



Děti a pohybová aktivita

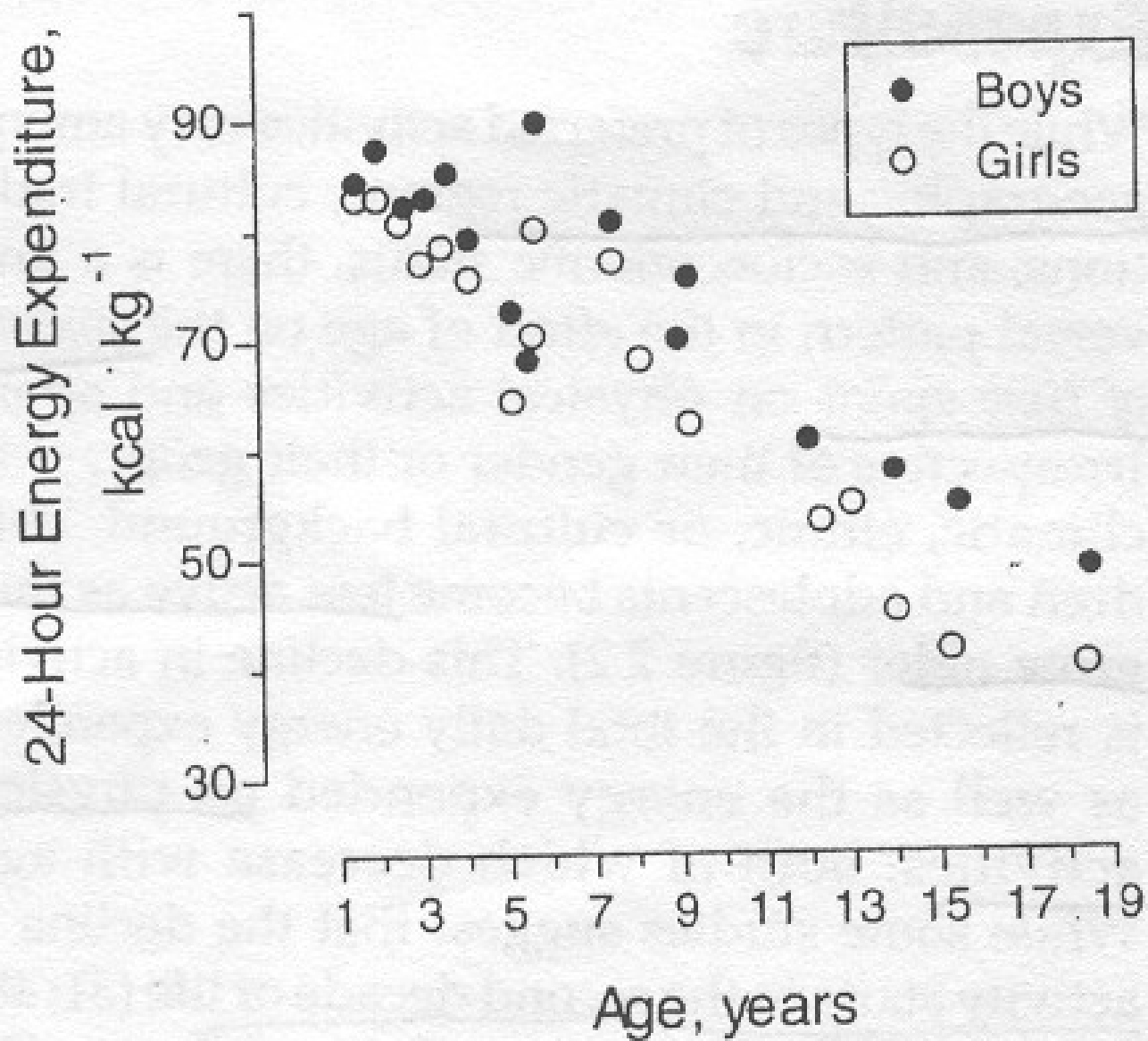


Vliv PA na výkonnost dětí

- Většina studií nenašla u dětí do puberty souvislost mezi intenzitou PA a výkonností. Důvody jsou nejasné. Je možné, že spontánní PA nahrazuje organizovaný trénink, při kterém volného pohybu ubývá. U intenzivně vytrvalostně trénovaných chlapců byl vzestup VO₂ max jen 5% (23 studií) zatímco u dospělých až 20%.
- U některých malých skupin však ale výjimečně až 20%, je však možné, že efekt je způsobem výběrem účastníků (selekce nejlepších, kteří možná zdělili vlastnosti usnadňující větší výkonnost)

Rozdíly v PA v průběhu vývoje

- V první věkové dekádě převládá PA v podobě krátkých intenzivních zátěží v trvání do 10-20 s. Energeticky hrazeno fosfáty. Pak v průběhu krátké pauzy nastává resyntéza ATP, sice anaerobní fáze ale bez vzniku La.
- Ke konci tohoto období ji spontánní PA nejrůznějšího druhu převládá stále intermitentní způsob zátěže. Výhoda pro venkovské děti, městské musí spíše využívat organizovanou PA a sport. Doporučený rozsah PA je minimálně 1 hodina denně, o víkendu více. Ve druhé dekádě počíná pokles PA, který vrcholí v 18-20 letech, činí ročně 1,8-2,7% u chlapců a 5-8,4% u dívek.

