

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

LÉKAŘSKÁ FAKULTA V PLZNI

Obor hygiena, preventivní lékařství a epidemiologie

## **DISERTAČNÍ PRÁCE**

### **Kardiorespirační zdatnost u sportující populace**

MUDr. Jaroslav Novák  
Ústav tělovýchovného lékařství LF UK v Plzni

**Školitel:**

Prof. MUDr. Václav Zeman, CSc.

2015

## Seznam použitých zkratk

OTVL FN – Oddělení tělovýchovného lékařství ve Fakultní nemocnici Plzeň

ÚTVL LFP – Ústav tělovýchovného lékařství Lékařské fakulty UK v Plzni

ISS Šumava – Informační a strážní služba Šumava

$W_{max}$  maximální výkon na bicyklovém ergometru

$W_{170}$  pracovní kapacita, předpokládaný výkon při TF 170/min

$VO_{2max}$  maximální spotřeba kyslíku

$W_{max}/kg$  přepočet  $W_{max}$  na kg tělesné hmotnosti

$W_{170}/kg$  přepočet  $W_{170}$  na kg tělesné hmotnosti

$VO_{2max}/kg$  přepočet  $W_{max}$  na kg tělesné hmotnosti

BMI Body Mass Index

$f_{STPD}$  korekční faktor k přepočtu na standardní klimatické podmínky

$f_{BPTS}$  korekční faktor k přepočtu na poměry v plicích

TF,  $TF_{max}$  tepová frekvence a maximální tepová frekvence

$TK_s$  krevní tlak systolický

$TK_d$  krevní tlak diastolický

MET jednotka klidového metabolismu (metabolická jednotka)

R korelační koeficient

SD směrodatná odchylka

Q minutový objem srdeční

SV tepový objem

ICHS ischemická choroba srdeční

FEV-1s objem vzduchu vydechnutý s maximálním úsilím za 1s

FVC vitální kapacita plic

## **Obsah**

1. Úvod	5
2. Cíle práce	7
3. Výběr osob	8
3.1 Charakteristika skupin sportovců a kontrolní skupiny	11
3.1.1 Skupina A (Vytrvalci)	11
3.1.2 Skupina B (Hráči kolektivních sportovních odvětví)	12
3.1.3 Skupina C (Ostatní sportovci)	14
3.1.4 Skupina D (Kontrolní – nesportující osoby)	14
4. Metodika	16
4.1 Antropometrické parametry	16
4.2 Skríninková neinvazivní vyšetření	17
4.3 Zátěžový test na bicyklovém ergometru	17
4.4 Přístrojové vybavení – ergometry	18
4.5 Přístrojové vybavení – měření tepové frekvence	18
4.6 Přístrojové vybavení – měření dechové frekvence	19
4.7 Přístrojové vybavení – analyzátory dýchacích plynů	19
4.8 Přístrojové vybavení - monitorace EKG	20
4.9 Standardizace výsledků	20
4.10 Další parametry vyhodnocované programem Konsil	21
4.11 Pracovní kapacita W170	21
4.12 Maximální spotřeba kyslíku VO <sub>2</sub> max	22
4.13 Limitující faktory VO <sub>2</sub> max	25
4.14 Maximální dosažený výkon	26
4.15 Minutový a tepový objem srdeční	27
4.16 Statistické vyhodnocení	27

5. Výsledky	29
6. Diskuse	36
6.1 VO <sub>2</sub> max a sportovní výkon	36
6.2 Nepřímé stanovení VO <sub>2</sub> max	38
6.3 Tělesná zdatnost a nesportující populace	39
6.4 Kardiorespirační kapacita a složení těla	40
6.5 Kardiorespirační kapacita a ischemická choroba srdeční	41
6.6 Kardiorespirační kapacita a hypertenzní choroba	44
6.7 Kardiorespirační kapacita a plicní choroby	46
6.8 Kardiorespirační kap. a poruchy metabolismu (dyslipidemie, diabetes)	47
6.9 Kardiorespirační kapacita a osteoporóza	49
6.10 Kardiorespirační kapacita a nádorová onemocnění	50
6.11 Kardiorespirační kapacita a psychika	51
6.12 Kardiorespirační kapacita a „detraining“	52
6.13 Kardiorespirační kapacita a věk	54
6.14 Kardiorespirační kapacita a životní styl	57
6.15 Doporučený rozsah pohybové aktivity k udržení tělesné zdatnosti	59
6.16 Predikce VO <sub>2</sub> max podle terénních testů	63
7. Závěry	65
8. Souhrn	69
9. Summary	70
10. Seznam použité literatury	72
Přílohy – seznam	90-94
Přílohy	95-201
Poděkování	202

## 1. Úvod do problematiky

Kardiorespirační kapacita je významným faktorem, podmiňujícím, výkonnost sportovce v řadě sportovních odvětví. Její rozvoj je ovlivněn především úrovní tréninku vytrvalostního charakteru a řadou dalších vlivů, vedoucích k adaptačním změnám organismu. Maximální dosažené hodnoty jsou limitovány věkem a genetickými předpoklady každého jedince. Sportovci v rámci komplexního tělovýchovně-lékařského vyšetření absolvují zátěžový test na bicyklovém příp. běhátkovém ergometru. Výsledky tohoto vyšetření charakterizují aktuální úroveň kardiorespirační kapacity každého jedince. Vyšetřený sám, příp. jeho trenér, jsou poté schopni vyhodnotit dosažené výsledky ve vztahu k tréninkovému procesu, který tomuto vyšetření předcházela, mohou také zjištěných výsledků využít k dalšímu zkvalitnění tréninku a tím k vytvoření předpokladů pro výkonnostní růst.

Obdobnou metodikou je hodnocena kardiorespirační kapacita osob s oslabeným zdravotním stavem příp. osob nemocných, u nichž je zátěžové vyšetření na ergometru indikováno z diagnostických či léčebně-preventivních důvodů. Zjištěné výsledky u těchto osob slouží nejen ke zhodnocení kardiorespirační kapacity, ale jsou současně podkladem k přesným doporučením vhodné pohybové aktivity v rámci komplexní terapie.

Úroveň kardiorespirační kapacity, posuzovaná podle maximální spotřeby kyslíku  $VO_{2max}$  (viz kap. 4.12) je významným faktorem, který souvisí s rizikem metabolického syndromu, ICHS a dalších rizikových faktorů (Kishida a spol. 1997). Při tom úroveň tohoto parametru koreluje významněji s rizikovými faktory ICHS než samotný údaj o pohybové aktivitě (McMurray a spol. 1998). U osob s nízkou  $VO_{2max}$  již devítitýdenní trénink vedl nejen k významnému zvýšení  $VO_{2max}$ , ale současně k redukci rizikových faktorů ICHS.

Kardioprotektivní význam vysoké kardiorespirační kapacity, vyjádřené maximální spotřebou kyslíku, prokázala řada experimentálních studií (Imamura a spol. 2009, Blair a spol. 2001, Eaton 1992, Dannerberg a spol. 1989, Kannel a spol. 1985, Borodulin a spol. 2005 aj.). Určitým problémem rutinního stanovení VO<sub>2</sub>max je potřebné přístrojové vybavení a s tím spojená ekonomická náročnost.

To byl také jeden z hlavních důvodů, proč se řada autorů snažila nalézt metody, jak stanovit VO<sub>2</sub>max nepřímo, aniž by bylo potřebné kompletní technické vybavení. Již Astrand a Ryhming (1954) uvedli nomogram, který bylo možno použít ve stanovení VO<sub>2</sub>max na základě intenzity zátěže při steptestu nebo na bicyklovém ergometru a odpovídající tepové frekvence. Přesnost výpočtu VO<sub>2</sub>max dle této metody byla mnohokrát ověřována. Sami autoři uvedli, že predikce VO<sub>2</sub>max s využitím tohoto nomogramu u trénovaných osob může dosahovat 10% chyby, u méně zdatných osob až 15% chyby (Astrand I. 1960). Důvodem je poměrně značná variabilita tepové frekvence, na jejímž zvýšení se kromě intenzity zatížení mohou podílet i další faktory: dehydratace během intenzivní zátěže či při expozici vyšší okolní teplotě, delší trvání zátěže, emoční stres a další faktory (Astrand a Rodahl 1970).

Nejnověji vypracovali metodiku stanovení VO<sub>2</sub>max na základě odezvy tepové frekvence a rychlost běhu na běhátku finští autoři (Firstbeat Technologies 2014).

Důvodem k použití predikce VO<sub>2</sub>max na základě údajů získaných při submaximální intenzitě zatížení však mohou být i jiné faktory: zdravotní stav vyšetřovaného příp. u trénovaného sportovce riziko ovlivnění závodního výkonu maximální zátěží při zátěžovém testu. V takových případech lze výhodně využít výpočtu na základě linearizace spiroergometrických údajů, získaných při submaximálním zatížení (Bunc a spol. 1988).

Nás však zajímal spíše první problém, jak se co nejvíce přiblížit výpočtem hodnotám VO<sub>2</sub>max v případě, že není k dispozici analyzátor dýchacích plynů, lze však použít přesného dávkování zátěže na bicyklovém ergometru.

## **2. Cíle práce**

Z rozsáhlé databáze všech osob vyšetřených na Ústavu tělovýchovného lékařství FN UK v Plzni a na Oddělení tělovýchovného lékařství Fakultní nemocnice v Plzni v letech 1994 až 2015 byly vybrány protokoly těch vyšetřených, které poskytovaly potřebné údaje. Ty pak využity ke statistickému zpracování tak, aby bylo možno splnit stanovené cíle práce.

1. Stanovení normativů kardiorepirační kapacity u sportovců různého zaměření jejich sportovní specializace. Jednalo se o skupinu zaměřenou na rozvoj vytrvalostních předpokladů, skupinu zaměřenou na herní činnosti (týmové sporty) a skupinu věnující se ostatním disciplinám.
2. Stanovení normativů pro různé věkové kategorie u každé z následujících věkových skupin: a) do 16 let, b) 17-25 let, c) 26-40 let, d) 41-55 let a e) 56 a více let. Jedná se o uznávané parametry založené na vyhodnocení odezvy na zátěže submaximální a maximální intenzity.
3. Porovnání těchto „sportovních normativů“ s normativy uváděnými pro naši populaci a s hodnotami naměřenými u nespportující populace v naší databázi.
4. Porovnání dosažených výsledků jednotlivých skupin s klasifikací NYHA
5. Vyhledání korelačních závislostí mezi zjištěnými parametry kardiorepirační kapacity a parametry maximálního dosaženého výkonu na bicyklovém ergometru. V případě dostatečně těsné korelační závislosti stanovit nejvhodnější regresní rovnice pro výpočet parametrů

kardiorespirační kapacity, aniž by bylo zapotřebí využívat náročného vybavení, potřebného k jejich přímému stanovení.

6. Využití získaných hodnot kardiorespirační kapacity k nepřímému stanovení dalších parametrů, charakterizujících zdatnost organismu – minutového objemu srdečního a tepového objemu. Tyto parametry v rutinní praxi nelze přímými metodami stanovit.

### **3. Výběr osob**

Všechny osoby zařazené do této studie absolvovaly komplexní tělovýchovně lékařské vyšetření jednak na Oddělení tělovýchovného vyšetření Fakultní nemocnice v Plzni (dále OTVL FN – v letech 1995 až 1998) nebo na Ústavu tělovýchovného lékařství Lékařské fakulty UK v Plzni (dále ÚTVL LF – od r. 1999). Důvodem převedení databáze vyšetřených z FN na ÚTVL LF bylo zrušení OTVL FN tehdejšími vedeními FN. Do evidence ÚTVL LF tak přešla současně převážná část klientely OTVL FN, která v případě zájmu docházela nadále na komplexní tělovýchovně lékařská vyšetření do ÚTVL LF.

Databáze obsahovala k datu zpracování výsledků údaje z 5892 vyšetření. Těmto vyšetřením se podrobují tři okruhy osob:

#### **a) Sportovci**

Lze uvést asi tři důvody, pro které tato skupina na vyšetření dochází:

1. Sami sportovci nebo jejich trenéři mají zájem o výsledky vyšetření, aby mohli porovnat účinnost dosavadního tréninkového procesu na řadu parametrů, tréninkovým procesem ovlivňovaných (kardiorespirační kapacita, tělesný rozvoj, složení těla, svalové dysbalance aj.)
2. Sportovci a často i jejich trenéři se zajímají o výsledky vyšetření proto, aby na základě zjištěných parametrů mohli dávkovat tréninkové zatížení v různých fázích tréninkové přípravy. Příkladem takového přístupu



bohužel nikoliv zcela obvyklého) je několikaletá spolupráce s trenérem a hráči fotbalového klubu FC Viktoria Plzeň (Novák a spol. 2013).

3. Sportovci přicházejí na vyšetření ze zdravotní indikace – po přestálém výpadku v tréninku (např. z důvodů infekčního onemocnění s prodlouženou rekonvalescencí či po doléčení těžšího úrazu). Pokud známe sportovcovy parametry z předchozího vyšetření, můžeme takovým vyšetřením přesně určit míru desadaptace (tedy dopad „detrainingu“), příp. dále sledovat rychlost obnovy původního výkonnostního potenciálu. V některých případech odesílá sportovce k vyšetření, zahrnujícímu zátěžový test na ergometru, jeho ošetřující lékař. (týká se např. suspektních nálezů na klidovém EKG). Tyto případy však nejsou příliš časté.

Zatímco v případě 1) a 2) je komplexní tělovýchovně lékařské vyšetření provedeno za úhradu, jejíž výši stanovilo vedení FN resp. LFP, v případě 3) je vyšetření provedeno ze zdravotní indikace.

#### **b) Nesportující zdravá populace**

Také tato skupina přichází ke komplexnímu tělovýchovně lékařskému vyšetření z několika důvodů:

1. Osoby pravidelně zařazující pohybovou aktivitu do svého životního programu, ačkoliv buď nikdy závodně nesportovaly nebo se závodnímu sportu věnovaly jen v určitém omezeném období svého života, zpravidla v mladším věku, a poté již sportují pouze rekreačně, pro zábavu. Je to ta vrstva obyvatel, která pochopila význam pohybové aktivity v životním stylu moderního člověka. Tito lidé se rovněž zajímají o svůj zdravotní stav a tedy i tělesnou zdatnost, o jejíž úrovni jim naše vyšetření může dát odpovídající informaci.
2. Osoby, které buď nikdy nesportovaly nebo které s aktivní sportovní činností dávno skončily. Z osobního přesvědčení však chtějí opět s pravidelnou pohybovou aktivitou „pro zdraví“ začít, současně si však chtějí

nechat poradit, jaká forma a jaký rozsah pohybové aktivity jsou pro ně vhodné.

3. Osoby, u nichž určitá úroveň tělesné zdatnosti je podmínkou výkonu jejich profesního zařazení. Vyšetření pro tyto skupiny obvykle sjednává zaměstnavatel (např. u příslušníků policie či pracovníků ISS Šumava)

4. Osoby, u nichž absolvování komplexního tělovýchovně lékařského vyšetření je podmínkou k přijetí ke studiu oboru tělesná výchova na vysoké škole (FTVS UK nebo Pedagogická fakulta)

5. Osoby, vyšetřené v rámci některých výzkumných projektů

6. Osoby, vyšetřené v rámci výuky (posluchači LF, ZČU či jiné školy)

S výjimkou skupin 5 a 6 všichni ostatní vyšetřovaní absolvují vyšetření za úhradu stejně jako osoby z předchozí skupiny, buď z vlastních prostředků nebo z prostředků vysílající složky.

Do této studie byly zařazeny ty osoby z databáze, u nichž v uloženém protokolu nechyběly všechny porovnávané hodnoty výkonu na bicyklovém ergometru, tedy  $W_{max}$ ,  $W_{170}$  a  $VO_{2max}$  a z nich odvozené hodnoty  $W_{max}/kg$ ,  $W_{170}/kg$  a  $VO_{2max}/kg$  (vysvětlivky zkratk – viz kap. Zkratky na s. 3) Celkově bylo do této studie zařazeno 2777 vyšetření (2015 vyšetření u mužské populace, 762 vyšetření u ženské populace) ve věkovém rozmezí 7 až 95 let. Byla zařazena i opakovaná vyšetření u téže osoby, mezi nimi byl vesměs časový odstup nejméně jeden rok.

Z celkové databáze 5892 vyšetření se tak jedná o 47 procent vyšetření. U nezařazených vyšetření se jedná o ta vyšetření, kde buď nebyl vůbec proveden zátěžový test na ergometru (jednalo se např. jen o kontrolní tělovýchovně lékařské vyšetření) nebo zátěžový test na bicyklovém ergometru obsahoval pouze ergometrické vyšetření bez analýzy dýchacích plynů nebo bylo vyšetření provedeno na běhátkovém ergometru (celkem 421 vyšetření) a

tudíž by výsledky nemohly být porovnány s těmi, které byly získány vyšetřením na bicyklovém ergometru.

Ke zpracování naměřených údajů při vyšetření a uložení do databáze bylo využito programu Konsil. Tento program včetně přístrojového vybavení (zahrnující též personální počítač) byl poprvé představen na kongresu tělovýchovného lékařství v r. 1992 a ve Fakultní nemocnici v Plzni zaveden v r. 1995. V následujících letech bylo postupně zdokonalováno přístrojové i programové vybavení. V současnosti je využíván Konsil W-1, u něhož byly veškeré manipulace převedeny z operačního systému DOS do operačního systému Windows (Štork 2000), umožňující automaticky stanovit a vyhodnotit většinu sledovaných parametrů.

### **3.1 Charakteristika skupin sportovců a kontrolní skupiny**

Podle zaměření své hlavní závodní disciplíny, resp. svého sportovního odvětví byli sportovci zařazeni do tří skupin, jejichž charakteristiku dále uvádíme. Jako kontrolní skupinu uvádíme ty probandy, kteří absolvovali u nás vyšetření v plném rozsahu, avšak žádnému sportovnímu odvětví se nevěnovali závodně.

#### **3.1.1 Skupina A: Vytrvalci**

Do této skupiny byli zařazeni sportovci, v jejichž přípravě hraje významnou roli objemový trénink s převážně aerobním krytím energetických nároků. Patří do ní následující sportovní odvětví: cyklistika, atletika – vytrvalostní běhy, běh na lyžích, biatlon, orientační běh, kanoistika, plavání, triatlon, koloběh a moderní pětiboj. Vytrvalostní charakter má samozřejmě řada dalších sportovních odvětví, vyjmenována jsou pouze ta, v nichž osoby, zařazené do této studie, závodí. Ve výčtu tak chybí např. rychlobruslení, veslování a další, která nemají v Plzni zatím zastoupení.

Ve všech uvedených odvětvích vedle cyklické vytrvalostní složky se ve výkonové struktuře uplatňují více či méně i další výkonové předpoklady. Podle zaměření na kratší či delší trati v uvedených disciplínách hrají roli též rychlostní schopnosti, s nimiž souvisí schopnost tolerovat metabolickou acidózu při anaerobním krytí energetických nároků („sprintérské“ trati např. v běhu na lyžích, plavání, kanoistice, střední běhy v atletice apod.). Významné místo v přípravě na vrcholový sportovní výkon zaujímá i specifické posilování. K vrcholnému výkonu je třeba kvalitně zvládnout techniku příslušného sportu či disciplíny. V mnoha disciplínách se uplatňuje také taktika, zejména na delších tratích. Nesporný podíl na výsledku má i psychika závodníka, ať už v podobě aktuálního psychického stavu před startem či v průběhu závodu, tak také ve schopnosti do maxima uplatnit („prodat“) své předpoklady.

To vše však může přijít vniveč, není-li na maximální technické úrovni také výzbroj a výstroj závodníka (např. kolo v cyklistice, tretry u běžců, plavecké brýle a plavky, výběr lyží a mazání v lyžování atd.). V neposlední řadě zejména u disciplín maratónského a ultramaratónského charakteru hraje významnou roli výživová strategie před výkonem a během výkonu.

Sportovcům a jejich trenérům je tedy nutno v závěrech vyšetření zdůrazňovat, že i ty nejlepší parametry svědčí pouze o předpokladech k vrcholnému výkonu, v žádném případě jej však negarantují.

### **3.1.2 Skupina B: Hráči kolektivních sportů**

Do této skupiny byli zařazeni sportovci, soutěžící ve sportovních odvětvích herního resp. týmového charakteru. Do této skupiny patří následující sportovní odvětví: fotbal, lední hokej, házená, národní házená, basketbal, volejbal, vodní pólo, pozemní hokej, nohejbal, florbal, tenis, squash a

badminton. Sportovce dalších týmových sportů, i když v Plzni již zakotvily, zatím v naší databázi nemáme (např. americký fotbal, rugby aj.)

Ve všech uvedených sportech hraje více či méně významnou roli ve výkonové struktuře kondice hráče, předurčující schopnost hráče udržet vysokou výkonnostní úroveň po celou dobu utkání, příp. zopakovat maximální výkon při opakovaném utkání v krátkém časové sledu. Takové situace nastávají v řadě těchto sportů často, zejména probíhají-li soutěže turnajovým způsobem (často v soutěžích mládeže, také např. tenis či badminton). Na kondici hráče také závisí rychlost zotavení po utkání, kdy s odstupem řádově jednoho či několika málo dnů následuje další, často rozhodující utkání soutěže (např. závěrečná play-off či play-out utkání, zápasové prolínání domácí a mezinárodní soutěže apod.)

Trenéři si význam kondiční přípravy v týmových sportech dobře uvědomují a zejména v přípravném období volí co nejefektivnější tréninkové prostředky, vedoucí k rozvoji hráčské kondice na co nejvyšší úroveň. V průběhu soutěže se pak již jen snaží dosaženou úroveň udržet, resp. zamezit jejímu příliš výraznému poklesu.

Stejně jako u předchozí skupiny hrají významnou roli i další faktory, určující výkon hráče.

Ve většině týmových sportů se uplatňují významně rychlostní předpoklady, zejména výbušnost, rychlá reakce na změnu situace, často také výška výskoku, schopnost okamžité změny směru v maximální rychlosti apod. Ve těchto sportech, zejména však v těch s úpolovým charakterem (kontaktní sporty jako lední hokej, rugby a vodní pólo) je rozvoj specifických silových schopností pro výkon hráče ještě důležitější, než u většiny vytrvalců.

Rovněž taktická vyspělost a brilantní technické dovednosti charakterizují vynikající představitele těchto sportů. O psychických a dalších předpokladech platí totéž, co bylo uvedeno u předchozí skupiny.

### **3.1.3 Skupina C: Sportovci ostatních sportovních odvětví**

Do této skupiny byli zařazeni sportovci, soutěžící ve sportovních odvětvích, v nichž ani vytrvalost ani nějaká vyšší úroveň kondiční připravenosti nepředstavuje významnou složku struktury sportovního výkonu. Významnějšími předpoklady pro vrcholovou výkonnost v těchto odvětvích jsou schopnosti rychlostní, silové či obratnostní (tedy technika provedení určitých obratnostních až artistických prvků). Neznamená to však nižší časovou náročnost tréninkové přípravy v těchto sportech, ta naopak je mnohdy vyšší než ve výše uvedených dvou skupinách. Do této skupiny jsou zařazeni sportovci následujících odvětví: sportovní a moderní gymnastika, sportovní střelba, lukostřelba, vzpírání, kulturistika, box, zápas, tae-kwon-do, judo, karate, krasobruslení, motorismus)

Sem patří i řada dalších sportovních odvětví a disciplín. Vzhledem k poměrně nevelkému významu, který sportovci této skupiny výsledkům zátěžového testu připisují, není zájem z jejich strany o toto vyšetření velký. Proto tato skupina je poměrně málo početná, ačkoliv řada zejména atletických disciplín, které bychom do této skupiny zařadily, má v Plzni své vyznavače (např. skoky a vrhy, z dalších např. šerm, skateboarding aj.).

### **3.1.4 Skupina D (kontrolní): Nesportující osoby**

Tuto skupinu charakterizuje velmi široká škála osob s velmi různých přístupem k pohybové aktivitě. Jsou zde se zařazeny především osoby soustavně využívající pohybovou aktivitu v rámci svých volnočasových činností, avšak nijak nesoutěžící ani ve veteránských kategoriích.

Na opačném konci spektra těchto osob jsou jedinci, kteří nikdy ve svém životě žádnou sportovní aktivitu soustavně nepěstovali a kromě školní tělesné výchovy a u některých kromě tělesné přípravy v období vojenské základní služby se nikdy k jakékoliv formě zájmové pohybové aktivity nedostali.

Jedinou pohybovou aktivitou jsou u nich náhodné příležitosti o víkendu (chalupářství, zahradničení) nebo o dovolené (např. turistika, plavání či koupání).

Do této skupiny jsou zařazeny také osoby s určitými zdravotními potížemi, u nichž pohybová aktivita není zcela kontraindikována, má však své limity jak co do výběru vhodných forem, tak co do intenzity a doby trvání zátěže. Z hlediska zdravotního oslabení se jednalo nejčastěji o osoby obézní, v některých případech s již diagnostikovaným kardiometabolickým syndromem.

Spiroergometrické vyšetření u těchto osob umožňuje posoudit úroveň kardiorespirační kapacity, zařadit vyšetřovaného případně do některé skupiny dle NYHA, a současně doporučit individuálně nejlépe vyhovující formu pohybové aktivity.

Je třeba ještě uvést poznámku k četnosti jednotlivých věkových skupin. V rámci této studie jsme neměli na četnost probandů, zařazených do této studie, prakticky žádný vliv. Převážná většina osob, zařazených do studie, přicházela na komplexní tělovýchovně-lékařské vyšetření za vlastní finanční úhradu, motivována zájmem o komplexní posouzení svého zdravotního stavu. Z výsledků je patrné, že zájem o vyšetření se s věkem vyšetřených postupně snižoval, a tak zejména ve vyšších věkových skupinách žen jsme neměli dostatek vyšetřených k tomu, abychom mohli provést nějakou podrobnější analýzu. Přestože je pohybová aktivita významným primárně preventivním faktorem, zdá se, že závodní sport ve vyšších věkových kategoriích „masters“ není u nás příliš rozšířen a ti sportovci a zejména sportovkyně, kteří se mu do pokročilejšího věku věnují, zatím k těmto vyšetřením cestu nenacházejí.

## **4. Metodika**

Komplexní tělovýchovně lékařské vyšetření obsahuje pět základních komponent: anamnestické údaje, antropometrické vyšetření, základní klinické vyšetření, zátěžový test na ergometru a závěrečné zhodnocení s předáním protokolu z vyšetření vyšetřované osobě s vysvětlením jednotlivých parametrů, zodpovězením otázek a předáním protokolu. K závěrečnému protokolu z vyšetření je současně předán i přehled v protokolu použitých zkratk s komentářem, co která znamená (viz přílohy 1 až 5). Vyšetřovanému je doporučeno, aby kopii protokolu i s přílohou, vysvětlující použité zkratky, okopíroval a předal svému ošetřujícímu lékaři.

V případě určitých diagnostických rozpaků jsou vyšetřované osoby odeslány ke konsiliárnímu vyšetření. Často to bývá biochemické vyšetření (v případě podezření na metabolický syndrom u otlých osob se zvýšenými klidovými či zátěžovými hodnotami TK) nebo kardiologické vyšetření (při některých suspektních nálezech na zátěžovém EKG).

### **4.1 Antropometrické parametry**

U každého probanda byly standardní metodikou stanoveny parametry tělesné výšky a hmotnosti a vyhodnocen index tělesné hmotnosti (body mass index – BMI). Tělesná výška byla měřena vždy na stupnici upevněné trvale na kolmé stěně vyšetřovny s přesností na 0,5 cm. Tělesná hmotnost byla měřena na pákové váze s přesností na 0,1 kg.

Ke stanovení podílu tukové tkáně bylo výhradně používáno metody vypracované Pařízkovou (1962). Ta spočívá ve změření tloušťky kožních řas kaliperem na přesně definovaných deseti místech povrchu těla. Podle součtu naměřených hodnot pak je odečtena v tabulce hodnota podílu tukové tkáně v těle v procentech. Tabulky jsou spočítány podle regresních rovnic vypracovaných uvedenou autorkou.



