

# Stárnutí, stáří, cvičení ve stáří „Aging, sval a exercise ve stáří“

Jurová Klára  
Zadrazilová Tereza

Jiří Radvanský (ed.)  
2007

# OSOBY VYŠŠÍHO VĚKU

- Věk kalendářní

Př. dělení	55-64 let	vyšší věk
	65-74 let	vysoký věk
	nad 75 let	velmi vysoký věk

- věk biologický (funkční, výkonnostní)

– větší význam, odhad pomocí somatického, funkčního a zdravotního stavu

# MORFOLOGICKÉ ZMĚNY VYŠŠÍHO VĚKU

- **snížení tělesné výšky**, podmíněné změnami složení meziobratlových plotének a vzrůstající kyfózou,
- **změny tělesné hmotnosti**, související mj. poklesem či vzrůstem tělesného tuku,
- **snížení procenta celkové tělesné vody**
- **zmenšení svalové hmoty**
- **snížení elasticity vazivových struktur**
- **úbytek minerálů i organické hmoty kostí** s rizikem osteoporózy,
- **degenerativní kloubní změny** se vznikem artróz atd.

# FUNKČNÍ ZMĚNY VYŠŠÍHO VĚKU

## ZMĚNY

## VLIV NA FUNKCI

ZMĚNY	VLIV NA FUNKCI
<p><b>oběhový systém</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>↓ poměr kapiláry : vlákna</li> <li>↓ objem srdce a myokardu</li> <li>↓ myozin-ATPáza</li> <li>↓ sympatická stimulace SA-uzlu</li> <li>↓ elasticita cév</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↓ perfuze myokardu</li> <li>↓ <math>Q_{s,max}</math> a <math>Q_{max}</math></li> <li>↓ <math>SF_{max}</math></li> <li>↓ kontraktilita myokardu</li> <li>↑ periferní odpor, TK, afterload</li> </ul>
<p><b>dýchací systém</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>↓ elasticita plicních struktur</li> <li>↑ velikost alveolů</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↑ dechová práce</li> <li>↑ mrtvý prostor</li> <li>↓ VC, <math>\dot{V}_{max}</math></li> <li>↑ tlak a odpor plicních kapilár</li> <li>↓ difuzní kapacita</li> <li>↓ <math>\dot{V}_{O_2, max}</math>, <math>\dot{V}_{O_2, max} \cdot kg^{-1}</math></li> </ul>
<p><b>pohybový systém</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>↓ svalová hmota</li> <li>↓ motorické jednotky</li> <li>↓ velikost a počet mitochondrií</li> <li>↓ oxidační enzymy</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↓ svalová síla a výkonnost</li> <li>↓ svalová respirační kapacita</li> <li>↓ glykolýza</li> <li>↓ stabilita a pohyblivost kloubů</li> <li>↓ flexibilita, koordinační schopnost</li> </ul>
<p><b>nervový systém</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>↓ hmota mozku</li> <li>↓ počet neuronů</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>↓ dráždivost nervové tkáně</li> <li>↓ rychlost šíření vzruchu</li> <li>↓ paměť</li> </ul>