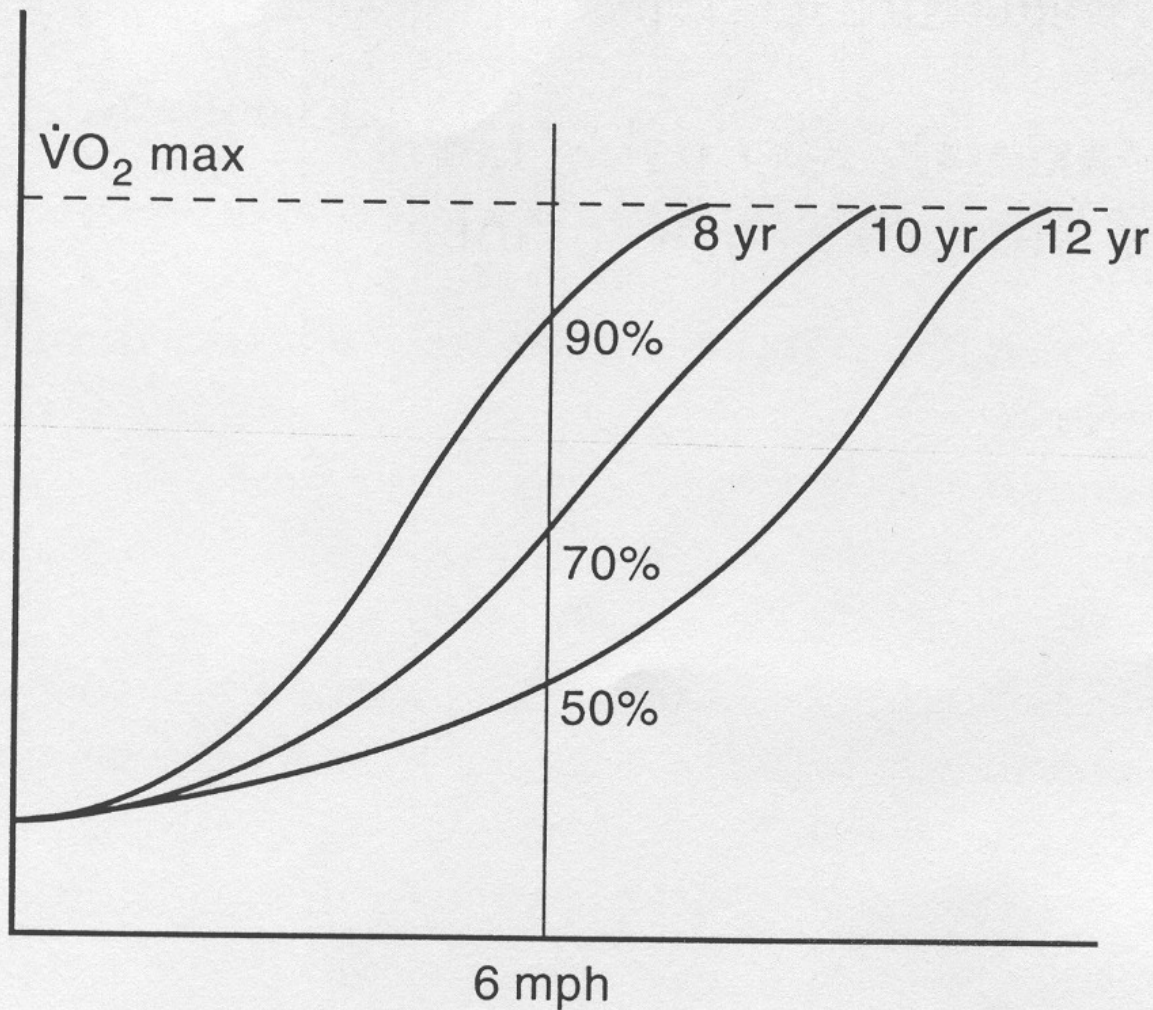


Ovlivnění oběhu tréninkem

- U dospělých se zvyšuje hmotnost myokardu při zvýšení odporové zátěže a dutiny při zátěži objemové, tj. při silovém nebo vytrvalostním tréninku. **Toto u dětí do puberty chybí.** Nevzniká u nich žádné sportovní srdce. Zvyšuje se však PV, žilní návrat a celkový Hb. Vytrvalostním tréninkem se po delší době zvyšuje SV nejlépe vyjádřený pomocí indexu SV (SV/povrch těla).
- SF: u adaptovaných je bradykardie, snad vyšším tonem parasympatiku a vyšším SV, takže MV je stejný.

Spotřeba kyslíku v % maxima na lokomoci na kg hmotnosti v různém věku. Menší děti vydávají více energie

• Věk, roky	• % zvýšení
• 5	• 37
• 7	• 26
• 9	• 19
• 11	• 13
• 13	• 9
• 15	• 5
• 17	• 3



► FIGURE 5.3 Improvements in running economy with age mean that the older child works at a relatively lower intensity (percentage of $\dot{V}O_2 \text{ max}$) at the same speed.

Reprinted by permission from T.W. Rowland 1989.

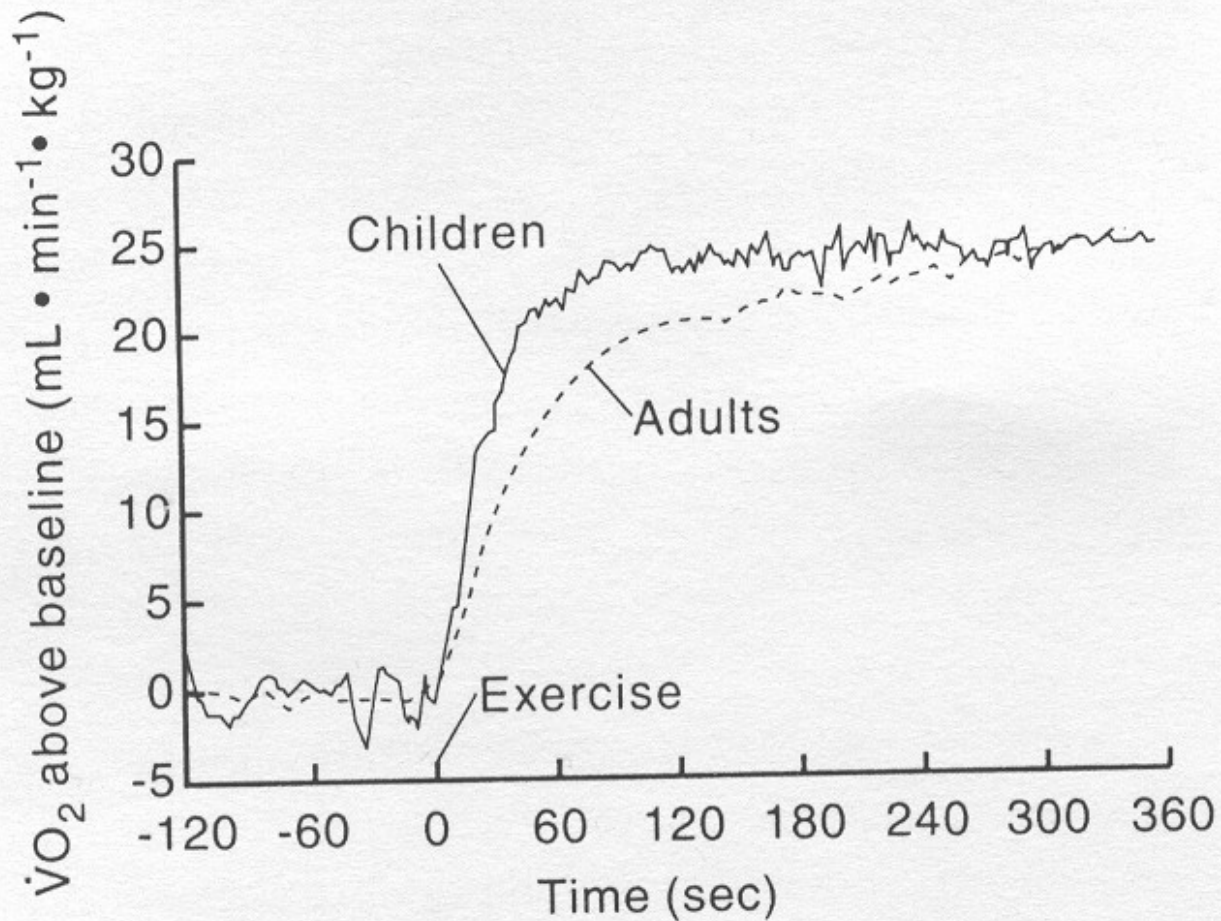
Příčiny nižší pracovní účinnosti v dětském věku

$$\text{Pracovní účinnost} = W \cdot 100 / (E - e)$$

- 1. Vyšší klidový metabolismus, zvýšený o růstovou složku
- 2. Vyšší náklady na ventilaci
- 3. Vyšší kroková frekvence
- 4. Nižší návratnost z elastických sil
- 5. Nerovnováha při kontrakci větších svalových skupin
- 6. Větší podíl neúčelných pohybů
- 7. Vysoký podíl ko-kontrakce antagonistických svalů.
Současná krátkodobá kontrakce agonistů a antagonistů, zajišťující stabilitu kloubů a kontrolu pohybů, zvyšuje však energetickou náročnost. Největší vliv bod 3 a 7.