U mimořádně otlých osob, kde nebylo možno použít kaliperu ke změření objemných kožních řas, bylo ke stanovení podílu tukové tkáně použito nášlapného měřiče tělesného tuku Tanita. Dotykovými místy byla chodidla vyšetřované osoby. Hodnocení podílu tukové tkáně tímto přístrojem vychází z principu bioelektrické impedance.

#### **4.2 Skríninková neinvazivní vyšetření**

Součástí vyšetření je několik skríninkových metod, jimiž lze získat již za klidových podmínek cenné informace o zdravotním stavu vyšetřované osoby a odhalit blíže některá oslabení. U každého vyšetření je kontrolován ranní vzorek moči, je provedeno základní spirometrické vyšetření v vyhodnocení vitální kapacity plic ve vztahu k její náležité hodnotě, je stanovena FE1-1s a FEV%, je změřen klidový krevní tlak vsedě, vyhodnoceno klidové 12-svodové EKG. U každého jsou také provedeny testy k odhalení příp. svalových dysbalancí některých svalových skupin.

#### **4.3 Zátěžový test na bicyklovém ergometru**

Výrobci ergometrů přidávají k výbavě těchto zařízení zpravidla počítačovou výbavu, zahrnující několik postupů k dosažení maximální, tj. vyčerpávající zátěže.

Při našem vyšetření se standardně držíme metodiky, použité v rámci Mezinárodního biologického programu IBP v 70tých letech minulého století (Seliger a Bartůněk, 1976). Vyšetřovaní absolvovali vždy tři rozcvičovací tříminutové zátěže o submaximální intenzitě a na ně navazovala další každou půlminutu postupně zvyšovaná zátěž až do maxima, tedy do vyčerpání. Intenzita zatížení byla volena individuálně podle předpokládané úrovně kardiorespirační kapacity vyšetřovaného. U většiny se úvodní rozcvičovací zátěže vztahovaly k tělesné hmotnosti vyšetřovaných tak, že první

tříminutový stupeň odpovídat 1 W/kg tělesné hmotnosti, druhý zátěžový stupeň 1,5 W/kg tělesné hmotnosti a třetí zátěžový stupeň 2 W/kg tělesné hmotnosti. Další zvyšování zátěže probíhalo každou půlminutu obvykle o 30 W (úměrně méně vzhledem k nižší tělesné hmotnosti u probandů žákovského věku).

U osob s oslabeným zdravotním stavem byly zátěžové stupně voleny o nižší intenzitě zatížení. U obézních osob se jednalo o 0,5 W/kg tělesné hmotnosti u prvního zátěžového stupně, o 1 W/kg tělesné hmotnosti u druhého zátěžového stupně a o 1,5 W/kg tělesné hmotnosti u třetího zátěžového stupně.

#### **4.4 Přístrojové vybavení – ergometry**

Zátěžový test ve FN byl prováděn na bicyklovém ergometru typu Lode, v zátěžové laboratoři na ÚTL LF na bicyklovém ergometru typu Jaeger R900. Na obou typech uvedených ergometrů byla intenzita zatížení garantována výrobcem. Nastavená zátěž (lze nastavit zadáním hodnoty zátěže na klávesnici počítače) byla frekvenčně nezávislá s doporučenou frekvencí otáček (šlápnutí do pedálů) okolo 60/min. Ve FN tuto frekvenci kontroloval tikot metronomu, u současného ergometru je zpětná vazba o frekvenci šlapání poskytována vyšetřovanému pomocí digitálního ukazatele umístěného na „řídítkách“ ergometru.

#### **4.5 Přístrojové vybavení – měření tepové frekvence**

Tepovou frekvenci lze snímat dvojím způsobem. Pro další počítačové vyhodnocení se do paměti počítače ukládají hodnoty zachycené přístrojem Polar. Principem tohoto přístroje je vysílačka, snímající signály srdečních stahů ze dvou prekordiálně umístěných plochých elektrod (upevněných ve správné poloze pomocí pružného pásu) a snímací část, umístěná napevno na

řídítkách ergometru, spojená s počítačem. Správnou funkci aparatury (informaci o hodnotě tepové frekvence) lze kontrolovat na displeji náramkových hodinek, snímajících rovněž signály vysílačky. Ty jsou také připevněny na řídítkách ergometru. Informace o tepové frekvenci je zároveň přijímána osobním počítačem.

Kontrolu reálných hodnot, změřených tímto snímačem, lze pravidelně ve stanovených intervalech provádět pomocí odečtu hodnoty TF z EKG záznamu.

#### **4.6 Přístrojové vybavení – měření plicní ventilace**

Hodnoty plicní ventilace byly ve FN zjišťovány pouze se záměrem zachytit objem vydechovaného vzduchu při maximální zátěži. Vydechovaný vzduch byl jímán v poslední půlminutě (případně v posledních dvou půlminutových úsecích) maximální zátěže do modifikovaných Douglasových. Po odečtu změn v obsahu dýchacích plynů O<sub>2</sub> a CO<sub>2</sub> v tomto vzorku vydechovaného vzduchu byl objem vaku změřen pomocí plynových hodin a následně vypočítána hodnota minutové plicní ventilace.

U nové přístrojové techniky, užívané od r. 2001 na LFP, tato manipulace odpadla. Ventilace je měřena turbínovým snímačem průtoku a ventilační hodnoty jsou zaznamenávány každou půlminutu automaticky pomocí snímače, umístěného ve výdechové části polomasky.

#### **4.7 Přístrojové vybavení – analyzátory dýchacích plynů**

Rovněž toto vybavení doznalo v průběhu let podstatného zlepšení. Zatímco ve FN byly u každého vzorku vzduchu, zachyceného pomocí modifikovaných Douglasových vaků, stanoveny odděleně změny v obsahu dýchacích plynů O<sub>2</sub> a CO<sub>2</sub> pomocí analyzátoru Spirolyt.

Současný analyzátor firmy Junkalor (se senzory plynů od švýcarské firmy

Pewatron) provádí stanovení obsahu dýchacích plynů průběžně (se zpožděním cca 15-20 sec) po celou dobu vyšetření, takže hodnoty procentuálního úbytku O<sub>2</sub> a procentuálního přírůstku CO<sub>2</sub> ve vydechovaném vzduchu můžeme sledovat po celou dobu zátěžového testu. Programové vybavení umožňuje přímé exportování dat z programového ovladače analyzátoru dýchacích plynů Kardiospirox (Vilikus a spol.). Postupná inovace metodiky a programového vybavení umožnila aplikovat používané postupy při výuce tělovýchovného lékařství (Zeman a spol. 2003).

#### **4.8 Přístrojové vybavení – monitorace EKG**

Ve FN byly změny EKG sledovány pomocí jednokanálového přímo píšícího EKG záznamu, který byl vyhodnocován každou půlminutu v průběhu zátěžového testu.

V současnosti je dvanáctisvodový EKG záznam průběžně po celou dobu vyšetření a dále ještě nejméně po dobu 5 minut po skončení zátěžového testu monitorován. Nejsou-li přítomny nějaké abnormální či patologické změny je na konci každé ze tří submaximálních zátěží a v každé půlminutě maximální zátěže záznam ukládán do paměti počítače. Po skončení zátěžového testu pak jsou tyto záznamy vytisknuty a následně archivovány v dokumentaci vyšetřené osoby.

EKG je monitorován ještě ve 4-5 minutách zotavení po absolvovaném zátěžovém testu do vyčerpání.

#### **4.9 Standardizace výsledků**

Před zahájením každého zátěžového testu je třeba do paměti počítače vložit aktuální hodnoty korekčních faktorů  $f_{STPD}$  a  $f_{BTPS}$ . Tyto faktory jsou odečítány z tabulek na základě aktuálních, obvykle ranních hodnot barometrického tlaku

a teploty ve vyšetřovně. Hodnoty respirační, tj. spotřeba kyslíku za minutu  $VO_2$  a výdej oxidu uhličitého  $VCO_2$  jsou automaticky korigovány na standardní podmínky STPD, tj. na 0 °C, 760 torr a pro suchý vzduch. Hodnoty ventilační, tj. především minutová plicní ventilace, jsou korigovány na podmínky BTPS, tj. na tělesnou teplotu 37 °C, na aktuální tlak vzduchu a pro vzduch nasycený vodní parou, tedy na podmínky panující v plicích zdravého člověka.

## **4.10 Další parametry vyhodnocované programem Konsil**

### **4.10.1 Pracovní kapacita W170**

Pracovní kapacita W170 (W170 a W170/kg) je definována jako předpokládaný výkon, kterého by vyšetřovaný dosáhl při tepové frekvenci 170/min. Metoda byla zavedena jako test tělesné zdatnosti Wahlundem (1948). U nás se rozšířila jako metoda hodnocení tělesné zdatnosti v šedesátých letech poté, co se stala dostupnější díky vybavení oddělení tělovýchovného lékařství bicyklovými ergometry a zcela nahradila dřívější zátěžové testy, jako byla Letunovova funkční zkouška či harvardský step-test. Díky studii IBP máme pro naši populaci věkové normativy tohoto parametru (Seliger a Bartůněk, 1976). Metoda je dodnes užívána buď současně s dále popsanou metodou stanovení  $VO_{2max}$  nebo jako výhradní metoda hodnocení tělesné zdatnosti v případě, že pracoviště není vybavenou dokonalejší (a ekonomicky náročnější) technikou především v podobě analyzátoru dýchacích plynů.

Hodnocení W170 vychází z principu lineární závislosti tepové frekvence na intenzitě zátěže. Na základě tří zátěží submaximální intenzity lze zkonstruovat extrapoláční přímku závislosti mezi uloženou intenzitou zátěže ve wattch a

odpovídající hodnotou TF. S její pomocí pak lze na úrovni 170 tepů/min odečíst, jaká intenzita zátěže ve wattech by této hodnotě TF odpovídala.

Vyšší trénovanost probanda se projeví nižší hodnotou TF při odpovídající intenzitě zátěže, extrapolační přímka se tak posune více doprava a odpovídající pracovní kapacita W170 dosáhne vyšší úrovně, jak ukazuje graf na 3. straně přiloženého protokolu z vyšetření trénovaného běžce na lyžích. Opačně se pokles zdatnosti promítne do vyšších hodnot TF při srovnatelné zátěži, posunu extrapolační přímky opačným směrem a poté poklesem výsledných hodnot W170.

Metoda doznala širokého použití a dodnes je jednou ze základních metod zátěžové diagnostiky (Placheta 1988).

#### **4.10.2 Maximální spotřeba kyslíku (VO<sub>2</sub>max)**

Maximální spotřeba kyslíku (VO<sub>2</sub>max) je definována jako maximální schopnost využít kyslík z okolního prostředí pro krytí energetických nároků pohybové činnosti. Každý má individuálně rozdílnou limitovanou schopnost dosáhnout při pohybové činnosti do vyčerpání této maximální úrovně. Změřit tuto hodnotu lze při zátěži stupňované do vyčerpání. Pokud se z mnoha možností, jak zvyšovat tuto zátěž až do vyčerpání, držíme metodiky, použité v rámci IBP (Mezinárodní biologický program), necháváme vyšetřovaného nejdříve rozcvičit na úrovni lehké až střední intenzity zátěže a teprve poté zátěž stupňujeme již v kratších časových intervalech až do maxima, tedy do vyčerpání.

Při vyšetření na bicyklovém ergometru jsou zátěže voleny ve vztahu k tělesné hmotnosti vyšetřovaného a podle předpokládané (dle sportovní anamnézy) nebo již dříve známé úrovně kardiorespirační kapacity. V případech, kde očekáváme průměrnou úroveň kardiorespirační kapacity,

jsou tři rozcvičovací (někdy zvané „submaximální“) zátěžové stupně voleny ve výši 1 W/kg, 1.5W/kg a 2W/kg tělesné hmotnosti.

U jedinců s očekávanou nadprůměrnou úrovní kardiorespirační kapacity volíme zátěžové stupně o 0.5 W/kg vyšší, tj. 1.5 W/kg, 2 W/kg a 2.5 W/kg tělesné hmotnosti.

U jedinců s očekávanou podprůměrnou úrovní kardiorespirační kapacity, u obézních osob, u osob vyššího věku a u malých dětí volíme zátěžové stupně o 0.5 W/kg nižší, tj. 0.5 W/kg, 1 W/kg a 1.5 W/kg tělesné hmotnosti.

Tato část zátěžového testu trvá standardně 9 minut (každý ze stupňů tři minuty) a je jakýmsi rozcvičením, které pokládáme za nutnou podmínku dosažení maximálního výkonu při navazující zátěži „maximální“.

Podle konkrétní odezvy na rozcvičovací zátěžové stupně lze jejich intenzitu i v průběhu zátěžového testu případně upravit.

Navazující „maximální“ zátěž poté spočívá v dalším zvyšování intenzity zatížení každou následnou půlminutu o standardní nárůst: u průměrně zdatných dospělých osob to bývá 25-30 W, u osob s vysoce nadprůměrnou kardiorespirační kapacitou 40 W, u dětí, podprůměrně zdatných či zdravotně oslabených osob jen 15-20 W. Zátěž je stupňována až do vyčerpání, tedy do okamžiku, kdy vyšetřovaný není schopen nastavenou zátěž „ušlápnout“.

Vyšetřovaný je v průběhu maximální zátěže průběžně informován, kolik mu zbývá času do dokončení nejbližší půlminuty, aby pokud možno dosáhnul zátěže nejvyšší možné intenzity (maximální zátěž).

Tato část zátěžového testu trvá zpravidla 2-3 minuty, z nichž nejvyšší intenzity a tedy výkonově nejnáročnější jsou závěrečné dvě až tři půlminutové úseky. Na této úrovni se na krytí energetických nároků významně uplatňuje i anaerobní glykolýza s výraznou akumulací kyseliny mléčné v zatěžovaných svalech. Ta je příčinou vysokého stupně lokální tkáňové metabolické acidózy,

kteřá mŕže dosahovat až pH 6.5. Ve vzorcích odebrané arterializované kapilární krve odebrané 3-5 minut po takové zátěži, mŕže pH klesnout na hodnoty okolo pH=7.0 (Wilmore a Costill 1994). V tomto stavu již nemohou probíhat enzymatické reakce, nutné k uvolnění potřebného množství energie k obnově ATP a vyšetřovaný zátěž pro vyčerpání končí.

Zda vyšetřovaný dosáhl maximální zátěže či nikoliv resp. zda dosaženou konečnou hodnotu VO<sub>2</sub>max lze pokládat skutečně za individuální dosažitelné maximum lze posoudit v souladu s obecně přijatými zásadami podle čtyř kritérií (např. Fox a Mathews 1981, Howley a spol. 1995 aj.)

a) je dosaženo *plateau spotřeby kyslíku*. Znamená to, že v posledních dvou až třech půlminutách se spotřeba kyslíku VO<sub>2</sub> již dále buď vůbec nezvyšuje, nebo ve srovnání s předchozím lineárním vzestupem VO<sub>2</sub> dochází k oploštění této závislosti a další vzestup je výrazně nižší. Po dosažení VO<sub>2</sub>max či přiblížení se této hranici totiž další energetické nároky jsou již kryty převážně anaerobně.

b) Tepová frekvence dosáhne nebo se alespoň přiblíží hodnotě, odpovídající věkovému normativu vyšetřovaného pro *maximální tepovou frekvenci TF<sub>max</sub>* (jednoduchý odhad zní 220-věk). Při našem vyšetření však používáme věkových normativů ze studie IBP.

c) Respirační kvocient *R (CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub>)* dosáhne 1.05 a vyšších hodnot. Výjimkou jsou vyšetřované osoby dětského věku, kde schopnost krýt metabolické nároky anaerobně ještě není plně rozvinuta.

d) Hodnota maximální koncentrace kyseliny mléčné *LA<sub>max</sub>* dosáhne u dospělých úrovně 10.0 mmol/l a více. Odběr vzorku arterializované kapilární krve provádíme standardně z bříška prstu ve třetí minutě po skončení zátěžového testu.



e) Hodnota *ventilačního ekvivalentu pro kyslík VEO2* dosáhne 30 l a více.

Za objektivní doklad dosažení maximální zátěže pokládáme splnění alespoň dvou z uvedených kritérií.

Pokud je zátěž při ergometrickém testu správně dávkována, dokáží uvedená kritéria plnit i osoby s nadváhou či obezitou (Woods a spol. 2010).

#### **4.10.3 Limitující faktory VO<sub>2</sub>max**

Úroveň VO<sub>2</sub>max je u každého individuálně závislá na řadě faktorů, formálně dělených na tzv. centrální a periferní. Hlavními centrálními faktory, ovlivňujícími VO<sub>2</sub>max, jsou plicní difuze, minutový objem srdeční a celkový objem krve. U zdravých osob plicní difuze za obvyklých klimatických podmínek významnou roli nehraje. Platí to i pro výkonné sportovce-vytrvalce přesto, že plicním řečištěm za jednotku času proteče významně vyšší objem krve než u netrénovaných osob.

Významnějším faktorem je minutový objem srdeční, který podle některých autorů limituje VO<sub>2</sub>max ze 70-85 % (Cerretelli a Di Prampero 1987).

Zatímco u netrénovaných osob je plató zvyšování tepového objemu dosaženo již při intenzitě zatížení do 50% maxima, u výkonných vytrvalců může i po dosažení tohoto zlomu tepový objem až do dosažení maxima dále mírně stoupat na hodnoty výrazně vyšší ve srovnání s netrénovanými osobami (Robergs a Roberts 2000). Pravidelný intenzivní vytrvalostní trénink vede rovněž ke zvýšení objemu krve. Na tom se podílejí dva mechanismy: vyšší produkce ADH a aldosteronu a vzestup plasmatického objemu v souvislosti se zvýšenou tvorbou plasmatických proteinů (Wilmore a Costill 1999).

Periferní faktory vztahující se k VO<sub>2</sub>max hrají roli především ve využití kyslíku v zatěžovaných svalech. Patří k nim hustota kapilár v příslušném

svalu, tkáňová difusní kapacita a úroveň mitochondriálních oxidativních enzymů (Basset a Howley 2000). Zatímco hustota kapilár ve svalech vytrvalců může být o 20 % i více vyšší ve srovnání s netrénovanými, enzymatická kapacita může být až dvojnásobně vyšší (Honig a spol. 1992). S tím souvisí též počet a velikost mitochondrií ve svalových vláknech – může dojít ke zvýšení o 50 – 100 % výchozí úrovně a tím ke zvýšení mitochondriální oxidativní kapacity (Holloszy a Coyle 1984)

Samotná absolutní hodnota  $VO_{2max}$  však ještě nevypovídá nic o jejím využití během vytrvalostního výkonu. V tomto směru je rovněž důležité znát úroveň intenzity zátěže, při jejímž překročení dochází k rychlému vzestupu koncentrace kyseliny mléčné. Vznikající metabolická acidóza pak donutí vytrvalce tempo zvolnit nebo dokonce výkon přerušit. Zatímco u netrénovaných osob této hodnotě, označované jako anaerobní práh, odpovídá intenzita na úrovni 50-60 %  $VO_{2max}$ , u výkonných vytrvalců je to okolo 75 %  $VO_{2max}$ , u elitních profesionálů až 90 %  $VO_{2max}$  (McArdle a spol. 1996).

Významnou roli však hrají i genetické předpoklady. K vytrvalostním výkonům mají lepší předpoklady pomalá svalová vlákna, vybavená vyšším počtem a hmotou mitochondrií a jejich vyšší oxidativní kapacitou (ve srovnání s rychlými vlákny). Elitní maratónci se vyznačují až 90 % pomalých svalových vláken. V některých studiích byly dokonce pozorovány korelace mezi dosaženým výkonem a zastoupením pomalých svalových vláken (Costill a spol. 1976, Ivy a spol. 1980). Genetickým předpokladům se tak připisuje 10-30 procentní podíl na variabilitě  $VO_{2max}$ .

Pomocí matematických modelů vyjádřil limitující faktory  $VO_{2max}$  Wagner (2010)

#### 4.10.4 Maximální výkon

Maximální výkon byl stejně jako dávkování intenzity na užívaných bicyklových ergometrech měřen ve wattech. Používané typy ergometrů umožňovaly dosahovat poměrně vysokých zátěžových stupňů. Rozsah zátěží dovolovat nastavit intenzitu zátěže až do 600 W, která nebyla žádným z vyšetřených dosažena, tedy ani výkonnými cyklisty, u nichž se jednalo o specifický typ zátěže. Přesnost dávkování zátěže garantoval výrobce.

Přestože ergometry byly koncipovány jako frekvenčně nezávislé, u všech vyšetření byli probandi instruováni dodržovat frekvenci šlapání na 60 otáčkách za minutu. Dodržovat tuto frekvenci dělalo paradoxně potíže spíše závodním cyklistům, zvyklým při nižší intenzitě zatížení využívat spíše vyšších frekvencí šlapání.

#### 4.10.5 Minutový a tepový objem srdeční

Stringer a spol. (1997) ověřili těsnou korelaci mezi přímo stanovenými hodnotami tepového objemem (SV) a minutového objemu srdečního (Q) podle Fickova principu a mezi hodnotami spotřeby kyslíku (VO<sub>2</sub>) při spiroergometrickém zátěžovém testu do maxima. Jejich poznatku jsme využili k ověření tohoto způsobu hodnocení a u některých našich probandů jsme podle naměřených hodnot VO<sub>2</sub> v průběhu zátěžového testu vyhodnotili i tyto parametry.

#### 4.10.6 Statistické vyhodnocení

Ve studii bylo použito několika statistických metod.

**Směrodatná odchylka SD** (standard deviation) vyjadřuje, jak se hodnoty liší od průměrné hodnoty (střední hodnoty). Zhruba řečeno vypovídá o tom, nakolik se od sebe navzájem liší typické případy v souboru zkoumaných čísel.

Je-li malá, jsou si prvky souboru většinou navzájem podobné, a naopak velká směrodatná odchylka signalizuje velké vzájemné odlišnosti. Pomocí pravidel  $1\sigma$  a  $2\sigma$  lze přibližně určit, jak daleko jsou čísla v souboru vzdálená od průměru, resp. hodnoty náhodné veličiny vzdálené od střední hodnoty. Směrodatná odchylka je nejužívanější míra variability.

$$SD = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}, \text{ kde průměr je: } \bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i \quad (1)$$

Hodnota **korelace R** mezi 2 soubory (A a B) se vypočte dle vztahu:

$$R = \frac{\sum_m \sum_n (A_{m\ n} - \bar{A})(B_{m\ n} - \bar{B})}{\sqrt{\left(\sum_m \sum_n (A_{m\ n} - \bar{A})^2\right)\left(\sum_m \sum_n (B_{m\ n} - \bar{B})^2\right)}} \quad (2)$$

kde  $\bar{A}$  je střední hodnota souboru A a  $\bar{B}$  je střední hodnota souboru B.

Vztah mezi znaky či veličinami  $x$  a  $y$  (resp. A a B) může být kladný, pokud (přibližně) platí  $y = k \cdot x$ , nebo záporný ( $y = -k \cdot x$ ). Hodnota korelačního koeficientu  $-1$  značí zcela nepřímou závislost (antikorelaci), tedy čím více se zvětší hodnoty v první skupině znaků, tím více se zmenší hodnoty v druhé skupině znaků, např. vztah mezi uplynulým a zbývajícím časem. Hodnota korelačního koeficientu  $+1$  značí zcela přímou závislost, např. vztah mezi rychlostí bicyklu a frekvencí otáček kola bicyklu.

Další použitou statistickou metodou je metoda lineární regrese. **Lineární regrese** je matematická metoda používaná pro proložení souboru bodů v grafu přímkou. O bodech reprezentujících měřená data se předpokládá, že jejich x-ové souřadnice jsou přesné, zatímco y-ové souřadnice mohou být zatíženy náhodnou chybou, přičemž předpokládáme, že závislost  $y$  na  $x$  lze graficky vyjádřit přímkou. Pokud měřené body proložíme přímkou, tak při odečítání z grafu může být mezi y-ovou hodnotou měřeného bodu a y-ovou hodnotou ležící na přímce odchylka. Podstatou lineární regrese je nalezení takové

přímky, aby součet druhých mocnin těchto odchylek byl co nejmenší. Lineární regresi lze zobecnit i pro prokládání jinou funkcí než přímkou. V našem případě lineární regrese představuje aproximaci daných hodnot přímkou metodou nejmenších čtverců. Pokud tuto přímku vyjádříme rovnicí

$$y = b_1 + b_2 \cdot x, \quad (3)$$

jedná se o nalezení optimálních hodnot koeficientů  $b_1$  a  $b_2$ .

Pro konstrukci křivek, znázorňujících dynamiku změn spiroergometrických parametrů na věku vyšetřovaných byla použita **metoda kubických splajnů** (*Cubic spline interpolation*).

Tato metoda umožňuje proložit křivky několika body, vyjadřujícími vzájemný vztah dvou parametrů v tomto případě v časové návaznosti. V našem případě bylo použito tzv. **kubické interpolace**, patřící do skupiny interpolací křivek po obloucích, tj. každý úsek mezi dvěma opěrnými body se interpoluje zvlášť.

## 5. Výsledky

V přílohách 1a až 1d je uveden příklad protokolu jednoho ze sportovců, který absolvoval komplexní tělovýchovně lékařské vyšetření na našem pracovišti. K protokolu při prvním vyšetření na našem pracovišti vždy přikládáme „Vysvětlení pojmů zátěžového vyšetření“ a vyšetřenému radíme předat kopii protokolu svému praktickému (dětskému, dorostovému) lékaři.

Přehled souhrnných výsledků vyšetření jednotlivých skupin jednak souborně, jednak rozdělených podle věku, uvádějí tab. 1 až 44. Pokud z nich vybereme parametry, charakterizující kardiorespirační kapacitu, můžeme sestavit tabulky 45 až 48 (muži) a tabulky 49 až 52 (ženy). Již z těchto tabulek je patrné, že kardiorespirační kapacita charakterizovaná parametry  $VO_{2max}$  a  $VO_{2max}/kg$  je nejvyšší u skupiny vytrvalců a vytrvalkyň, nižší u hráčů a hráček týmových sportů a nejnižší u sportovců a sportovkyň ostatních sportů

(dále „ostatních“ sportovců). U všech těchto skupin však jsou naměřené hodnoty výrazně vyšší než u kontrolní skupiny „nesportujících“. Graficky tyto rozdíly vyjadřují obrázky 1 a 2 (muži) a 3 a 4 (ženy).

Na obrázcích 1 až 4 můžeme také porovnat dynamiku těchto změn vzhledem k věku. I na tomto průřezovém souboru je patrné, že ve vyšším decenniu je pokles kardiorespirační kapacity u kontrolní skupiny „nesportovců“, ilustrovaný parametry  $VO_2\max$  a  $VO_2\max/kg$ , výrazně rychlejší než ve skupinách závodně i ve vyšším věku sportujících osob (a tudíž také pravidelně trénujících). Navíc tito sportovní „veteráni“ si i ve vyšším věku udržují úroveň kardiorespirační kapacity na výši často předstihující daleko mladší ale netrénované osoby. Výraznější jsou tyto rozdíly u mužů než u žen. U ženských souborů bohužel nemáme v naší databázi dostatečný počet sportovkyň či nesportujících ve vyšších decenniích, abychom uvedený trend mohli výrazněji prokázat.

Pokud hodnoty naměřené u jednotlivých skupin našich sportovců porovnáme při spiroergometrickém vyšetření s normativy, uváděnými na základě celostátního průzkumu v rámci Mezinárodního biologického programu IBP (Seliger a Bartůněk 1976), můžeme v přímo v procentech vyjádřit rozdíly proti průměrně zdatné zdravé netrénované populaci. Jsou nadprůměrné až výrazně nadprůměrné u všech našich skupin sportovců, nejvýrazněji u vytrvalců (tab. 53 až 55 – muži, tab. 57 až 59 – ženy).

Ze srovnání je patrné, že z parametrů stanovených při spiroergometrickém vyšetření se od těchto normativů u všech „mužských“ skupin výrazněji (v pozitivním slova smyslu) odlišují hodnoty  $VO_2\max$ ,  $VO_2\max/kg$ ,  $W_{\max}$  a  $W_{\max}/kg$ , zatímco u hodnot pracovní kapacity  $W_{170}$  a  $W_{170}/kg$  tak výrazný rozdíl zdatnosti patrný není. U „ženských“ skupin se zdá tomu být naopak.

