

# Zátěžové testy v ambulanci tělovýchovného lékaře

## Koncepce preventivních sportovních prohlídek

doc. MUDr. Martin Komzák, Ph.D.

Sportovní  
medicína

Tělovýchovné  
lékařství

**pohybová**  
**aktivita**

Ortopedie  
Traumatologie

# Tělovýchovné lékařství

- interdisciplinární obor, jehož základní náplní je využití tělesné a sportovní aktivity člověka jako **léku** (diagnostika, léčba, prevence poškození tělesných systémů PA)
- Nedostatek pohybu.....Přetížení

# Tělovýchovné lékařství



- Klinické obory:
- Kardiologie
- Ortopedie, traumatologie
- Rehabilitace
- Vnitřní lékařství
- Praktický lékař, PLLD,...

# Tělovýchovné lékařství



- Teoretické obory:
- Fyziologie
- Patologická fyziologie
- Genetika
- Pracovní lékařství

# Sportovní medicína



- široký pojem zahrnující prevenci, diagnostiku a léčbu tělesných poškození spojených s pohybovou aktivitou (PA) a sportem



Pohybová aktivita a sport

=

LÉK

# Vliv sportu na tělesné systémy

*Pozitivní vliv*



*Negativní vliv*



# Příznivé účinky pohybu

- Zlepšení funkce:
- **svalů** (síla, vytrvalost)
- **šlach a vazů** (pružnost, pevnost)
- **kloubů** (stabilita, rozsah pohybu)
- **srdce a cév** (systolický a minutový výdej, pružnost, transportní kapacita pro O<sub>2</sub>)
- **plic a průdušek** (ventilace)

# Příznivé účinky pohybu

- Zlepšení funkce:
  - energetického metabolismu v periferních tkáních (svaly, mozek, ...)
  - vodného metabolismu
  - minerálního metabolismu
  - termoregulace
  - **imunity**
  - **krevní tlak**
  - **psychoterapie**

# Poruchy zdraví z nedostatku pohybu

- **Nedostatek pohybu = HYPOKINEZE**
- součást sedavého životního stylu
- projevuje se ve všech tělesných systémech, nejen v pohybovém aparátu!!!

# Poruchy zdraví z nedostatku pohybu



- Důsledky HYPOKINEZE
- **CIVILIZAČNÍ NEMOCI**

# Civilizační nemoci

- **Civilizační choroby – nemoci vzniklé v důsledku hypokineze, psychického stresu a změnách životního prostředí**
- **diabetes mellitus (cukrovka)**
- **kardiovaskulární onemocnění (ateroskleróza, HT, arytmie)**
- **obezita**
- poruchy imunity (rakovina, zánětlivá revmatická onemocnění)
- předčasné porody a potraty
- deprese, poruchy spánku, neuróza,...
- chronický únavový syndrom
- Alzheimerova a Parkinsonova choroba

# Prevence



- Pravidelná pohybová aktivita je zdravá!
- Jednotlivé cvičení je spojeno s akutním zatížením kardiovaskulárního systému – s větším rizikem akutních komplikací
- Komplexní ovlivnění rizikového profilu zlepšuje pacientům prognózu

# Zátěžové vyšetření - cíle

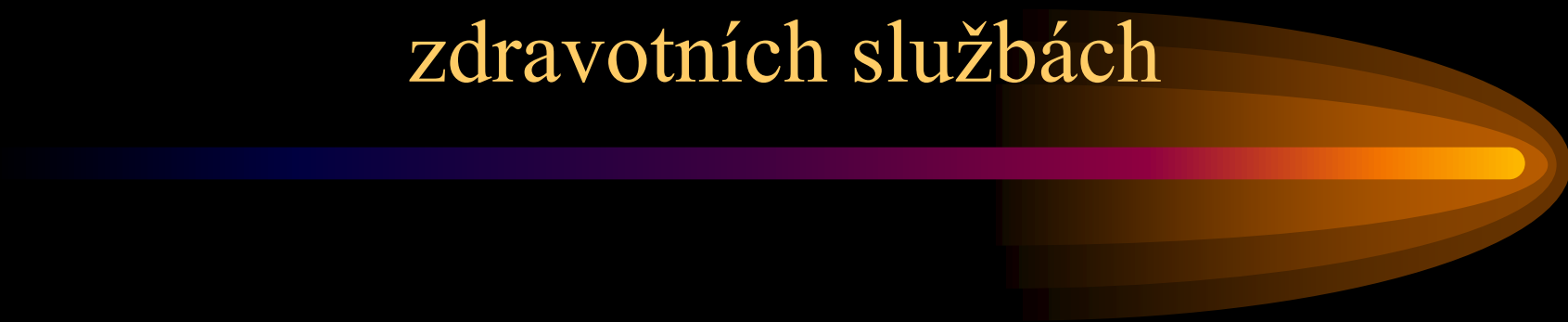
- Diagnostika arytmií, ICHS (dospělí)
- Zjistit skryté vady nebo onemocnění (děti)
- onemocnění známá, která rodiče nebo trenér považují za nevýznamná, ale nejsou neslučitelná s intenzivním sportovním výcvikem (arytmie, hypertenze, ...)

# Proč absolvovat preventivní sportovní prohlídku

- ne každý sportovec je tzv. zdravý
- zajistit bezpečnost sportovce



# Zákon 373/2011 Sb. o specifických zdravotních službách



- HLAVA IV - POSUDKOVÁ PÉČE A LÉKAŘSKÉ POSUDKY, PRACOVNĚLÉKAŘSKÉ SLUŽBY, POSUZOVÁNÍ NEMOCÍ Z POVOLÁNÍ

# Vyhláška 391/2013 Sb. o zdravotní způsobilosti k tělesné výchově a sportu

- účinnost od 31.12.2013
- výkonnostní sport, vrcholový sport, tělocvik ve sportovních třídách/školách – vstupní lékařská prohlídka – pravidelná lékařská prohlídka – mimořádná lékařská prohlídka  
...**TVL** (mimo leteckou dopravu a mezinárodní plavby)
- rekreační neorganizovaný sport, tělocvik (mimo sportovní třídy) – jednorázová lékařská prohlídka...**PL**

- 
- Platnost prohlídky **12 měsíců !!!**

# Vstupní prohlídka

- před zaregistrováním posuzované osoby ve sportovní organizaci
- před zařazením do státní sportovní reprezentace, rezortního sportovního centra, sportovního centra mládeže
- před podáním přihlášky ke vzdělávání ve sportovní škole



Pravidelná prohlídka

a 12 měsíců

# Mimořádná prohlídka

- zdravotní stav při pravidelné prohlídce předpokládá změnu způsobilosti < 12 měsíců
- nastala závažná změna zdravotního stavu
- nastala porucha vědomí, popřípadě bezvědomí
- u sportovců mladších 18 let před zařazením do věkové kategorie než odpovídá věku (ostaršení)

# Jednorázová prohlídka

- Provádí se
- před sportovní soutěží nebo akcí v případě, že organizátor určí provedení lékařské prohlídky jako podmínku účasti (box)
- vyplývá-li to např. **z provozního řádu**
- Minimální náplň – základní vyšetření
- Nutno uvést dobu platnosti posudku

# Povinnost mít prohlídku

- Požadavek na posouzení zdravotní způsobilosti z:
  - provozního řádu sportoviště či sportovní akce
  - směrnic sportovního klubu
  - **herního řádu sportovního svazu**



# Cíl preventivní sportovní prohlídky

- předejít náhlé srdeční smrti
- zajistit léčení pro nějaké onemocnění
- rehabilitace (fyzioterapie) pro ortopedické problémy
- doporučení vhodné pohybové aktivity

# Příčiny náhlé srdeční smrti ve sportu

♥ idiopatická dilatovaná kardiomyopatie (vrozená vada)

♥ stenosa aortální chlopně

♥ prolaps mitrální chlopně

♥ syndrom dlouhého QT úseku

♥ preexcitační syndrom

♥ myocarditis (infekce: viry, ...)