modifikováno podle: Brooks, G.A. – Fahey, T.D., 1987; Löllgen, H. a kol., 1997

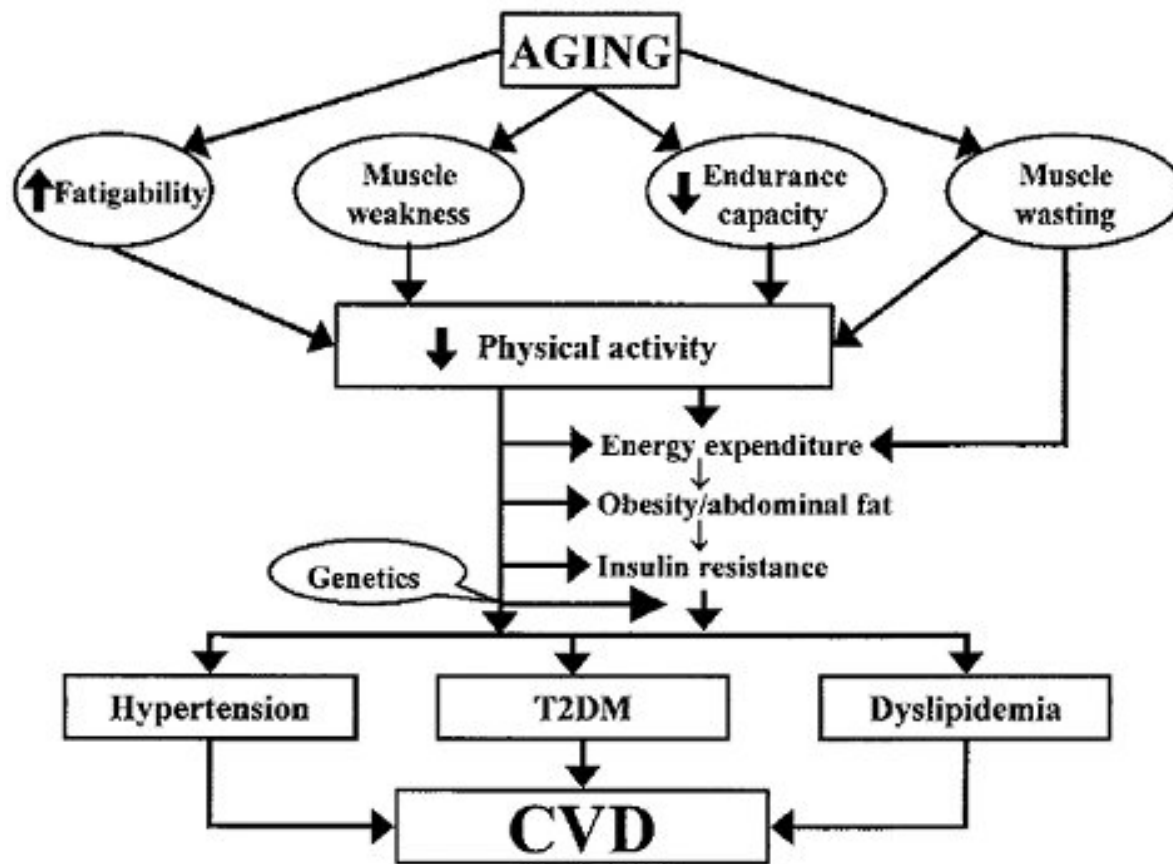
# FUNKČNÍ ZMĚNY VYŠŠÍHO VĚKU

- Bazální metabolismus - ↓ o 50%
- Metabolické změny:
  - ↑ pohotovost inzulínu (rychle rostoucí hladina v plazmě), ↑ IR, ↓ glukozové tolerance
  - změny lipidového spektra ( ↑ LDL, ↓ HDL)
- Renální funkce - ↓ o 30-50%
- Kostní hmota – u ♀ o 25-30%, u ♂ o 15-20%
- Zhoršený zrak a sluch

# NEJČASTĚJŠÍ ONEMOCNĚNÍ STARŠÍHO VĚKU

- ICHS
- Hypertenze
- Obezita
- DM II.
- CMP
- Plicní onemocnění (CHOPN, emfyzém)
- Osteoporóza, fraktury (krček, obratle)
- Arytmie!!!!
- Karcinom tlustého střeva

# ZMĚNY VE SVALU SPOJENÉ SE STÁŘÍM



- Změny způsobené vyšším věkem jsou hlavním přispěvatelem vzniku obezity, inzulínové rezistence a jednotlivých komponent MS, vedoucích k úmrtí způsobeném selháním srdce (cardiovascular death). Snížená dostupnost glukózy může být také způsobena redukcí metabolicky aktivní svalové hmoty.