Parametry naší kontrolní skupiny, nesportující populace, uvedené jako skupiny D mužů a žen, se v tomto srovnání téměř shodují s parametry, uváděnými jako normativy v rámci IBP (tab. 56 – muži, tab. 60 – ženy) pro průměrně zdatnou populaci odpovídajícího věku.

V tabulkách 45 až 47 (skupiny A, B a C mužů) a 49 až 51 (skupiny A, B a C žen) jsou uvedeny normativy kardiorespirační kapacity jednak podle hodnot pracovní kapacity  $W_{170}$  a  $W_{170}/kg$ , jednak podle hodnot maximální spotřeby kyslíku  $VO_{2max}$  a  $VO_{2max}/kg$  u každé z jednotlivých věkových skupin (tj. pro skupiny do 16 let, 17-25 let, 26-40 let, 41-55 let a 56 a více let). Současně jsou uvedeny i hodnoty maximálního dosaženého výkonu na bicyklovém ergometru u každé z těchto věkových skupin. Smyslem těchto normativů je umožnit porovnání naměřených spiroergometrických hodnot sportovců různých sportovních odvětví s hodnotami, odpovídajícími průměrným hodnotám sportovců příslušného sportovního zaměření. Tyto řekněme „sportovní normativy“ je možno použít jen v souvislosti se spiroergometrickým vyšetřením na bicyklovém ergometru. Vyšetření na běhátkovém ergometru by velmi pravděpodobně poskytlo poněkud vyšší výsledky  $VO_{2max}$  a  $VO_{2max}/kg$ .

Porovnání dosažených výsledků jednotlivých skupin s klasifikací NYHA (Widimský 1996, Jirmář a Nehyba 2015) je uvedeno na tab. 61, 63, 65 a 67 pro muže a na tab. 62, 64, 66 a 68 pro ženy. S hraničními hodnotami METs pro jednotlivé skupiny dle NYHA jsou porovnány u všech skupin průměrné hodnoty a zaznamenané hodnoty minimální a maximální. U obou pohlaví je patrné, že zařazení jiné klasifikace u sportujících probandů než do třídy 0, tj. osob zdravých a zdatných, je zcela výjimečné. Také průměrné hodnoty  $MET_{max}$  u těchto skupin jsou výrazně vyšší než je hranice pro zdravé a průměrně zdatné osoby ( $MET_{max} = 9$ ) a odpovídá pochopitelně zcela přesně rozdílům v hodnotě  $VO_{2max}/kg$ .

Jinak tomu je u skupin D-M a D-Z. U těchto skupin nejenže průměrná hodnota METmax je poměrně nízká a blíží se uvedené hranici pro zdravé a alespoň průměrně zdatné osoby, ale u řady vyšetřených této hranice není dosaženo (jsou tedy klasifikovány do NYHA třídy 1) a dokonce se vyskytují i jedinci zařazení do NYHA třídy 2. Nedostatečná úroveň pohybové aktivity u těchto osob je tak dříve nebo později, pokud nezmění své životní návyky, do některé ze skupin NYHA 1 nebo NYHA 2 přivede.

Na obr. 5 až 10 jsou uvedeny korelační závislosti mezi vybranými spiroergometrickými parametry u jednotlivých sledovaných skupin sportovců a sportovkyň. Na obr. 11 a 12 jsou uvedeny tytéž korelační závislosti u kontrolních skupin nesportujících mužů a žen.

Smyslem tohoto porovnání bylo především najít mezi uvedenými parametry ty, mezi nimiž existují u většiny skupin nejvyšší korelační závislosti. Porovnávaly se vždy vztahy mezi jednou trojicí parametrů VO<sub>2</sub>max, W<sub>170</sub> a W<sub>max</sub> a druhou trojicí parametrů, vztaženou na kg tělesné hmotnosti VO<sub>2</sub>max/kg, W<sub>170</sub>/kg a W<sub>max</sub>/kg. Významnost korelační závislosti vyjadřuje korelační koeficient R. Současně lze u každé z dvojice těchto vybraných parametrů stanovit regresní rovnici, pomocí které při známé hodnotě jednoho z parametrů lze vypočítat parametr druhý. Hlavní otázkou bylo, zda a s jakou přesností lze úroveň maximální spotřeby kyslíku VO<sub>2</sub>max a VO<sub>2</sub>max/kg stanovit pomocí buď hodnot W<sub>170</sub> a W<sub>170</sub>/kg či hodnot W<sub>max</sub> a W<sub>max</sub>/kg.

Tytéž korelační závislosti jsme pak hledali u různých věkových kategorií u každé z vyšetřených skupin. Tyto jsou uvedeny v tabulkové formě pro skupiny A-M (vytrvalce), B-M (hráči týmových sportů), C-M (ostatní sportovci) a C-M (nesportující) v tab. 69, 71, 73 a 75, a pro obdobné ženské skupiny v tab. 70, 72, 74 a 76. U skupiny A-M (vytrvalci) a A-Z (vytrvalkyně) jsou uvedeny regresní rovnice, pomocí kterých lze u



jednotlivých věkových skupin vypočítat VO<sub>2</sub>max resp. VO<sub>2</sub>max/kg podle hodnot W<sub>max</sub> a W<sub>max</sub>/kg dosažených při maximální zátěži nebicyklovém ergometru. Korelační koeficienty R dosahují hodnoty 0.60 až 0.94. Jsou vesměs vyšší než korelační koeficienty pro vztah mezi VO<sub>2</sub>max a W<sub>170</sub> resp. VO<sub>2</sub>max/kg a W<sub>170</sub>/kg.

Totéž dokládají přehledně tabulky 77 až 84, uvádějící výši korelačních koeficientů R u jednotlivých skupin. Nejnižší korelační koeficienty byly zjištěny u skupiny C-Z („ostatní“ sportovkyně, R=0.65), u všech ostatních skupin se pohybovaly výrazně výše: u vztahu VO<sub>2</sub>max : W<sub>max</sub> byl R v průměru 0.82 (0.72-0.89), u vztahu VO<sub>2</sub>max/kg : W<sub>max</sub>/kg byl R v průměru 0.76 (0.73 až 0.78).

Výše korelačního koeficientu může být ovlivněna jednak četností souboru, jednak jeho homogenitou. Provedli jsme proto porovnání výše uvedených spiroergometrických parametrů u všech vyšetření získaných u mužů (obr. 13 a 14, n=2015) a u všech vyšetření získaných u žen (obr. 15 a 16, n=762). U těchto skupin jsou výsledné regresní rovnice pro stanovení kardiorespirační kapacity dle VO<sub>2</sub>max a VO<sub>2</sub>max/kg následující:

**Muži:**            **VO<sub>2</sub>max = 0.0095 · W<sub>max</sub> + 0.54 (l/min)        (R=0.89)**

**VO<sub>2</sub>max/kg = 8.3 · W<sub>max</sub>/kg + 13 (ml/min/kg) (R=0.83)**

**Ženy:**            **VO<sub>2</sub>max = 0.0083 · W<sub>max</sub> + 0.67 (l/min)        (R=0.85)**

**VO<sub>2</sub>max/kg = 8.0 · W<sub>max</sub>/kg + 13 (ml/min/kg) (R=0.83)**

Tyto rovnice včetně dalších závislostí jsou v přehledu uvedeny na tab. 85 (muži) a 86 (ženy).

Poslední zbývající kalkulací je vyjádření uvedených závislostí pro celý soubor všech vyšetření bez ohledu na pohlaví či věk vyšetřených. Soubor těchto naměřených parametrů uvádí tab. 87, na dalších tabulkách (č. 88 až 92) jsou zachyceny hodnoty v jednotlivých věkových skupinách.

Pokud u celého souboru 2777 vyšetření hledáme korelační vztahy, jimiž by bylo možno zhodnotit vzájemnou závislost parametrů získaných při spiroergometrickém vyšetření. Tyto korelační závislosti jednak u celého tohoto souboru bez ohledu na věk ukazují obr 17a až 17f a, totéž pro jednotlivé věkové skupiny pak tab. 93a až 93f. U všech těchto srovnání se potvrzují nejtěsnější korelační vztahy, vyjádřené nejvyššími hodnotami korelačního koeficient R, mezi parametry  $VO_{2max}$  a  $W_{max}$  a mezi parametry  $VO_{2max}/kg$  a  $W_{max}/kg$ .

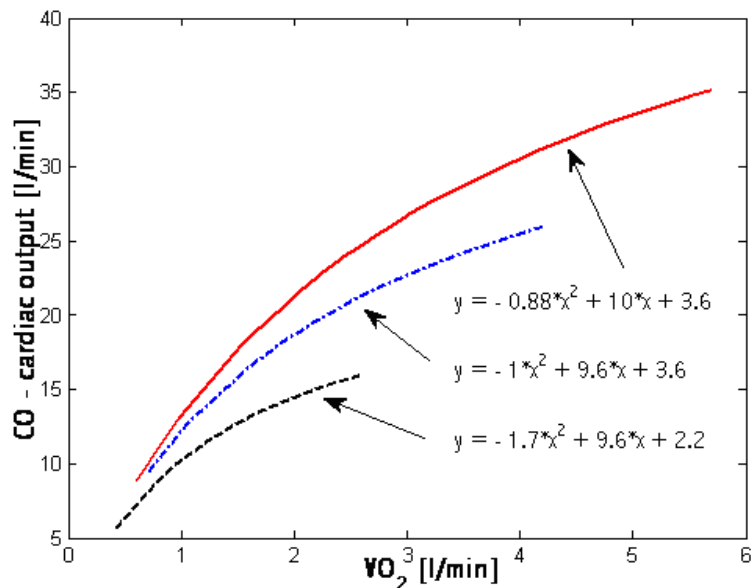
Lze tedy shrnout, že pokud při zátěžovém vyšetření nemáme k dispozici analyzátor dýchacích plynů použitelný pro přímé stanovení kardiorepirační kapacity (aerobní kapacity)  $VO_{2max}$  a  $VO_{2max}/kg$ , můžeme se značnou přesností tyto parametry vypočítat podle dosažených hodnot maximálního výkonu na bicyklovém ergometru  $W_{max}$  a  $W_{max}/kg$ .

V pilotní studii byla ověřena metodika výpočtu parametrů minutového a tepového objemu srdečního při ergometrickém testu se zátěží stupňovanou do vyčerpání. Význam stanovení těchto parametrů u nemocných shrnul Pinsky (2003), u zdravých osob jak již bylo uvedeno je úroveň těchto parametrů do značné míry určujícím faktorem vysoké kardiorepirační kapacity.

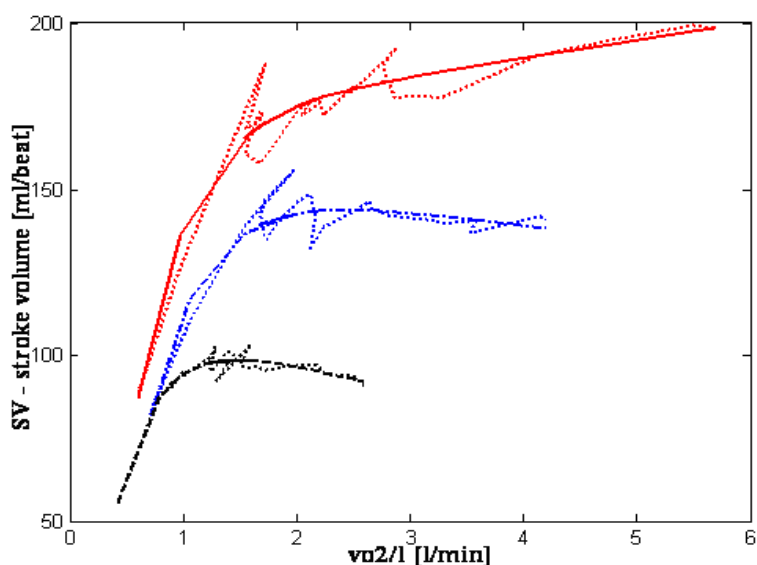
V přehledné práci o metodách stanovení minutového objemu srdečního (Cardiac output 2003) se uvádí, že invazivní metody nejsou dostatečně přesné a že je potřebné klást důraz na vývoj metod neinvazivních.

Průběh změn těchto parametrů u osob s různou úrovní kardiorepirační kapacity při stupňované zátěži do vyčerpání ukazují přiložené obrázky, znázorňující chování minutového objemu srdečního (Q) a tepového objemu (SV) u tří různě trénovaných mužů (Štork a spol. 2011, Novák a spol. 2011). Je na nich patrný typický průběh změn těchto parametrů při stupňované zátěži. U jedinců s velmi vysokou kardiorepirační kapacitou SV po charakteristickém zlomu na úrovni okolo 40% maximální intenzity ještě dále

mírně stoupá, zatímco u jedinců s mírně nadprůměrnou či průměrnou kardiorespirační kapacitou se již až do vyčerpávající intenzity zatížení nemění nebo dokonce mírně klesá. Minutový objem srdeční se v takových případech zvyšuje výhradně díky postupnému vzestupu tepové frekvence.



Změny minutového objemu srdečního (CO) ve vztahu k  $VO_2$  během zátěžového testu u probandů N (výkonný běžec na lyžích - červeně), R (trénovaný lyžař-veterán - modře) a M (zdravý netrénovaný student - černě)



Změny tepového objemu (SV) ve vztahu k  $VO_2$  během zátěžového testu u probandů N (červeně), R (modře) a M (černě)

Parametry minutového a tepového objemu srdečního, stanovené touto metodou u čtyř skupin mužů různé trénovanosti, uvádějí další obrázky uvedené v příloze (Novák a spol. 2011). Podle očekávání odpovídají stanovené hodnoty zaměření pohybové aktivity vyšetřených – nejvyšší u výkonných cyklistů, nejnižší u plavců žakovského věku na začátku sportovní kariéry a u netrénovaných průměrně zdatných dospělých studentů.

Pro výpočet Q v obou uvedených studiích byla použita formule

$$Q = \frac{100 \cdot \dot{V}O_2}{\left( 5.721 + 0.1047 \frac{100 \cdot \dot{V}O_2}{\dot{V}O_{2max}} \right)} \quad (4)$$

Pokud tedy měříme v průběhu spiropergometrického vyšetření průběžně i hodnoty spotřeby O<sub>2</sub>, můžeme výpočtem odvodit, jak na stoupající zátěž při tomto vyšetření reaguje minutový objem srdeční a tepový objem vyšetřovaného. Po ověření této metodiky bude možno zařadit stanovení Q a SV do standardního protokolu.

## 6. Diskuse

### 6.1 VO<sub>2</sub>max a sportovní výkon

Vysoká úroveň kardiorespirační kapacity hraje významnou roli mezi tzv. kondičními faktory struktury sportovní výkonnosti vytrvalců. Dosvědčují to nejen nejvyšší hodnoty VO<sub>2</sub>max a VO<sub>2</sub>max/kg uváděné v literatuře různými autory u elitních vytrvalců vysoké výkonnosti (např. Shephard 1994 uvádí hodnoty VO<sub>2</sub>max/kg (v ml/min/kg) u elitních běžců na lyžích 87-94, běžců-vytrvalců 82-83, u rychlobruslařů 79, u veslařů 65-70, u kanoistů 70-85 a u cyklistů 76-85), korelace těchto parametrů s výkonností ve vytrvalostních disciplínách (např. Costill 1970), ale i porovnání těchto parametrů u sportovců vytrvalců se sportovci disciplin či odvětví jiného zaměření.

Máčková a Heller (2002) u českých reprezentantů v biatlonu naměřili parametry kardiopulmonální kapacity blíží se dvojnásobku hodnot průměrně zdatné populace ( $VO_{2max}/kg$  u mužů 81 ml/min/kg, u žen 70 ml/min/kg na běhacím ergometru, 78 resp. 67 ml/min/kg tytéž parametry na bicyklovém ergometru). Obdobně vysoká kritéria jako podmínka vysoké výkonnosti se předpokládají u triatlonistů –  $VO_{2max}/kg$  u mužů 60-80 ml/min/kg, u žen 55-75 ml/min/kg (Kovářová 2014).

Samotný výkon v závodě (soutěži) vytrvalostního charakteru však souvisí s řadou dalších faktorů. Z kondičních faktorů mezi ně patří mj. schopnost dlouhodobě využívat co nejvyššího podílu z maxima těchto funkčních předpokladů, charakterizovaná vysokou úrovní anaerobního prahu. Významnou roli hraje rozvoj specifických silových parametrů, faktory techniky a taktiky, psychika závodníka a v neposlední řadě i somatické předpoklady. S vysokou úrovní kardiopulmonální kapacity v disciplínách, kdy výkon trvá 30-120 minut, souvisí i vysoká úroveň nárazníkové kapacity zatěžovaných svalových skupin (Weston A. R. a spol.).

Ani tehdy není úspěch v podobě vrcholného výkonu zaručen, může jej narušit chybná výživová strategie před výkonem a během něj, roli hrají klimatické podmínky, aklimatizace na změnu časových pásem a řada dalších (např. v uvedeném biatlonu zásahy terče při střelbě).

Nadprůměrná úroveň kardiopulmonální kapacity však hraje důležitou roli i v řadě dalších sportovních odvětví, zejména těch, kde sportovec musí podávat maximální výkon nebo výkon blíží se maximu opakovaně během soutěže. Umožňuje mu rychleji se zotavit v přestávkách mezi jednotlivými výkony. Jedná se zejména o rychlejší normalizaci vnitřního prostředí ve smyslu kompenzace dosažené metabolické acidózy a rovněž o obnovu výchozího energetického potenciálu.

O významu vysoké kardiorepirační kapacity a dalších parametrů, jimiž může sportovci a jeho realizačnímu týmu přispět spiroergometrické vyšetření, tedy dnes není pochyb.

## 6.2 Nepřímé stanovení VO<sub>2</sub>max

Vzhledem k náročnosti na vybavení funkčních laboratoří pro stanovení VO<sub>2</sub>max přímým způsobem se již od 50tých let se hledala cesta, jak odhadnout tuto hodnotu výpočtem podle jiných ukazatelů. Hledala se nejen aktuální úroveň VO<sub>2</sub>max vyšetřované osoby, ale příp. také hodnota VO<sub>2</sub>max, kterou by vyšetřovaný měl mít jako hodnotu náležitou.

Značné popularity dosáhla metoda výpočtu VO<sub>2</sub>max podle nomogramu Astranda a Ryhmingové (1954) využívající jednak hodnot tepové frekvence při submaximální zátěži na ergometru, jednak i některých somatických parametrů.

Vysokou korelaci mezi VO<sub>2</sub>max a hodnotou pracovní kapacity na úrovni 75% předpokládané maximální tepové frekvence uvádějí Miyashita a spol. 1984.

Na základě zkušeností Andersena (1995) doporučují Niels a spol. (2004) stanovit VO<sub>2</sub>max podle klidových a maximálních hodnot TF. Zátěžový test prováděli u trénovaných osob na běhátku, klidovou hodnotu TF zjišťovali vleže ráno po probuzení. I když jejich predikce VO<sub>2</sub>max a VO<sub>2</sub>max/kg byla poměrně velmi přesná ( $r= 0.91$  resp.  $r=0.87$ ), zajistit uvedené podmínky v běžném provozu je prakticky nemožné.

Koutlianos a spol. (2013) porovnali hodnoty VO<sub>2</sub>max naměřené při stupňovaném zatížení na běhátku s hodnotami vypočítanými podle doporučení Americké společnosti sportovní medicíny ACSM (Glass a Gregory 2007). Zjistili, že vypočítané hodnoty VO<sub>2</sub>max se od přímo

změřených u různých skupin sportovců lišily v průměru o 14.6 % - ACSM hodnoty byly vyšší než skutečné.

### 6.3 Tělesná zdatnost a nespportující populace

O významu pohybové aktivity v primární prevenci poruch zdravotního stavu dnes není pochyb. Problémem zůstává, zda úroveň pohybové aktivity vyšetřovaného je postačující natolik, aby jeho zdatnost dosahovala potřebné úrovně. Využívá se poměrně podrobných dotazníků, kam dotyčná osoba zaznamenává v průběhu obvykle týdne svoje každodenní aktivity, jejichž rozbor pak ukáže, jaká byla celková energetická náročnost.

U laboratorního vyšetření přichází v úvahu nejčastěji zátěžový test na běhacím nebo bicyklovém ergometru. Při těchto vyšetřeních lze vyhodnotit zdatnost vyšetřovaného trojím způsobem:

- a) podle odezvy TF na zátěž submaximální intenzity
- b) nepřímo podle výpočtu VO<sub>2</sub>max na základě dříve uvedených parametrů, tj. zpravidla podle hodnot TF dosažených v návaznosti na konkrétní zátěž
- c) přímým změřením VO<sub>2</sub>max při zátěžovém testu stupňovaném do vyčerpání.

Z uvedených možností se za nejvýpovědnější parametr charakterizující úroveň kardiorespirační zdatnosti vyšetřovaného pokládá přímo změřená hodnota VO<sub>2</sub>max, resp. její přepočet na kg tělesné hmotnosti VO<sub>2</sub>max/kg. TF jak v klidu tak v průběhu vyšetření může být ovlivněna řadou zevních i vnitřních faktorů (např. klimatické podmínky, předchozí fyzická zátěž, tělesná teplota, předchozí jídlo, věk, často psychická složka, jako je předstartovní a startovní stav aj.).

Naproti tomu dosažení maximálního výkonu a při něm splnění podmínek, charakterizujících dosažení maxima, těmito faktory tak významně ovlivněno

není. Měříme-li současně průběžně hodnoty VO<sub>2</sub>, pak hodnotu VO<sub>2</sub>max vždy najdeme v samém závěru v posledních půlminutách zátěže. Kritéria, podle nichž hodnotíme, zda VO<sub>2</sub>max skutečně může být pokládáno za maximální hodnotu, jsme uvedli dříve (kap. 4.10.2).

Širokou odbornou i laickou veřejnost pochopitelně zajímá, do jaké míry je zátěžové vyšetření na ergometru přínosem v diagnostice zdravotního stavu obecně. I v tomto směru se ukazuje, že optimální úroveň kardiorepirační kapacity je faktorem, splňujícím jako málokterý jiný kritérium biomarkeru řady zdravotních rizik. Příkladem je studie Pronka a spol. (1998), kteří na souboru 4121 osob starších 40 let, zaměstnanců jedné organizace, ukázali vyšší prevalenci chronických onemocnění (diabetes, hypertenze, ICHS) u těch, kteří měli nižší úroveň VO<sub>2</sub>max.

Dále uvádím vybrané studie, které tuto významnou roli VO<sub>2</sub>max dokládají u jednotlivých onemocnění.

#### **6.4 Kardiorepirační kapacita a složení těla**

Sportovci soutěžící ve sportovních odvětvích vytrvalostního charakteru se vyznačují vesměs podprůměrnými hodnotami procentuálního podílu tělesného tuku. Důvodem není jen přímý negativní vliv vyšší tělesné hmotnosti na vlastní výkon, ale především vysoká energetická náročnost každodenního tréninku vysokého objemu i intenzity, vyžadující odpovídající úroveň krytí těchto nároků stravou optimálního složení.

U osob s nadváhou (s BMI 25 až 30) či obezitou (BMI nad 30) bez ohledu na věk je zásadním problémem redukce tělesné hmotnosti úprava denního energetického příjmu ve vztahu k výdeji tak, aby výdej převýšil příjem. Optimálně by k pozitivnímu výsledku vedla vyšší pohybová aktivita v kombinaci s hypokalorickou nutričně vyváženou dietou (Müllerová 2007). Při takovém postupu lze očekávat nejen žádoucí úpravu tělesného složení, ale



i přiměřený vzestup kardiorespirační kapacity, charakterizovaný nejen vzestupem  $VO_{2max}/kg$ , ale také vzestupem  $VO_{2max}$ .

Stupeň obezity dospělých má negativní vztah k  $VO_{2max}$  (Rosenberg 2015). U dětí tomu tak být nemusí, obézní děti se dokonce mohou vyznačovat vyšší úrovní  $VO_{2max}$  ve srovnání se štíhlými. Vysoká tělesná hmotnost, na niž se podílí nadbytek tukové tkáně, však vede nejen k velmi významně nižším hodnotám  $VO_{2max}/kg$ , ale pochopitelně velmi významně negativně ovlivňuje i motorickou výkonnost těchto dětí (Rolland 1991).

To potvrzuje i Pařízková (2000) a k vytvoření určitého režimu obsahující přiměřenou pohybovou aktivitu doporučuje organizovat dětské letní tábory. Sama doporučení, byť s odborným výkladem a návodem vhodných aktivit, nemusí vést k žádoucím výsledkům. Pastucha a spol. (2010) po půlroce doporučené pohybové aktivity u obézních dětí nezjistili žádné významné změny tělesné hmotnosti, ač došlo k mírnému vzestupu  $VO_{2max}$ .

Velmi významné je zjištění kanadských autorů (Brien a spol. 2007), kteří na základě opakovaného vyšetření zjistili, že vyšší  $VO_{2max}$  u dospělých nejen souvisí s nižší prevalencí obezity, ale také že u zdatnějších osob byl s 5-10letým odstupem vzestup tělesné hmotnosti nižší než u osob s nižší  $VO_{2max}$ .

## **6.5 Kardiorespirační kapacita a ischemická choroba srdeční**

Vyšší úroveň kardiorespirační kapacity, vyjádřená  $VO_{2max}$ , souvisí s příznivějším rizikovým skórem ICHS, a to jak u mužů tak u žen (Jetté a spol. 1992). U početného souboru 4082 mužů a 1205 žen – zaměstnanců veřejného sektoru – ve věku 30-59 let zjistili, že vyšší hodnoty kardiorespirační zdatnosti významně korelovaly s příznivějším rizikovým profilem ICHS. Ke stejným závěrům dospěli i McMurray a spol. (1998).

Pozitivní primárně preventivní vliv pohybové aktivity, s níž souvisí vyšší VO<sub>2</sub>max, ukázali např. Andersen a Haraldsdóttir (1995) u mladých Dánů. Úroveň VO<sub>2</sub>max negativně korelovala s podílem tukové tkáně, hladinou celkového cholesterolu a triglyceridů, pozitivně s poměrem HDL-Chol/celkový cholesterol. I tito autoři potvrdili význam přímého stanovení VO<sub>2</sub>max, anamnesticky hodnocená úroveň pohybové aktivity ani hodnocení podle vztahu TF k submaximálním zátěžím žádné významné vztahy k rizikovým faktorům ICHS neprokázalo.

K obdobným závěrům při hodnocení vztahu k rizikovým faktorům ICHS došel Baton a spol. (1995). Přímě zjištěná úroveň zdatnosti i anamnesticky uváděná úroveň pohybové aktivity vzájemně pozitivně korelovaly, a současně korelovaly i s příznivými hodnotami TK, BMI a hladiny HDL-cholesterolu. Doporučují proto vyhodnocovat jak pohybovou aktivitu, tak zejména přímo stanovit tělesnou zdatnost.

Rozsáhlou meta-analýzu 33 studií, hodnotících mortalitu ve vztahu ke kardiorespirační kapacitě uvedli Kodama a spol. (2009). Podle dosažených hodnot VO<sub>2</sub>max rozdělili soubor na osoby s nízkou zdatností (VO<sub>2</sub>max byl 7.9 METs a nižší), střední zdatností (VO<sub>2</sub>max mezi 7.9 a 10.8 METs) a s vysokou zdatností (10.9 METs a více). Studie ukázala velmi významný rozdíl mortality mezi jednotlivými skupinami (nejvyšší mortalita u nejméně zdatných). Na mortalitě se nejvýrazněji podílela ICHS. Autoři tak doporučují zátěžový test ke stanovení VO<sub>2</sub>max jako důležitý marker rizika mortality.