♥ kardiomyopatie (alkohol, kokain, ...)

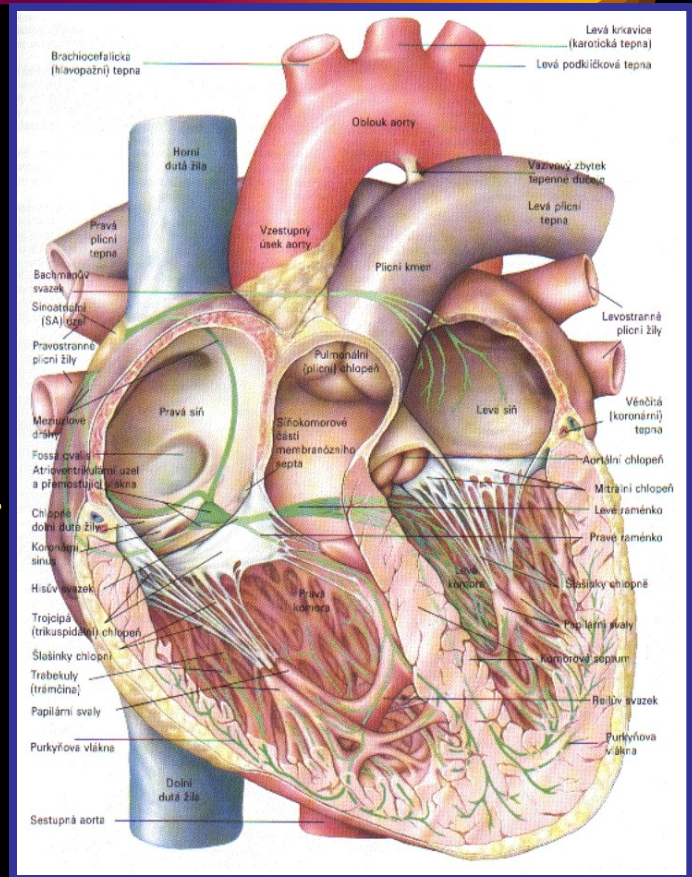
♥ hypertrofická kardiomyopatie

(↑ kyslíkové volné radikály?)

♥ ischemická choroba srdce

♥ vrozená vada koronárních tepen

♥ komoce srdce (při nárazu do hrudníku)



# Mechanismus vzniku náhlé srdeční smrti

♠ porucha srdeční elektrické aktivity

← komorové tachydysrytmie

← mechanismus reentry

← bloky přenosu elektrického podráždění

← zástava pacemakeru

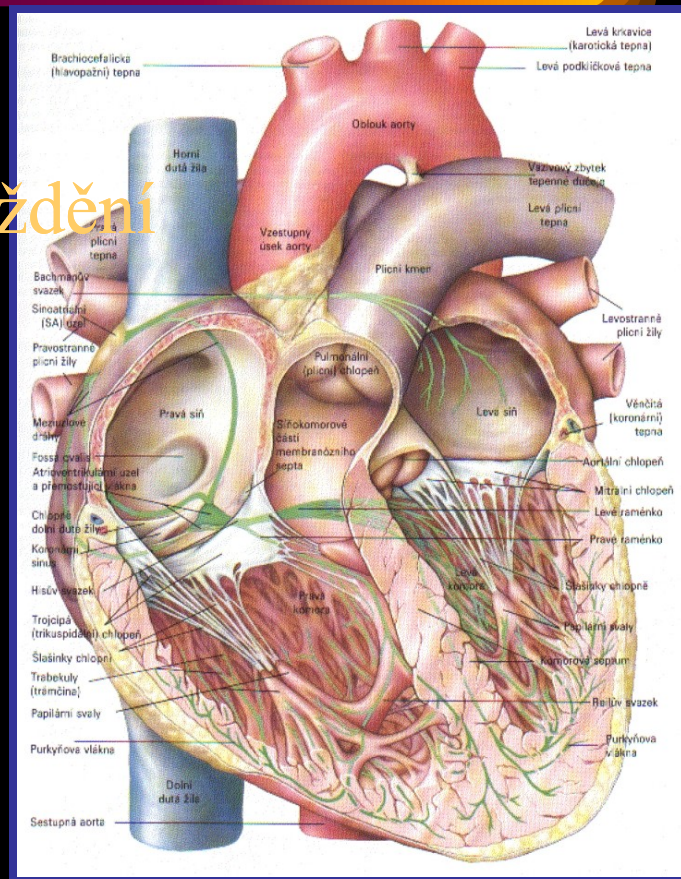
← ložiskové onemocnění myokardu

♠ vyčerpání a selhání myokardu

← difuzní onemocnění myokardu

← srdeční vada, hypertenze

← doping



# Náhlá srdeční smrt ve sportu

16-letý fotbalista – 2007:

– **dilatující kardiomyopatie pravé komory (vrozená?) → selhání srdce.**

57-letý běžec – Blažovice -28. září 2006:

– **uvolnění ateromatického plátu koronární artérie → infarkt myokardu.**

otůžilec po plavání 1.ledna (Brno)

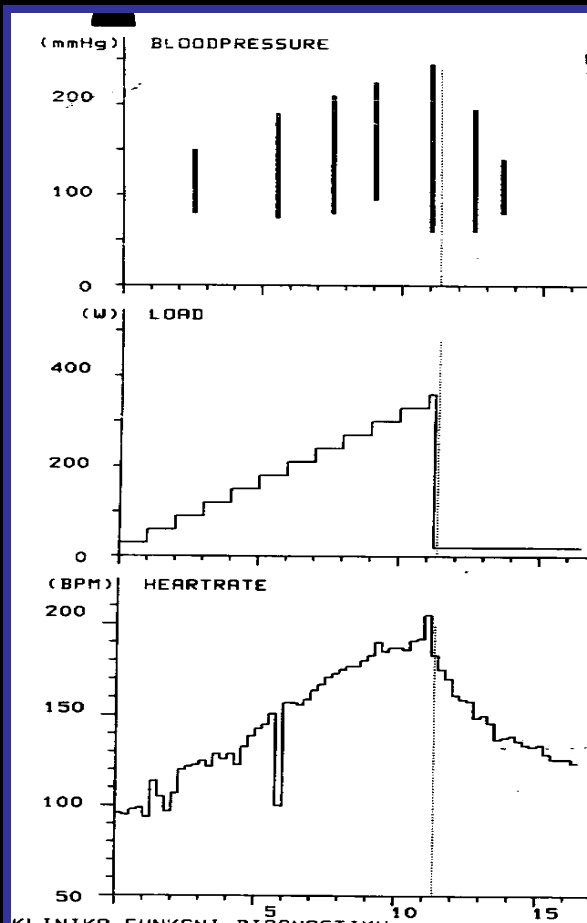
orientační běžec po windsurfingu (FTK PdF MU)

**P.R. - 17 let, bez potíží, po chřipce**

**Prevent.prohl: 2,3,4 W/kg - 1-3 VES/min.**

**Zátěžový ekg test do maxima:**

**při SF 189 VES - kuplet - triplet**



# Náhlá srdeční smrt při sportu na univerzitách

## Prevalence:

1/200 000 VŠ studentů v 1 akademickém roce

(B. J. Maron. Cardiovascular Risks to Young Persons on the Athletic Field. Annals of Internal Medicine, 1 September 1998. 129: 379-386)

## při:

joggingu, maratonu, orientačním běhu

ledním hokeji, fotbalu,

windsurfingu,

boxu, ...