# STARÝ KOSTERNÍ SVAL

## SARKOPENIE

- SARKOPENIE = ztráta svalové hmoty a síly způsobená stárnutím
  - běžný výskyt 10-25 % populace pod 70 let a více než 40 % nad 80 let (hlavně svaly s vlákny II. typu)
  - od 50. roku ztráta svalové hmoty 1-2 % ročně, síla také velmi klesá
  - snížení počtu svalových vláken, atrofie vláken zbývajících

DIRKS, A.J., LEEUWENBURGH, CH. *The Role of Apoptosis in Age-Related Skeletal Muscle Atrophy*. Sports Med 2005; 35 (6): 473-483



# STARÝ KOSTERNÍ SVAL

SARKOPENIE - faktory

## **aktivace proteolýzy**

*odpověď na oxidativní stres* – starý kosterní sval ↑  
produkcí oxidantů

*hormonální adaptaci* – pokles testosteronu a růstového  
hormonu

*denervace* – snížený počet motorických jednotek

*mitochondriální dysfunkce*

↓ pokles ATP produkce (až o 50 %),

↑ produkce volných radikálů

## **apoptóza** (=naprogramovaná buněčná smrt)

*kalciová dyshomeostáza*

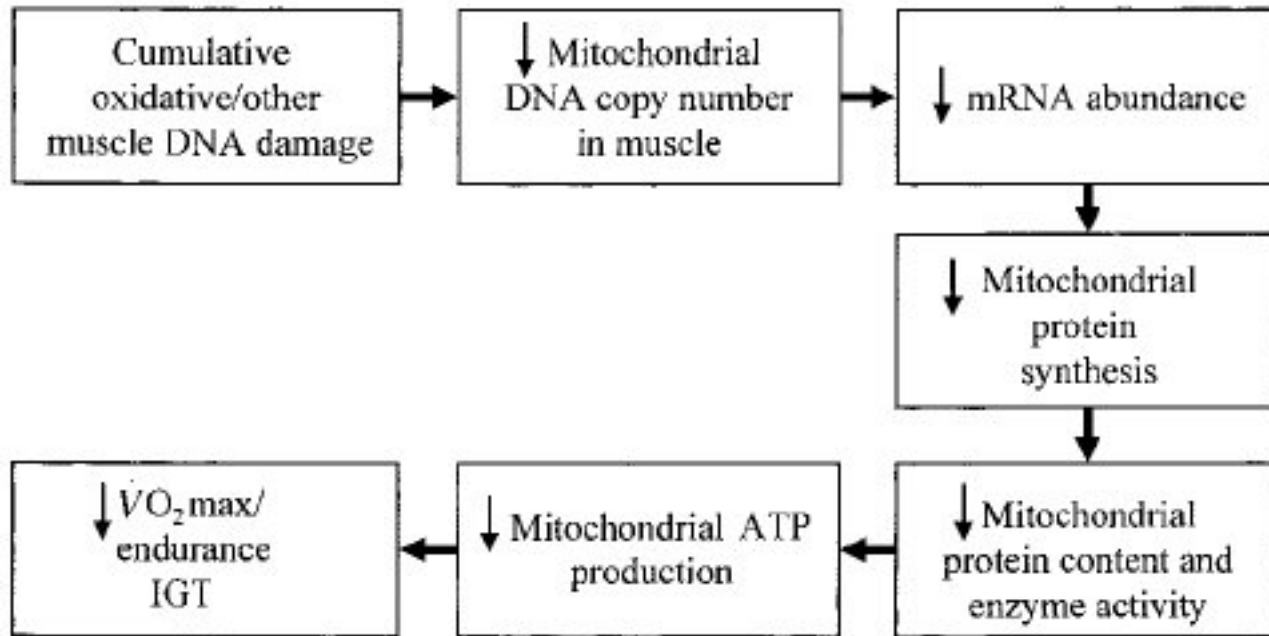
*mitochondriální dysfunkce*

↓ syntézy sv.proteinů, ↓ syntézy ATP

*AIF* (apoptosis inducing factor)

## ↓ **regenerace svalu**

# Princip snížení VO<sub>2</sub>max



- Mechanismus faktorů vedoucích ke snížení VO<sub>2</sub>max s vyšším věkem, snížení vytrvalosti a zhoršené glukózové toleranci.