Iniciální deficit kyslíku

- **Vzestup dodávky kyslíku** je u dětí odlišný od dospělých, **probíhá především rychleji**. Teoreticky by měla spotřeba kyslíku narůst okamžitě na začátku zátěže, to však není možné, protože oběh není ještě připraven. Vzniká proto **iniciální kyslíkový deficit**, který představuje to množství kyslíku, které chybí, aby mohla být prováděná zátěž hrazena od začátku plně oxidativně. Toto množství je při relativně stejné zátěži u dítěte **absolutně i relativně nižší než u dospělého**.



► FIGURE 5.9 Mean $\dot{V}O_2$ responses to the same work rate in children and adults, demonstrating faster oxygen kinetics in the children (from reference 5).

Reprinted by permission from Armon et al. 1991.

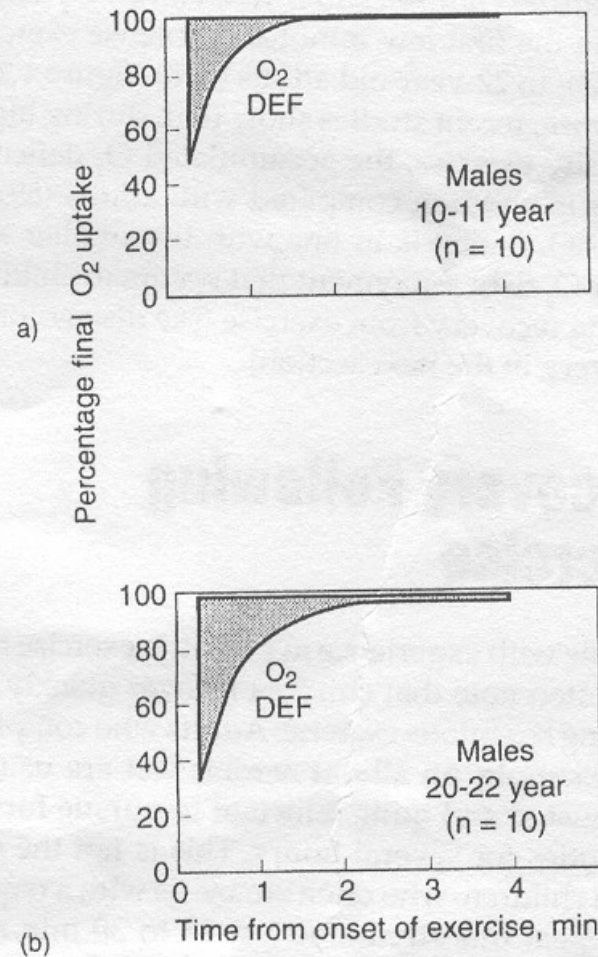


FIGURE 1.23 Oxygen deficit of children and adults. O_2 uptake transients of 10- to 11-year-old boys (top) and 20- to 22-year-old men (bottom) who cycled at 90% to 100% of their predetermined maximal aerobic power. Adapted from Máček and Vávra 1980 (278).

Reproduced, with permission, from Bar-Or 1982 (36).

Rozdíl v adaptaci na pohybový stres mezi dětmi a dospělými

Aerobní trénink VO_2 max u dětí nezvyšuje více jak o 5%, u dospělých až 20%

- **Nejsou velké rozdíly mezi získáním VO_2 max při spontánní aktivitě a organizovaným tréninkem**
- Vysvětlení: přímá relace k aktivní hmotě, PV, více oxidativních enzymů, dědičnost se uplatňuje asi ze 40-60%, která může ovlivnit hlavně oběh výhodnějšími poměry SV, SF a žilního návratu, negativní relace k % tuku.
- Analýza obtížná, protože u dítěte působí stejnosměrně jak růst a vývoj, tak i vliv tréninku

Rozdíl v adaptaci na pohybový stres mezi dětmi a dospělými

navíc při tělesné pohybové aktivitě organizovaného typu ve školní výuce průměrná TF klesá v porovnání s běžnou neorganizovanou pohybovou aktivitou ve venkovním prostředí

Respirační ústrojí

- Změny se v podstatě neliší od dospělých tj.
 - Zvýšená VC, FEV1, aj. Při obtížné ventilaci např. proti odporu se zvyšuje využití kyslíku vyšší extrakcí. Podle starších názorů hyperventilaci vyvolává acidóza z produkce La. Specifický trénink respiračních svalů je vhodný pouze při jejich zhoršené funkci.
 - Dechová frekvence sub- i maximální se v průběhu růstu snižuje ze 66 asi o 10 dechů.

Trénovatelnost v dětském věku

- U dospělých výsledek nepochybný
- U dětí jsou změny současně ovlivněny vývojem a růstem protože efekt je většinou stejnosměrný např.
- $SF \downarrow$, $TK \uparrow$, $SV \uparrow$, $MV \uparrow$, $La \uparrow$, mění se metabolismus, enzymatická výbava, větší podíl glykolytické fosforylace.
- Měření intezity tréninku spotřebou kyslíku (obtížné) snadnější pomocí % SF, doporučená intezita tréninku je
- 60-70% VO_2 max nebo 70-80% SF max.

Změny vyvolané tréninkem

- **Aerobní trénink s přiměřenou částí vytrvalostní:**
- Zvýšení enzymatické kapacity, objemu mitochondrií, zásob myoglobinu, glykogenu a triglyceridů ve svalech, u dětí hypertrofie jen v omezené míře. Průřez svalových vláken nejvíce trénovaných svalů se zvýší v a po pubertě až o 10%. Děti spalují podstatně více tuku a méně sacharidů než dospělí.
- **Anaerobní trénink vyvolá jen menší změny.**
- Anaerobní schopnosti jsou u dětí omezené. S vývojem se postupně zvyšují, až po pubertě dosahují hodnot dospělých. K měření se používá **Wingate test**. Roste kapacita enzymů PPK a dalších, zvyšují se i zásoby glykogenu.