# Náhlá srdeční smrt



- - riziko NSS u sportu je 0,61-3,6/100 000 sportujících/rok, u mladších 35let pak 0,8-2,8,
- - riziko u sportujících do 35let je 3x vyšší než u nespportujících, u mužů 10x více než u žen

# Infekční myokarditida

**Zánět srdce vznikající na podkladě  
bakteriálního nebo virového onemocnění**

**Vytváří se ložisko s mimořádnou elektrickou  
aktivitou – riziko vzniku komorových  
extrasystol.**



# Doporučení



Nesportovat v době nemoci a  
rekonvalescence!!!

# Náplň prohlídky

- Vyhláška určuje minimální (ne optimální) náplň!

# Základní vyšetření

- **rodinná anamnéza** se zaměřením na výskyt náhlého úmrtí
- **sportovní anamnéza** se zaměřením na provozovanou pohybovou aktivitu a popis druhu, časové a fyzické náročnosti sportu
- **osobní anamnéza** (zejm. OA, AA, FA) cíleně na nemoci, které mohou omezit zdravotní způsobilost

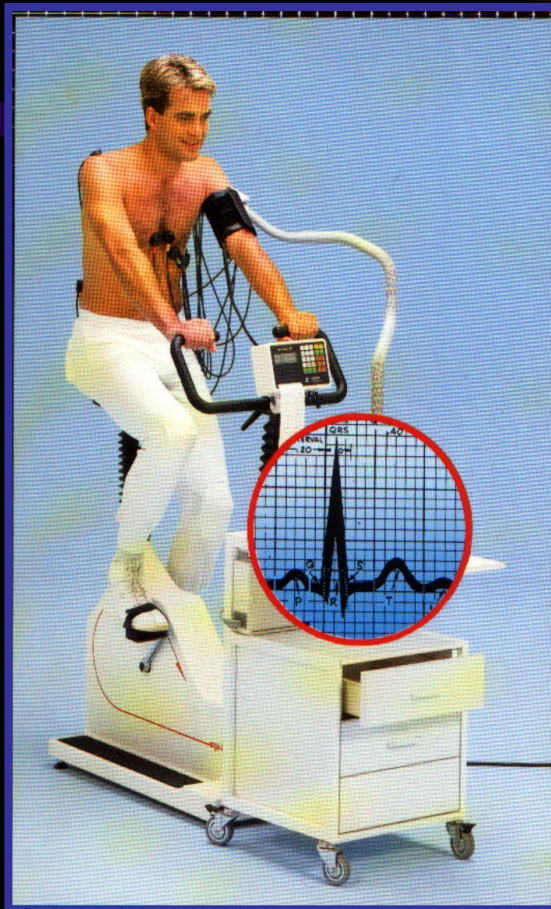
# Základní vyšetření

- (výpis ze zdravotní dokumentace)
- **komplexní fyzikální vyšetření** s důrazem na posouzení stavu a funkce orgánů, které budou zatěžovány sportem (poslech, pohmat, pohybový aparát)
- laboratorní a jiná odborná vyšetření

# Náplň prohlídky

- Antropometrické parametry  
(váha, výška, BMI, % tělesného tuku)
- Vitální kapacita plic, FVP
- Vyšetření zraku
- Klinické vyšetření
- Klidové EKG
- Zátěžový test
- Analýza dechových plynů

# Posuzování zdravotní způsobilosti k pohybové aktivitě při preventivní sportovně – lékařské prohlídce



Vyš. reakce oběhu - ZÁTĚŽOVÝ EKG TEST !

# Zátěžové vyšetření



- Bicyklový ergometr





- Běhátko



- Rumpál



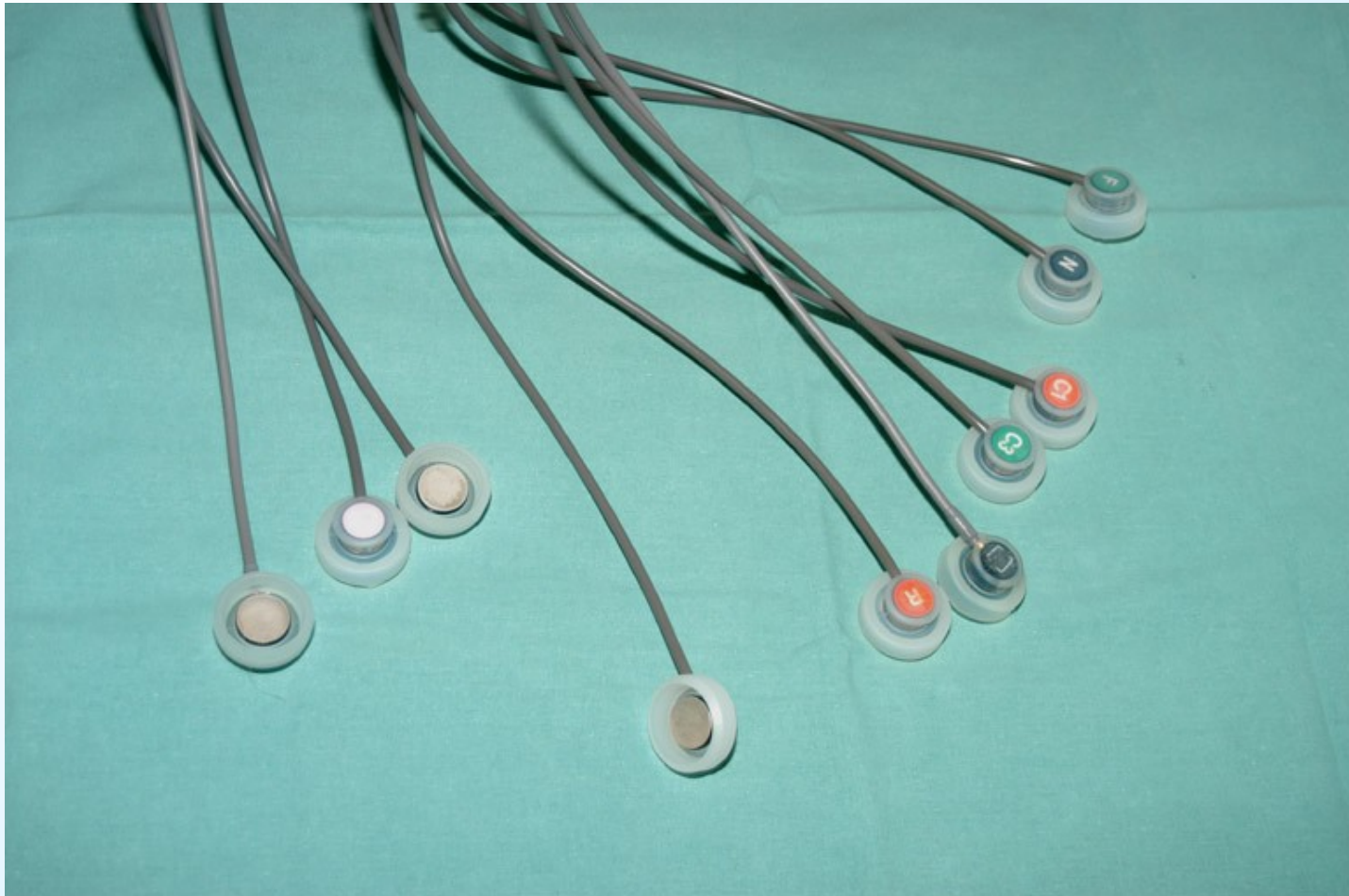
# Statická zátěž

- Dynamometry





# EKG



Odběr vzorku vzduchu pro analýzu množství  $\text{CO}_2$  a  $\text{O}_2$

Informace o objemu nadechnutého a vydechnutého vzduchu

Musí dokonale těsnit



# Spiroergometrie



# Zátěžový test v terénu

- Speciální přenosná technika





# Ukazatele odezvy na zátěž

- Jedná se o údaj o stavu fyziologické funkce organismu, ne o údaj o absolvované zátěži (tj. rychlost, vzdálenost, apod.)
- **Předstartovní stav** (aktivace sympatiku)
- **Průběh zátěže** (změny v krevním oběhu, respiraci, odvodu tepla,...)
- **Zotavení** (aktivace parasympatiku)