Nair, K.S. Aging muscle. Am J Clin Nutr 2005;81:953-63

# VYŠETŘENÍ

- Anamnéza, interní vyšetření
- Zátěžový test, EKG, stanovení bezpečné individ. tréninkové TF
- Vyšetření pohybového systému: pohyb. stereotypy, zkrácené svaly, hypermobilita
- Biochem. vyšetření (stanovení rizika ICHS, funkce jater, ledvin, glukózová tolerance)

# KONTRAINDIKACE ZÁTĚŽOVÉHO TESTU

## **Absolutní**

- Čerstvý IM
- Čerstvá nestabilní AP
- Nezvladnutelná závažná arytmie
- Těsná symptomatická aortální stenóza
- Neléčená srdeční nedostatečnost
- Plicní embolie, flebotrombóza
- Myo / epi / endokarditida
- Deprese ST úseku na EKG

## **Relativní**

- Hypertrofická nebo obstruktivní KMP
- Chlopňové stenóza
- Komorové aneurysma
- Vyšší stupeň AV blokády
- Pokles systolického tlaku při zátěži

# RELATIVNÍ KONTRAINDIKACE PA (podle Institute of Aging)

- nové, doposud nedignostikované projevy
- bolest na hrudi
- nepravidelný, rychlý či nitkovitý tep
- náhlé zkracování dechu
- progredující, významná a nedignostikovaná ztráta na váze
- infekční onemocnění, např. pneumonie doprovázená horečkou, která může způsobit zrychlený srdeční tep a dehydrataci
- akutní trombus
- výhřez, který způsobuje diskomfort a bolest
- proleženiny na noze a patě, které se nehojí
- perzistentní bolest, která začala po pádu (zlomenina!)
- krvácení do sítnice či odtržená sítnice, stavy po odstranění zákalu, implantaci čočky, laserové léčbě či jiné oční operaci
- břišní aortální aneurysma
- aortální stenóza
- otoky kloubů

# OBECNÉ CÍLE PA VE STÁŘÍ

- Zvýšení odolnosti vůči stresu
- + emoce
- Zlepšení psychického stavu
- Prevence chorob
- Prevence stárnutí a inaktivity (sv. hypotonie, osteoporóza, kl. pohyblivost)
- ↑činnost vnitřních orgánů
- pozastavení degenerativních procesů
- Prodloužení délky a kvality života

# VÝBĚR PA PODLE VĚKU

- 20-30 R – neomezeně (závisí na času, motivaci)
- 30-40 R – vyloučit vysokou rychlost
- 40-60 R – submax. zátěž vytrvalostní (turistika, ZTV).
- Od 50 R nutno vyloučit aktivity s obratností a rychlou reakční schopností)
- 60- R – vytrvalostní (turistika, chůze, jogging – hl. ženy)

ZTV – aktivace HSSP, kl. Blokády, relaxace, uvolnění zkrác. Svalů  
(př. artróza – oddálení kl. ploch)

# VÝBĚR VHODNÉ PA

Výběr závisí na

fyzické zdatnosti – habituální aktivita

psychické zdatnosti

váze

úrazech

motivaci

pohlaví

nynějším onemocněním

Terapie?

Prevence?

Pohybové programy

1) individuální

(vhodné aktivity, domácí cvičení)

2) skupinové (60 min, 1-2x/týden)

3) rekondiční pobyty (2x ročně)



# HLAVNÍ CÍLENÉ OBLASTI PA VE STÁŘÍ

Síla	→posilovací cvičení
Vytrvalost	→vytrvalostní aktivity
Rovnováha	
Flexibilita	→protahovací cvičení

# OBEČNÉ INSTRUKCE PŘI PA

- začít pomalu a postupně zvyšovat
- nezadržovat dech
- v případě stavu či medikace ovlivňující srdeční tep, neposuzovat intenzitu zátěže podle pulsu
- používat bezpečné pomůcky, které jsou doporučeny pro danou aktivitu
- hodně pít a v případě pocení, pokud lékař vysloveně neomezil tekutiny
- žádná fyzická zátěž by neměla být bolestivá

(Pravidlo o míře intenzity: „když můžeš bez problémů mluvit, aktivita je pravděpodobně pro tebe moc lehká. Když nemůžeš mluvit vůbec, je zase naopak moc těžká“ 😊)

# ZAHŘÍVACÍ FÁZE

- Součástí každého pohybového tréninku
- Snižování rizika úrazu  
(staří lidé – snížená elasticita svalů, pojiv. tkáň)
- 10 min vytrvalostního či posilovacího cvičení, nebo lehké chůze  
(ne vyčerpávající aktivita)

## PROTAHOVACÍ CVIČENÍ

- Vždy až po zahřívací fázi
- Bezbolestné, ale s mírným pocitem tahu
- do protažení nepružít – lépe dělat pomalé rovnoměrné pohyby
- pokud pacient není schopen dělat posilovací ani vytrvalostní cvičení - protahovací cvičení nejméně 3x týdně po dobu 20 min.

