable to carry out any physical activity without discomfort. Symptoms at rest

Funkčná kapacita MET

- One MET equals the **basal metabolic rate**.
- **Exercise** testing provides an objective assessment of functional capacity.
- Without testing, functional capacity can be **estimated** from the ability to perform the activities of daily living.
- **One MET** represents metabolic demand at rest;
- climbing two flights of stairs demands **4 METs**, and
- strenuous sports, such as swimming, **>10 METS**



Ďakujem za pozornosť

jozef.firment@upjs.sk