# Výkon (Watt)

- Místo definice: na ergometru sestra nastaví watty, tedy výkon, který od probanda budeme po určitou dobu požadovat
- Práce = výkon za čas (J)
- To, jak měníme watty v čase je zátěžový protokol

# Základní postulát ukazující, že do zátěžové fyziologie alespoň maličko vidím

- Své pacienty (klienty, sportovce) zatěžují ve  
wattech na kilogram hmotnosti

# Ukazatele odezvy na zátěž



- Subjektivní (míra únavy, dušnost,...)
- Objektivní (měřeny přístroji)

# Ukazatele odezvy na zátěž



- **Subjektivní**
- **Borgova škála zátěže**

# BORGOVA ŠKÁLA SUBJEKTIVNÍHO VNÍMÁNÍ INTEZITY ZÁTĚŽE - RPE (rating of perceived exertion)

**6**

**7 velmi, velmi lehká**

**8**

**9 velmi lehká**

**10**

**11 lehká**

**12**

**13 poněkud namáhavá**

**14**

**15 namáhavá**

**16**

**17 velmi namáhavá**

**18**

**19**

**20 velmi, velmi namáhavá**

# Ukazatele odezvy na zátěž



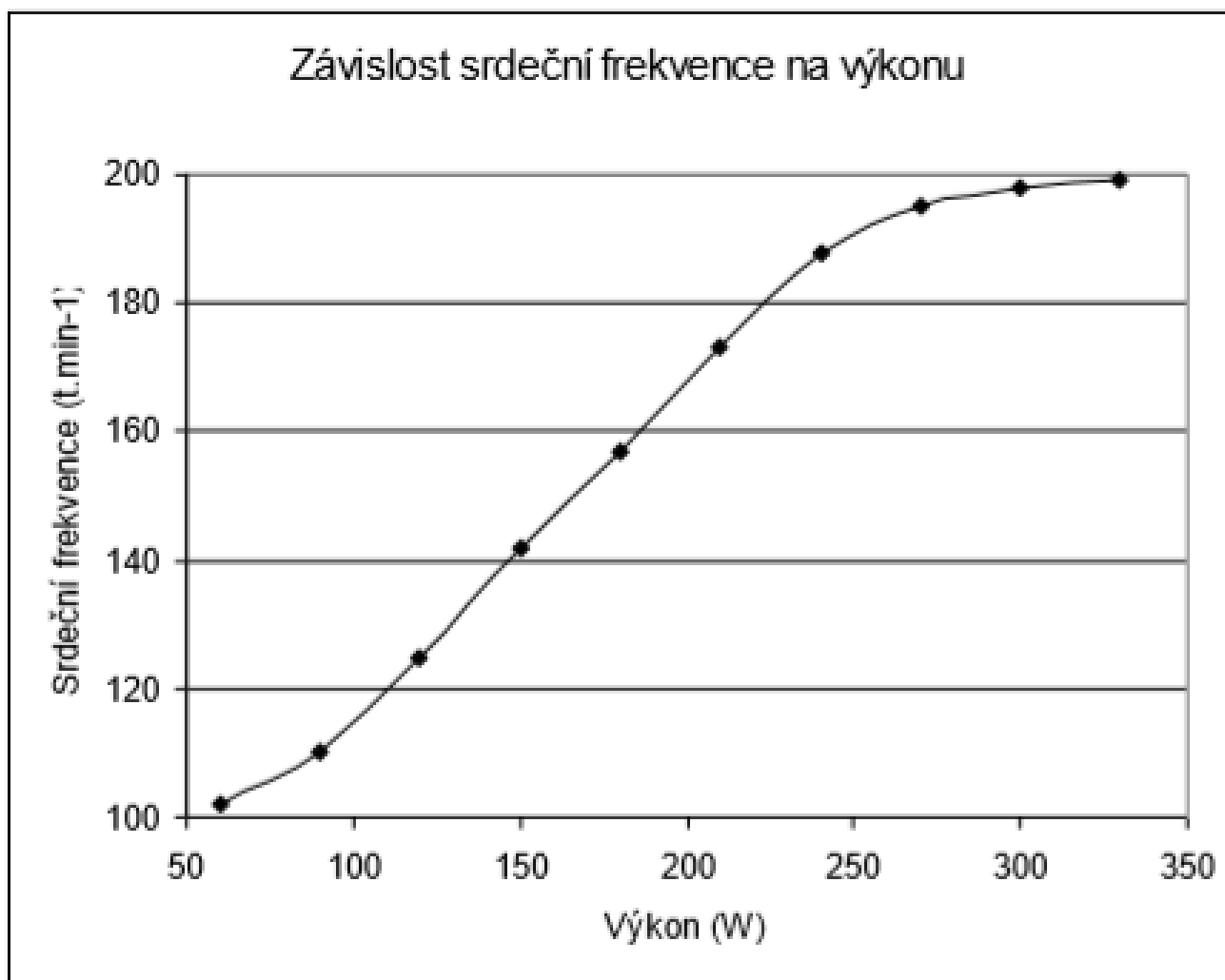
- Objektivní
- Kardiovaskulární ukazatele

# Srdeční frekvence

- Měřena sporttesterem nebo EKG
- Orientačně určuje energetický metabolismus, příjem kyslíku = výkonnost
- **Klidová SF** – 60-75/min
- Bradykardie pod 60/min, tachykardie nad 90/min



# Zátěžová TF



# Tepové rozpětí (tepová rezerva)

- HRmax pro daný sport konkrétní osoby - HR klidová
- !!! Tepové rozpětí pokud to jenom trochu jde stanovujeme individuálně a zvlášt' pro různé sporty

# Pamatujte



- Adaptací na zátěž klesá HR klidová, HRmax jen zcela nepatrně
- Intenzitu zátěže je optimální porovnávat v procentu tepového rozpětí

# Raději nepamatujte:

- HRmax je v průměru 220-věk (pro běh)  
ale 2 SD toho průměru jsou cca 15 - 20 tepů  
(!!!)
-

# Když už na té nesmyslné formuli trváte, pak pro HRmax pamatujte

- Při běhu 220 - věk
- Při jízdě na ergometru o cca 10 tepů méně
- Při plavání o dalších 15 - 20 tepů méně
- Platí cca od 35 let u mužů, 25 let u žen

# Krevní tlak

- Hydrostatický tlak v krevním řečišti
- Ovlivněn pružností cév (odpor cévního řečiště)
- Systolický a diastolický
- Změna během několika vteřin – nutnost opakování měření
- Norma 120/80 (změna=přetrénování)

# Krevní tlak

- TKD se při zátěži snižuje či stagnuje
- TKS se při zátěži zvyšuje, max 240mmHg
- Pokles TK při zátěži značí přetížení myokardu ev. následné selhání krevního oběhu!!!