Popisy cviků, počet opakování a další podrobnosti naleznete na:

[www.nihseniorhealth.gov/exercise/toc.html](http://www.nihseniorhealth.gov/exercise/toc.html)

Adapted from National Institute of Aging: Exercise for old adults

# STATICKÁ ZÁTĚŽ – POSILOVACÍ CVIČENÍ

## **Intenzita**

určuje se jako procento z RM (repetition maximum)

= max. váha, kterou pacient bezpečně jednou zvedne

## **Cíl**

- 1 set po 8-15 opakováních při 60 – 80 % RM → mírná únava svalu
- Zátěž vyšší intenzity (85-100% RM) → riziko přetížení
- X Matouš: 30-50 % maximální síly

Pozn:

Pro vytrvalost svalu → nižší váha, více opakování

# STATICKÁ ZÁTĚŽ

## **Délka**

doporučení 2-3 sety po 8-15 opakování

## **Frekvence**

1-3x/týden

## **Typ zátěže**

- posilování velkých svalových skupin
- pomalé pohyby při správné poloze
- posilovací stroje (odpor kladen v celém průběhu)

**Efekt** - za 3-4 m. se svalová síla zlepší 2-3x, ↑ kapilarizace svalu

## **Kontraindikace**

statická práce HKK

excentrická kontrakce

# Excentrická kontrakce

## Charakteristika poškozeného svalu :

- ↑ aktivity kreatinkinázy
- ultrastrukturální změny
- porušení sarkomery myofybril → roste permeabilita fybril →  $\text{Ca}^{2+}$  do fybril → aktivace proteáz (odštěpí proteiny myofybril) → degenerace
- poškození T-tubulů
- regionální dezorganizace myofilament

## Mechanismus poškození svalu

- *iniciální fáze* = poškození menších a slabších oblastí svalu
- po několika dnech = léze se šíří + nekróza s výraznou infiltrací imunitních buněk, omezena max. síla svalu.
- *mechanismus poškození* = tvorba Reactive Oxygen species (volné kys. radikály). Při excentrické kontrakci je 90% buněčného kyslíku metabolizováno mimo mitochondrie.
- *adaptace svalové buňky*
  - = regulací aktivity antioxidačních enzymů (↓ riziko poškození tkáně)
  - = ↑ produkce stresových proteinů a heat shock proteins (HSPs) během prováděné aktivity

# VYTRVALOSTNÍ AKTIVITY

## Obecná doporučení:

- Dostatečně doplňovat tekutiny
- dostatečně se obléknout
- používat ochranné pomůcky (přilba na kolo) a bezpečné vybavení

Adapted from National Institute of Aging: Exercise for old adults: [www.nihseniorhealth.gov/exercise/toc.html](http://www.nihseniorhealth.gov/exercise/toc.html)

## Intenzita

- mírná až střední
- 55-70 % max TF, 50-60% VO<sub>2</sub>max

## Délka

- 30 min/den, 40-60min/obden
- kontinuální

pozn. lepší zvyšovat délku než intenzitu zátěž

## Frekvence

mírná zátěž – každý den  
střední zátěž – 3- 5x /t.