Trénink svalové síly u dětí

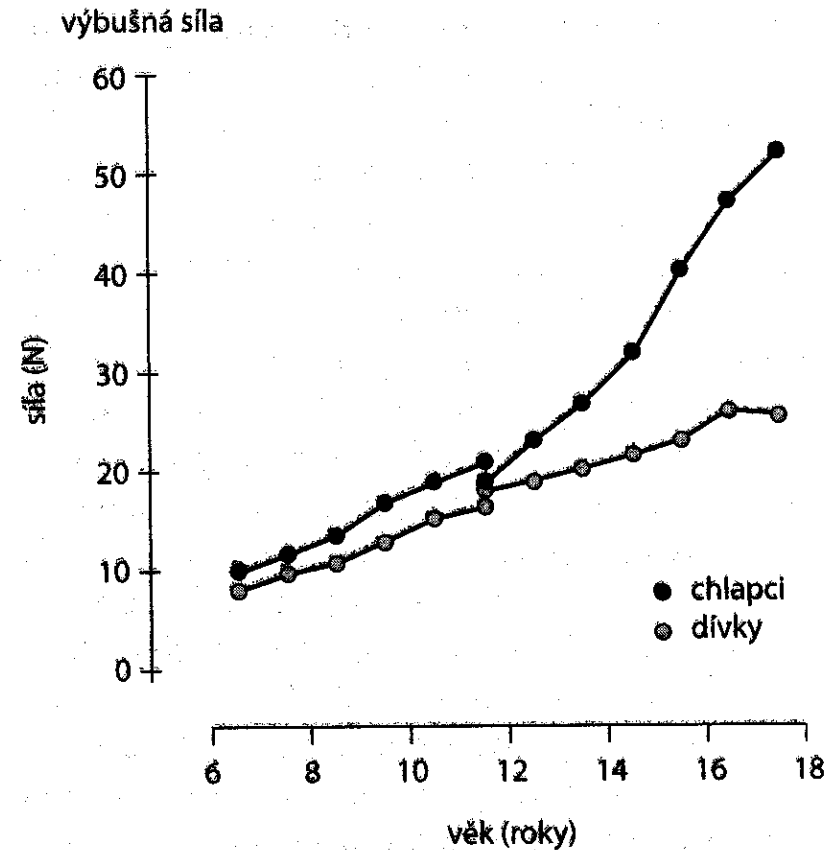
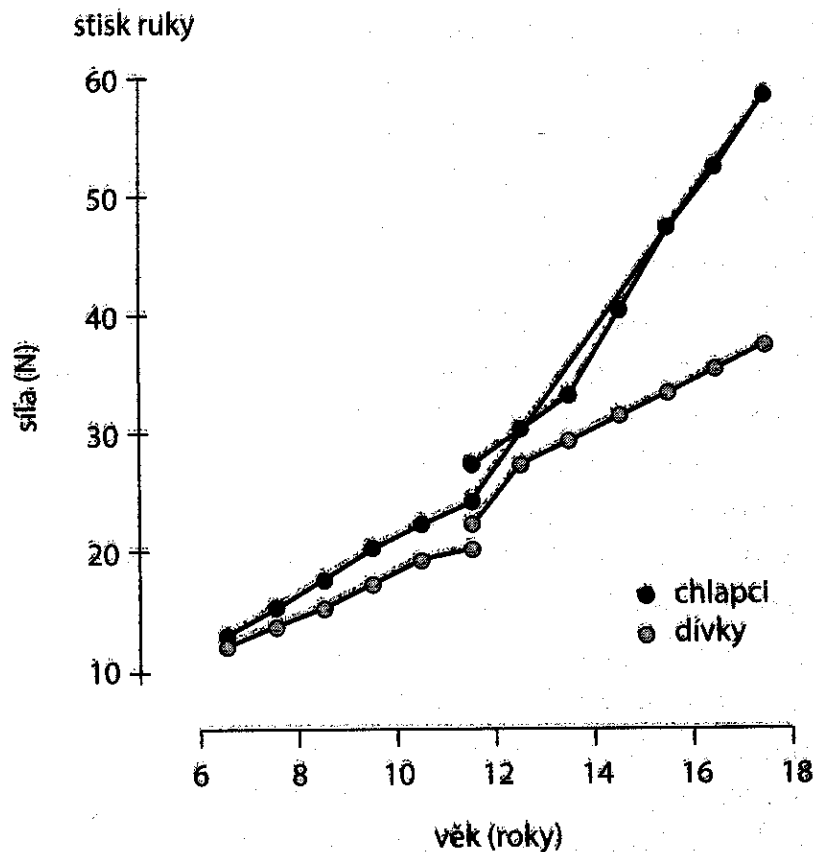
- Původní názor, že trénink síly před pubertou je nevhodný byl opuštěn. Naopak doporučuje se začít v první dekádě, asi od 7. roku. Relativní přírůstky jsou vysoké, na rozdíl od dospělých se u dětí neroste objem svalu, zvyšuje schopnost aktivace motorické jednotky. Riziko poškození hybného systému se sníží používáním **odporového** tréninku a ne silového (vzpírání).
- (doporučení Am. Ped. Akad.)

Odporový trénink u dětí

Zvýšení síly u prepubertálních chlapců není provázeno zvětšením svalů pro nedostatek testosteronu. Intenzita 1RM vyvolala při tréninku „bench press“ zvýšení síly o 30%. Stejně působí krátké sprinty a podobné výkony. Jinou formou jsou krátké silové zátěže do 30 s, které současně zvyšují i anaerobní kapacitu. Zvyšují množství glykogenu i enzymatickou kapacitu. Jejich zvýšení je limitujícím faktorem.

Soubor rychlostních a silových prvků použitý u 11letých hráčů kopané vyvolal zlepšení o 20% v běhu na běhátku při stoupání 18% proti kontrolám. Není jasné zda je příčinou jen lepší koordinace nebo též metabolické změny.

Vzrůst síly



Obr. 6.12. Vzrůst síly vzhledem k věku. Průřezová data flexorů lokte a extenzorů kolena od 5 do 17 let. Hodnoty udávány v newtonech (N). Podle (1)

Riziko poškození sportem

- Riziko poškození sportem je dnes podstatně nižší než nebezpečí a zdravotní defekty, které mohou vzniknout z nedostatku pohybové aktivity v dětství a následného sedavého způsobu života v dospělosti. Nedostatek podnětů k optimálnímu vývoji motorických funkcí, podmínky pro vznik obezity již v raném dětství hrozí většině dětí.
- **Proto místo tlumení dětské aktivity přehnanou opatrností a někdy obtížného povolování závodního sportu podporujme a využijme všechny možnosti, které dětskou aktivitu podporují.**
- Povolení lékaře potřebuje spíše ten který, vede sedavý způsob života, než ten, který je pohybově aktivní.