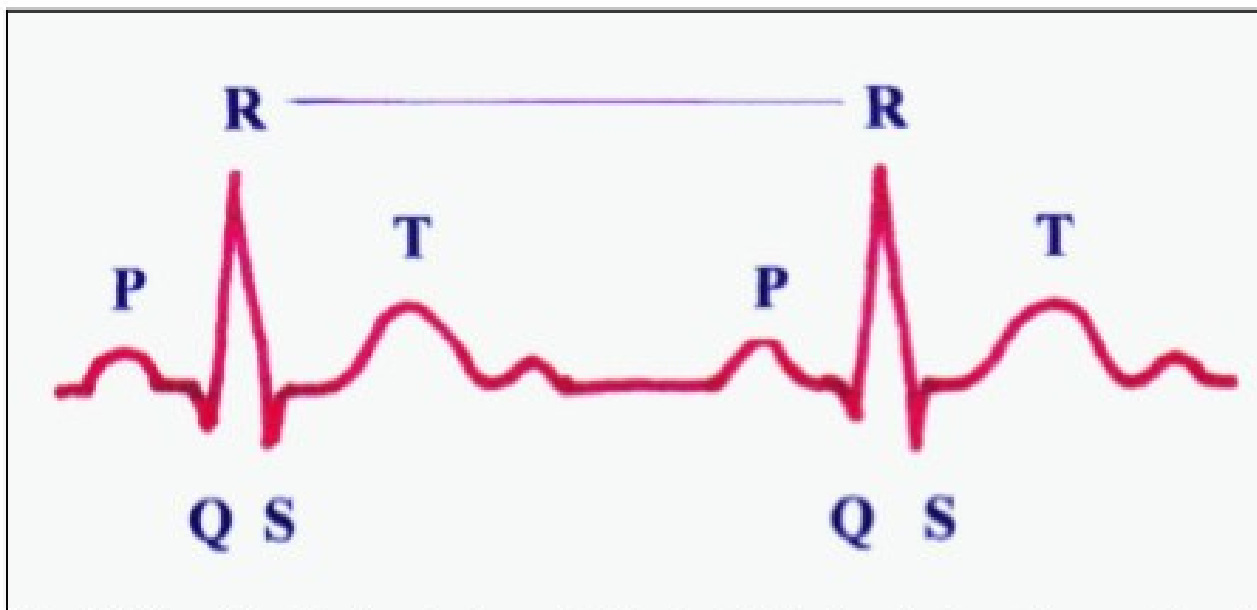
# Krevní tlak

- Po ukončení zátěže se TK vrací k původním hodnotám, většinou i pod (využití dynamické PA při léčbě hypertenze)
- **CAVE!** pád a ztráta vědomí!



# EKG - elektrokardiogram

- zaznamenání elektrické aktivity srdce

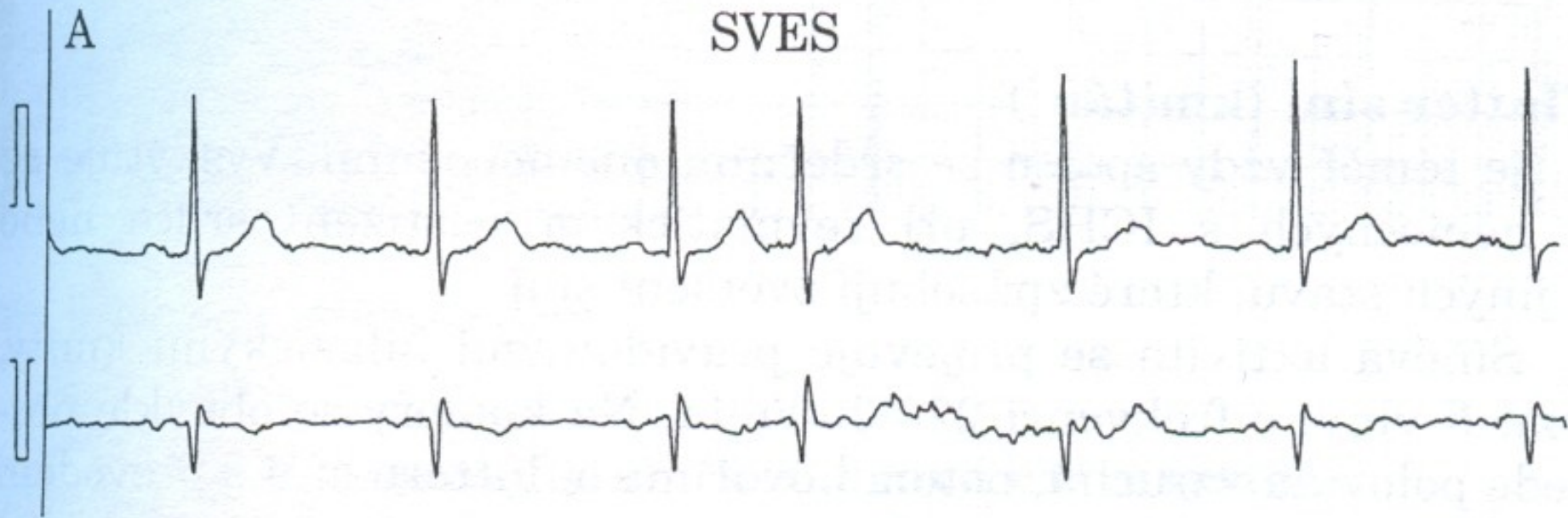


*Vysvětlivky: vlna P – depolarizace síní, kmity QRS – depolarizace komor, vlna T – repolarizace komor.*

# EKG - elektrokardiogram

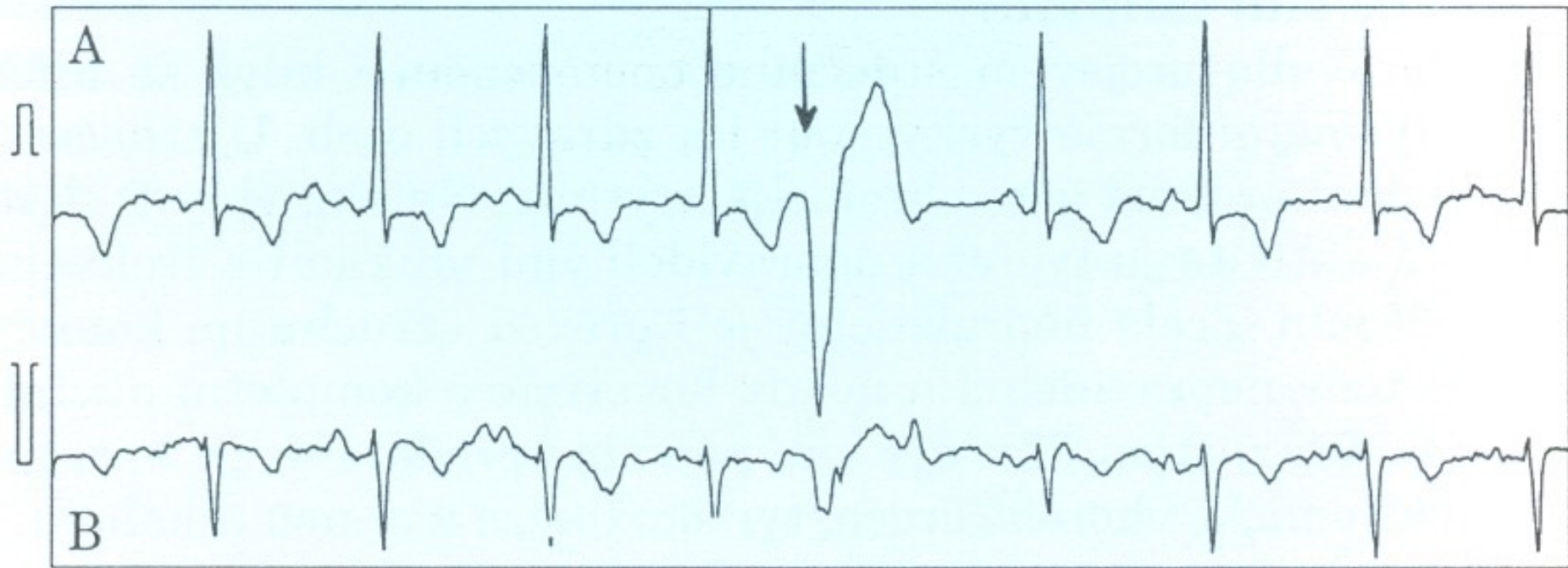
- respirační arytmie
- ojedinělé KES v klidu nebo po zátěži
- při zátěži nesmí přibývat **ektopické aktivity!**
  
- **Změny ST úseku – ischemie**
- **Prodloužené QT**

# Ektopická aktivita



Obr. č. 11: Předčasný síňový stah.