# DOPORUČOVANÉ VYTRVALOSTNÍ AKTIVITY

- rychlá chůze po rovném terénu
- plavání
- zahrádkaření, sekání trávy, hrabání
- jízda na rotopedu
- jízda na kole
- chůze na lyžích
- turistika
- jogging (hl. ženy)

## **intenzivní:**

- výstup do schodů či do kopců
- rychlá jízda na kole do kopce
- kopání jam (házení sněhu lopatou)

- Adapted from National Institute on Aging: Exercise for old adults: [www.nihseniorhealth.gov/exercise/toc.html](http://www.nihseniorhealth.gov/exercise/toc.html)



# ADAPTACE NA POSILOVACÍ CVIČENÍ (resistance training)

Sval:

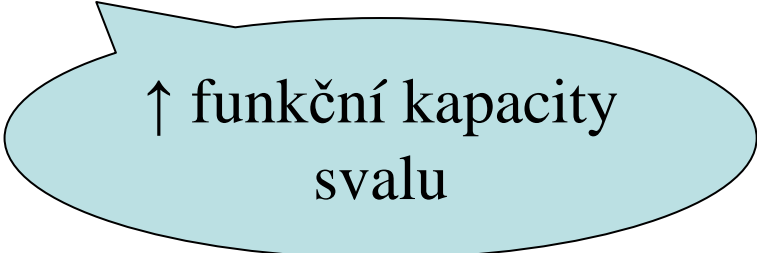
- ↑ oxidativní kapacita až o 31 % (x u mladých klesá)
- ↑ svalovou hmotu, ↑ sílu a rovnováhu
- zrychlí se nábor motorických jednotek
- zlepší se zpřažení excitace-kontrakce a přenos  $\text{Ca}^{2+}$
- ↑ syntéza kontraktilních bílkovin
- ↑ energetický metabolismus svalu
- ↑ počet inzulinových receptorů
- ↑ senzitivita inzulinových receptorů
- ↓ oxidativní stres
- ↑ kapilarizace svalu

Jiné:

↑ kostní denzita

↓ tělesný tuk

↑ psychického stavu



↑ funkční kapacity  
svalu

JUBRIAS, S., A., ESSELMAN, P., C. PRICE, L., B., CRESS, M., E., CONLEY, K., E. *Large energetic adaptations of elderly muscle to resistance and endurance training.* J Appl Physio. 2001. 90: 1663-1670

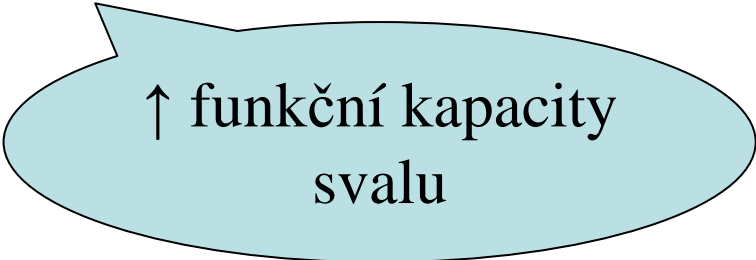
DIRKS, A., J., LEEUWENBURGH, CH. *The Role of Apoptosis in Age-Related Skeletal Muscle Atrophy.* Sports Med 2005: 35 (6): 473-483

# ADAPTACE NA VYTRVALOSTNÍ PA

## Sval:

- ↑ svalové síly
- ↑ svalové hmoty
- ↑ účinnosti kontraktálních elementů
- Změna energetických vlastností (bez strukturální změny)
  - ↓ syntézy glykolitického ATP (21%)
  - ↓ spotřeby kontraktálního ATP
- ↑ oxidativní kapacity enzymů bez změny počtu mitochondrií
- ↑ tvorba HSP (prevence apoptózy myocytů)
- ↑ AV-diference

Jiné – viz.následující tabulka



↑ funkční kapacity  
svalu

JUBRIAS, S., A., ESSELMAN, P., C. PRICE, L., B., CRESS, M., E., CONLEY, K., E. *Large energetic adaptations of elderly muscle to resistance and endurance training.* J Appl Physio. 2001. 90: 1663-1670

DIRKS, A., J., LEEUWENBURGH, CH. *The Role of Apoptosis in Age-Related Skeletal Muscle Atrophy.* Sports Med 2005: 35 (6): 473-483

# Adaptace na fyz. zátěž

<b>metabolická</b>	<b>oběhová periferní</b>	<b>oběhová centrální</b>
↓ LDL	↓ katecholaminy	↑ perfuze
↑ HDL	↓ TK	↑ EF
↓ TG	↓ TF v klidu i zátěži	↑ kontraktilita
↓ CHOL-t	↑ AVdif.	
↑ citlivost na inzulin	↑ VO <sub>2</sub> max	
↑ počet receptorů		
<b>neurovegetativní</b>	<b>psychická</b>	
↑ tonus PASY	kladné subj. pocity	
↓ tonus SY	↓ strachu	
	↑ sebedůvěra	