Potvrdili tak již řadu dřívějších poznatků o významu zátěžového testu v diagnostice ICHS, k nimž došli např. Kattus a spol. (1971). Ti díky zátěžovému testu u 140 zaměstnanců pojišťovny označili v souvislosti s patologickým EKG nálezem (deprese ST úseku) třicet z nich za nemocné s ICHS, ačkoliv žádné subjektivní potíže neudávali. V průběhu dalších dvou a půl roku u této skupiny zaznamenali tři případy úmrtí související s uzávěrem

věncitých tepen, čtyři případy AIM, dva případy anginy pectoris a jeden případ mnohonásobné stenózy potvrzené koronarografickým vyšetřením. Obdobně hodnotili význam zátěžových testů do maxima či téměř maxima Bellet a spol. (1962), Doan a spol. (1965) či Berkson a spol. (1966).

Jako vhodný indikátor očekávané doby přežití po AIM doporučuje stanovit VO<sub>2</sub>max Allison (cit. Odell, 2005). Z kardiaků po AIM s nízkým VO<sub>2</sub>max (pod 18 ml/min/kg) do 10 let po příhodě zemřelo 42% nemocných, zatímco z kardiaků po AIM s VO<sub>2</sub>max 18 a více ml/min/kg ve stejné době zemřelo jen 11.6 procent. U nemocných je třeba dbát na zvýšení VO<sub>2</sub>max lepší medikamentózní terapií, příp. kardiokirurgickým zákrokem, redukcí tělesné hmotnosti a kvalitním tréninkovým programem.

Význam pohybové aktivity jako sekundárně preventivního prostředku v léčbě nemocných s ICHS a po AIM spolu s testováním funkční kapacity nemocných zdůrazňovali také plzeňští autoři (Kučera a spol. 1970 a 1973, Suchan a spol. 1971, Jeschke a spol. 1973) Prokázali příznivý vliv intenzivní pohybové aktivity u těchto nemocných v rámci táborové soustředění (Jeschke a spol. 1973). Obdobné změny v průběhu intervenčního programu u nemocných s ICHS včetně zlepšení VO<sub>2</sub>max zjistili Matouš a spol. (2000).

Uvedené údaje potvrzují i experimentální výsledky na zvířecích modelech. Jorge a spol. (2011) porovnali dvě skupiny krys kmene Wistar po uměle vyvolaném AIM (okluzí levé věncité tepny). Experimentální skupina začala týden po AIM s tréninkem na běhátku hodinu denně pětkrát týdně po dobu 12 týdnů. Postupně se zvyšovala intenzita zatížení od 0.3 do 1.2 km/h, odpovídající 50-70% VO<sub>2</sub>max. U trénované skupiny byly patrné významně příznivější parametry funkční kapacity (VO<sub>2</sub>max, maximální minutový objem srdeční, autonomní inervace), místní změny prokrvení oblasti postižené AIM, zvýšená exprese SERCA2 (ATPáza sarko-endoplazmatického retikula) a

úroveň cévního endotheliálního růstového faktoru mRNA (messenger RNA) ve srovnání s netrénovanou skupinou.

## **6.7 Kardiorespirační kapacita a hypertenzní choroba**

Krevní tlak je jedním z parametrů, ovlivňovaných příznivě soustavnou pohybovou aktivitou aerobního charakteru, jak již bylo výše uvedeno. Řada studií, zabývajících se izolovaně vlivem pohybové aktivity na hodnoty krevního tlaku tuto skutečnost jen potvrzuje (např. Briffa a Briffa 2002). Whelton a spol. (2002) provedli meta-analýzu 54 studií, zahrnujících 2419 osob, u kterých sledovali vliv pohybové aktivity na hodnoty krevního tlaku. Pohybové aktivity aerobního charakteru vedly k redukci krevního tlaku jak hypertoniků tak normotoniků.

K obdobným výsledkům dospěla i řada dalších rozsáhlých studií (Albert a spol. 1997, Dickinson a spol. 2006, Hamer 2006 a další).

Akutní pokles krevního tlaku v souvislosti s každým jednotlivým aerobním cvičením, označovaný jako pozátěžová hypotenze (Kenney a Seals 1993), je připisován poklesu periferního odporu v souvislosti s vazodilatací v zatěžovaných velkých svalových skupinách. Dlouhodobý pokles krevního tlaku jako reakce na pravidelnou pohybovou aktivitu je důsledkem jednak poklesu cévního odporu v souvislosti se změnami z řízení krevního tonusu vegetativním nervstvem a systémem renin-angiotenzin, jednak zvýšené produkce oxidu dusného v souvislosti s touto aktivitou. Ten má rovněž vazodilatační účinek.

Pozátěžová hypotenze je popisována jak u normotoniků tak u hypertoniků (Gomes a Doederlein 2011, Briffa a Briffa 2002), u nichž může pokles TK přetrvávat 12 až 24 hodin po cvičení (Quinn 1991, Eicher 2010).

Na význam intenzity použité jednorázové pohybové zátěže ve vztahu k odezvě krevního tlaku upozornili de Moraes a spol. (2015). U skupiny

diabetiků 2. typu s prehypertenzí došlo k pozátěžovému poklesu TK pouze po zátěži maximální intenzity ( $VO_{2max}/kg$  byl 20.2 ml/min/kg), zatímco zátěž střední intenzity zůstala bez odezvy. Pokles TK přetrvával po dobu 24 hodin zejména po dobu spánku. Má-li být u těchto pacientů dosaženo očekávaného ovlivnění TK, je nutné znát jejich kardiorepirační kapacitu včetně  $VO_{2max}$  a anaerobního prahu.

Stejným problémem – vztahem mezi intenzitou a dobou trvání zátěže a následnou odpovědí krevního tlaku – se zabývali Guidry a spol. (2006). U skupiny mužů s zvýšeným TK (průměr 144/85) vedly k obdobnému poklesu krevního tlaku zátěže trvající jak 15 tak 30 minut, a to jak na úrovni lehké (40%  $VO_{2max}$ ) tak střední intenzity (60%  $VO_{2max}$ ).

Na základě 54 randomizovaných studií (2419 probandů) došli Whelton a spol. (2002) k závěru, že pohybová aktivita aerobního charakteru vede ke snížení krevního tlaku jak u hypertoniků tak normotoniků, a to jak u osob s normální hmotností tak u osob s nadváhou či obezitou. Na zvýšenou pohybovou aktivitu lze pohlížet jako na důležitou komponentu změny životního stylu, významnou pro prevenci i léčbu vysokého krevního tlaku. K podobným závěrům došla i řada našich autorů (Chrástek 1978, Chrástek 1979, Máček a Matouš 2001 aj.)

Vysoká  $VO_{2max}$  se příznivě projevila na nižších hodnotách arteriální tuhosti u početné skupiny 21-96letých obyvatel města Baltimore v USA (Vaitkevicius 1993). Podobný vztah k arteriální tuhosti zjistil i Jidong Sung (2015) u skupiny 11 557 osob. Výrazně nižší hodnoty arteriální tuhosti byly u zdatnějších (podle  $VO_{2max}$ ) hypertoniků, u normotoniků by rozdíl méně výrazný.

## 6.7 Kardiorespirační kapacita a plicní choroby

Na rozsáhlém souboru 24 536 zdravých osob, vyšetřených v Cooperově klinice v letech 1971 až 1995 Cheng a spol. (2003) prokázali, že osoby fyzicky aktivní a nekuřáci se vyznačovali vyšší kardiorespirační kapacitou (stanovenou zátěžovým testem na běhacím ergometru), vyšší FEV-1s i vyšší FVC ve srovnání s osobami se sedavým způsobem života či s těmi, které se staly „sedavými“. Kuřáci měli ve všech srovnáních horší výsledky výše uvedených parametrů.

Vyšší hodnoty FVC a vyšší klidový dechový objem u profesionálních sportovců ve srovnání s nesportujícími naměřili Myrianthefs a Baltopoulos (2013).

Pokles FEV-1s v závislosti na věku vyšetřovaných průběhu jednoho decennia popsali Burrows a spol. (1986).

Ve většině vyspělých zemí či regionů jsou uváděny normativy spirometrických hodnot zdravé populace, s nimiž jsou naměřené hodnoty porovnávány (Rochat a spol. 2013, Ostrowski a spol. 2005). Spirometrické hodnoty naměřené u vytrvalců, zejména v případech, kdy je výkon spojen s vyššími nároky na ventilační schopnosti sportovce (plavecké sporty) dosahují vesměs významně vyšší úrovně, než jsou normativy či tzv. náležité hodnoty, vztahující se k výšce, hmotnosti, věku a pohlaví vyšetřených osob.

Tělesná cvičení aerobního charakteru příznivě ovlivňují všechny sledované ventilační parametry astmatiků (Farid a spol. 2005). Prevalence astmatu a pozátěžového astmatu u výkonných sportovců je poměrně vysoká, obvykle však astmatické potíže sportovce podstatně neomezují (Bellon a Reix 2004).

Za základní kritérium kardiorespirační kapacity pokládají VO<sub>2</sub>max také Mehri a spol. (2007). Po čtyřtýdenním tréninku na běhacím ergometru (třikrát týdně) zjistili u nemocných s CHOPN významné zlepšení VO<sub>2</sub>max a dalších subjektivních i objektivních příznaků (maximální výkon na ergometru, síla

inspiračního svalstva, dyspnoické potíže, kvalita života). Potvrdili tak zkušenosti jiných autorů, udávajících zlepšení VO<sub>2</sub>max po rehabilitačním programu, využívajících pohybových aktivit aerobního vytrvalostního charakteru (Casaburi a spol. 1997, Maltas a spol. 1997).

Pohybovou aktivitu jako součást léčebného procesu doporučují Rabe a spol. (2007) u všech nemocných CHOPN bez ohledu na dobu trvání a tíži nemoci.

Po chirurgických zákrocích na plicích dochází jak po lobektomii tak po pneumonektomii k výraznému poklesu funkčních parametrů. Šest měsíců po uvedených operacích stále přetrvával ve srovnání s výchozí úrovní u FEV<sub>1</sub> pokles o 11.6% resp. o 40.1%, u VC o 13.3% resp. o 28.1% a VO<sub>2</sub>max o 13.3% resp. o 28.1% (Nezu a spol. 1998).

## **6.8 Kardiorespirační kapacita a poruchy metabolismu (dyslipidemie, diabetes)**

Nízká kardiorespirační kapacita je u diabetiků II. typu pokládána za časný marker inzulínové rezistence (Silmará 2009). Osoby se zvýšeným rizikem syndromu inzulínové rezistence a diabetu II. typu měly významně nižší (o 15%) VO<sub>2</sub>max (22 ml/min/kg) ve srovnání s kontrolní skupinou se stejným životním stylem (26 ml/min/kg), která rovněž odpovídala velmi nízké kardiorespirační kapacitě. Významnou souvislost mezi inzulínovou rezistencí a nízkou kardiorespirační kapacitou zjistili i další autoři (Niholm a spol. 1996, Ericsson a spol. 1996). Obdobně popsali souvislost mezi nízkou kardiorespirační kapacitou a diabetem II. typu Jackson a spol. (1992), Helmrich a spol. (1991) či Manson a spol. (1992). Wei a spol. (2000) upozornili na souvislost mezi nízkou tělesnou zdatností a nízkou pohybovou aktivitou a na druhé straně zvýšenou mortalitou u diabetiků 2. typu.

Časnou známkou rozvoje inzulinové rezistence u potomků diabetických pacientů je porucha mitochondriální aktivity (Petersen a spol. 1991). Ta se projeví poruchou funkce mitochondriálních anion-transportujících proteinů, a v důsledku toho poruchou oxidačních procesů v Krebsově cyklu (Kaplan 1991).

Pozitivní vliv pohybové aktivity v rámci komplexní terapie diabetu 2. typu zdůrazňuje řada metodických pokynů (např. ADA/ACSM 1997, Colberg 2010, ACSM 2015 aj.). Vycházejí ze studií, potvrzujících tento pozitivní vliv v několika meta-analýzách (Boule 2001, Kelley 2007). Zdůrazňuje se zejména příznivý vliv na redukci HbA1c (glycated haemoglobin A1c) jako nejdůležitějšího markeru kontroly tzv. průměrné nebo dlouhodobé glykémie a hladiny LDL-cholesterolu.

Důležitou otázkou je však intenzita pohybové aktivity, potřebná k dosažení žádoucího účinku, tedy zda postačuje střední intenzita zatížení (chůze) či je vhodnější vyšší intenzita zatížení. Programy využívající aerobních aktivit o vyšší intenzitě zatížení se ukázaly být v tomto směru efektivnější - došlo k větší redukci HbA1c, vyššímu vzestupu VO<sub>2</sub>max a vyššímu vzestupu inzulinové senzitivity (O'Donovan G. a spol. 2005, Coker a spol. 2006, Dipietro a spol. 2006).

Sigal a spol. (2007) porovnali vliv různých druhů pohybové aktivity na metabolické parametry a HbA1c. Ke zlepšení došlo jak po cvičebním programu aerobního charakteru tak po cvičení posilovacího charakteru. Nejúčinněji se však na snížení HbA1c jevila kombinace obou typů tréninkového zatížení, zatímco zlepšení hodnot TK a lipidogramu bylo u všech cvičících skupin obdobné.

Dobré zkušenosti s posilovacím tréninkem a jeho vlivem na zdravotní stav diabetiků 2. typu uvádí Strasser (2008). Během čtyřměsíčního posilovacího tréninku s postupným zvyšování zátěže došlo k významnému snížení



středního krevního tlaku, % tuku a HbA1C a zvýšení VO<sub>2</sub>max, Wmax a aktivní tělesné hmoty. Významný pokles TK u žen s metabolických syndromem po osmitýdenním posilovacím tréninku pozorovali také Tanaka a spol. (2013).

K poněkud překvapivému zjištění došli Kuwahara a spol. (2014). Během šestiletého sledování onemocnělo diabetem 2. typu z 3523 mužů (původní věk 18-61 let) 199 osob. Ve srovnání s muži normální váhy a vysoké zdatnosti (podle predikce VO<sub>2</sub>max) bylo u mužů s nadváhou a vysokou zdatností riziko diabetu téměř trojnásobné, zatímco u mužů s nadváhou a nízkou zdatností jen dvojnásobné.

Positivní vliv změny životního stylu ve smyslu úpravy stravovacích návyků a pravidelné pohybové aktivity na snížení obezity, zlepšení senzitivity k inzulinu a snížení rizika diabetu 2. typu popsali též Corpeleijn a spol. (2006), u mládeže vidinová a spol. (2002), Zajícová a spol. (2002) a další.

Obdobné výsledky u diabetu 1. typu měli i Perry a spol. (1997), kteří díky významným změnám v životním stylu (úprava výživy, pohybová aktivita) dosáhli příznivých změn tělesné hmotnosti, krevního tlaku, VO<sub>2</sub>max, HbA1, složení krevních lipidů a lipoproteinů. Podrobně se problematikou pohybové aktivity u diabetiků 1. typu zabýval před léty Piroch (1979), v současnosti Rušavý (2012).

## **6.10 Kardiorespirační kapacita a osteoporóza**

Pokles mechanické zátěže, souvisící s nedostatkem pohybové aktivity, vede k poklesu kostní denzity (Gutin a Kasper 1992). Významnější vliv na kostní denzitu mají zátěže silového charakteru (např. vzpírání) nebo působící ve vertikálním směru při doskocích či skocích (běh, volejbal, basketbal apod.). Pohybově aktivní osoby, zejména ženy, mají i ve vyšším věku významně vyšší hodnoty kostní denzity ve srovnání s osobami se sedavým způsobem

života. I v případě, že je diagnostikována osteoporóza různého stupně závažnosti, má tréninkový program, kombinující aerobní a silová cvičení se suplementací kalcie a vitamínem D pozitivní vliv na zvýšení kostní denzity u postmenopauzálních žen (Kemmler a spol. 2003).

Významně vyšší hodnoty kostní denzity bederní páteře, krčku stehenní kosti a velkého trochanteru u bývalých profesionálních fotbalistů středního věku ve srovnání s netrénovanými stejně starými muži zjistili Lynch a spol. (2007). Bývalí profi hráči měli kromě toho významně nižší podíl tukové tkáně, vyšší svalovou hmotu, vyšší hladinu HDL-cholesterolu, nižší hladinu triglyceridů, vyšší celkový obsah kostních minerálů a vyšší VO<sub>2</sub>max.

V prevenci i sekundární prevenci osteoporózy hraje pohybová aktivita velmi významnou roli. (Máčková 2010).

## **6.10 Kardiorespirační kapacita a nádorová onemocnění**

Pohybová aktivita hraje významnou roli v prevenci některých forem rakoviny. U rakoviny tlustého střeva byla prevalence u pohybově aktivních mužů a žen o 30-40% nižší než u inaktivních. Riziko je nižší u osob s vyšší úrovní (objemem a intenzitou) pohybové aktivity. Za potřebnou úroveň se pokládá 30-60 minut denně aerobní zátěže střední a vyšší intenzity.

Pozitivní vliv pohybové aktivity na prevalenci nádorů prsu byl rovněž prokázán – prevalence je o 20-30% nižší u aktivních žen, pokud jejich pohybová aktivita dosahuje obdobné úrovně, jako u předchozí skupiny. Některé studie ukazují příznivý vliv též na prevalenci rakoviny prostaty a plic (Lee 2003).

Obdobné závěry na základě shrnutí poznatků ze 170 observačních epidemiologických studií uvádí Friedenreich a Orenstein (2003). Zatímco důraz na preventivní význam správné výživy a kuřácké abstinence je znám již dávno, pohybová aktivita je dalším z těchto významných faktorů, hrajících

roli v prevenci řady nádorových onemocnění. Pohybová aktivita se projevuje příznivě na hormonální regulaci (snížení hladiny estrogenu a inzulinu), redukci tělesné hmotnosti, funkci trávicího traktu, imunitě a dalších faktorech.

Robsahm a spol. (2010) na základě dotazníkového průzkumu u 3428 norských vrcholových sportovců a sportovkyň došli k závěru, že ve srovnání s ostatní populací bylo v této skupině mírně nižší riziko nádorových onemocnění. Nejvýraznější bylo nižší riziko patrné u rakoviny plic a u leukémie/lymfomu. U sportujících žen však naproti tomu bylo zjištěno trojnásobně vyšší riziko rakoviny štítné žlázy.

U již nemocných pacientů a pacientek má úroveň kardiorespirační kapacity významný vztah k dalšímu vývoji onemocnění. Nemocní jsou vedle vlastního onemocnění ohroženi postupným poklesem tělesné zdatnosti až na úroveň, kdy se stanou imobilními. V komplexní léčbě proto významnou roli hraje pohybová aktivita.

Nízká kardiorespirační kapacita nemocných s rakovinou prsu, komplikovaná s dvěma nebo více rizikovými faktory ICHS avšak normální funkcí levé komory srdeční souvisela se zvýšenou mortalitou těchto nemocných (Burnett a spol. 2013).

Dlouhodobé programy mohou zdatnost nemocných dokonce významně zvýšit, je však třeba nemocné o nutnosti pravidelného pohybu správně informovat (Bourke et al. 2013, May a spol. 2008).

## **6.11 Kardiorespirační kapacita a psychika**

Pohybová aktivita se projevuje řadou prospěšných vlivů na psychiku cvičících. McAley (1994) zjistil pozitivní korelaci mezi pohybovou aktivitou a sebedůvěrou, sebeovládáním, psychologickým pocitem pohody a tvůrčími schopnostmi. Na druhé straně uvádí negativní korelaci (tedy zlepšení) ve vztahu k úzkosti, stresu a depresi. North a spol. (1990) na základě meta-

analýzy 80 studií došli k závěru o pozitivním vlivu jak jednorázové tak dlouhodobé pohybové aktivity na účinnou redukci klinické deprese. Antidepresivní účinek pohybové aktivity byl patrný u všech sledovaných skupin bez ohledu na pohlaví, věk či zdravotní stav. Nejprokazatelnější účinky byly patrné u těch, kterým byla poskytována medikamentózní či psychologické péče. Antidepresivní účinek měly aktivity jak aerobního charakteru tak i jiné formy.

Obdobně byl patrný pozitivní vliv pohybové aktivity na úzkostné stavy. Meta-analýza ukázala, že zejména aerobní formy pohybové aktivity účinně snižovaly úzkost zejména u těch osob, které se setkávaly s chronickým pracovním stresem (Long a Stavel 1995).

Vyšší tělesná zdatnost poskytuje svým nositelům vyšší kapacitu vyrovnat se se stresem. Zdá se, že aerobní aktivity střední intenzity mohou pozitivně ovlivnit odpověď na stresové situace v zaměstnání i v běžném životě (Scully a spol. 1998).

## **6.12 Kardiorespirační kapacita a „detraining“**

Každý je v průběhu života vystaven riziku úplného přerušení jakékoliv pohybové aktivity obvykle ze zdravotních důvodů. Odezva na tento nepříznivý stav se promítá negativně do řady funkcí. Třítýdenní lenošení v posteli (*bed rest*) vedlo k 25% poklesu tepového objemu a maximálního minutového objemu srdečního a 27% poklesu VO<sub>2</sub>max (Saltin a spol. 1968). Pokles byl výraznější u jedinců s vyšší výchozí kardiorespirační kapacitou. Tříměsíční snížení tréninkového úsilí po skončení hlavního závodního období vedlo u atletek k poklesu VO<sub>2</sub>max o 15.5 % (Drinkwater a Horvath 1972). U trénovaných sportovců dochází k výraznému poklesu enzymatické kapacity svalů, obsahu glykogenu, silových schopností, flexibility a dalších výkonových předpokladů (Wilmore a Costill 1994).

Devítitýdenní přestávka po devítitýdenním tréninku měla za následek pokles jak VO<sub>2</sub>max tak výkonnosti na úrovni anaerobního prahu, kterých sportovci během tréninku dosáhli (Ready a Quinney 1982). Také Mujika a Padilla (2001) pozorovali po přerušení tréninku u výkonných sportovců rychlý pokles tréninkem vyvolaných adaptačních změn. Došlo k výraznému poklesu VO<sub>2</sub>max, tepového objemu, zmenšení objemu srdce, poklesu inzulínové senzitivity, transportního proteinu GLUT-4 (glucose transporter type 4) a aktivity lipoprotein-lipázové aktivity. Na výchozí úroveň poklesl obsah glykogenu a parametry anaerobního prahu – to vše již po čtyřech týdnech tréninkového výpadku.

Trénink různého zaměření vede ke specifickým adaptačním změnám, zvyšujícím výkonnostní předpoklady sprintérské (vzestup aktivity fosfofrukto-kinázy) či vytrvalostní (vzestup VO<sub>2</sub>max, aktivity sukcinátdehydrogenázy, objemu ST a FTa vláken). Půlroční „detraining“ měl za následek vymizení všech těchto adaptačních změn (Fournier a spol. 1982). Obdobně tomu bylo ve studii Mokera a spol. (2014), kteří sledovali vliv šestiměsíčního tréninku na krevní tlak u prehypertoniků. V případech, kdy došlo k významnému poklesu krevního tlaku (průměrně TKs o 11.5±7.8, TKd o 9.8±6.2 torrů), znamenal dvoutýdenní „detraining“ návrat k výchozí úrovni.

Coyle a spol. (1984) sledovali dezadaptační změny u vytrvalců s desetiletou tréninkovou anamnézou. Jejich VO<sub>2</sub>max se snížil o 7%, 13% a 15% po 12, 56 a 84 dnech po ukončení tréninku, tepový objem poklesl během 12 dnů o 11%.

Úplné přerušení tréninku vede velmi rychle ke ztrátě adaptačních změn, zejména na subcelulární úrovni. Přerušení tréninku na 12 dnů je provázeno poklesem enzymatické kapacity o 75% a její obnova při znovuzahájení tréninku trvá dvojnásobek času, tedy 24 dnů (Ready a spol. 1982). Před ztrátou tréninkem vypěstovaných adaptačních změn během 4týdenního

detréninku varoval Máček (2002). K udržení vytrvalostních předpokladů lze doporučit alespoň dvakrát týdně zařadit třeba krátkodobou ale intenzivní zátěž na úrovni 85-100% VO<sub>2</sub>max. Totéž platí o silovém tréninku, silové předpoklady během závodního období lze udržet i díky jednomu intenzivnímu silovému tréninku týdně (Rundell 1994).

### **6.13 Kardiorespirační kapacita a věk**

Kardiorespirační kapacita stejně jako mnohé další funkce lidského organismu se v průběhu života mění. Zatímco do dokončení puberty absolutní hodnota kardiorespirační kapacity, kterou obvykle můžeme vyjádřit parametrem VO<sub>2</sub>max, trvale narůstá a zhruba do třicátého roku věku se udržuje na této maximální hodnotě, v dalších letech dochází k jejímu postupnému poklesu. Ten je závislý jednak na úrovni dosaženého maxima, jednak na úrovni pohybové aktivity v průběhu stárnutí.

Meta-analýza 242 studií zahrnujících 538 skupin mužů (n=13 828) umožnila posoudit tento trend u mužů se sedavým životním stylem (n=6231), mužů aktivních (n=5621) a trénovaných vytrvalců (n=1976). VO<sub>2</sub>max se u všech skupin s věkem snižovala, byla však vždy nejvyšší u vytrvalců a nejnižší u netréovaných „sedavých“ skupin. Mezi poklesem VO<sub>2</sub>max v průběhu decenií nebyl významný rozdíl: -4.0 mml/min/kg u netréovaných, -4.0 ml/min/kg u aktivních a -4.6 ml/min/kg u vytrvalců. Rozdíly nebyly ani při procentuálním přepočtu vzhledem k nejvyšším hodnotám ve třetím decenniu: -8.7 %/10 let u netréovaných, -7.3 % u aktivních a -6.8 % u vytrvalců. U netréovaných a aktivních skupin byl patrný trend k vyššímu podílu tělesného tuku, u vytrvalců se však podíl tukové tkáně neměnil (Wilson 2000).

Zatímco v uvedené studii byly trendy poklesu VO<sub>2</sub>max u všech tří skupin obdobné, další studie stejného okruhu autorů ukázala, že dynamika změn

tohoto parametru u vytrvalců je poněkud odlišná od netrénovaných (Pimentel 2003). Pokles VO<sub>2</sub>max byl u vytrvalců v přepočtu na jedno decennium vyšší, a to -5.4 ml/min/kg proti -3.9 ml/min/kg u netrénovaných. Pokles u netrénovaných byl v průběhu stárnutí lineární, vytrvalci si do pátého decennia udržovali svoji vysokou VO<sub>2</sub>max a teprve poté došlo ke zlomu a výraznému poklesu. Akcelerovaný pokles VO<sub>2</sub>max v šestém decenniu u vytrvalců připisují autoři poklesu celkového tréninkového zatížení (tj. objemu i intenzity) v pozdějším věku. Současně byl patrný pokles běžecké výkonnosti, posuzované dosaženým časem v běhu na 10 km.

Meta-analytická metoda posouzení dynamiky změn kardiopulmonální kapacity byla použita také u žen (Fitzgerald et. al. 1997). Zahrnovala 109 studií a 239 skupin vyšetřených žen (n=4884). Autoři soubor rozdělili na netrénované „sedavé“ ženy (n=2256) a trénované „aktivní“ ženy (n=1717) a vytrvalkyně (n=911). Průměrný pokles VO<sub>2</sub>max byl v průběhu stárnutí rychlejší u trénovanějších skupin, a to -3.5 ml/min/kg u netrénovaných, - 4.4 ml/min/kg u aktivních a -6.2 ml/min/kg u vytrvalkyň. Vzhledem k výchozí úrovni pak se u všech skupin jednalo o téměř shodný pokles o 10.0 až 10.9 % za decennium. Jak výchozí úroveň VO<sub>2</sub>max (29.7±7.8 ml/min/kg u netrénovaných, 38.7±9.2 ml/min/kg u aktivních a 52.0±10.5 ml/min/kg u vytrvalkyň) tak i hodnoty v průběhu celého sledovaného období byly u vytrvalkyň významně vyšší než u dalších skupin.

Uvedeným údajům odpovídaly výsledky studie, zaměřené na seniorské účastníky čtyřdenního pochodu (nejméně 30 km/den) (De Wild a spol. 1995). Tuto autoři porovnali spiroergometricky stanovené hodnoty VO<sub>2</sub>max u 91 mužů (věk 76.7±4.6 let) a 49 žen (věk 72.8±3.6 let). Výsledky VO<sub>2</sub>max vyjádřené v přepočtu na kg tělesné hmotnosti (26.8±4.9 ml/min/kg u mužů a 24.6±4.7 ml/min/kg u žen) byly asi o 20 % vyšší než srovnatelné hodnoty

uváděné pro netréňované osoby. Průměrný pokles  $VO_{2max}/min/kg$  o  $-0.46/rok$  u mužů a o

$-0.38/rok$  u žen jsou v souladu s výše uvedenými studii.