# Ektopická aktivita



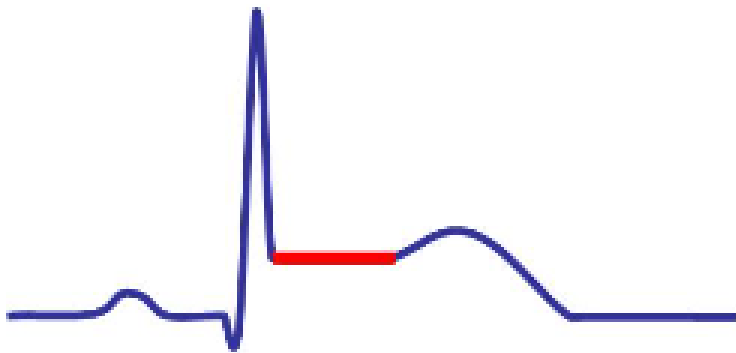
Obr. č. 15: Předčasný komorový stah (označený šipkou).

## PORUCHY DEPOLARIZACE

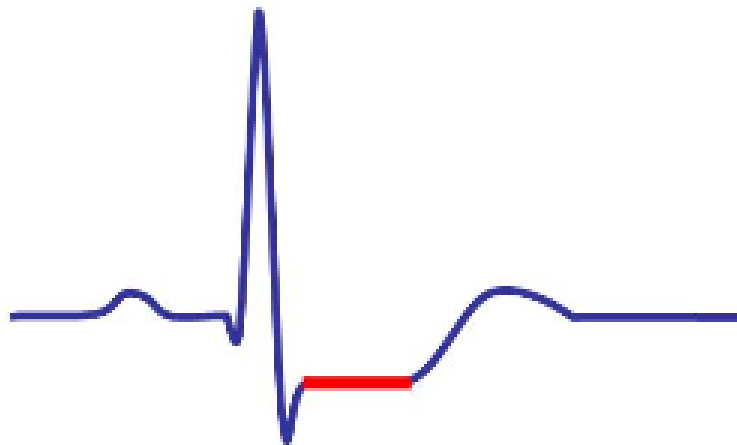
Syndrom preexcitace (W-P-W aj.)



# Ischemie



Elevace ST (STE) je přítomna ve svodech ležících na hrudní stěně nad ložiskem v myokardu



V přítomnosti STE je deprese ST ve svodech, které jsou protilehlé (reciproční) k umístění ložiska v myokardu

# Ukazatele odezvy na zátěž



- Objektivní
- Kardiovaskulární ukazatele
- Ventilačně-respirační ukazatele  
(spiroergometrické)

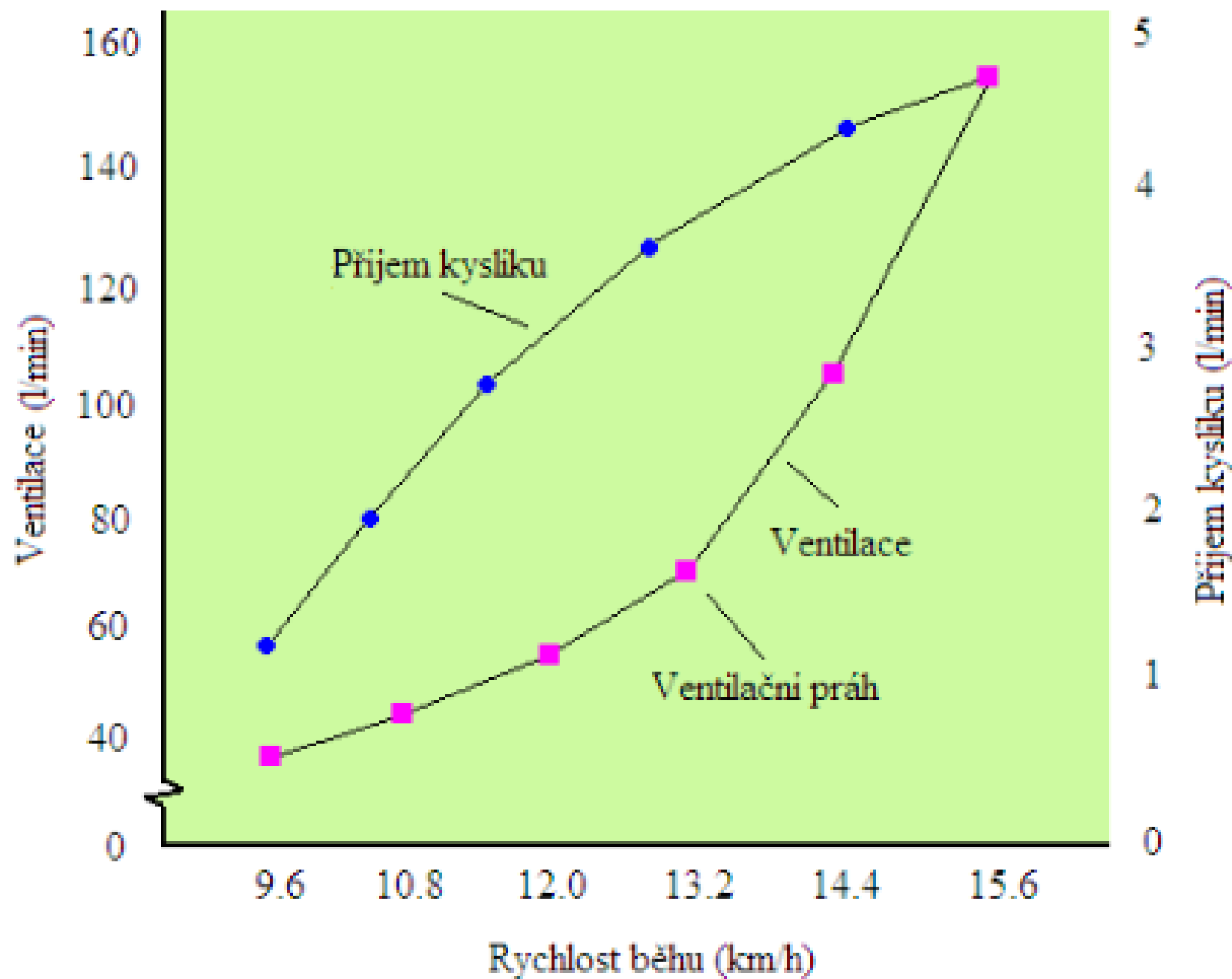
# Spiroergometrické ukazatele

- **Minutová ventilace (V, VE, l/min)**
- Množství vzduchu prodýchaného za minutu
- Součin dechového objemu plic a dechové frekvence
- Klid: 5-6l/min
- Předstartovní stav: klid x 2
- Zátěž: až 200 l/min



# Spiroergometrické ukazatele

- Během zátěže dochází nejprve k postupnému zvýšení VE, následně v tzv. **ventilačně anaerobním prahu** dojde k prudkému zvýšení (kompenzace zátěžové acidózy)
- Při únavě se posunuje do nižších hodnot
- Po skončení zátěže postupný pokles během 10-15 minut



# Spiroergometrické ukazatele

- **Minutový příjem kyslíku ( $\text{VO}_2$ , l/min)**
- Objem kyslíku, který přijmeme do těla dýchacími cestami
- Nutno vztahovat na kg hmotnosti těla
- Klidová hodnota: 3,5ml/min/kg
- Vyšší hodnoty = fáze regenerace, zánět, hypertyreóza, ...