Vliv zvýšené aktivity

- Příznivé změny jak bezprostředně, tak i v dospělosti
- Celkové zvýšení adaptace na tělesnou zátěž,
- \uparrow VO₂max, , \uparrow ekonomika pohybu, \uparrow svalová síla, \uparrow pobytem venku odolnost, prevence osteoporózy
- \uparrow pevnější kostra v dospělosti, \downarrow menší riziko ICHS,
- prevence obezity a diabetu II typu v dospělosti.

Vliv tréninku na kostní systém

- **Prepubertální věk** je nejvíce citlivý na zvyšování kostní hustoty. U 95 dívek, které hrály intenzivně tenis, byla nejvyšší hustota na prox. humeru a dist. radiu. 10 měsíční program her a odporového tréninku zvýšil významně kostní hustotu u prepubertálních dívek, ale **ne u postpubertálních**. **O vzniku osteoporózy rozhoduje PA v dětství!!!**

Zátěžové testy u dětí

- Při indikaci, volbě protokolu a při interpretaci výsledků zátěžového testu je třeba brát na zřetel:
 - 1.) **somatické předpoklady**
 - - biologický věk (kostní věk, zubní věk, aktuální výška těla,...)
 - - parametry tělesného vývoje (přepočet na hmotnost, povrch těla, stavba těla – tuk, somatotyp,...)

Zátěžové testy u dětí

- 2.) **fyziologické zvláštnosti**
- - energetický metabolismus (nižší schopnost anaerobního využití energie = nižší laktát, převaha oxidativního krytí = rychlejší dosažení rovnovážného stavu, podobné hodnoty VO_{2max} jako dospělý)
- - kardiopulmonální funkce (vyšší TF při submaximálním zatížení, nižší TK v submaximu, vyšší VE_{max} ,...)

Zátěžové testy u dětí

- - termoregulace (zvýšená výměna tepla mezi povrchem těla a okolím, snížení odvádění tepla pocením, pomalejší aklimatizace,...)
- - psychické faktory (menší motivace,,...)
- - neuromuskulární funkce (rozdílné pohybové schopnosti)

Zátěžové testy u dětí

- 3.) **specifické nemoci u dětí**
- - kardiovaskulární patologie (koarktace aorty,...)
- - dýchací ústrojí (astma,...)
- - metabolické a hormonální nemoci (anorexia mentalis,...)

Zátěžové testy u dětí

- 4.) **technické zvláštnosti**
- 5.) **interpretační zvláštnosti**
 - - různá období růstu
 - - rozdílná kritéria hodnocení zátěžových testů (např. W170 má nižší validitu)



Sport ve stáří



Stárnutí a starší sportovci

- muži i ženy > 40 let soustavně trénují i závodí
- pro kondici a rekreaci
- někteří trénují systematicky a intenzivně se připravují na závody

- v disciplínách vytrvalostních, silových i individuálních hrách je jejich schopnosti mnohem větší než netrénovaných vrstevníků

- po 4. a 5. dekádě pokles výkonnosti

•
•
•

Které fyziologické změny vedou ke snížení tolerance cvičení s přibývajícím věkem?

Může intenzivní pohybová aktivita představovat zdravotní rizika u starších atletů?

Do jaké míry jsou sportovci středního a staršího věku trénovatelní?

•
•
•

Při vyšetření starších osob se zaměříme na

- kardiorepirační výkonnost
- svalovou sílu
- složení těla

- **jak mohou tyto změny ovlivnit výkonnost**
- **jak lze tréninkem zlepšit výkonnost starších sportovců**



Jaký vliv má stárnutí na sportovní výkonnost?



Rekordy v běhu, plavání, cyklistice a vzpírání ukazují, že nejvyšší výkonnost je ve 20. a časných 30. letech života.

Změny kardiorespirační vytrvalosti s věkem

- pokles centrální i periferní cirkulace
- $VO_2\text{max}$ klesá o 0,8-1,1 ml/kg/min za rok do 70 let
- přepočteno na FFM není rozdíl mezi muži a ženami
- důvodem v první řadě **snížení TFmax a SV**
- je-li intenzita a objem tréninku na vysoké úrovni i po 50. roce věku, je pokles menší

Změny $\dot{V}O_2\text{max}$ trénovaných a netrénovaných mužů

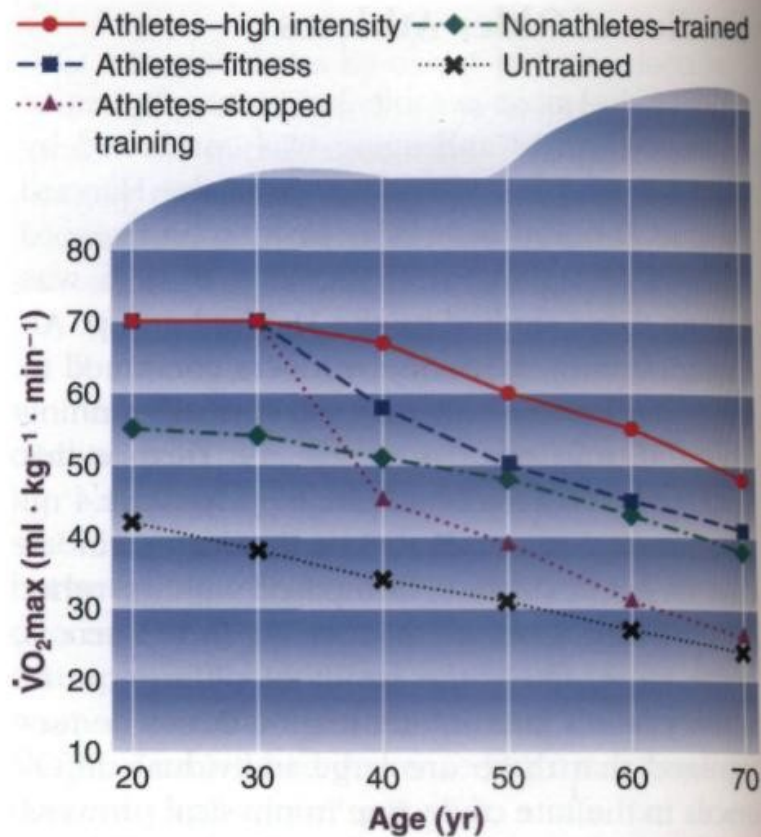


Figure 17.6 Changes in $\dot{V}O_2\text{max}$ with age for trained and untrained men.