Jedním z hlavních fyziologických mechanismů, podílejících se na poklesu  $VO_{2max}$  je pokles minutového objemu srdečního, ovlivněný především poklesem maximální tepové frekvence ve vyšším věku. Nejčastěji se pro predikci této hodnoty užívá formule  $TF_{max} = 220 - věk$ , ovšem rozptyl těchto hodnot v rozsahu  $\pm 15$  tepů i u farmakologicky neovlivněných osob potvrzuje, že skutečnou hodnotu  $TF_{max}$  může nejpřesněji prokázat zátěžový test na ergometru se zvyšováním zátěže do vyčerpání.

Ogawa a spol. (1992) zdůraznili, že zatímco pokles  $VO_{2max}$  v průběhu čtyř decenníí odpovídá 40-41% původní úrovně u osob se sedavým životním stylem, u tréňovaných osob odpovídá tento pokles jen 25-32% původní úrovně. Při tom pokles tepového objemu se na poklesu  $VO_{2max}$  podílel z 50%, další díl připadal na pokles  $TF_{max}$  a nižšího využití kyslíku v zatížených svalech.

Karlsen a spol (2015) uvedli kasuistiku 80letého sportovce, jehož kardio-respirační kapacita posuzovaná podle  $VO_{2max}$ , stejně jako ventilační parametry či složení těla odpovídaly 35letým tréňovaným či 25letým „sedavým“ norským mužům. Tento muž absolvoval v průměru 10 900 kroků a 2:51 hodiny pohybové aktivity denně.

Na poklesu  $VO_{2max}$  v průběhu stárnutí se podílejí jak centrální tak periferní adaptační mechanismy. Významným faktorem je pokles svalové hmoty (Hawkins a Wiswell 2003). Seals a spol. (1994) porovnávali hodnoty enddiastolického a tepového objemu u netréňovaných ( $VO_{2max}/kg = 29.6 \pm 1.4$  ml/min/kg) a tréňovaných ( $VO_{2max}/kg = 50.4 \pm 1.7$  ml/min/kg) mužů starších 60 let. Oba parametry byly u tréňovaných významně vyšší, lze tedy



odvodit, že odpovídající pohybová aktivita může udržet tepový objem na vysoké úrovni i ve vyšším věku.

#### **6.14 Kardiorespirační kapacita a životní styl**

Typické důsledky sedavého způsobu života uvedl Vanhecke a spol. (2009). U morbidně otlých zjistil průměrný denní energetický výdej pouhých 2668 kcal a průměrně pouhých 3763 kroků. Celkem 23:51,6 hodin denně tito obézní strávili spánkem nebo sedavou činností, odpovídající intenzitou méně než 3 METs. Zbývajících 8,4 min denně strávili středně intenzivním pohybem. Průměrná hodnota VO<sub>2</sub>max u těchto osob byla 16.8 ml/min/kg, tedy pouhých 4.8 METs.

Jak ukázala studie zaměřená na členy rodin se sedavým způsobem života, na dosažené úrovni VO<sub>2</sub>max se vedle životního stylu podílejí i genetické vlivy (Bouchard a spol. 1998).

Na otázku, zda pohybová aktivita může být dostatečnou prevencí ischemické choroby srdeční i v případě stravy s vysokým obsahem tuků odpověděl Taylor (2012). Aktivní životní styl může zabránit rozvoji obezity a endotheliální dysfunkci věnčitých tepen i v případě obezitogenního prostředí.

Význam pohybové aktivity a kardiorespirační kapacity v prevenci metabolic- kého syndromu prokázala čtyřletá studie Laaksonena a spol. (2002). Osoby s více než třemi hodinami pohybové aktivity týdně o střední až vysoké intenzitě měli jen poloviční riziko rozvoje metabolického syndromu ve srovnání s osobami se sedavým životním stylem. Třetina sledovaných osob s nejvyššími hodnotami VO<sub>2</sub>max měla o 75% nižší riziko rozvoje metabolického syndromu ve srovnání s třetinou osob s nejnižšími hodnotami VO<sub>2</sub>max.

Ve studii McGavocka (2006), srovnávající mladé dospělé muže s různým životním stylem, ukázaly výsledky nízkou úroveň citlivosti vůči insulinu a

vyšší tepennou tuhost skupiny „sedavé“ ve srovnání jak se skupinou pohybově aktivních tak zejména s vytrvalci.

V reprezentativním souboru 1626 dospělých osob zjistili Ford a spol. (2005) dvakrát vyšší riziko metabolického syndromu u osob se sedavým životním stylem ve srovnání s osobami, které se alespoň 150 minut týdně věnovali pohybové aktivitě střední intenzity. Nejvyšší prevalence metabolického syndromu byla zjištěna u osob sledujících televizi či trávících čas u počítače více než 4 hodiny denně. Snížit dobu trávenou před televizí či u počítače a zvýšit volnočasovou pohybovou aktivitu a tím podstatně snížit prevalenci metabolického syndromu je doporučení, které není omezeno jen pro americkou populaci. K podobným závěrům dospěli i Salmon J. a spol (2000), Hu a spol. (2001), Rosolová (2012) a další.

Někteří američtí autoři označují soubor zdravotních rizik souvisejících s nedostatkem pohybové aktivity jako „sedentary death syndrome“ (Booth a Krupa 2001, Booth a Chakravarty 2002, Lees a Booth 2004). Již v r. 2001 uvedení autoři uvedli, že v USA se zvýšila prevalence obezity dvojnásobně, diabetu 2. typu devítinásobně a úmrtí na kardiovaskulární onemocnění je stále hlavní příčinou smrti v USA. Za hlavní příčinou pokládají nedostatek pohybové aktivity, vedoucí k předčasným zdravotním problémům a smrti. Rizikovou skupinou je v současnosti 60 procent Američanů včetně dětí. V budoucích letech je třeba počítat s obrovským zvýšením výdajů na zdravotní péči.

Význam pohybové aktivity pro zdraví člověka podtrhují také studie porovnávající navzájem zdravotní stav pracovníků profesí s různým podílem fyzické náročnosti příp. populace žijící z našeho pohledu primitivně s tzv. industrializovanými populacemi.

U zaměstnanců 40 profesí měřili kardiorespirační kapacitu pomocí predikce VO<sub>2</sub>max Lewis a spol. (2015). Průměrná hodnota byla 38.8 ml/min/kg u

pracovníků s metabolickým syndromem a 41.1 ml/min/kg u pracovníků bez známek metabolického syndromu. U zaměstnání s vyšší prevalencí metabolického syndromu je na místě se zaměřit na prevenci ve smyslu zvýšení tělesné zdatnosti.

Davilla a spol. (2010) v reprezentativním vzorku amerických zaměstnanců (n=8457) zjistili, že 20% z nich splňuje kriteria pro metabolický syndrom (MS). K profesím s nejvyšší prevalencí MS patří zaměstnání při přípravě potravin, farmáři, manažeři a inspektoři (prevalence MS 29.6-31.1%), k profesím s nejnižší prevalencí MS (8.5-9.2%) spisovatelé, umělci, baviči, sportovci, inženýři, architekti a vědci.

Nelze však opomenout multifaktoriální příčinu onemocnění jakým je např. metabolický syndrom. Uplatňuje se řada dalších rizikových faktorů, jimiž se podrobněji nezabýváme – kouření, abusus alkoholu a drog, stres, řada výživových nedostatků a mimo jiné např. i nedostatečná saturace vitamínem D (Maki a spol. 2012).

Rozdíly v úrovni kardiorepirační kapacity, hodnocené podle VO<sub>2</sub>max mezi bolivijskými indiány Tsimane a kanadskými věkovými vrstevníky, ukázala srovnávací studie Pisora spol. (2014). Životními podmínkami vyvolaná nutnost celoživotní pohybové aktivity vedla nejen k vyšším parametrům kardio- respirační kapacity v mladším věku, ale jejich pokles v průběhu života byl pomalejší než u mužů a žen zastupujících „industrializovanou“ kanadskou společnost.

### **6.15 Doporučený rozsah pohybové aktivity k udržení tělesné zdatnosti**

Problematikou rozsahu pohybové aktivity, která by garantovala preventivní přínos, se zabývala řada srovnávacích studií. Doporučení byla průběžně doplňována. V r. 1996 přijal 13členný panel odborníků z oborů kardiologie, psychologie, zátěžové fyziologie, výživy, pediatrie, veřejného zdraví, a

epidemiologie (JAMA 1996) doporučení, podle nějž všichni Američané, v dětském věku i dospělosti, by měli věnovat 30 minut denně pohybové aktivitě střední intenzity optimálně každý den v průběhu týdne. Těm jedincům, u nichž již byly diagnostikovány kardiovaskulární potíže, jsou doporučeny rehabilitační programy včetně pohybové aktivity a dalších opatření, vedoucích k omezení rizikových faktorů.

Časem se však ukázalo, že takto pojatá volnočasová pohybová aktivita nemá dostatečný fyziologický účinek. Významnější zdravotní přínos byl totiž pozorován u těch skupin osob, které kromě pohybových aktivit lehké a střední intenzity pravidelně několikrát týdně zařadily i aktivity vysoké intenzity (Lee a spol. 2003, Boule a spol. 2003, Swain a Franklin 2006 aj.). Jsou to ty formy pohybové aktivity, při nichž je dosahováno intenzity odpovídající alespoň 6 až 9 METs, tedy šesti- až devítinásobku klidového metabolismu. V takovém případě při formálním výpočtu doby strávené pohybem během týdne lze dobu, odpovídající takto intenzivním činnostem, násobit dvěma. Jinými slovy jedinec, věnující se během týdnu pětikrát dvacetiminutovým aktivitám, z nichž 10 minut je vždy na úrovni vysoké intenzity, má „splněno“ stejně jako jiný jedinec, absolvující pětikrát týdně pohybovou aktivitu jen mírné až střední intenzity po dobu 30 minut.

Společné doporučení Americké kardiologické společnosti AHA a Americké společnosti sportovní medicíny ACSM (Haskel a spol. 2007) dokonce doporučuje takovouto aktivitu zařazovat třikrát týdně po dobu 20 minut. Ve vztahu ke klidovému metabolismu hodnotí Norton a spol. (2007) intenzitu pohybové aktivity následovně: sedavá - méně než 1.6 MET, lehká - 1.6 až 3 METs, střední - 3 až 6 METs, vysoká - 6 až 9 METs, a vyčerpávající: nad 9 METs. Aktivity vysoké až vyčerpávající intenzity se v běžném životě dospělých v ekonomicky vyspělých zemích vyskytují jen výjimečně. Ve studiích, využívajících k hodnocení intenzity zatížení během celodenního

sledování akcelerometrů, takové aktivity zaujímaly průměrně jen několik málo minut (Ainsworth a spol. 2000).

Podle konsenzu expertů, zabývajících se pohybovou aktivitou, metabolismem a regulací tělesné hmotnosti, kteří se v květnu 2002 sešli v Bangkoku na zasedání, projednávajícím různé aspekty pohybové aktivity ve vztahu k celosvětovému problému obezity, byla přijata následující doporučení: alespoň 30 min pohybové aktivity střední intenzity denně, nejlépe každý den během týdnu, má příznivý vliv na řadu chronických chorob včetně ICHS a diabetu. Prevence znovunabytí hmotnosti u původně obézních osob vyžaduje 60-90 minut pohybové aktivity střední intenzity denně nebo kratší trvání pohybové aktivity, avšak vysoké intenzity. Pohybová aktivita střední intenzity po dobu 45-60 minut denně je nutná záruka prevence nadváhy a obezity. U dětí jsou požadavky na čas strávený pohybovou aktivitou denně ještě vyšší (Saris et al. 2003).

Dlouholeté úsilí může mít pozitivní vliv na postoj veřejnosti k pohybové aktivitě, jak dokazují výsledky dotazníkového průzkumu, zabývajících se rozsahem pohybových aktivit nesportující veřejnosti u jihoaustralské dospělé populace (Gill a spol. 2007). Z 3065 respondentů 47 % v průběhu uplynulého týdne absolvovalo dostatečný rozsah pohybové aktivity (tj. alespoň 150 minut chůze či pohybové aktivity střední až vysoké intenzity). Jen 15.5% respondentů se vyznačovalo sedavým životním stylem, což byl nejnižší podíl ve srovnání s předchozími průzkumy od r. 1998.

Blair a spol. (2004) vedle zásadního požadavku na půlhodinovou každodenní pohybovou aktivitu střední intenzity zdůrazňují další zdravotní přínos posilovacích cvičení a cvičení flexibility alespoň dvakrát týdně. Udrží se tak déle nejen svalová hmota, ale plná funkční výkonnost příslušných svalových skupin.

U osob starších 50 let však je prevalence posilovacích cvičení velmi nízká (Peterson a Gordon 2011). Při tom i ve vyšším věku lze soustavným tréninkem významně zvýšit svalovou sílu a ovlivnit aktivní tělesnou hmotu a současně dosáhnout pozitivních adaptačních změn.

Doporučení rozsahu a intenzity pohybové aktivity by mělo odpovídat zásadám personalizované medicíny. Platí to samozřejmě i pro kardiaky, jejichž námahová tolerance může být velmi rozdílná. Koyal a spol. (1985) u pacientů léčených propranololem dosáhli v průběhu 12-16týdenního tréninku (třikrát týdně 30-40 min na úrovni 75-85% jejich hraniční TF, tj. mezi 98 až 128/min) významného zvýšení jak  $VO_{2max}$  tak anerobního prahu, což připisovali zvýšenému tepovému objemu i perifernímu využití kyslíku v zatěžovaných svalech.

Obdobné tréninkové zátěže se u kardiaků osvědčily Laslettovi a spol. (1987), kteří doporučují rovněž trénink alespoň třikrát týdně 15-20 minut na úrovni 70-85 procent předpokládané maximální tepové frekvence. Význam tréninku připisovali především periferním adaptačním změnám a vlivu na psychiku nemocných.

Zajímavou meta-analýzu zaměřenou na efektivitu rehabilitačních programů u kardiaků po AIM provedli Valkeinen a spol. (2010). Ze 3772 studií, zabývajících se touto problematikou nakonec vybrali osmnáct, splňujících přísná kritéria. Pohybová intervence vedla v průměru ke zvýšení  $VO_{2max}$  o  $2.6 \pm 1.6$  ml/min/kg, ve srovnání s kontrolními skupinami (zvýšení  $VO_{2max}$  o 0.3 ml/min/kg) se tedy jednalo o „netto“ zlepšení  $VO_{2max}$  o 2.3 ml/min/kg, tedy o 0.66 MET. Výsledky byly výrazně lepší v těch studiích, u nichž byly využity aerobní tréninkové prvky vytrvalostního charakteru a kde trénink byl zahájen do tří měsíců od akutní srdeční příhody. Lepší výsledky přinesly i déle trvající intervence (déle než 6 měsíců) ve srovnání s intervencemi do 3 měsíců. Ve studii Belardinelliho (2001) tak bylo dosaženo zlepšení  $VO_{2max}$

o 5.1 ml/min/kg, Giallauria a spol. (2008) dosáhli zlepšení o 5.0 ml/min/kg a v dalších třech studiích (Dressendorfer a spol. 1995, Hambrecht a spol. 2004 a Volaklis a spol. 2006) o 3.6 až 3.9 ml/min/kg.

Zdá se, že i u kardiaků má význam zařazovat posilovací trénink do rehabilitačního programu. Při dodržení určitých zásad je posilovací trénink i u kardiaků bezpečný (Braith a Stewart 2006, Williams 2007). Zlepšení VO<sub>2</sub>max o 1 MET významně zvyšuje délku přežití nemocných po AIM. Účinná rehabilitační péče tak hraje významnou roli jak ve vztahu k době přežití tak ke kvalitě života pacientů.

Požadavky na účinný rozsah pohybové aktivity zpřísnila i Americká diabetologická společnost ADA. v jejích doporučeních se v současnosti (ADA 2015) uvádí: Děti s diabetem nebo prediabetem by měli alespoň 60 minut denně trávit pohybovou aktivitou. Dospělí s diabetem by měli strávit alespoň 150 minut týdně pohybovou aktivitou střední intenzity (tj. cca 50-70 % maximální tepové frekvence) alespoň ve třech dnech týdně tak, aby interval mezi dvěma tréninkovými dny nebyl delší než dva dny. Může postačit i 75 min týdně v případě, že intenzitu zatížení lze kvalifikovat do kategorie „těžká“. U osob starších 65 let se doporučuje dodržovat výše uvedená doporučení pro dospělé, pokud to není možné, pak se věnovat v maximální možné míře těm aktivitám, které jejich zdravotní stav umožňuje. Je též třeba vyvarovat se co nejvíce dlouhodobému sezení, a dle možnosti je přerušit nějakou pohybovou aktivitou, i když to povaha zaměstnání vyžaduje (Katzmarzyk a spol. 2009). Nejsou-li kontraindikace, měli by i diabetici alespoň dvakrát týdně provádět posilovací cvičení.

## **6.16 Predikce VO<sub>2</sub>max podle terénních testů**

Nejnámějším terénním testem stanovení VO<sub>2</sub>max podle výkonu při zátěži v terénu je Cooperův 12minutový běh. Jedná se o běžecký výkon na 400m

atletické dráze, limitovaný časem 12 minut. Podle uběhnuté vzdálenosti lze dosažením do regresní rovnice odhadnout VO<sub>2</sub>max vyšetřovaného (Cooper 1968, Mackenzie 1997). Pro výpočet VO<sub>2</sub>max platí následující rovnice:  
 Uběhnutá vzdálenost v km:  $VO_{2max}/kg = (22.35 \times \text{kilometers}) - 11.29$   
 Uběhnutá vzdálenost v mílich:  $VO_{2max}/kg = (35.97 \times \text{miles}) - 11.29$

„12 Minute Run Fitness Test“ (posuzovací škála):

Age	Excellent	Above Average	Average	Below Average	Poor
Male 20-29	>2800m	2400-2800m	2200-2399m	1600-2199m	<1600m
Females 20-29	>2700m	2200-2700m	1800-2199m	1500-1799m	<1500m
Males 30-39	>2700m	2300-2700m	1900-2299m	1500-1999m	<1500m
Females 30-39	>2500m	2000-2500m	1700-1999m	1400-1699m	<1400m
Males 40-49	>2500m	2100-2500m	1700-2099m	1400-1699m	<1400m
Females 40-49	>2300m	1900-2300m	1500-1899m	1200-1499m	<1200m
Males 50	>2400m	2000-2400m	1600-1999m	1300-1599m	<1300m
Females 50	>2200m	1700-2200m	1400-1699m	1100-1399m	<1100m

Korelační koeficient mezi uvedenými výsledky Cooperova 12-min testu a přímým stanovením VO<sub>2</sub>max se uvádějí okolo 0.90 u mužů a 0.54-0.90 u žen. U školáků však již tak vysoká korelace zjištěna nebyla (r=0.65, Maksud a Coutts 1971).

Řada autorů uvádí další nejrůznější modifikace tohoto testu jak s delší zátěží, tak s nejrůznějšími kratšími vzdálenostmi (od 1 km do 6 min). Zátěží bývá běh či chůze, aerobní kapacita je odhadována podle dosaženého výkonu. Balke (1963) při svém 15minutové běhu uvádí regresní rovnici pro výpočet VO<sub>2</sub>max ( $VO_{2max}/kg = 6.5 + 12.5 \times km^*$ ), kde km\* jsou uběhnuté kilometry a výsledek je udán v ml/min/kg.

Výsledky nejrůznějších dalších terénních testů zdatnosti, kde vyšetřovaní absolvují zátěže specifické jejich sportovní disciplíně, tedy cyklistické, plavecké, veslařské aj., obvykle definují charakter zátěže a výsledek hodnotí



jen podle dosaženého výkonu. Terénní testy ve fotbalu, ledním hokeji a dalších týmových sportech spočívají dokonce v zátěžích intervalového charakteru s téměř maximální intenzitou a krátkým intervalem odpočinku a výsledky se interpretují jak se vztahem k aerobní tak anaerobní kapacitě.

Jednou z možností, jak testovat maximální aerobní kapacitu v terénu byly tzv. stezky zdatnosti (1974), jež u nás propagoval Daněk (1975). Každá taková testovací trasa měla specifická kritéria hodnocení zdatnosti, spočívající jednak v dosaženém výkonu, tj. rychlosti s jakou vyšetřovaný stanovenou vzdálenost ušel nebo uběhl, jednak v posouzení odezvy na tuto zátěž podle změn TF během zátěže a po dosažení cíle. Bylo pak možno vypočítat index zdatnosti a podle něj individuálně odhadnout VO<sub>2</sub>max (Novák a spol. 1980).

Terénní testy mají své výhody, spočívající v nenáročnosti na vybavení a relativní snadné dostupnosti pro kohokoliv, kdo má zájem o kontrolu své kondice, jak někdy zdatnost v běžné mluvě označujeme. Naproti tomu nemožnost přiměřené standardizace podmínek testu a v řadě případů i nižší korelační závislost mezi terénním výsledkem a přímo stanovenou VO<sub>2</sub>max jim vyhražují jen orientační hodnotu.

## **Závěry**

Paffenberger a spol. (1993) vyšetřili v letech 1962 a 1966 celkem 10 269 osob ve věku 45-84 let s život ohrožujícími zdravotními problémy. Doporučili jim úpravu životního stylu a znovu je vyšetřili v r. 1977. V tomto období 476 osob zemřelo. Pokud vyšetření pravidelně zařazovali pohybovou aktivitu střední intenzity, přestali kouřit, udrželi si normální TK a netrpěli nadváhou, všechny tyto faktory se jednotlivě projeví v nižší mortalitě. Kombinace těchto faktorů měla ještě příznivější vliv, takže v případě, že přestali kouřit a pravidelně se věnovali pohybové aktivitě, mohli očekávat vyšší délku života o 2.49 roku.

V rozsáhlé meta-analýze, zpracované na základě 33 studií a zahrnujících 102 980 osob, se Kodama a spol. (2009) pokusili posoudit význam kardiorespirační kapacity ve vztahu k mortalitě. Probandy rozdělili do tří skupin – s nízkou kardiorespirační kapacitou s VO<sub>2</sub>max odpovídající méně než 7.9 METs, střední (7.9-10.8 METs), a vysokou kardiorespirační kapacitou (více než 10.9 METs). Za minimální limit kardiorespirační kapacity podle této analýzy pokládají VO<sub>2</sub>max odpovídající 9 METs u mužů a 7 METs u žen (věk 40 let), 8 METs u mužů a 6 METs u žen (věk 50 let) a 7 METs u mužů a 5 METs u žen (věk 60 let). Každé zvýšení VO<sub>2</sub>max o 1 MET bylo spojeno s 13% poklesem mortality a 15% poklesem prevalence ICHS.

Z klinického hlediska pak lze odhadnout, že každé takové zvýšení kardiorespirační kapacity o 1 MET je spojeno s poklesem obvodu pasu o 7 cm, poklesem TKs o 5 torrů, poklesem hladiny triglyceridů o 1 mmol/l, poklesem glykémie rovněž o 1 mmol/l a vzestupem HDL-cholesterolu o 0.2 mmol/l (Kodama a spol. 2009).

Pohybová aktivita je tedy spolu s dodržováním určitých výživových zásad základním kamenem „terapeutické změny životního stylu“ a může významně zlepšit jak inzulinovou rezistenci tak celý soubor metabolických rizikových faktorů, charakterizujících metabolický syndrom (Carroll a Dudfield 2004).

Bertrais a spol. (2005) uvedli, že pravděpodobnost onemocnět metabolickým syndromem sníží pohybová aktivita střední intenzity (150 min týdně na úrovni 3-6 METs) o třetinu, pohybová aktivity vyšší intenzity (60 min týdně na úrovni více než 6 METs) o dvě třetiny.

Také Young a spol. (1993) prokázali, že vyšší pohybová aktivita v průběhu pětiletého sledování vedla k příznivým změnám hlavních rizikových faktorů u mužů i žen.

Blair a spol. (1989) sledovali mortalitu u mužů (n=10 244) a žen (n=3120), vyšetřených pomocí zátěžového testu na běhátku, po dobu 8 let. Zaznamenali

240 úmrtí u mužů a 43 úmrtí u žen. Mortalita u nejméně zdatných mužů byla 64.0/10 000 osobo-let (person-years) a 18.6/10000 osobo-let u nejzdatnějších. U žen byl tento poměr 39.5/10000 u nejméně zdatných a 8.5/10000 u nejzdatnějších. Nízká tělesná zdatnost tak byla významným faktorem negativně ovlivňujícím mortalitu.

Je tedy zřejmé, že mezi životním stylem a kvalitou a délkou života existuje určitá úměra, při čemž nedílnou součástí zdravého životního stylu je také optimální pohybová aktivita. Jaká pohybová aktivita co do výběru různých forem, objemu a intenzity je velmi výrazně závislé na individualitě každého z nás. Vždy bude platit, že určitá, byť obecně platná doporučení, bude třeba modifikovat podle řady subjektivních předpokladů, a tedy i zdatnosti a zdravotního stavu každého jedince. V tomto směru nejcennější informace poskytuje zátěžová spiroergometrie.

Na našem kontingentu 2777 vyšetření jsme ukázali, že různé formy pohybové aktivity se promítají různou měrou do komplexu adaptačních změn, jejichž výrazem je maximální spotřeba kyslíku  $VO_{2max}$  a  $VO_{2max}/kg$ . Bez ohledu na charakter sportovního zaměření se však všechny skupiny námi vyšetřených sportovců vyznačovaly výrazně vyššími parametry tělesné zdatnosti, tedy nejen  $VO_{2max}$  a  $VO_{2max}/kg$ , ale také  $W_{170}$  a  $W_{170}/kg$  či  $W_{max}$  a  $W_{max}/kg$ , a to ve všech věkových kategoriích.

Při porovnání vzájemných vztahů těchto parametrů jsme zjistili velmi vysokou korelační závislost  $VO_{2max}$  a  $VO_{2max}/kg$  na maximálním dosaženém výkonu  $W_{max}$  a  $W_{max}/kg$ . Nejvyšší korelační koeficient  $r=0.92$  byl dosažen při porovnání těchto parametrů u celého souboru vyšetření bez ohledu na věk a pohlaví vyšetřených. Z praktického hlediska lze doporučit

výpočet  $VO_{2max}$ , známe-li maximální dosažený výkon  $W_{max}$ , podle následujících regresních rovnic:

**Muži:**  $VO_{2max} = 0.0095 \cdot W_{max} + 0.54$  (l/min) (R=0.89)

**Ženy:**  $VO_{2max} = 0.0083 \cdot W_{max} + 0.67$  (l/min) (R=0.85)

Použití těchto výpočtů umožňuje se značnou přesností určit uvedené parametry kardiorespirační zdatnosti i v případech, kdy vyšetřující má k dispozici pouze bicyklový ergometr a vyšetřovaný absolvuje zátěžový test dle protokolu se stupňovanou intenzitou zátěže do maxima. Tím se podstatně rozšiřuje dostupnost stanovení tohoto cenného markeru zdatnosti i na ta pracoviště, kde nejsou k dispozici analyzátory dýchacích plynů.

V dalších našich studiích se potvrdila možnost neinvazivního hodnocení tepového objemu a minutového objemu srdečního v průběhu zátěžového testu včetně maximálních hodnot. I tyto parametry dále dokreslují adaptační schopnosti oběhového systému a po dalším ověření budou doplněny do programu Konsil jako rutinní součást spiroergometrického vyšetření a výsledkového protokolu.

Vzhledem k významným prediktivním vztahům  $VO_{2max}$  k prevalenci řady tzv. civilizačních chorob lze předpokládat, že její diagnostika bude v budoucnu zasahovat stále širší podíl populace v rámci primárně preventivních lékařských prohlídek. Jen tak bude možno včas odhalit varovně nízkou úroveň kardiorespirační kapacity a doporučit účinné postupy vedoucí k nápravě, tedy především úpravu životního stylu ve smyslu úměrného zvýšení pohybové aktivity.