## Vliv fyzické aktivity pro starší pacienty s chronickým onemocněním

ONEMOCNĚNÍ	BENEFIT
Obezita	úbytek abdominální tukové tkáně
DM II.	zvýšení insulinové sensitivity a glukozové tolerance
Ateroskleróza	zvětšení průměru koronárních arterií
Hypertenze	snížení klidového TK
Vaskulární onemocnění	zvýšení tepového onjemu a snížení tepové frekvence v klidu i v zátěži
KVS onemocnění: koronární onemocnění kongenit. srdeční selhání	nižší riziko smrti po IM, zlepšení endoteliální funkce a aerobního metabolismu kosterních svalů a snížení afterloadu
Cerebrovaskulární onemocnění	snížení rizika ischemických CMP u žen
Periferní vaskulární onemocnění	zvýšení maximální chůzové vzdálenosti
CHOPN	zlepšení dyspnoe
Spánková apnoe	snížení hmotnosti
Fyzická slabost	odsunutí příznaků disability
osteoporóza/osteopenie	zastavení úbytku kostní density
Bolest zad	zlepšení v ADL
Alzheimer	ženy s vyšším stupněm postižení mají pomalejší rozvoj kognitivních poruch
imobilizace, rekonvalescence po operaci	snížení morbidity, mortality, zlepšení kvality života a psychických funkcí, zlepšení depresivních stavů
Deprese	zlepšení symptomů deprese a úzkosti

### Pozitivní efekt na posturální Stabilitu:

↑ balance      ↑ funkční schopnosti  
↑ pohyblivosti    ↑ sv. síly a energie  
↑ koordinace      ↓ deprese  
↑ chůze, tempo    ↓ strachu z pádu

Fyzická aktivita

Pravidelná zátěž

### Negativní efekt na posturální Stabilitu a pády

↑ nejistoty při cvičení  
↑ akutního strach  
↑ změna centra gravitace  
↑ riziko úrazu v okolním prostředí vlivem nestabilní polohy

### Pozitivní efekt na pády:

- závisí na:
  - Individuálním přizpůsobení zátěže
  - Délce
  - Frekvenci
  - Intenzitě
- závisí na míře:
  - Rovnovážné funkce
  - Sv. síly
  - Vytrvalosti
  - Redukce asymetrie
  - Koordinace
  - Funkčních schopností
  - Posturálních schopností
  - Povrchu

# ADHERENCE ZÁTĚŽE

- Smysluplnost
- Dosažitelné cíle
- Sebekontrola (kalendář, osobní rekordy)
- Zpětná vazba (objektivní zvýšení výkonnosti)
- Podpora okolí (rodina, přátelé, spolupracovníci)
- Lékařské doporučení – individuální přístup
- Výběr místa (lehce přístupné, bezpečné, levné)
- Výběr programu (skupina - vzájemné působení)
- Výběr času
- Výběr druhu aktivity a intenzity cvičení