Změny respirace s věkem

- VC i FEV₁ klesá lineárně od 20-30 let
- RV stoupá, TLC se nemění - může být vyměněno méně vzduchu (stoupá poměr RV:TLC)
 - ve 20 letech činí RV 18-22 % TLC
 - v 50 letech 30 i více %
 - kouření tento trend akceleruje
- úbytek elasticity plicní tkáně a stěny hrudníku

- Změny vyrovnány změnami max. kapacity ventilace
- $V_{E_{max}}$ 4-6letých chlapců kolem 40 l/min
v dospělosti 110-140
u 60-70letých mužů 60-80
u žen v souvislosti s menší výškou nižší hodnoty
- Pokles VC u starších atletů nemá vztah ke změnám externí ventilace
- Během vyčerpávajícího cvičení normálně aktivní i trénovaní starší dosáhnou skoro maximální arteriální saturace O_2 97%

Limitace spojena spíše s transportem O₂ do svalů

- pokles fHmax a SV
snižuje se minutový srdeční výdej a průtok krve cvičícími svaly
- max a-v O₂ diff je menší u starších osob, je extrahováno méně kyslíku

Kardiovaskulární změny s věkem

- **pokles HR max**

u dětí HR max > 200/min

průměrný 60letý 160/min

HR max = 220 - věk

odchylka +/- 20

- snížení HR max s věkem stejné u sedentary i trénovaných
- HR max klesá o méně než 1/min na každý rok věku

Morfologické a elektrofyzilogické změny

- vedení zejména SA uzlu a Hissovu raménku
- snížená regulace beta-1 receptorů v srdci snižuje citlivost srdce na stimulaci katecholaminy
- snížení aktivity sympatiku a změny vodivého systému v srdci

Snížení srdečního výdeje (SV)

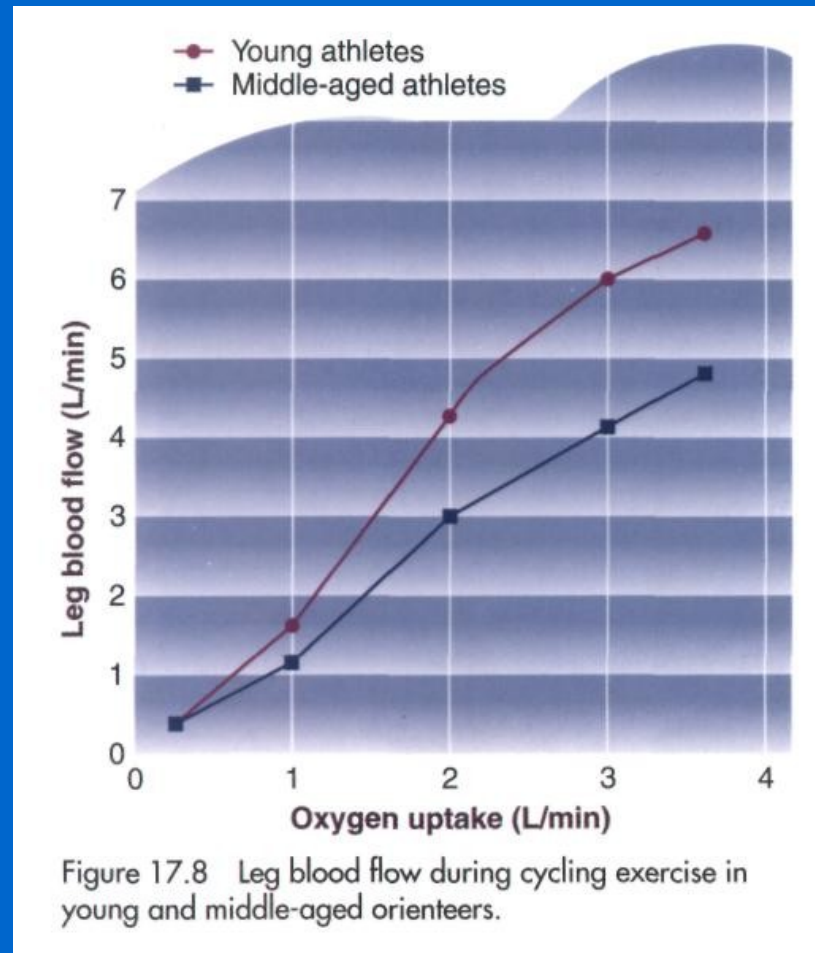
- zvýšení celkové periferní rezistence
- snížení compliance v arteriích
- možná redukce kontraktility levé komory
- maximální SV a Q klesá s věkem

SV se udrží u sportovců, kteří dále trénují,
ale je nižší než u mladých sportovců

Periferní cirkulace

- klesá s věkem, i když kapilární hustota ve svalech nezměněna
- redukce průtoku o 10-15% cvičícími svaly u mužů středního věku vytrvalostně trénovaných ve srovnání s trénovanými mladými
- je nahrazen zvýšením a-v O_2 diff při submax. výkonu
- zvýšení periferní resistance, ztráta elasticity a menší schopnost vasodilatace
- zvýšení TK v klidu i při cvičení

Průtok krve DK během jízdy na kole u sportovců mladého a středního věku



Maximální aerobní výkonnost

- snížení PA, přírůstek hmotnosti, věkové změny respiračního a kardiovaskulárního systému se kombinují
- pokles $VO_2\text{max}$ 10% na každou dekádu po 25. roce věku
- složení těla a PA konstantní - úbytek jen 5%
- trénují stejnou intenzitou a objemem jako mladší - pokles menší než 1-2% za dekádu do 50 let