## Souhrn

Na základě 2777 měření  $VO_2\max$  u osob s různou sportovní anamnézou byly stanoveny normativy kardiorepirační kapacity pro jednotlivé věkové skupiny vytrvalců, hráčů kolektivních her a ostatních sportovních odvětví a porovnány jednak s kontrolní skupinou nezávodících (rekreačně sportujících) osob, jednak s normativy pro čs. populaci na základě výsledků Mezinárodního biologického programu IBP (Seliger a Bartůněk 1976). Podle očekávání byly nejpříznivější parametry jak  $VO_2\max$  a  $VO_2\max/kg$  tak  $W_{170}$  a  $W_{170}/kg$  u skupin vytrvalců, jak mužů tak žen.

Nejvýznamnější korelační závislost byla zjištěna mezi  $VO_2\max$  a  $W_{\max}$  a mezi  $VO_2\max/kg$  a  $W_{\max}/kg$ , a to jak u celého souboru všech vyšetření tak i u jednotlivých sportovních odvětvích a věkových kategorií. Ukázalo se, že pro stanovení kardiorepirační kapacity lze parametry  $VO_2\max$  a  $VO_2\max/kg$  s dostatečnou přesností odvodit podle maximálního dosaženého výkonu na bicyklovém ergometru.

Spiroergometrické vyšetření kromě hodnocení kardiorepirační kapacity umožňuje rovněž odvodit nepřímo hodnoty tepového objemu a minutového objemu srdečního. Lze tak získat další parametry, významně související s adaptačními změnami oběhového systému.

Pravidelná pohybová aktivita aerobního vytrvalostního charakteru může ovlivnit biologický věk ve smyslu jeho snížení o 10 až 20 let a současně tím snížit pravděpodobnost závislosti na okolí v seniorském věku. Tím se současně dosáhne významného zlepšení kvality posledních let života seniora (Shephard 1994). Hodnoty  $VO_2\max$  a  $VO_2\max/kg$  představují významný marker kvality zdraví a poskytují zpětnovazební informaci o účinnosti pohybové aktivity na jejím rozvoji.

## Summary

VO<sub>2</sub>max and VO<sub>2</sub>max/kg values were directly obtained during 2777 measurements in competitive athletes and active but not competing subjects.

The normatives of cardiorespiratory capacity for different age groups of male and female endurance athletes (Group A), team sport players (Group B) and other sports (group C) were established, and compared to normatives for Czech population based on the International Biological Program (IBP) results (Seliger a Bartůněk 1976).

The most favorable values of cardiorespiratory capacity (both VO<sub>2</sub>max; VO<sub>2</sub>max/kg and W170;W170/kg) were found in the group A athletes (endurance trained) – both males and females. Their level highly exceeded the values of untrained CS IBP population and also those obtained in control group D in this study.

The highest correlation was found between VO<sub>2</sub>max and Wmax and between VO<sub>2</sub>max/kg and Wmax/kg. This high correlation was very similarly high in the whole sample of 2777 examinations, in the sample of men (n=2015) and women (n=762) and also in all age-groups in different athletic groups A to D.

It was proved that VO<sub>2</sub>max and VO<sub>2</sub>max/kg values could be calculated according to the maximal performance attained on bicycle ergometer.

During spiroergometric examination the values of stroke volume and cardiac output can also be calculated. These values represent additional data closely correlating with the adaptive changes of circulatory system.

Regular aerobic endurance exercise could reduce biological age of active individuals by 10 to 20 years with a correspondingly decreased likelihood of becoming dependent when a senior and an expressive improvement in the quality of the final years of life (Shephard 1994). VO<sub>2</sub>max and VO<sub>2</sub>max/kg values represent important health quality marker. They also offer feedback

information, positive and/or negative, about the effectiveness of physical activity influencing its development. Thus, aerobic fitness level has been strongly and positively associated with reduced disease and mortality rates, good quality of life, performance level, and functional ability.

## Seznam použité literatury

Ainsworth B. et al.: Comparison of three methods for measuring the time spent in physical activity. *Med. Sci. Sports Exerc.* 32, 2000: S457-S464

ADA/ACSM Joint statement: diabetes mellitus and exercise. *Med. Sci. Sport Exerc.* 29, 1997: i-vi

ADA: Standards of medical care in diabetes-2015. *Diabetes Care* 38, 2015, Suppl. 1

American College of Sports Medicine: Position stand: exercise and type 2 diabetes. *Med. Sci. Sports Exerc.* 22, 2000:1345-1360

Andersen L.B., Haraldsdóttir J.: Coronary heart risk factors, physical activity, and fitness in young Danes. *Med. Sci. Sports Exerc.* 27, 1995: 158-163

Astrand P.-O., Ryhming I.: A nomogram for calculation of aerobic capacity (physical fitness) from puls rate during submaximal work. *J. Appl. Physiol.* 7, 1954: 218-224

Astrand I.: Aerobic work capacity in men and women with special reference to age. *Acta Physiol. Scand.* 49, 1960, Suppl. 169

Astrand P.-O., Rodahl K.: Textbook of work physiology. McGraw-Hill Inc., 1970

Balke B.: A simple field test for assessment of physical fitness. Fed. Aviat. Agency, Oklahoma City 1963

Bassett D.R., Howley E.T.: Limiting factors for maximum oxygen uptake and determination of endurance performance. *Med. Sci. Sports Exerc.* 32, 2000: 70-84

Belardinelli R. et al.: Exercise training intervention after coronary angioplasty: the ETICA trial. *J. Am. Coll. Cardiol.* 37, 2001: 1891-1900

Bellet S. et al.: Radioelectrographic changes during strenuous exercise in normal subjects. *Circulation* 25, 1962: 686-691



Bellon G., Reix P.: Asthme et sport de haut niveau. Arch. péd. 11, 2004: 1398-1401

Berkson D. M. et al.: Precordial electrocardiogram during and after strenuous exercise. Amer. J. Cardiol. 18, 1966: 43-49.

Bertrais S. et al.: Sedentary behaviors, physical activity, and metabolic syndrome in middle-aged French subjects. Obes. Res. 13, 2005: 936-944

Blair S. N. a spol.: The evolution of physical activity recommendations: how much is enough? Amer. J. Clin. Nutr. 79, 2004 (Suppl.): 913S-920S

Blair S. N. et al.: Is physical activity or physical fitness more important in defining health benefits? Med. Sci. Sports Exerc. 33, 2001: S379-S399

Blair S. N. et al.: Physical fitness and all-cause mortality. A prospective study of healthy men and women. JAMA 262, 1989: 2395-2401

Borodulin K. et al.: Associations between estimated aerobic fitness and cardiovascular risk factors in adults with different levels of abdominal obesity. Eur. J. Cardiovasc. Prev. Rehabil. 12, 2005: 126-131

Bouchard C. et al.: Personalized preventive medicine: genetics and the response to regular exercise in preventive interventions. Prog. Cardiovasc. Dis. 57, 2015: 337-346

Bouchard C. et al.: Familial resemblance for VO<sub>2</sub>max in the sedentary state: the HERITAGE family study. Med Sci. Sports Exerc. 30, 1998: 252-258

Booth F. W., Krupa D.J.: Sedentary death syndrome is what researchers now call American second largest threat to public health. <http://hdl.handle.net/10355/10361>

Boule N. G. et al: Effects of exercise on glycemic control and body mass in type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of controlled clinical trials. JAMA 286, 2001: 1218-1227

Boule N. G. et al.: Meta-analysis of the effect of structured exercise training on cardiorespiratory fitness in type 2 diabetes mellitus. Diabetologia 46, 2003: 1071-1081

Bourke L. et al.: Interventions for promoting habitual exercise in people living with and beyond cancer. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2013

Braith R. W., Stewart K. J.: Resistance exercise training: its role in the prevention of cardiovascular disease. *Circulation* 113, 2006: 2642-2650

Brien S.E. et al.: Physical activity, cardiorespiratory fitness and body mass index as predictors of substantial gain and obesity. *Can. J. Public Health* 98, 2006: 121-124

Briffa K., Briffa T.: Aerobic exercise reduces blood pressure in both hypertensive and normotensive persons. *Aus. J. Physiother.* 48, 2002: 238

Bunc V., Dlouhá R., Heller J.: Odhad maximální spotřeby kyslíku pomocí submaximálních zatížení. *Čas. Lék. Čes.* 127, 1988: 276-280

Burnett D. et al.: Cardiorespiratory fitness in breast cancer survivors. *Springer plus* 2, 2013: 68

Burrows B.: Longitudinal changes in forced expiratory volume in one second in adults. *Am. Rev. Respir. Dis.* 133, 1986, 974-980

Cardiac output. [http://en.wikipedia.org/wiki/Cardiac\\_output](http://en.wikipedia.org/wiki/Cardiac_output)

Carroll S., Dudfield M.: What is the relationship between exercise and metabolic abnormalities? A review of the metabolic syndrome. *Sports Med.* 34, 2004, 371-418

Casaburi R. et al.: Psychologic benefits of exercise training in rehabilitation of patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am. Resp. Clin. Care Med.* 155, 1997: 1541-1551

Cerretelli P., Di Prampero P. E.: Gas exchange in exercise. In: Fishman A.P. et al. (Eds.): *Handbook of Physiology*. Bethesda, Maryland 1987: 297-339

Coker R. et al.: Exercise-induced changes in insulin action and glycogen metabolism in elderly adults. *Med. Sci. Sport Exerc.* 38, 2006: 433-438

Colberg S. R. et al.: Exercise and type 2 diabetes: the American College of Sports Medicine and the American Diabetes Association: joint position statement executive summary. *Diabetes Care* 33, 2010: 2692-2696

Cooper, K. H.: A means of assessing maximal oxygen intake. *JAMA* 203, 1968: 201-204

Corpeleijn E. et al.: Improvements in glucose tolerance and insulin sensitivity after lifestyle intervention are related to changes in serum fatty acid profile and desaturase activities: the SLIM study. *Diabetologia* 49, 2006: 2392-2401

Costill D.L.: Metabolic response during distance running. *J. Appl. Physiol.* 28, 1970: 251-255

Costill D. L. et al.: Muscle fiber composition and enzyme activities of elite distance runners. *Med. Sci. Sports Exerc.* 8, 1976: 96-100

Coyle, E. F. et al.: Cardiovascular and metabolic rates od detraining. *Med. Sci. Sports Exerc.* 15, 1984: 158-202

Daněk K.: Zdatnost a možnost jejího testování v turistice. *Met. Dopis ČÚV ČSTV, Praha* 1975

Dannerberg A. L. et al.: Leisure-time physical activity in the Framingham Offspring Study. Description, seasonal variation, and risk factor correlates. *Am. J. Epidemiol.* 129, 1989: 76-78

Davila E.P.: Prevalence of the metabolic syndrome among U.S. workers. *Diabetes Care* 11, 2010: 2390-2395

de Moraes P. K. et al.: Effects of aerobic exercise intensity on 24-h ambulatory blood pressure in individuals with type 2 diabetes and prehypertension. *J. Phys. Ther. Sci.* 27, 2015: 51-58

De Wild G. M. et al.: Maximal oxygen uptake in 153 elderly Dutch people (69-87 years) who participated in the 1993 Nijmegen 4-day march. *Eur. J. Physiol. Occup. Physiol.* 72, 1995: 134-143

Dickinson H. O. et al.: Lifestyle interventions to reduce raised blood pressure: a systematic review of randomized controlled trials. *J. Hypertension* 24, 2006: 215-233

Dipietro L. et al.: Exercise and improved insulin sensitivity in older women: evidence of the enduring benefits of higher intensity training. *J. Appl. Physiol.* 100, 2006: 142-149

Doan A.E. et al.: Myocardial ischemia after maximal exercise in healthy men: a method for detecting coronary heart disease? *Amer. Heart J.* 69, 1965:11-16

Dovalil J. a spol.: *Výkon a trénink ve sportu*. Praha, Olympia 2002

Dressendorfer R. H. et al.: Exercise training frequency in early post-infarction cardiac rehabilitation. Influence on aerobic conditioning. *J. Cardiopulm. Rehabil.* 15, 1955: 269-276

Drinkwater B. L., Horvath S.M.: Detraining effects in young women. *Med. Sci. Sports* 4, 1972: 91-95

Eaton C.B. et al.: Physical activity, physical fitness, and coronary heart disease risk factors. *Med. Sci. Sports Exerc.* 27, 1995: 340-346

Eaton C.N.: Relation of physical activity and cardiovascular fitness to coronary heart disease. Part I: a meta-analysis of the independent relation of physical activity and coronary heart disease. *J. Am. Board Fam. Pract.* 5, 1992: 31-42

Eicher J. D. et al.: The additive blood pressure lowering effects of exercise intensity on post-exercise hypotension. *Am. Heart J.* 160, 2010: 513-520

Emtner M. I. et al.: Walking distance is a predictor of exacerbations in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Resp. Med.* 101, 2007: 1037–1040

Eriksson K. F. et al.: Poor physical fitness, and impaired early insulin response but late hyperinsulinemia, as predictors of NIDDM in middle-aged Swedish men. *Diabetologia* 39, 1996: 573-579

Farid R. et al.: Effect of aerobic exercise training on pulmonary function and tolerance of activity in asthmatic patients. *Iran J. Allergy Asthma Immunol.* 4, 2005: 133-138

Firstbeast Technologies: Automated fitness level (VO<sub>2</sub>max) estimation with heart rate and speed data. 2014

Fitzgerald M. D. et al.: Age-related declines in maximal aerobic capacity in regularly exercising vs. sedentary women: a meta-analysis. *Appl. Physiol* 83, 1997: 160-165

Ford E.S. et al.: Sedentary behavior, physical activity, and the metabolic syndrome among U.S. adults. *Obes. Res.* 13, 2005: 608-614

Fox E. L., Mathews D. K.: *The physiological basis of physical education and athletics.* Saunders Coll. Publ., Philadelphia 1981

Fournier M. et al.: Skeletal muscle adaptation in adolescent boys: sprint and endurance training and detraining. *Med. Sci. Sports Exerc.* 14, 1982: 453-456

Friedenreich Ch. M., Orenstein M. R.: Physical activity and cancer prevention. etiological evidence and biological mechanisms. *J. Nutr.* 132, 2002: 3465S-3464S

Giallauria F. et al.: Left ventricular remodeling in patients with moderate systolic dysfunction after myocardial infarction: favorable effects of exercise training and predictive role of N-terminal pro-brain natriuretic peptide. *Eur. J. Cardiovasc. Prev. Rehabil.* 15, 2008: 113-118

Gill T. et al.: Physical activity among South Australian Adults. September 2007. Population Research and Outcome Studies Unit. SA Health. Adelaide. July 2008.

Gomes A.P., Doederlein P. M.: A review on post-exercise hypotension in hypertensive individuals. *Arq. Bras. Cardiol.* 96, 2011: e100-e109

Goran M. et al.: Total body fat does not influence maxima aerobic capacity. *Int. J. Obes.* 24, 2000: 841-848

Guidry M. A. et al.: The influence of short and long duration on the blood pressure response to an acute bout of dynamic exercise. *Am. Heart J.* 151, 2006: e5-12

Gutin B., Kasper M. J.: Can vigorous exercise play a role in osteoporosis prevention? A review. *Osteoporosis Int.* 1992: 55-69

Halbert J.. et al.: The effectiveness of exercise training in lowering blood pressure: a meta-analysis of randomized controlled trials of 4 weeks or longer. *J. Human Hypertension* 11, 1997: 641-649

Hambrecht R. et al.: Effect of exercise on coronary endothelial function in patients with coronary artery disease. *N. Engl. J. Med.* 342, 2000: 454-460

Hamer M.: The anti-hypertensive effects of exercise. *Sports Med* 36, 2006: 109-116

Haskell W. L. et al.: Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Med. Sci. Sports Exerc.* 39, 2007: 1423-1434

Hawkins S., Wiswell R.: Rate and mechanism of maximal oxygen consumption decline with aging: implications for exercise training. *Sports Med.* 33, 2003: 877-888

Helmrich S. et al.: Physical activity and reduced occurrence of non-insulin-dependent diabetes mellitus. *N. Engl. J. Med.* 325, 1991: 147-152

Honig C. R. et al.: O<sub>2</sub> transport and its interaction with metabolism: a systems view of aerobic capacity. *Med. Sci. Sport Exerc.* 24, 1992: 47-53

Howley E. T. et al.: Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. *Med. Sci. Sports Exerc.* 9, 1995: 1292-1301

Hu F.B. et al.: Physical activity and television watching in relation to risk for type 2 diabetes mellitus in men. *Arch. Int. Med.* 161, 2001: 1542-1548

Cheng Y. et al.: Effects of physical activity on exercise tests and respiratory function. *Br. J. Sports Med.* 37, 2003: 521-528

Chrástek J.: *Tělesná výchova v prevenci a léčbě hypertenzní nemoci.* Avicenum, Praha 1978

Chrástek J.: Význam tělesné výchovy pro prevenci a léčbu hypertenze. *Prakt. Lék.* 59, 1979: 664-666

Imamura H. et al.: Physical activity, physical fitness and coronary heart disease risk factors in collegiate women. *J. Health Sci.* 55, 2009: 611-618

Ivy J. L. et al.: Muscle respiratory capacity and fiber type as determinants of the lactate threshold. *J. appl. Physiol.* 48, 1980, 523-527

Jackson S. C. et al.: The association between physical fitness and non-insulin dependent diabetes in men and women. *Med. Sci. Sports Exerc.* 24, 1999: 561

Jeschke J. a spol.: Táborové soustředění nemocných s ischemickou srdeční chorobou. Rehabilitácia 6, 1973: 135-146

Jeschke J. a spol.: Telemetrie v tělocvičně u osob po infarktu. Pracov. Léč. 27, 1973: 280-283

Jeschke J. a spol.: Zkušenosti s táborovým soustředěním nemocných po infarktu myokardu. In: V. Celost. Konf. ČLS-ČRS, Praha 1973

Jetté M. et al.: Relation between cardiorespiratory fitness and selected risk factors for coronary heart disease in a population of Canadian men and women. CMAJ 146, 1992: 1353-1360

Jidong Sung et al.: Relationship between Aerobic Fitness and Arterial Stiffness According to Hypertensive State In: Epidemiology and Prevention of CV Disease. Abstract 15508. Circulation 2015

Jirmář R., Nehyba S.: Doporučení pro posudkovou činnost v kardiologii.

Jorge L. et al.: Cardiac and peripheral adjustments induced by early exercise training intervention were associated with autonomic improvement in infarcted rats: role in functional capacity and mortality. Eur. Heart J. 32, 2011: 904-912

Kannel W. B. et al.: Epidemiological assessment of the role of physical activity and fitness in development cardiovascular disease. Am. Heart J. 109, 1995: 876-885

Kaplan R. et al.: Functional levels of mitochondrial anion transport proteins in non-insulin-dependent diabetes mellitus. Moll. Cel. Biochem. 107, 1991: 78-86

Karlsen T. et al.: How to be 80 years old and have a VO<sub>2</sub>max of a 35 year old. Case Rep. Med. 2015: 909561.doi:10

Katzmarzyk P. T. et al.: Sitting time and mortality from all causes cardiovascular disease and cancer. Med. Sci. Sports Exerc. 41, 2009: 998-1005

Kelley G. A., Kelley K. S.: Effects of aerobic exercise on lipids and lipoproteins in adults with type 2 diabetes a meta-analysis of randomized-controlled trials. *Public Health* 121, 2007: 643-655

Kemmler W. et al.: The Erlangen fitness osteoporosis prevention study: a controlled exercise trial in early postmenopausal women with low bone density – first-year results. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 84, 2003: 673-682

Kenney M. J., Seals D. R.: Post-exercise hypotension. Key features, mechanisms, and clinical significance. *Hypertension* 22, 1993: 653-664

Kishida T. et al.: Relationships between maximal oxygen uptake (VO<sub>2</sub>max) and physical activity, blood pressure and serum lipids (Abstract). *Nihon Eiseigaku Zasshi* 52, 1997: 475-480

Kodama S. et al.: Cardiorespiratory fitness as a quantitative predictor of all-cause mortality and cardiovascular events in healthy men and women. *JAMA* 301, 2009: 2024-2035

Koutlianos N. et al.: Indirect estimation of VO<sub>2</sub>max in athletes by ACSM's equation: valid or not? *Hippokratia* 17, 2013: 136-140

Kovářová L.: K identifikaci předpokladů v triatlonu. Karolinum, Praha 2014

Koyal S. N. et al.: Does exercise alter anaerobic threshold in coronary artery disease during beta blockade? *Br. J. Sports Med.* 19, 1985: 107-111

Kravitz L., Dalleck M. S.: The physiological factors limiting endurance exercise capacity. <http://www.idealife.com/fitness-library/capacity>. IDEA Health Fitness Source, Vol. 2003

Kučera M. a spol.: Kontrola a hodnocení výsledků léčebné tělesné výchovy u nemocných po infarktu myokardu pomocí bicyklové ergometrie. *Rehabilitácia* 3, 1970, Suppl. 1: 22-23

Kučera M. a spol.: Vliv léčebné tělesné výchovy na lipidový, glycidový a purinový metabolismus. *Vnitřní Lék.* 19, 1973: 365-369

Kuwahara K. et al: Association of cardiorespiratory fitness and overweight with risk of type 2 diabetes in Japanese men. *PLoS ONE* 9: e98508



Laaksonen D.E. et al.: Low Levels of Leisure-Time Physical Activity and Cardiorespiratory Fitness Predict Development of the Metabolic Syndrome. *Diab. Care* 25, 2002: 1612-1618

Laslett L. et al.: Exercise training in coronary artery disease. *Cardiol. Clin.* 5, 1987: 211-225

Lee I. M.: Physical activity and cancer prevention - Data from epidemiologic studies. *Med. Sci. Sport Exerc.* 35, 2003: 1623-1627

Lee I. M. et al.: Relative intensity of physical activity and risk of coronary heart disease. *Circulation* 107, 2003: 1110-1116

Lees S.J., Booth F. W.: Sedentary death syndrome. *Can. J. appl. Physiol.* 29, 2004: 447-460

Leite S.A.O. et al.: Low cardiorespiratory fitness in people at risk for type 2 diabetes: early marker for insulin resistance. *Diabetol. Metab. Syndr.* 2009,1:8

Lewis J. E. et al.: Association between cardiovascular fitness and metabolic syndrome among American workers. *J. Occup. Environ. Med.* 57, 2015: 129-133

Linroth K.: Physical working capacity in conscripts during military service. *Acta Med. Scand. Suppl* 1957

Long B. C., Stavel R. V.: Effects of exercise training on anxiety: a meta-analysis. *J. Appl. Sport Psychol.* 7, 1995: 167-89

Lunch N.A. et al.: Older elite football players have reduced cardiac and osteoporosis risk factors. *Med. Sci. Sports Exerc.* 39, 2007: 1124-30.

Mackenzie, B.: Cooper VO<sub>2</sub> max Test. <http://www.brianmac.co.uk/gentest.htm> [Accessed 1/6/2015]

Máček a spol.: Detrénink. *Med. Sport. Bohem. & Slov.* 11, 2002: 271-79

Máček M., Matouš M.: význam cvičení a pohybové aktivity při léčení a prevenci hypertenze. *Med. Sport. Bohem. & Slov.* 10, 2001: 113-119

Máček M, Seliger V. et al.: Physical fitness of the Czechoslovak population between the ages of 12 and 55 years. Oxygen consumption and oxygen puls rate. *Physiol. Bohemoslov.* 28, 1979: 75-87

Máčková J., Heller J.: Biatlon letní a zimní. *Med. Sport. Bohem. Slov.* 11, 2002: 29-31

Máčková J.: Cvičení v prevenci a léčbě osteoporózy. *Med. Sport. Bohem. & Slov.* 19, 2010: 62-64

Maki K. C. et al.: Vitamin D intake and status are associated with lower prevalence of metabolic syndrome in U.S. adults: National Health and Nutrition Examination Surveys 2003-2006. *Metab. Syndr. Relat. Disord.* 10, 2012: 363-372

Maksud G., Coutts D.: Application of the Cooper twelve-minute Run-Walk test to young males. *Res. Quarterly* 42, 1971: 54-59

Maltais F. et al.: Intensity of training and physiologic adaptation in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Am. J. Crit. Care Med.* 155, 1997: 555-561

Manson J. et al.: A prospective study of exercise and incidence of diabetes among US physicians. *JAMA* 268, 1992: 63-67

Matouš M. a spol.: Výsledky intervenčního programu u pacientů s projevy nebo rizikem ischemické choroby srdeční. *Med. Sport. Bohem. Slov.* 9, 2000: 68-73

May A. M. et al.: Improved physical fitness of cancer survivors: a randomized controlled trial comparing physical training with physical and cognitive-behavioural training. *Acta Oncol.* 47, 2008: 825-834

McArdle W. D. et al.: *Exercise physiology: Energy, nutrition and human performance.* Williams and Wilkins, Baltimore, Mar. 1996.