# Spiroergometrické ukazatele

- Maximální minutový příjem kyslíku ( $\text{VO}_2$  max)
- Odraz kapacity transportního systému pro kyslík
- Snížení = únava, přetrénování, dekondice
- max. hodnoty 60-80 ml/kg/min

# Spiroergometrické ukazatele

- **RER** = poměr expirační výměny
- $VCO_2/VO_2$
- Platí pro výměnu plynů v plicích

# Spiroergometrické ukazatele

- RER v klidu cca 0,7
- RER při zátěži = 1,00 =  $V_{CO_2} = V_{O_2}$  =  
ventilačně anaerobní práh (tepová pásma  
pro trénink)
- Max zátěž = RER 1,10 – 1,20

# W170

Zátěžový test zjišťující pracovní kapacitu při SF  
170 tep/min.

Zátěžový test zjišťující teoretický výkon (P) [W], který  
by měl proband podat při SF 170 tep/min.

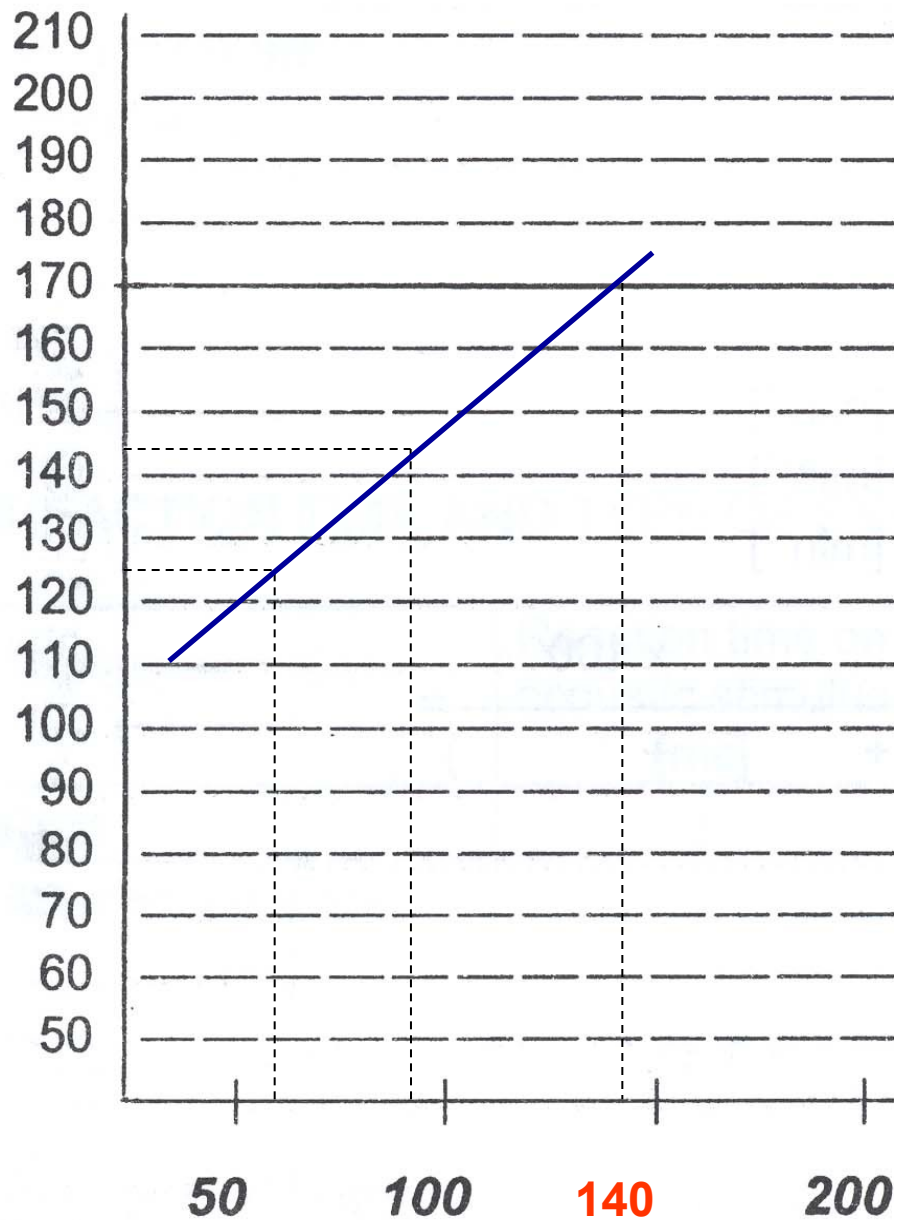
Fyziologický princip:

Lineární závislost (pozitivní korelace) mezi SF a intenzitou  
zatížení v rozsahu 120–170 (180) tep/min.

*Poznámka: od 120–170 (180) tep/min se nemění systolický objem, srdeční výdej je tedy závislý jen na srdeční frekvenci. Systolický objem do 120 tep/min roste, od 170–180 tep/min klesá (krátká diastola).*

HR  
[min<sup>-1</sup>]

## Grafické zjištění W170 extrapolací



Výsledek testu:

1) 60 W = 125 tep/min

2) 90 W = 145 tep/min

3) 140 W = 170 tep/min

Index W170:

140 W : hmotnost (60) = **2,33 W/kg**



Table 23.:

Watts per kg body weight at maximal load (W/kg)

M E N				W O M E N		
$\bar{x} - 1s$	$\bar{x}$	$\bar{x} + 1s$	Age (yr)	$\bar{x} - 1s$	$\bar{x}$	$\bar{x} + 1s$
3.9	4.4	5.0	11	3.0	3.5	4.0
3.9	4.4	4.9	12	3.0	3.5	4.0
3.8	4.3	4.9	13	2.9	3.5	4.0
3.8	4.3	4.8	14	2.9	3.4	4.0
3.7	4.2	4.8	15	2.9	3.4	3.9
3.7	4.2	4.7	16	2.8	3.4	3.9
3.6	4.1	4.7	17	2.8	3.4	3.9
3.6	4.1	4.6	18	2.8	3.3	3.9
3.5	4.1	4.6	19	2.8	3.3	3.8
3.5	4.0	4.5	20	2.7	3.3	3.8
3.4	4.0	4.5	21	2.7	3.2	3.8
3.4	3.9	4.4	23	2.6	3.2	3.7
3.3	3.8	4.3	25	2.6	3.1	3.6
3.2	3.7	4.3	27	2.5	3.0	3.6
3.1	3.7	4.2	29	2.4	2.9	3.5
3.1	3.6	4.1	31	2.3	2.9	3.4
3.0	3.5	4.0	33	2.3	2.8	3.3
2.9	3.4	4.0	35	2.2	2.7	3.3
2.8	3.4	3.9	37	2.1	2.7	3.2
2.8	3.3	3.8	39	2.1	2.6	3.1
2.7	3.2	3.8	41	2.0	2.5	3.1
2.6	3.2	3.7	43	1.9	2.5	3.0
2.6	3.1	3.6	45	1.9	2.4	2.9
2.5	3.0	3.5	47	1.8	2.3	2.9
2.4	2.9	3.5	49	1.7	2.3	2.8
2.4	2.9	3.4	51	1.7	2.2	2.8
2.3	2.8	3.3	53	1.6	2.2	2.7
2.2	2.7	3.3	55	1.6	2.1	2.6
2.1	2.7	3.2	57	1.5	2.1	2.6
2.1	2.6	3.1	59	1.5	2.0	2.5