a) schopnost postavit se ze sedu b) síla extenze kolena

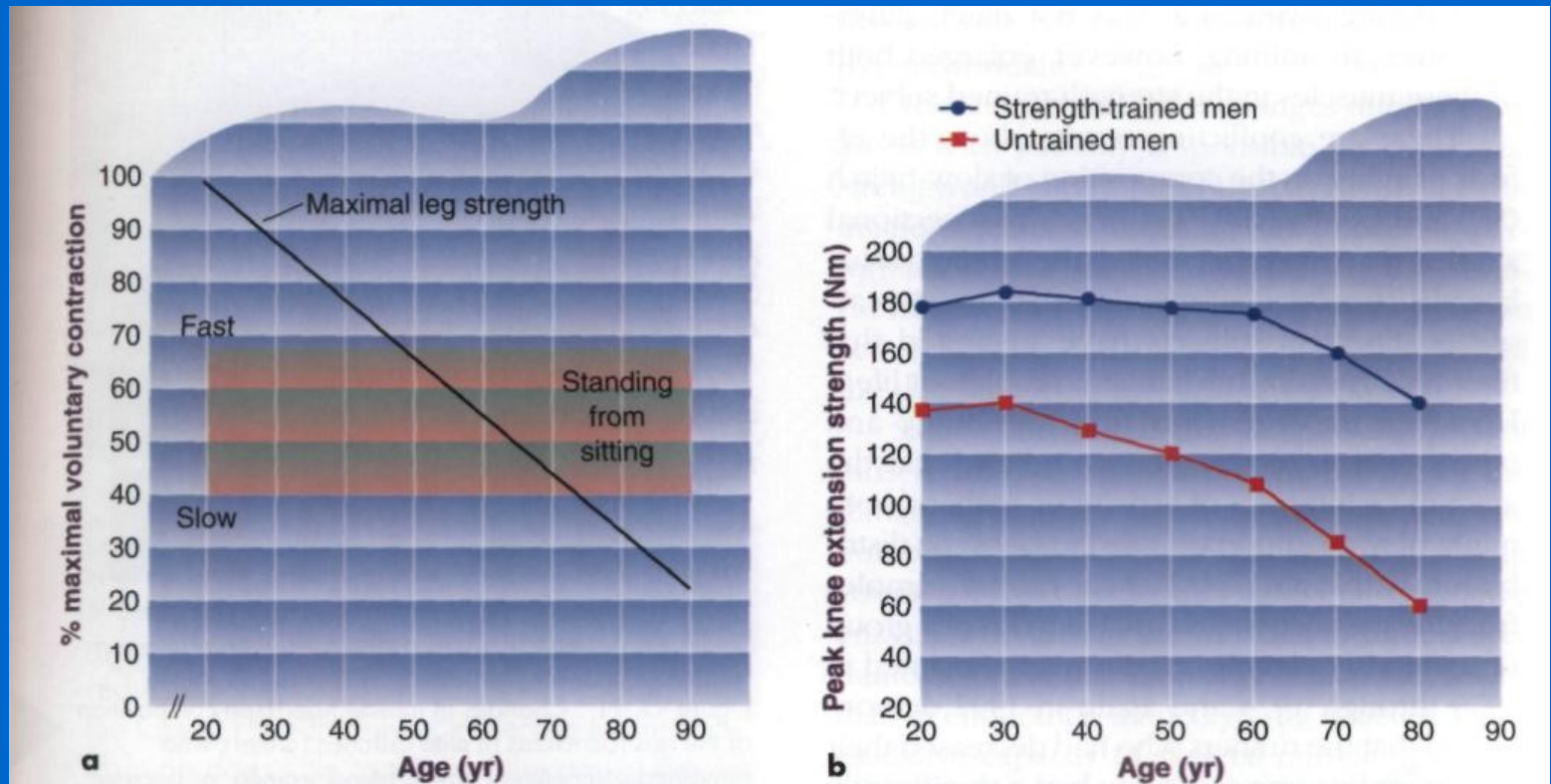


Figure 17.9 (a) The ability to stand from a sitting position is compromised at age 50, and by age 80 this task becomes impossible for some people. (b) Changes in peak knee extension strength in untrained and trained men at various ages. Note that older men (e.g., 60 to 70 years) who strength-train can have knee extension strength equal to or greater than individuals who are only a third their age. MVC = maximal voluntary contraction.

CT HK tří 57letých mužů stejné hmotnosti
a) netrénovaný, b) trénovaný plavec, c) silově trénovaný

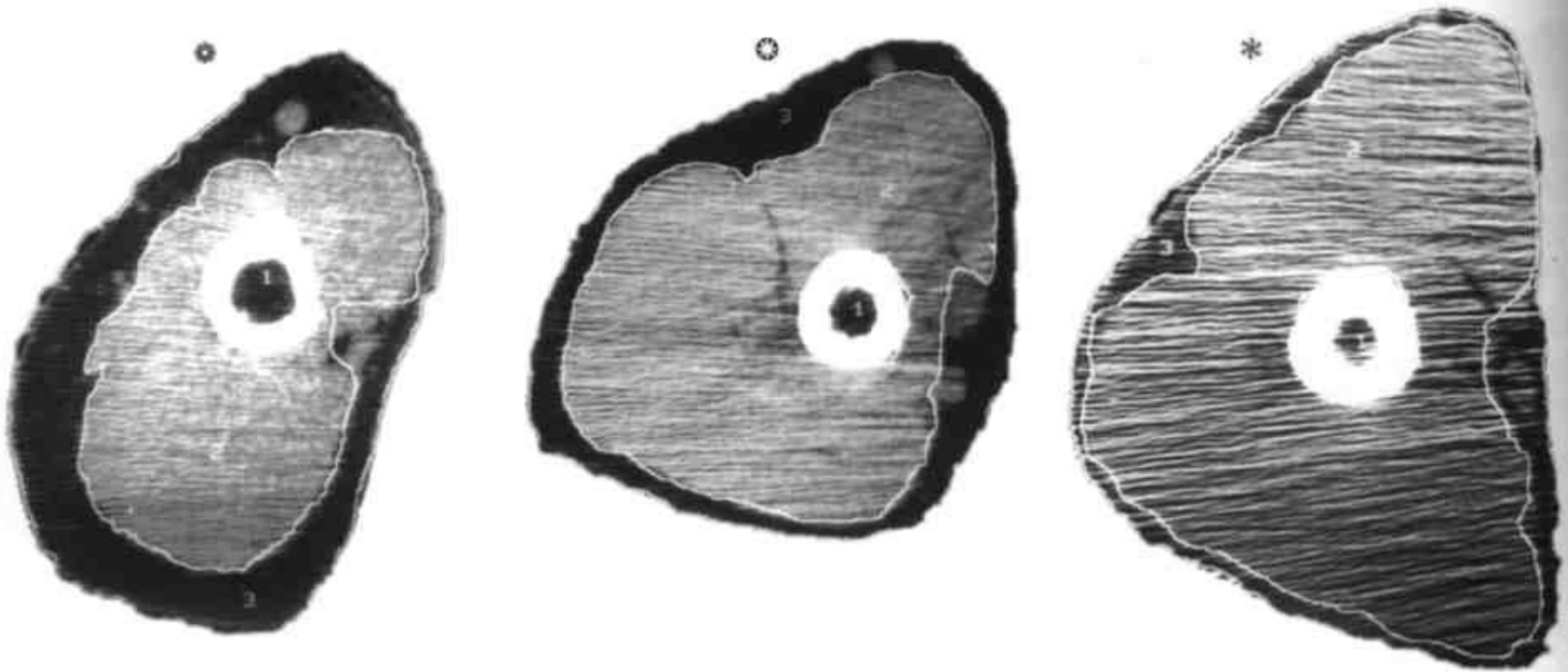


Figure 17.10 CT scans of the upper arms of three 57-year-old men of similar body weights. The scans show (1) bone, (2) muscle, and (3) subcutaneous fat. Note the difference in the muscle areas of the (a) untrained man, (b) swim-trained man, and (c) the strength-trained man.