# ENERGETICKÁ SPOTŘEBA BĚŽNÝCH FYZICKÝCH AKTIVIT [MET]

- 1 Klidné sezení, spaní, koukání na televizi
- 1,5 stravování, mluvení v sedě, hraní karet
- 2,0 koupel v sedě, stlaní, řízení automobilu, pomalá chůze po rovině (do 3,5 km/h)
- 2,5 oblékání, holení, zametání či luxování, vaření, chůze po rovině (3,5 km/h)
- 3 chůze po rovině (4 km/h), chůze ze schodů, lehká konstantní jízda na kole (50wattů, 8 km/h), lehké vzpírání, pomalý tanec
- 3,5 chůze se zátěží 7 kg, nakupování s vozíkem, chůze po rovině (5 km/h)
- 4 sprchování, rekreační cyklistika, rybaření, hrabání trávníku, chůze (6 km/h)
- 4,5 mytí oken, mytí auta, vytírání podlahy, plení, domácí práce
- 5 chůze do schodů s lehkým zatížením, kopání na zahradě, chůze (7 km/h), chůze v písku (5 km/h), jízda na kole (14 km/h)
- 5,5 lidový tanec, drhnutí podlahy, malování stěn, konstantní jízda na kole (100 w)
- 6 chůze do kopce (6 km/h), chůze do schodů se střední zátěží (8-14kg), stěhování nábytku, orba, lehké plavání
- 7 tenis, chůze s batohem (backpacking?), chůze do kopce s lehkou zátěží, konstantní jízda na kole na 150w (střední zátěž)
- 8 Nošení 23 kg břemene do schodů, pomalé plavání v dráze, závodní chůze či pomalý běh rychlostí 8 km/h, chůze do kopce se střední zátěží
- 10 chůze po rovině (10 km/h)
- 12 jízda na kole (25 km/h)

Adapted from American College of Sports Medicine: ACSM Resource Manual, 3rd edition. William & Wilkins, 1998

# VÝŽIVA

- Proces aterosklerózy se stabilizuje do 70 roku života – pláty jsou stabilní (tzn. Senioři mohou vejce: 2x bílek a 1x žloutek/den)
  - **Bílkoviny:** 0,6/1kg hmotnosti  
= min 40 g čisté bílkoviny/den  
= 20-25 dkg masa/den´
- ideálně 100g bílého masa a 100 - 150g sýra/tvarohu + rostlinné bílkoviny
- **Nízkoglykemizující strava**
  - **Kalorická restrikce**
- 
- Přednáška Doc.Radvanského 1.listopadu 2006, Mgr.studium Fyzioterapie, 2.LF Motol.
  - DIRKS, A.,J., LEEUWENBURGH, CH. *The Role of Apoptosis in Age-Related Skeletal Muscle Atrophy*. Sports Med 2005: 35 (6): 473-483



# ZÁVĚR

- pohybová aktivita při jejím pravidelném provádění vzniká řada blahodárných efektů v oblasti fyziologických regulací a adaptací, svalové síly a flexibility. To zvyšuje mobilitu a samostatnost.
- pozitivně ovlivňuje psychický stav
  - ↑ psychická pohoda
  - ↑ kognitivní funkce
  - ↓ depresivní ladění
  - posiluje sociální kontakty



↑ KVALITA  
ŽIVOTA

# POUŽITÁ LITERATURA

- PLACHETA, Z., SIEGLOVÁ, J., ŠTEJFA, M. a spol. *Zátěžová diagnostika v ambulantní a klinické praxi*. Praha: Grada Publishing 1999. ISBN 80-7169-271-9
- Brooks, G.A. – Fahey, T.D., 1987; Löllgen, H. a kol., 1997
- Nair, K.S. Aging muscle. *Am J Clin Nutr* 2005;81:953-63
- DIRKS, A., J., LEEUWENBURGH, CH. *The Role of Apoptosis in Age-Related Skeletal Muscle Atrophy*. *Sports Med* 2005: 35 (6): 473-483
- Exercise prescription for the elderly, R.S. Mazzeo and H. Tanaka, *Sports medicine* 2001, 31 (11), 809-818, USA
- Skeletal muscle damage with exercise and aging, G. L. Close a kol., *Sports medicine* 2005, 35 (5), 413-427, UK
- JUBRIAS, S., A., ESSELMAN, P., C. PRICE, L., B., CRESS, M., E., CONLEY, K., E. *Large energetic adaptations of elderly muscle to resistance and endurance training*. *J Appl Physio.* 2001. 90: 1663-1670
- Adapted from American College of Sports Medicine: *ACSM Resource Manual*, 3rd edition. William & Wilkins, 1998
- Přednáška Doc. Radvanského 1. listopadu 2006, Mgr. studium Fyzioterapie, 2.LF Motol.
- Přednáška MUDr. Matouše, 3. Ročník Bc. studia Fyzioterapie, 2.LF Motol.
- Adapted from National Institute of Aging: *Exercise for old adults*:  
[www.nihseniorhealth.gov/exercise/toc.html](http://www.nihseniorhealth.gov/exercise/toc.html)