McAuley E.: Physical activity and psychosocial outcomes. In: Bouchard C. et al.: *Physical activity, fitness, and health.* Champaign, IL: Human Kinetics, 1994: 551-68

McMurray R. G. et al.: Is physical activity or aerobic power more influential on reducing cardiovascular disease risk factors? *Med. Sci. Sports Exerc.* 30, 1998: 1521-1529

Mehri S. N. et al.: Effect of treadmill exercise training on VO<sub>2</sub>peak in chronic obstructive pulmonary disease. *Tunaffos* 6, 2007: 18-24

Miyashita M. et al.: Evaluation of PWC75%HR<sub>max</sub> as an index of endurance work capacity. *Jpn. J. Sports Sci.* 3, 1984: 559-562

Moker E. A. et al.: The relationship between the blood pressure responses to exercise following training and detraining periods. *PLOS ONE* | [www.plosone.org](http://www.plosone.org). 9, 2014: e1 05755

Mujika I., Padilla S.: Cardiorespiratory and metabolic characteristics of detraining in humans. *Med.Sci. Sports Exerc.* 33, 2001: 413-421

Müllerová D. a spol.: *Obezita – prevence a léčba*. Mladá Fronta a.s., Praha 2009

Myriantefs P., Baltopoulos G.: A higher tidal volume may be used for athletes according to measured FVC. *Scient. World. J.* 2013: 526138.doi

Nezu K. et al.: Recovery and limitation of exercise capacity after lung resection for lung cancer. *Chest* 113, 1998: 1511-1516

North T. C. et al.: Effect of exercise on depression. *Exerc. Sport Sci. Rev.* 18, 1990: 379-415

Novák J.: Význam běhu pro zdraví starších. *Tréner* 19, 1975: 552-553

Novák J. a spol.: Společenský význam stezek zdatnosti. *Plzeň. Lék. Sborn.* 48, 1980, 71-76

Novák J., Štork M., Zeman V.: Indirect assessment of cardiac output and stroke volume during spiroergometric examination in male subjects of different performance level. In: 7<sup>th</sup> EFSMA European Sports Medicine Congress. Book of abstracts. Salzburg 2011: 134-135

Novák J.: Co se děje v organismu hráčů kopané při fotbalovém utkání. *Fotbal a trénink* 4, 2013: 10-13

Novák J., Štork M., Zeman V.: Dynamika změn tepového a minutového objemu srdečního při spiroergometrickém vyšetření. In: Aktuálně problémy telovýchovného lékařstva. Bratislava 2011: 21-24

Novák J., Štork M., Zeman V.: Stanovení minutového objemu srdečního při spiroergometrickém vyšetření. Plzeň. Lék. Sborn. 77, 2011: 69-72

Novák J.: Co se děje v organismu hráčů kopané při fotbalovém utkání. Fotbal a trénink 4, 2013: 10-13

Nyholm B. et al.: Insulin resistance in relatives of NIDDM patients: the role of physical fitness and muscle metabolism. Diabetologia 39, 1996: 813-822

Odell T.: VO<sub>2</sub>max a good predictor of survival rate for patients with coronary artery disease. <http://www.medgadget.com/2005>

O'Donovan G. et al.: The effects of 24 weeks of moderate- or high-intensity exercise on insulin resistance. Eur. J. Appl. Physiol. 95, 2005: 522-528

Ogawa T. et al.: Effects of aging, sex, and physical training on cardiovascular responses to exercise. Circulation 86, 1992: 494-503

Ostrowski S. et al.: Pulmonary function between 40 and 89 years of age. J. Physiol. Pharmacol. 56, 2005, Suppl 4: 127-133

Paffenberger R. S. et al.: The association of changes in physical-activity level and other lifestyle characteristics with mortality among men. New Engl. J. Med. 328, 1993: 538-545

Pařízková J.: Měření podílu aktivní tělesné hmoty a tuku v lidském těle a jeho význam ve sportovní praxi. Teor. Praxe Těl. Vých. 5, 1962: 273-279

Pařízková J.: Rozvoj aktivní tělesné hmoty a tuku u dětí a mládeže. Praha, SDZN 1962

Pařízková J.: Dětská obezita: léčení a prevence. Med. Sport. Bohem. & Slov. 9, 2000: 193-200

Pastucha D. a spol.: Efekt pohybové aktivity v terapii dětské obezity. Med. Sport. Bohem. & Slov. 19, 2010: 85-93

Perry T. L. a spol.: Lifestyle intervention in people with insulin-dependent diabetes mellitus. *Eur. J. Hum. Nutr.* 11, 1997: 757-763

Petersen K. F. et al.: Impaired mitochondrial activity in the insulin-resistant offspring of patients of type 2 diabetes. *NEJM* 350, 2004: 664-671

Peterson M. D. et al.: Resistance exercise for the aging adult: clinical implications and prescription guidelines. *Am. J. Med.* 124, 2011, 194-198

Physical activity and cardiovascular health. NIH consensus development panel on physical activity and cardiovascular health. *JAMA* 276, 1996: 241-246

Pinsky M. R.: Why measure cardiac output? *Crit. Care* 7, 2003, 114-116

Pimentel A. E. et al.: Greater rate of decline in maximal aerobic capacity with age in endurance-trained than in sedentary men. *J. Appl. Physiol.* 94, 2003: 2403-2413

Piroch V., Šuchmanová V.: Terapie diabetu kondičním tréninkem. *Rehabilitácia* 12, 1979, Suppl. 18: 1-37

Pisor A.C. et al.: Patterns of senescence in human cardiovascular fitness: VO<sub>2</sub>max in subsistence and industrialized populations. *Am. J. Hum. Biol.* 25, 2013: 756-769

Placheta Z.: Submaximal exercise testing. LF UJEP, Brno 1988

Placheta Z. a spol.: Zátěžová diagnostika v ambulantní a klinické praxi. Grada Publishing, Praha 1999

Prabha S. et al.: Correlation between obesity and cardiac respiratory fitness. *Int. J. Sci. Public Med.* 2., 2003: 300-304

Pronk N. P. et al.: The association between physical fitness and diagnosed chronic disease in health maintenance organization members. *Am. J. Health Promot.* 12, 1998: 300-306

Quinn T. J.: Twenty-four hour, ambulatory blood pressure response following acute exercise: impact of exercise intensity. *J. Hum. Hypertens.* 14, 2000: 547-553

Rabe K. F. et al.: Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. *Am. J. Resp. Clin. Care Med.* 176, 2007: 532-555

Ready A. E., Quinney H. A.: Alteration in anaerobic threshold as a result of endurance training and detraining. *Med. Sci. Sports Exerc.* 14, 1982: 292-296

Robergs R. A., Roberts S.: *Exercise physiology.* McGraw-Hill, Boston 2000

Robsahm T. I. et al.: Cancer risk in Norwegian world class athletes. *Cancer Cause Control* 21, 2010: 1711-1719

Rochat M. K.: Spirometry reference equations for central European populations from school age to old age. *PLoS One* 8, 2013: e52619

Rosenberg W.: How does BMI affects VO2 max? [ivestrong.com/article/356365](http://ivestrong.com/article/356365)

Rosolová H.: *Kardiometabolický syndrom.* Maxdorf, Praha 2012

Runcán G. E. et al.: Applicability of VO2max criteria: discontinuous vs. continuous protocols. *Med. Sci. Sports Exerc.* 29, 1997: 273-278

Rundell K. W.: Strength and endurance: Use it or lose it. *Olympic Coach* 4, 1994: 7-9

Rušavý Z. a spol.: *Diabetes a sport.* Maxdorf, Praha 2012

Salmon J. et al.: The association between television viewing and overweight among Australian adults participating in various levels of leisure-time physical activity. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 24, 2000: 600-606

Saltin B. et al.: Response to submaximal and maximal exercise after bed rest and training. *Circulation* 38, 1968 (Suppl. 7)

Saris W. H. et al.: How much physical activity is enough to prevent unhealthy weight gain? Outcome of the IASO 1<sup>st</sup> Stock Conference and consensus statement. *Obes. Rev.* 4, 2003: 101-114

Scully D. et al.: Physical exercise and psychological well being: a critical review. Br. J. Sports Med. 32, 1998: 111–120

Seals D. R.: Enhanced left ventricular performance in endurance trained older men. Circulation 89, 1994: 198-205

Sigal R. J. et al.: Effects of aerobic training, resistance training, or both on glycemic control in Type 2 diabetes. Ann. Intern. Med. 147, 2007: 357–369

Soulek V., Štork M.: KONSIL - Program pro zpracování a hodnocení výsledků konziliárních vyšetření. Lék. Techn. 22, 1991 a 23, 1992

Soulek, V., Štork, M.: Zkušenosti s KARDIOSPIROXEM - zařízení pro kontinuální spiroergometrii. Zdrav. Nov. 18, 1993

Soulek, V., Štork, M.: Kardiospirox - systém pro automatizaci spiroergometrických vyšetření, Lék. Techn. 25, 1994

Suchan J. a spol.: Léčebná tělesná výchova u nemocných po infarktu myokardu po propuštění z nemocnice. Rehabilitácia 4, 1971: 153-158

Štork, M.: KARDIOSPIROX a KONSIL - systém pro spiroergometrická vyšetření. Lék. Techn. 30, 1999: 31-41

Štork, M.: Hardware and software for spiroergometric examination, Med. Sport. Bohem. & Slov. 10, 2001: 98-103

Štork, M.: Vytváření modelů zátěžových fyziologických dat a jejich použití. Lékař Techn. 32, 2001: 120-125

Štork M.: Exercise cardipulmonary system and software for statistical evaluating. Abstract. Med. Sport. Bohem. & Slov. 13, 2004:108-114

Štork M., Novák J., Zeman V.: Noninvasive cardiac output estimation evaluated from spiroergometric stress test. Internat. Confer. Appl. Electronics. ZČU, Plzeň 2010: 331-334

Štork M., Novák J., Zeman V.: Noninvasive medical examination and optimal physical activity prescription based on stress test. 14<sup>th</sup> WSEAS Internat. Confer. on Systems, Greece 2010: 580-584

Štork M., Novák J., Zeman V.: Cardiac output estimation based on oxygen consumption during exercise test on bicycle ergometer. 8<sup>th</sup> Internat. Conf. on Measurement, Bratislava 2011: 289-292

Taussig J.: VO<sub>2</sub>max - měřítko naší kondice. [online]. 2010. Dostupné z: <http://www.sportvital.cz/sport/trenink/vo2-max-meritko-nasi-kondice/>

Tibana R. A. et al.: Resistance training decreases 24-hour blood pressure in women with metabolic syndrome. *Diabetol. Metab. Syndr.* 27, 2013: 27-32

Uth N. et al.: Estimation of VO<sub>2</sub>max from the ratio between HR<sub>max</sub> and HR<sub>rest</sub> – the Heart Rate Ratio Method. *Eur. J. Appl. Physiol.* 91, 2004: 111-115

Valkeinen H. et al.: Effects of exercise training on oxygen uptake in coronary heart disease: a systematic review and meta-analysis. *Scand. J. Med. Sci. Sports* 20, 2010: 545-555

Vilikus Z. a spol.: Návaznost interaktivní lékařské zprávy na spiroergometrické stanovení kardiopulmonální zdatnosti pomocí analyzátoru vydechaných plynů Kardiospirox. *Med. Sport. Bohem. & Slov.* 16, 2007: 33-39

Vizinová H. a spol.: Vliv vytrvalostního tréninku na klinický, metabolický a kardiopulmonální profil dětí a adolescentů s esenciální hypertenzí. *Med. Sport. Bohem. & Slov.* 11, 2002: 280-286

Volaklis K. A. et al.: Physiological alterations to detraining following prolonged combined strength and aerobic training in cardiac patients. *Eur. J. Cardiovasc. Prev. Rehabil.* 13, 2006: 375-380

Wagner P. D.: Modeling O<sub>2</sub> transport as an integrated system limiting VO<sub>2</sub>max. *Comput. Methods Programs Biomed.* 2010, doi:10.1016/j.cmpb.2010.03.013

Weston A. R. et al.: Skeletal muscle buffering capacity and endurance performance after high-intensity interval training by well-trained cyclists. *Eur. J. Appl. Physiol.* 75, 1997: 7-13



Whelton S. P. a spol.: Effect of aerobic exercise on blood pressure: a meta-analysis of randomized, controlled trials. (Ann. Intern. Med. 136, 2002: 493-503

Widimský J.: Srdeční selhání. Triton, Praha 1996

Williams M. A. et al.: Resistance exercise in individuals with and without cardiovascular disease: 2007 Update. Circulation 116, 2007: 572-584

Wilson T. M., Tanaka H.: Meta-analysis of the age-associated decline in maximal aerobic capacity in men: relation to training status. Am. J. Physiol. Heart Circ. Physiol. 278, 2000: H829-H834

Young D.R. et al.: Associations between changes in physical activity and risk factors for coronary heart disease in a community-based sample of men and women: the Stanford Five-City Project. Am. J. Epidemiol. 138, 1993: 205-216

Zajícová R. a spol.: Trendy v pohybové terapii u metabolického kardiovaskulárního syndromu. Med. Sport. Bohem. & Slov. 11, 2002: 49-56

Zeman V., Novák J., Štork M.: Možnosti inovace zátěžového vyšetřování, Med. Sport. Bohem. & Slov. 12, 2003: 163-170

Zeman V., Novák J., Štork M.: KARD training program. Abstract. Med. Sport. Bohem. & Slov. 13, 2004: 111

Zeman V., Novák J., Štork M.: Medical teaching innovation - creation of the computer program and electronic system for optimal physical activity prescription. In Applied Electronics 2007. Plzeň : ZČU Plzeň, 2007: 245-248

## **Přílohy**

### **Příloha 1a až 1d Protokol z vyšetření lyžaře L.P. na ústavu tělovýchovného lékařství LF UK v Plzni (ukázka)**

**Tab. 1 až 6 Výsledky vyšetření skupina A-M (Vytrvalci): jednak všechna vyšetření (tab. 1), jednak podle jednotlivých věkových skupin (do 16 let, 17-25 let, 26-40 let, 41-55 let a starších 55 let věku) (tab. 2 až 6) (s. 99-101)**

**Tab. 7 až 11 Výsledky vyšetření skupiny B-M (Hráči týmových sportů): (stejně dělení skupin jako u tab. 1 až 6) (s. 102-104)**

**Tab. 12 až 17 Výsledky vyšetření skupiny C-M (Ostatní sporty-muži) (stejně dělení skupin jako u tab. 1 až 6) (s. 105-107)**

**Tab. 18 až 23 Výsledky vyšetření skupiny D-M (Kontrolní skupina - Nespportující muži) (dělení skupin jako u tab. 1 až 6) (s. 108-110)**

**Tab. 24 až 28 Výsledky vyšetření skupiny A-Z (Vytrvalkyně) (stejně dělení skupin jako u tab. 1 až 6) (s. 111-113)**

**Tab. 29 až 33 Výsledky vyšetření skupiny B-Z (Hráčky týmových sportů): (stejně dělení skupin jako u tab. 1 až 6) (s. 114-116)**

**Tab. 34 až 39 Skupina C-Z: Výsledky vyšetření skupiny C-M (Ostatní sporty-ženy) (stejně dělení skupin jako u tab. 1 až 6) (s. 117-119)**

**Tab. 40 až 44 Výsledky vyšetření skupiny D-Z (Kontrolní skupina - Nespportující ženy) (dělení skupin jako u tab. 1 až 6) (s. 120-122)**

**Tab. 45 Průměrné hodnoty spiroergometrických parametrů u vytrvalců různých věkových skupin (skupina A-M) (s. 123)**

**Tab. 46 Průměrné hodnoty spiroergometrických parametrů u hráčů týmových sportů různých věkových skupin (skupina B-M) (s. 123)**

**Tab. 47 Průměrné hodnoty spiroergometrických parametrů u sportovců ostatních sportů různých věkových skupin (skupina C-M) (s. 124)**

**Tab. 48 Průměrné hodnoty spiroergometrických parametrů u kontrolní skupiny nespportujících mužů různého věku (skupina D-M) (s. 124)**

- Tab. 49** Průměrné hodnoty spiroergometrických parametrů u vytrvalkyň různých věkových skupin (skupina A-Z) (s. 125)
- Tab. 50** Průměrné hodnoty spiroergometrických parametrů u hráček týmových sportů různých věkových skupin (skupina B-Z) (s. 125)
- Tab. 51** Průměrné hodnoty spiroergometrických parametrů u sportovkyň ostatních sportů různého věku (skupina C-Z) (s. 126)
- Tab. 52** Průměrné hodnoty spiroergometrických parametrů u kontrolní skupiny nesportujících žen různého věku (skupina D-Z) (s. 126)
- Obr. 1** Poměr VO<sub>2</sub>max k věku u různých skupin sportovců (s. 127)
- Obr. 2** Poměr VO<sub>2</sub>max/kg k věku u různých skupin sportovců (s. 127)
- Obr. 3** Poměr VO<sub>2</sub>max k věku u různých skupin sportovkyň (s. 128)
- Obr. 4** Poměr VO<sub>2</sub>max/kg k věku u různých skupin sportovkyň (s. 128)
- Tab. 53** Srovnání vybraných kardiopulsačních parametrů s normativy pro čs. populaci - skupina A-M (vytrvalci) (s. 129)
- Tab. 54** Srovnání vybraných kardiopulsačních parametrů s normativy pro čs. populaci - Skupina B-M (hráči týmových sportů) (s. 129)
- Tab. 55** Srovnání vybraných kardiopulsačních parametrů s normativy pro čs. populaci - Skupina C-M (ostatní sportovci) (s. 130)
- Tab. 56** Srovnání vybraných kardiopulsačních parametrů s normativy pro čs. populaci – Skupina D-M (nesportující muži) (s. 130)
- Tab. 57** Srovnání vybraných kardiopulsačních parametrů s normativy pro čs. populaci - skupina A-Z (vytrvalkyň) (s. 131)
- Tab. 58** Srovnání vybraných kardiopulsačních parametrů s normativy pro čs. populaci - Skupina B-Z (hráčky týmových sportů) (s. 131)
- Tab. 59** Srovnání vybraných kardiopulsačních parametrů s normativy pro čs. populaci - Skupina C-Z (ostatní sportovkyň) (s. 132)

- Tab. 60 Srovnání vybraných kardiopulmonálních parametrů s normativy pro čs. populaci - Skupina D-Z (nesportující ženy) (s. 132)**
- Tab. 61 Hodnocení NYHA u skupiny A-M (vytrvalci) (s. 133)**
- Tab. 62 Hodnocení NYHA u skupiny A-Z (vytrvalkyně) (s. 134)**
- Tab. 63 Hodnocení NYHA u skupiny B-M (hráči týmových sportů)(s.135)**
- Tab. 64 Hodnocení NYHA u skupiny B-Z (hráčky týmových sportů)s.136**
- Tab. 65 Hodnocení NYHA u skupiny C-M („ostatní“ sportovci) (s.137)**
- Tab. 66 Hodnocení NYHA u skupiny C-Z („ostatní“ sportovkyně) (s.138)**
- Tab. 67 Hodnocení NYHA u skupiny D-M (Nesportovci) (s.139)**
- Tab. 68 Hodnocení NYHA u skupiny D-Z (Nesportovkyně) (s.140)**
- Obr. 5(a-f) Korelační závislosti mezi spiroergometrickými parametry u skupiny A-M (vytrvalci) (s. 141-143)**
- Tab. 69 (a-f) Korelační závislosti mezi spiroergometrickými parametry u skupiny A-M (vytrvalci): rozdělení dle věku (s. 144-145)**
- Obr. 6 (a-f) Korelační závislosti mezi spiroergometrickými parametry u skupiny A-Z (vytrvalkyně): (s. 146-148)**
- Tab. 70 (a-f) Korelační závislosti mezi spiroergometrickými parametry u skupiny A-Z (vytrvalkyně): rozdělení dle věku (s. 149-150)**
- Obr. 7 (a-f) Korelační závislosti mezi spiroergometrickými parametry u skupiny B-M (hráči týmových sportů) (s. 151-153)**
- Tab. 71 (a-f) Korelační závislosti mezi spiroergometrickými parametry u skupiny B-M (hráči týmových sportů): dle věku (s. 154-155)**
- Obr. 8 (a-f) Korelační závislosti mezi spiroergometrickými parametry u skupiny B-Z (hráčky týmových sportů) (s. 156-158)**

- Tab. 72 (a-f) Korelační závislosti mezi spiroergometrickými parametry u skupiny B-Z (hráčky týmových sportů): dle věku (s. 159-160)**
- Obr. 9 (a-f) Korelační závislosti mezi spiroergometrickými parametry u skupiny C-M (ostatní sportovci) (s. 161-163)**
- Tab. 73 (a-f) Korelační závislosti mezi spiroergometrickými parametry u skupiny C-M (ostatní sportovci): dle věku (s. 164-165)**
- Obr. 10 (a-f) Korelační závislosti mezi spiroergometrickými parametry u skupiny C-Z (ostatní sportovkyně) (s. 166-168)**
- Tab. 74 (a-f) Korelační závislosti mezi spiroergometrickými parametry u skupiny C-Z (ostatní sportovkyně): dle věku ((s. 169-170)**
- Obr. 11 (a-f) Korelační závislosti mezi spiroergometrickými parametry u skupiny D-M (nesportovci) (s. 171-173)**
- Tab. 75 (a-f) Korelační závislosti mezi spiroergometrickými parametry u skupiny D-M (nesportovci): rozdělení dle věku (s. 174-175)**
- Obr. 12 (a-f) Korelační závislosti mezi spiroergometrickými parametry u skupiny D-Z (nesportovkyně) (s. 176-178)**
- Tab. 76 (a-f) Korelační závislosti mezi spiroergometrickými parametry u skupiny D-Z (nesportovkyně): rozdělení dle věku (s. 179-180)**
- Tab. 77 Skupina A-M (vytrvalci): Souhrnná tabulka korelačních závislostí. Celý soubor bez rozdílu věku (S. 181)**
- Tab. 78 Skupina A-Z (vytrvalkyně): Souhrnná tabulka korelačních závislostí. Celý soubor bez rozdílu věku (S. 181)**
- Tab. 79 Skupina B-M (hráči týmových sportů): Souhrnná tabulka korelačních závislostí. Celý soubor bez rozdílu věku (S. 182)**
- Tab. 80 Skupina B-Z (hráčky týmových sportů): Souhrnná tabulka korelačních závislostí. Celý soubor bez rozdílu věku (S. 182)**
- Tab. 81 Skupina C-M („ostatní“ sportovci): Souhrnná tabulka korelačních závislostí. Celý soubor bez rozdílu věku (S. 183)**

- Tab. 82** Skupina C-Z („ostatní“ sportovkyně): Souhrnná tabulka korelačních závislostí. Celý soubor bez rozdílu věku (S. 183)
- Tab. 83** Skupina D-M (nesportující muži): Souhrnná tabulka korelačních závislostí. Celý soubor bez rozdílu věku (S. 184)
- Tab. 84** Skupina D-Z (nesportující ženy): Souhrnná tabulka korelačních závislostí. Celý soubor bez rozdílu věku (S. 184)
- Obr. 13** Korelační závislost mezi  $VO_{2max}$  a  $W_{max}$  u souboru mužů (n=2015) (S. 185)
- Obr. 14** Korelační závislost mezi  $VO_{2max}/kg$  a  $W_{max}/kg$  u souboru mužů (n=2015) (S. 186)
- Obr. 15** Korelační závislost mezi  $VO_{2max}$  a  $W_{max}$  u souboru žen (n=762) (S. 187)
- Obr. 16** Korelační závislost mezi  $VO_{2max}/kg$  a  $W_{max}/kg$  u souboru žen (n=762) (S. 188)
- Tab. 85** Regresní rovnice pro výpočet  $VO_{2max}$  a  $VO_{2max}/kg$  ve vztahu k  $W_{max}$  a  $W_{max}/kg$  (muži) (S. 189)
- Tab. 86** Regresní rovnice pro výpočet  $VO_{2max}$  a  $VO_{2max}/kg$  ve vztahu k  $W_{max}$  a  $W_{max}/kg$  (ženy) (S. 189)
- Tab. 87-92** Soubor všech vyšetření všech skupin bez ohledu na pohlaví (tab. 87) a podle jednotlivých věkových skupin (do 16 let, 17-25 let, 26-40 let, 41-55 let a starších 55 let věku) (tab. 88 až 92) (S. 190-192)
- Obr. 17 (a-f)** Korelační závislosti mezi spiroergometrickými parametry u souboru všech vyšetření (n=2777) (S. 193-195)
- Tab. 93 (a-f)** Korelační závislosti mezi spiroergometrickými parametry u souboru všech vyšetření - rozdělení dle věku (S. 196-198)
- Obr. 18** Hodnoty  $VO_{2max}$  a  $VO_{2max}/kg$  u 4 skupin různé trénovanosti (S. 199)
- Obr. 19** Hodnoty  $TF_{max}$ ,  $Q_{max}$  a  $SV_{max}$  u 4 skupin různé trénovanosti (S. 200)

**KONZILIÁRNÍ VYŠETŘENÍ**  
**Ústav tělovýchovného lékařství LFUK - Plzeň**

Jméno: Lyžník Pepa Pozn.: A-LY-Běh-07 Rod. číslo: 791214/2073  
 Pojišťovna: 111 Datum vyš.: 24.10.2010 Pohlaví: M  
 Důvod vyš.: preventivní prohlídka Dg.: Z02.7  
 Adresa: , 323 00 Plzeň,  
 Zam., sport: lyže-běh  
 Výška= 177 Hmotnost= 70.3 BMI= 22.4 t.j. v normě  
 Věk= 31 Tuk= 12.7 t.j. Štíhlý TFklid= 46  
 TKs= 115 TKd= 75 t.j. V normě  
 VC= 6130 %VCn= 151.2 t.j. Velmi dobrá VC  
 FEV1= 5330 %FEV1n= 86.9 t.j. Normální funkce, Normální ventilace

**Anamneza:**

Od loňské prohlídky nestonal. Trénink: 5-6x týdně 1-2 h, terénní běh, cyklistika, plavání, o víkendech krosy, v zimní sezóně každý víkend závody v běhu na lyžích. Letní a zimní tréninkové kempy TČ. bez potíží.

**Status praesens:**

Interní somatický nález fyziologický. Ortopedický nález normální. Svalové dysbalance nejsou.

**Klidové EKG:**

Bradykardie. TF 46/min. Fyziologická křivka.

**Zátěžové EKG:**

Nejsou patrné žádné poruchy rytmu ani patologické změny.

**Jiná odborná vyšetření:**

Moč chemicky negativní.

Hodnoty TFa TK po zátěži: 1.min po: 154 163/65 2.min po: 126 158/64  
 3.min po: 98 151/56 4.min po: 90 131/59 5.min po: 84 117/61

Anaerobnímu prahu podle změn ventilačních parametrů (ANP-VEN) odpovídá TF 160-165/min.

Anaerobnímu prahu podle laktátové křivky (ANP-LA) odpovídá TF 160-165/min (při 324 W).

**Naměřené hodnoty (vybrané řádky):**

BTPS = 1.092

STPD = 0.877

INT	ČAS	Z[W]	TF	VEN	DF	O2	CO2	TKs	TKd	Výb	Lakt
6	3.0	110	112	34.00	16	6.23	5.05	134	67	1	2.3
12	6.0	150	125	43.13	20	5.89	5.20	143	70	2	
18	9.0	185	137	61.50	24	5.59	5.09	156	68	3	2.6
19	9.5	220	147	67.71	26	5.43	4.96	160	64	4	
20	10.0	260	151	70.14	28	5.49	5.05	174	52	5	
21	10.5	300	157	75.23	26	5.64	5.26	174	52	6	
22	11.0	340	163	93.08	32	5.51	5.31	182	50	7	5.8
23	11.5	380	169	116.35	36	5.13	5.18	182	50	8	
24	12.0	420	175	152.38	48	4.58	4.87	193	53	9	
25	12.5	460	181	175.35	58	4.04	4.49	197	51	10	14.3

**Vypočtené hodnoty (vybrané řádky):**

INT	ČAS	Z[W]	TF	VE(BT)	VO2/l	VCO2/l	VO2/kg	VO2/TF	R	VEO2	VECO2
6	3.0	110	112	34.0	1.701	1.506	24.20	15.19	0.811	19.99	22.58
12	6.0	150	125	43.1	2.040	1.967	29.02	16.32	0.883	21.14	21.93
18	9.0	185	137	61.5	2.761	2.745	39.27	20.15	0.911	22.27	22.40
19	9.5	220	147	67.7	2.953	2.945	42.00	20.09	0.913	22.93	22.99
20	10.0	260	151	70.1	3.093	3.106	43.99	20.48	0.920	22.68	22.58
21	10.5	300	157	75.2	3.408	3.470	48.47	21.70	0.933	22.08	21.68
22	11.0	340	163	93.1	4.119	4.335	58.59	25.27	0.964	22.60	21.47
23	11.5	380	169	116.4	4.794	5.286	68.19	28.36	1.010	24.27	22.01
24	12.0	420	175	152.4	5.605	6.508	79.73	32.03	1.063	27.19	23.41
25	12.5	460	181	175.4	5.689	6.905	80.93	31.43	1.111	30.82	25.40

**INDEXY:**

W170= 284.3

W170/kg= 4.04 % normy= 154.2

Příloha 1a Stránka 1 protokolu o komplexním TVL vyšetření na Ústavu tělovýchovného lékařství LF UK v Plzni

**Nejvyšší dosažené hodnoty:**

Max. hodnota zátěže= 460.0    Max. hodnota TF= 181.0    Max. hodnota VE(BT)= 175.4  
 Max. hodn. VO<sub>2</sub>/l= 5.69    Max. hodn. VCO<sub>2</sub>/l= .00    Max. hodnota VO<sub>2</sub>/kg= 80.93  
 Max. hodn. VO<sub>2</sub>/TF= 32.03    Max. hodn. VEO<sub>2</sub>/l= 30.82    Max. hodn. VECO<sub>2</sub>/l= 26.46  
 Max. hodnota R= 1.11    Max. dechová frekv.= 58.0    METS= 23.5  
 Aerobní práh [min]= 9.0 a TF = 137    Anaerobní práh [min]= 11.0 a TF = 163

**Pásma tepové frekvence**

Tabulková hodnota maximální tepové frekvence= 184    Naměřená maximální hodnota TF = 181  
 Klidová hodnota tepové frekvence = 46    Pásma tepové frekvence pro TFmax = 181  
 30% TFmax = 86    40% TFmax = 100    50% TFmax = 114    60% TFmax = 127  
 70% TFmax = 140    80% TFmax = 154    90% TFmax = 168

**Hodnocení výsledků vyšetření podle norm Vilikuse**

Druh výkonu	Naměřeno	Norma	%Normy
TFmax	181.0	187.8	96.4
Rmax	1.11	1.10	101.0
VO <sub>2</sub> max	5.69	3.10	183.6
VO <sub>2</sub> max/kg	80.93	40.84	198.1
VO <sub>2</sub> max/TF	32.03	16.27	196.8
Wmax	460.0	271.1	169.7
Wmax/kg	6.54	3.61	181.1
VEmax	175.35	107.64	162.9
VEmax/kg	2.49	1.45	172.1
VE/VO <sub>2</sub> max	30.82	29.04	106.1
W170/kg	4.04	2.62	154.2