Změny síly se stárnutím

- maximální síla klesá trvale
- úbytek síly v první řadě úbytkem svalové hmoty
- u normálně aktivních přesun k většímu % ST vláken je způsoben úbytkem FT vláken
- klesá celkový počet a průřez svalových vláken
trénink zmenšuje úbytek velikosti průřezu
- zpomaluje schopnost NS detekovat stimulus a zpracovat informaci k vytvoření odpovědi

Složení svalových vláken m. gastrocnemius dříve elitních vytrvalců

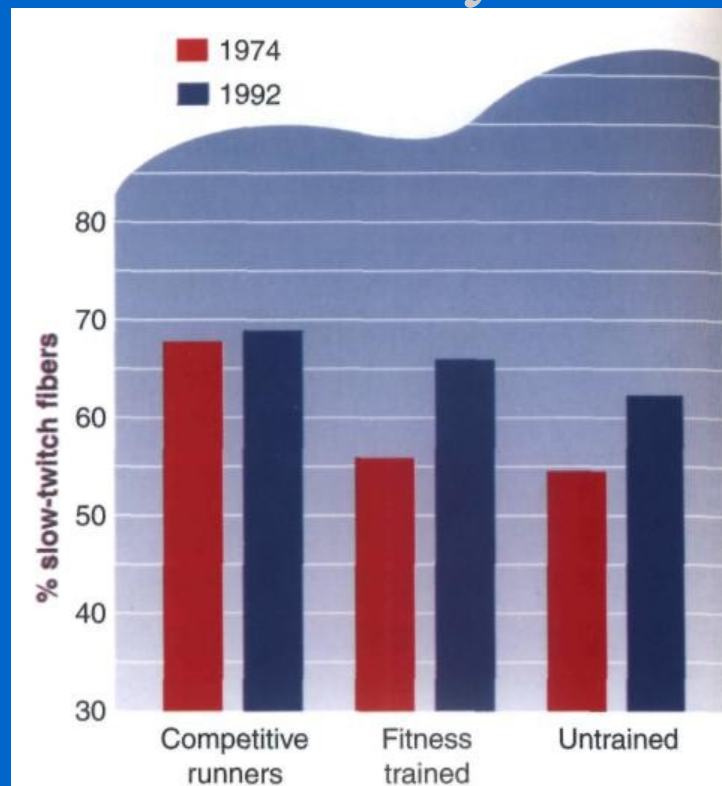


Figure 17.11 Changes in muscle fiber-type composition of the gastrocnemius in elite distance runners who remained competitive, stayed fitness-trained, or became untrained during the 18 years between the tests. Note that the runners who continued to compete showed no change in percentage of slow-twitch fibers, while the less-fit and untrained individuals experienced an increase in percentage of slow-twitch fibers.

Silový trénink

- muži věku 60-72, silový trénink, 12 týdnů, 80 % 1RM extenze a flexe kolen
- síla extenze se zvýšila o 107%, flexe o 227%
- CT zjištěna hypertrofie svalů
- biopsie m. vastus lat.
CSA ST vláken se zvětšila o 33,5%
FT vláken o 27,5%

•
•
•

Aerobně odporový program 50 týdnů

- **ženy průměrného věku 72 roků**
- **zvýšení síly nohou o 6 %**
- **zvětšení CSA o 29% jen FT vláken**

Trénink nemůže zastavit proces
biologického stárnutí,
může ale snížit vliv stárnutí na
výkonnost

Mnoho změn způsobeno inaktivitou,
jestliže staří lidé trénují, mnohé z
těchto změn jsou mírnější



Složení těla a stárnutí

po dosažení dospělosti množství tělesného tuku stoupá

- zvýšený příjem energie potravou
- snížení PA
- snížená schopnost mobilizovat tuk
 - po 30. roce věku progresivně klesá FFM
- úbytek svalové hmoty a minerálů kostí – částečně vlivem snížené PA

•
•
•

Tělesný tuk fyzicky aktivních lidí signifikantně nižší než stejně starých sedentary osob

	% tuku	
	muži	ženy
vysoce trénovaní běžci	11	18
sedentary	19	26
plavci	15	23

- vysoký kalorický výdej
- vědomá monitorace stravování

-
-
- % tělesného tuku u normálních mladých a starších mužů a žen a sportovců mistrovské třídy

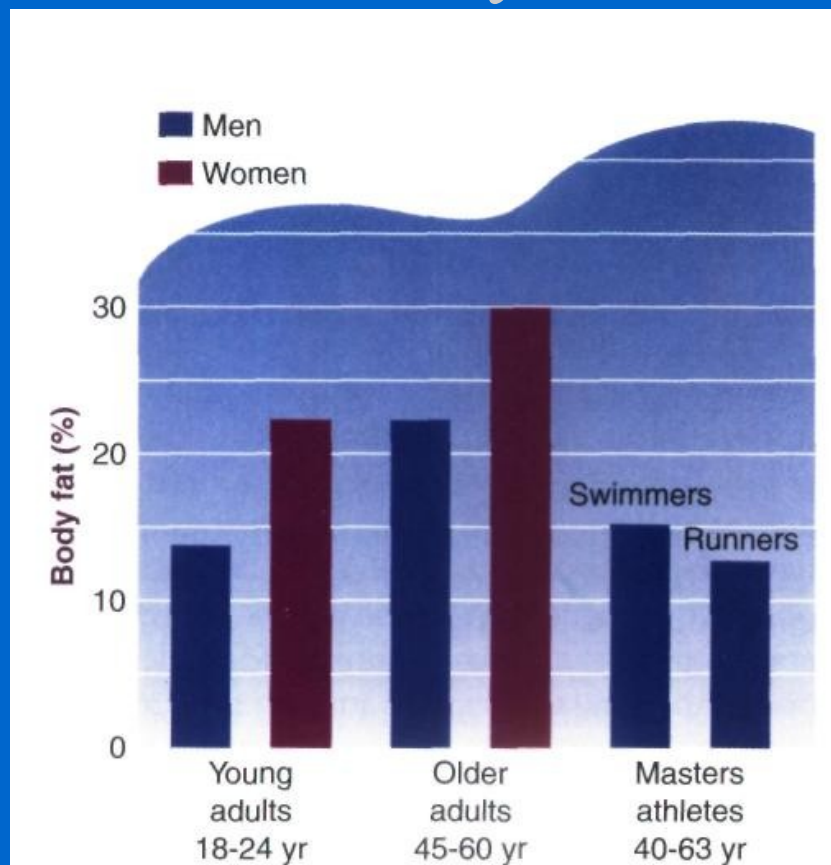


Figure 17.12 Relative body fat for normally active young adults, normally active older adults, and Masters-level runners and swimmers.

Trénovatelnost starších sportovců

- sportovci středního a staršího věku jsou schopni výjimečných výkonů
- vytrvalostní trénink vede k podobným přínosům u zdravých bez ohledu na věk, sex, výchozí kondici
- u starších *větší přírůstek oxidativní kapacity svalů*
- u mladších *zvýšení minutového srdečního výdeje*
- trénink ovlivní i schopnost zvýšit svalovou sílu a hypertrofii svalů

•
•
•

50 % inaktivita : 50 % stárnutí

- **Mnoho změn provázejících stárnutí je způsobeno inaktivitou.**
- **Jestliže staří lidé trénují, změny mírnější.**

Zátěžové testy u seniorů

- - nad 65let věku?
- - prudké zhoršení biologických funkcí
- - fragilita pohybového systému!!!
- - menší svalová síla, pomalejší nástup rovnovážného stavu a uklidnění
- - nižší TF, kratší diastola, VO₂max (již od 3.decenia), VC, VE, vyšší TK(elasticita cév)
- - kratší doba vyšetření
- - lépe delší schody s menší intenzitou