Table 24.:

Watts at maximal load (W)

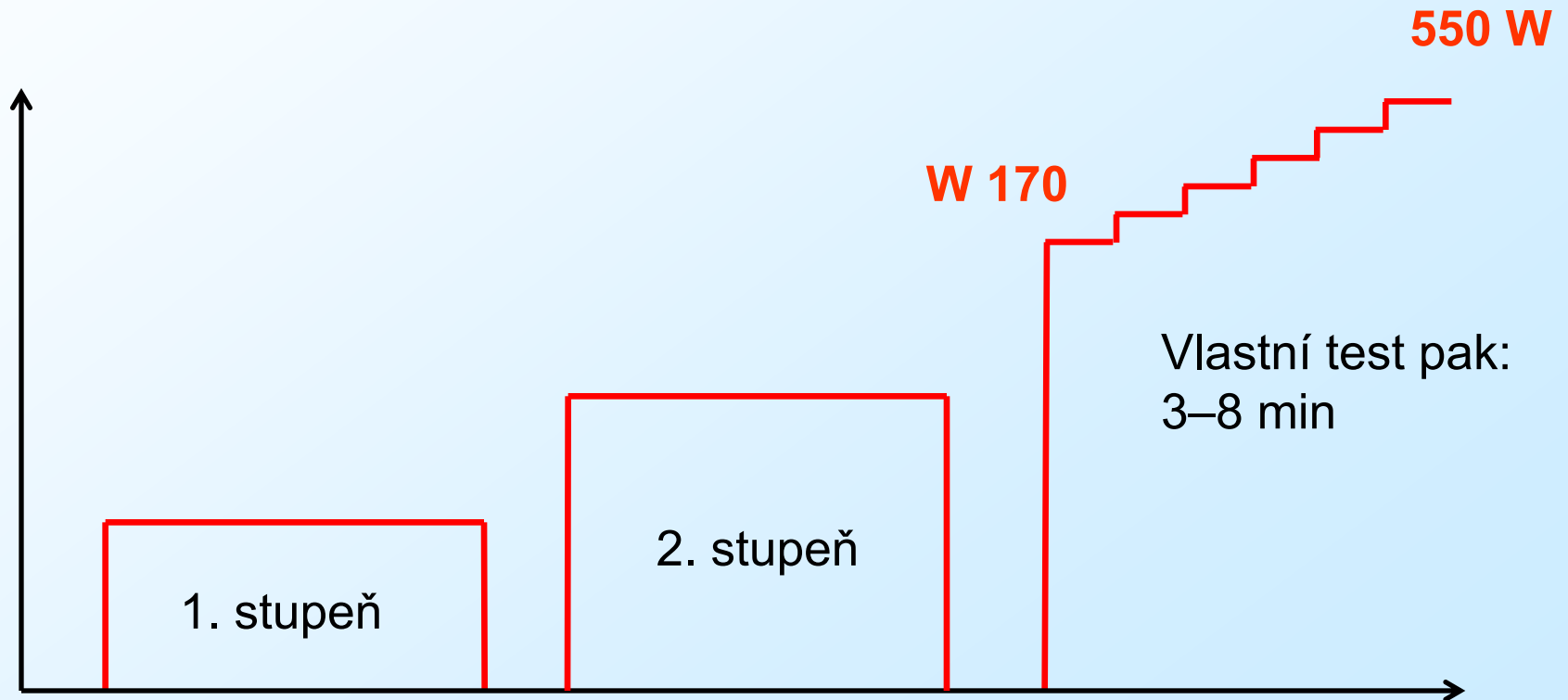
M E N				W O M E N		
$\bar{x} - 1s$	$\bar{x}$	$\bar{x} + 1s$	Age (yr)	$\bar{x} - 1s$	$\bar{x}$	$\bar{x} + 1s$
86	124	162	11	76	106	137
124	163	201	12	112	142	173
158	197	235	13	136	166	197
186	225	263	14	149	179	210
207	246	284	15	155	186	218
222	261	299	16	158	189	219
232	271	309	17	159	190	221
239	278	316	18	160	190	221
243	282	320	19	159	190	220
246	284	323	20	159	189	220
247	285	324	21	158	188	219
247	285	324	23	156	187	217
244	283	321	25	154	185	215
241	280	318	27	152	183	213
238	276	315	29	150	181	211
234	272	311	31	148	178	209
230	268	307	33	146	176	207
225	264	302	35	144	174	205
221	260	298	37	142	172	203
217	255	294	39	140	170	201
212	251	289	41	138	168	199
208	246	285	43	136	166	197
204	242	280	45	133	164	195
199	238	276	47	131	162	193
195	233	272	49	129	160	190
190	229	267	51	127	158	188
186	224	263	53	125	156	186
181	220	258	55	123	154	184
177	215	254	57	121	152	182
172	211	249	59	119	150	180

\*

# Maximální zátěžové testy

## Jak určit výkon při AnP?

Použití testu W170 jako rozcvičení před testem do maxima



# Závěr preventivní lékařské prohlídky



- Stanovení zdravotní skupiny:
- ZS I: sport bez omezení, zdraví, dobře trénování
- ZS II: zdraví, průměrně trénování
- ZS III: zákaz výkonnostního sportu
- ZS IV: kontraindikace jakéhokoliv sportu

# Sportovní prohlídka $\neq$ razítko

- Vždy je třeba mít na paměti účel vyšetření:
- Zhodnocení zdravotního stavu sportovce
- Pátrání po klinicky němých onemocněních
- Doporučení ohledně hybného systému
- Určení zdatnosti a optimalisace tréninku
- Poradenství ohledně výživy a režimu
- Upozornění na nevhodné léky

# Závažné zdravotní problémy

- Se mohou vyskytnout, jestliže se sport provádí:
  - při zdravotním oslabení (nemoc)
  - rizikovým způsobem
  - v rizikovém prostředí



PREVENCE POŠKOZENÍ

# Prevence poškození zdraví ve sportu

= odstranění příčin možného poškození zdraví

1.) necvičit se zdravotním oslabením (**dostatečná doba rekonvalescence**)

2.) provádět cvičení a sport rozumným způsobem s minimalizací zdravotních rizik

3.) upravit prostředí pro cvičení a sport tak, aby bylo riziko poškození zdraví co nejmenší

# Prevence poškození zdraví ve sportu

- odstranění nebezpečných předmětů, zajištění volné dráhy,...
- zajištění dobrého zdravotního stavu sportovců (kontrola aktuálního stavu, komunikace s rodičem, **absolvování preventivní prohlídky**)

# Prevence poškození zdraví ve sportu

- individuální přístup k jedinci (dítě, žena, senior)
- správné provádění techniky pohybu  
(konzultace fyzioterapeuta)
- přiměřené dávkování zátěže, **odstraňování únavy**



# Prevence poškození zdraví ve sportu

- zlepšování odolnosti tkání  
(kompenzační cvičení, protahovací  
cviky,...)

- vyloučení dopingu

- správné využití oblečení, obuvi, nápojů, stravy,  
výživových doplňků, bandáží, ortéz, tejpů

# Optimální pohybový režim

- Doporučení pohybu:
  - **Výběr vhodné pohybové aktivity** (dle možností osobních, společenských, zevní prostředí)
  - **Individuální přiměřené dávkování** (dle zdravotního stavu, úrovně zdatnosti)
  - **Postupné zatěžování** (po odeznění únavy)
  - **Pravidelnost a soustavnost!!!**



Pohybová aktivita a sport

=

LÉK

Děkuji za pozornost