**Hodnocení NYHA**

Naměřené hodnoty: METS = 23.5 ( Max. VO<sub>2</sub>/kg = 80.93 )  
 Hodnocení NYHA: Třída = 0 tj.: METS = více než 9 (VO<sub>2</sub>max/kg>32)  
 Žádné omezení není nutné

**Závěr:**

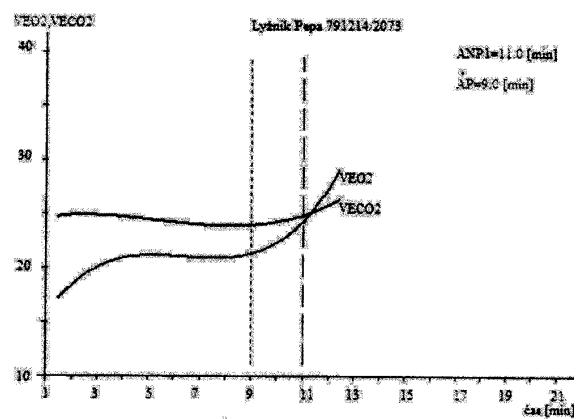
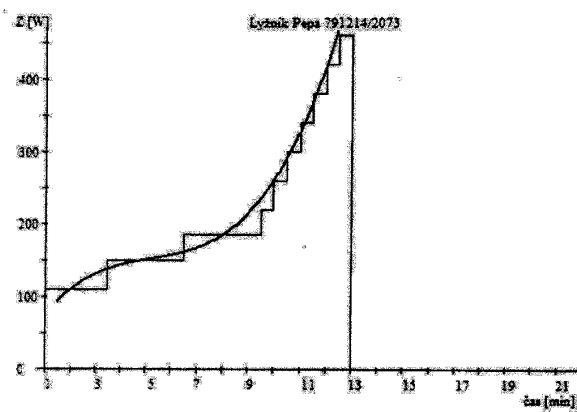
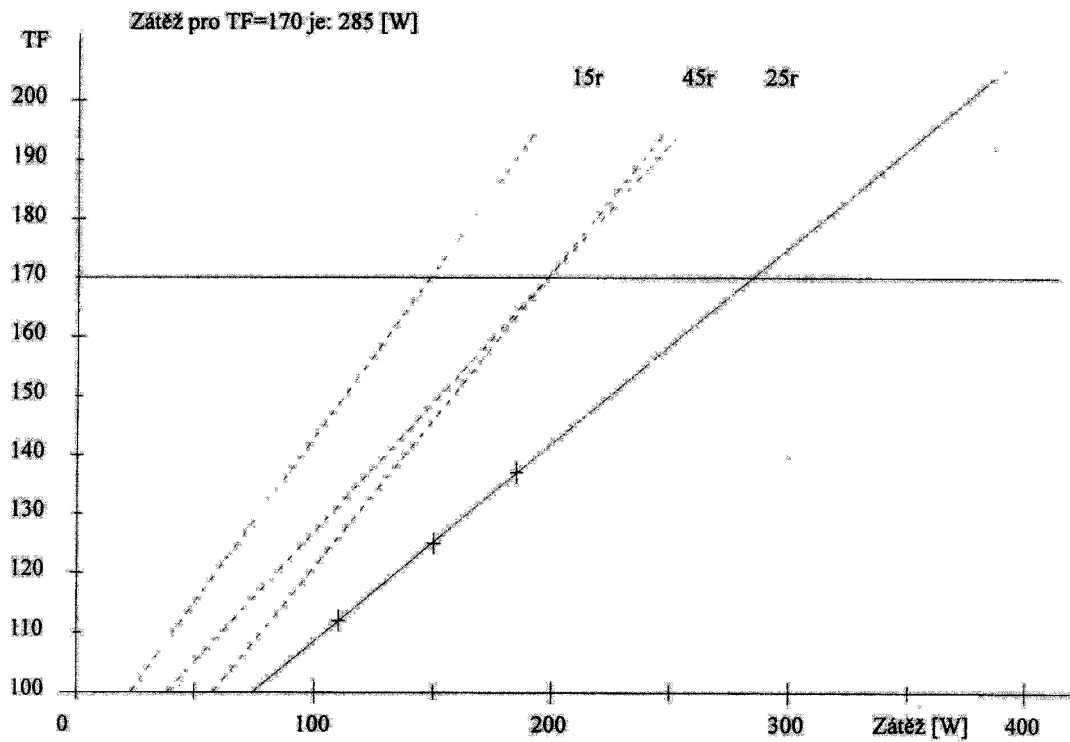
Zdráv. Velmi výrazně nadprůměrná kardiorepirační kapacita (jak podle pracovní kapacity W170 a W170/kg tak podle maximální spotřeby kyslíku V02max a V02max/kg). Tomu odpovídají i vysoce nadprůměrné parametry maximálního dosaženého výkonu na ergometru Wmax a Wmax/kg. Tyto vysoké parametry se udržují prakticky na stejné úrovni po celé několikaleté období závodní činnosti a svědčí o velmi dobrých předpokladech k vysoké výkonnosti ve vytrvalostních disciplínách.  
 Sportovní činnost bez omezení. Kontrola u nás po roce dle dohody.

MUDr. J. Novák, ÚTL LF UK v Plzni

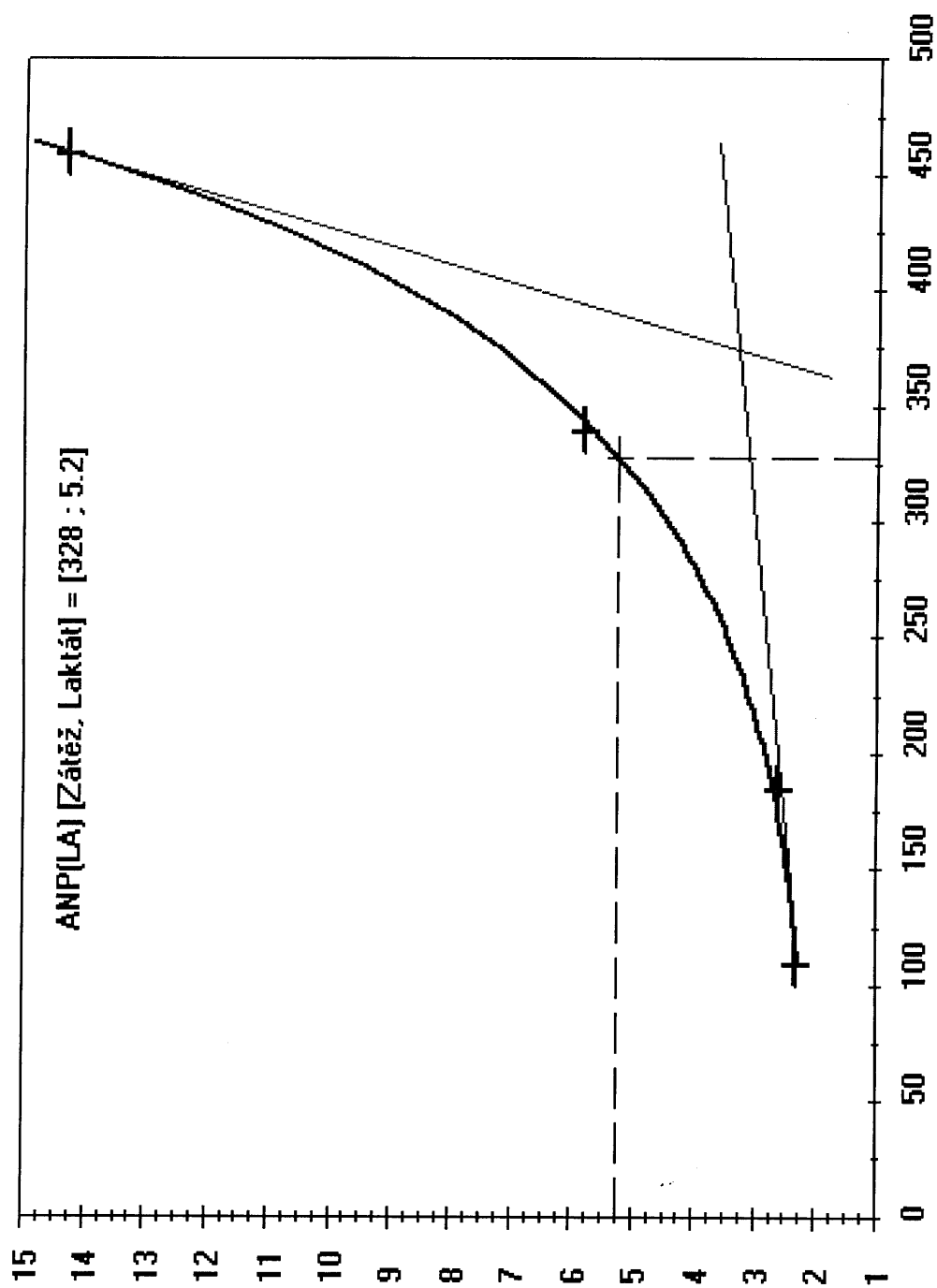
**H o d n o c e n í**

=====	=====	=====	=====
	podprůměr	průměr	nadprůměr
=====	=====	=====	=====
kg (BMI)	*****		
% VCn	*****		
Tks	*****		
Tkd	*****		
Zdatnost	*****		
=====	=====	=====	=====





Příloha 1c Stránka 3 protokolu o komplexním TVL vyšetření na Ústavu tělovýchovného lékařství LF UK v Plzni



Příloha 1d Stránka 4 protokolu o komplexním TVL vyšetření na Ústavu tělovýchovného lékařství LF UK v Plzni

## Vysvětlení pojmů zatěžového vyšetření

- Hmotnost v kg, výška v cm
- BMI - Body Mass Index - index tělesné hmotnosti, vyjadřuje vztah mezi tělesnou hmotností a tělesnou výškou. Pokud je mimo normu „+“ znamená to, že tělesná hmotnost je vyšší, než by odpovídala příslušné tělesné výšce. Významné si pak, jaká je hodnota „tuk“. Pokud je příliš vysoká (pokud použije termínu „nadváha“ nebo „obezita“), jedná se o nadváhu a je vhodné upravit životosprávu ve směru redukce. Pokud je „v normě“, je zvýšená hodnota BMI podmíněná vyšším podílem (tj. hypertrofií) svalstva, a u sportovců není třeba žádných opatření.
- Tuk - podíl tukové tkáně v těle v procentech (hranice dospělých mužů 14-15%, dospělých žen okolo 20%)
- VC - vitální kapacita plic v mililitrech
- VCa - vyjádření vitální kapacity, naměřené u konkrétní osoby v procentech ve srovnání s naležílou hodnotou vitální kapacity, tj. hodnotou, kterou by měl vyšetřovaný mít vzhledem ke své hmotnosti, výšce a věku.
- FEV1 - podíl vitální kapacity v mililitrech, vydechovaný za 1 sekundu. Je pak také vyjádřen v procentech naměřené vitální kapacity (měl by být vyšší než 70%).

## Zatěžové vyšetření na bicyklovém ergometru:

- W-1 - zátěž ve Watech, obvykle první tři hodnoty rozvířovací zátěže na konci třímínutových tzv. submaximálních stupňů, poté stupňovaná zátěž do maxima (do vyčerpání)
- TF - tepová frekvence za minutu
- TKs - krevní tlak systolický, TKd - krevní tlak diastolický
- V - minutová plicní ventilace (nekorrigované hodnoty – v litrech za minutu)
- O2% - úbytek kyslíku ve vydechovaném vzduchu v procentech - ve srovnání s okolním CO2% - přírůstek oxidu (kyslíčnanu) uhlíkatého ve vydechovaném vzduchu v procentech
- VE(BT) - minutová plicní ventilace (korigovaná na poměr v plicích)
- VO2/I - spotřeba kyslíku v litrech za minutu
- VO2/kg - spotřeba kyslíku přepočítaná na 1kg tělesné hmotnosti (v ml/min)
- R - respirační kvocient (poměr mezi výdejem CO2 a spotřebou O2)

## Indexy:

- W/170 - pracovní kapacita W/170 - výkon ve Watech, kterého by vyšetřovaný dosáhl při tepové frekvenci 170/min (zjistuje se pomocí grafu uvedeného v závěru protokolu)
- W/170/kg - táž hodnota, přepočítaná na 1 kg tělesné hmotnosti
- % normy - vyjádření hodnoty W/170/kg v procentech normativu pro příslušnou věkovou kategorii

## Nejvyšší dosažené hodnoty:

- Maximální hodnota zátěže: Nejvyšší dosažená zátěž, přepočtená na 1 kg hmotnosti těla
- Max. hodnota tepové frekvence: nejvyšší hodnota tepové frekvence zaznamenaná při zátěži
- Max. hodnota VO2/kg: maximální dosažená hodnota spotřeby kyslíku v přepočtu na 1 kg tělesné hmotnosti
- Max. hodnota R: nejvyšší hodnota respiračního kvocientu dosažená při zátěži
- METS: vyjádření maximální spotřeby kyslíku jako násobku klidové spotřeby kyslíku (tj. např. hodnota 17 znamená schopnost zvýšit svoji klidovou spotřebu kyslíku – svůj klidový metabolismus – na 17násobek při maximální zátěži)

## Zhodnocení:

- Funkční zdatnost podle TF: je posouzeno podle pracovní kapacity W/170, viz výše.
- TKz – krevní tlak při zátěži. Pokud se zatěžové hodnoty TK odlišují od normativu je uvedeno při které zátěži byl TK zvýšen.
- Zhodnocení maximálních hodnot: TF (tepová frekvence), VE(BT)S) minutová plicní ventilace korigovaná na poměr v plicích, VO2/kg (spotřeba kyslíku přepočtená na 1 kg tělesné hmotnosti v ml/min) – u všech těchto parametrů je uvedeno procentuální vyjádření vzhledem k věkovému normativu (hranice) české populace.
- Funkční zdatnost podle VO2/kg: výborna pokud je vyšší než 115 % normativu.

## Doporučená pásma tepové frekvence pro trénink.

- V tabulce jsou přehledně uvedeny hodnoty tepové frekvence, odpovídající jednotlivým pásmům intenzity zatížení v procentech maxima. Jsou vzájemně vázány ke konkrétní hodnotě maximální tepové frekvence, dosažené při stupňovaném zatížení.

## Závěr:

- Je uveden souhrn nejdůležitějších poznatků z vyšetření a to jak z hlediska funkčního stavu (Podle pracovní kapacity W/170/kg a podle maximální spotřeby kyslíku VO2max/kg), tak z hlediska příj. abnormální či odchýlené zdravotního stavu, např. EKG nálezy, hodnoty krevního tlaku, nálezy v moči, svalové dysbalance, zkrácení některých svalových skupin aj.
- Aerobní práh (AP) a anaerobní práh (ANP), úasy a tepové frekvence (u některých vyšetřových). AP aerobní práh = intenzita zatížení při níž jsou energetické náklady hraničny „aerobně“, tj. bez vyvážení kyseliny mléčné. Uvědoma odpovídající tepová frekvence. Jedná se nejspíše o „regenerační“ intenzitu zatížení.
- ANP – anaerobní práh = prahová intenzita zatížení, při jejímž překročení již dochází k akumulaci kyseliny mléčné (a ta pak máli ináče ke snížení intenzity zatížení).

MUDr. Jaroslav Novák  
(novak@ip.cuni.cz)  
Univerzita Karlova v Praze  
Lékařská fakulta v Plzni  
Ústav tělovýchovného lékařství

**Tab. 1 Skupina A-M (Vytrvalci): všechna vyšetření (bez rozdílu věku)**

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	176.6	178.0	198.0	139.0	9.9	759
Hmot	71.3	72.5	145.6	29.6	14.2	759
Vek	28	24	74	9	14	759
Tuk	13.05	12.5	73	1.5	5.42	747
TFklid	62	60	108	34	12	759
TKs	123	120	180	85	14	756
TKd	75	75	110	30	10	756
VC	4857	4970	7680	1810	1017	636
FEV1	3981	4050	5710	1430	798	626
METS	17.20	17.5	29.8	8.7	2.98	759
% normy	133	131	268	64	32	757
W170/kg	3.34	3.27	6.71	1.6	0.80	757
VEmax	123.9	124.8	219.0	43.5	31.5	759
VO2max	4.26	4.4	6.9	1.4	0.95	759
VCO2max	5.05	5.2	8.8	1.5	1.19	759
VO2m/kg	60.14	60.56	82.63	30.26	9.66	759
VO2m/TF	23.36	23.81	41.13	7.52	5.59	759
Rmax	1.09	1.09	1.19	0.95	0.05	759
TFmax	185	186	214	125	12.50	759
DFmax	48	48	60	24	7.89	420
Wmax	386	400	610	130	88	759
W170	240	237	495	59	77	759
Wmax/kg	5.46	5.53	8.80	2.31	0.97	759

**Tab. 2 Skupina A-M: Do 16 let**

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	166.4	168.0	191.5	139.0	11.8	189
Hmot	54.9	54.0	95.6	29.6	12.5	189
Vek	14	14	16	9	2	189
Tuk	13.6	13.0	73.0	2.9	5.9	188
TFklid	69	69	108	36	13	189
TKs	116	115	158	85	12	189
TKd	69	70	101	40	9	189
VC	3855	3720	7390	1810	1011	169
FEV1	3246	3160	5620	1430	822	164
METS	14.7	14.7	21.9	8.7	2.7	189
% normy	114	113	187	64	27	188
W170/kg	2.8	2.8	4.7	1.6	0.7	188
VEmax	96.5	89.8	175.1	43.5	28.8	189
VO2max	3.30	3.30	5.80	1.40	0.93	189
VCO2max	3.86	3.80	7.20	1.50	1.15	189
VO2m/kg	59.9	60.6	80.6	34.6	8.8	189
VO2m/TF	17.2	16.5	31.6	7.5	5.0	189
Rmax	1.07	1.07	1.19	0.96	0.05	189
TFmax	193	194	211	165	9	189
DFmax	49	50	60	24	8	103
Wmax	297	300	480	130	83	189
W170	159	152	380	59	60	189
Wmax/kg	5.40	5.39	8.80	2.43	0.92	189

**Tab. 3 Skupina A-M: 17 až 25 let**

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	180.8	180.5	198.0	162.5	6.6	218
Hmot	72.5	70.6	95.7	51.8	8.0	218
Vek	20	20	25	17	3	218
Tuk	9.5	9.6	23.0	1.5	3.6	210
TFklid	62	60	100	34	12	218
TKs	123	120	175	90	13	217
TKd	74	75	100	30	9	217
VC	5454	5495	7680	3790	711	152
FEV1	4575	4570	5710	3440	520	150
METS	17.9	18.0	29.8	10.8	2.6	218
% normy	139	136	222	66	29	217
W170/kg	3.49	3.40	5.89	1.65	0.75	218
VEmax	135.5	132.6	219.0	54.0	28.6	218
VO2max	4.64	4.60	6.60	2.70	0.71	218
VCO2max	5.50	5.40	8.10	2.80	0.90	218
VO2m/kg	64.2	64.8	82.6	38.4	8.7	218
VO2m/TF	24.8	24.3	40.9	16.3	4.2	218
Rmax	1.09	1.09	1.18	0.94	0.05	218
TFmax	189	190	214	160	10	218
DFmax	50	50	60	36	7	78
Wmax	424	420	560	210	62	218
W170	252	238	409	132	60	218
Wmax/kg	5.89	6.01	7.67	2.99	0.81	218

**Tab. 4 Skupina A-M: 26 až 40 let**

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	180.8	180.5	194.0	166.5	5.4	191
Hmot	79.5	78.3	145.6	62.3	10.2	191
Vek	33	33	40	26	4	191
Tuk	14.0	13.4	35.0	2.3	5.2	191
TFklid	58	58	94	39	10	191
TKs	126	125	175	90	14	189
TKd	79	80	110	55	10	189
VC	5277	5260	7170	3850	642	173
FEV1	4230	4195	5650	3150	520	170
METS	18.5	18.4	24.3	11.9	2.5	191
% normy	142	141	213	72	31	191
W170/kg	3.54	3.53	5.31	1.80	0.77	190
VEmax	136.2	135.8	207.0	86.8	23.9	191
VO2max	4.81	4.80	6.90	3.10	0.66	191
VCO2max	5.74	5.70	8.80	3.70	0.82	191
VO2m/kg	61.1	61.0	80.9	31.2	9.2	191
VO2m/TF	26.5	26.2	41.1	16.6	3.9	191
Rmax	1.10	1.11	1.19	0.95	0.05	191
TFmax	184	183	207	156	10	191
DFmax	49	50	60	34	8	126
Wmax	438	430	610	260	63	191
W170	280	277	434	138	63	191
Wmax/kg	5.57	5.61	7.63	2.54	0.95	191

**Tab. 5 Skupina A-M: 41 až 55 let**

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	179.1	179.0	195.0	164.5	5.7	125
Hmot	81.1	80.3	127.8	57.9	10.1	125
Vek	47	47	55	41	4	125
Tuk	16.1	15.7	27.1	1.5	4.9	123
TFklid	58	58	86	38	9	125
TKs	126	125	171	90	14	125
TKd	80	80	110	58	10	125
VC	5088	5000	7240	3270	745	109
FEV1	4066	4100	5600	2890	544	109
METS	17.5	17.8	23.0	10.3	2.7	125
% normy	139	135	243	69	32	125
W170/kg	3.47	3.37	6.07	1.73	0.80	125
VEmax	130.7	131.9	204.0	64.7	26.0	125
VO2max	4.35	4.40	6.00	2.40	0.61	125
VCO2max	5.17	5.30	7.30	2.80	0.79	125
VO2m/kg	54.2	54.8	74.5	30.3	8.9	125
VO2m/TF	25.2	25.6	33.6	15.0	3.7	125
Rmax	1.10	1.10	1.19	0.94	0.05	125
TFmax	174	174	199	130	10	125
DFmax	45	46	60	24	8	85
Wmax	393	400	510	240	56	125
W170	278	277	459	154	58	125
Wmax/kg	4.93	5.04	6.83	2.31	0.91	125

**Tab. 6 Skupina A-M: Nad 55 let**

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	173.8	173.3	184.0	158.5	5.4	36
Hmot	73.0	73.0	85.3	60.2	6.5	36
Vek	61	61	74	56	4	36
Tuk	15.3	15.5	25.1	3.9	4.3	35
TFklid	55	52	78	43	8	36
TKs	131	130	180	100	17	36
TKd	80	80	101	59	10	36
VC	4274	4250	5240	3410	453	33
FEV1	3369	3410	4240	2660	406	33
METS	17.5	17.9	21.7	10.1	2.8	36
% normy	136	135	268	86	35	36
W170/kg	3.40	3.37	6.71	2.14	0.88	36
VEmax	109.6	111.5	152.7	72.2	19.9	36
VO2max	3.77	3.75	4.80	2.30	0.64	36
VCO2max	4.40	4.45	5.60	2.90	0.73	36
VO2m/kg	51.9	52.9	65.4	30.5	8.9	36
VO2m/TF	23.5	23.7	30.0	12.5	4.2	36
Rmax	1.08	1.08	1.19	0.97	0.05	36
TFmax	165	168	186	125	14	36
DFmax	44	45	60	28	9	28
Wmax	325	320	440	170	53	36
W170	248	233	495	155	69	36
Wmax/kg	4.46	4.51	5.65	2.34	0.70	36

**Tab. 7 Skupina B-M (Hráči týmových sportů): Všechna vyšetření (bez rozdílu věku)**

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	178.3	179.0	202.0	144.0	8.5	446
Hmot	73.8	74.6	106.8	29.8	11.9	446
Vek	18.7	17.0	49.0	10.0	6.1	446
Tuk	12.9	12.3	28.8	2.5	4.2	438
TFklid	64.6	64.0	98.0	38.0	10.9	446
TKs	121.9	120.0	165.0	83.0	12.9	445
TKd	73.9	75.0	115.0	30.0	9.2	445
VC	5016	5030	8270	2370	894	413
FEV1	4193	4230	5850	1870	674	403
METS	16.6	16.9	22.7	9.3	2.3	446
% normy	118.1	115.7	216.8	61.6	23.5	446
W170/kg	2.95	2.89	5.42	1.54	0.59	446
VEmax	124.9	126.5	217.0	49.1	26.2	446
VO2max	4.37	4.50	6.80	1.80	0.85	446
VCO2max	5.15	5.30	7.90	1.90	1.04	446
VO2m/kg	59.3	59.4	77.7	30.4	7.8	446
VO2m/TF	23.3	24.0	37.3	9.3	4.6	446
Rmax	1.09	1.08	1.19	0.92	0.04	446
TFmax	189.2	190.0	227.0	158.0	8.6	446
DFmax	50.5	52.0	60.0	28.0	6.5	338
Wmax	400.6	410.0	600.0	130.0	83.2	446
W170	219.1	220.9	399.9	79.0	58.1	446
Wmax/kg	5.43	5.49	7.35	2.44	0.81	446

**Tab. 8 Skupina B-M: do 16 let**

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	173.7	174.3	193.0	144.0	9.9	174
Hmot	65.8	68.0	89.0	29.8	11.9	174
Vek	14.8	15.0	16.0	10.0	1.4	174
Tuk	13.4	12.7	28.8	4.0	4.1	170
TFklid	67.5	67.5	98.0	44.0	11.5	174
TKs	119.6	120.0	150.0	83.0	12.1	174
TKd	72.9	70.5	115.0	40.0	9.0	174
VC	4565	4610	7010	2370	901	164
FEV1	3872	3950	5670	1870	742	160
METS	15.7	15.8	21.3	9.3	2.5	174
% normy	112.0	111.4	186.9	61.6	23.4	174
W170/kg	2.80	2.79	4.67	1.54	0.58	174
VEmax	114.0	116.7	175.4	49.1	26.5	174
VO2max	3.92	4.00	5.90	1.80	0.91	174
VCO2max	4.65	4.80	7.30	1.90	1.16	174
VO2m/kg	59.3	59.1	77.7	36.0	7.7	174
VO2m/TF	20.7	21.3	32.6	9.3	5.0	174
Rmax	1.08	1.08	1.18	0.98	0.04	174
TFmax	191.0	191.0	227.0	170.0	8.1	174
DFmax	51.8	52.0	60.0	32.0	5.8	156
Wmax	352.7	365.0	520.0	130.0	88.9	174
W170	186.2	180.8	369.0	79.0	57.6	174
Wmax/kg	5.32	5.41	7.06	2.50	0.86	174

Tab. 9 Skupina B-M: 17 až 25 let

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	181.4	181.0	197.5	165.0	5.8	228
Hmot	78.6	77.8	106.2	55.7	8.6	228
Vek	18.6	18.0	25.0	17.0	1.9	228
Tuk	12.2	12.0	24.1	3.1	3.9	225
TFklid	62.6	62.0	88.0	38.0	9.6	228
TKs	123.0	125.0	163.0	90.0	12.1	227
TKd	74.4	75.0	105.0	30.0	9.0	227
VC	5325	5305	8270	3300	769	214
FEV1	4444	4420	5850	3260	498	212
METS	17.4	17.6	22.7	11.9	2.0	228
% normy	121.3	117.9	190.1	65.7	21.2	228
W170/kg	3.03	2.95	4.75	1.64	0.53	228
VEmax	130.2	130.4	217.0	76.0	23.3	228
VO2max	4.74	4.80	6.80	3.00	0.64	228
VCO2max	5.53	5.60	7.90	3.50	0.78	228
VO2m/kg	60.5	60.9	77.2	39.6	7.4	228
VO2m/TF	25.2	25.5	37.3	15.6	3.4	228
Rmax	1.08	1.08	1.19	0.92	0.04	228
TFmax	189.1	189.5	210.0	166.0	8.0	228
DFmax	49.9	50.0	60.0	28.0	7.0	153
Wmax	440.3	450.0	600.0	250.0	59.8	228
W170	237.6	236.1	399.9	117.2	45.1	228
Wmax/kg	5.63	5.72	7.35	3.25	0.72	228

Tab. 10 Skupina B-M: 26 až 40 let

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	181.6	181.0	202.0	162.0	7.2	34
Hmot	82.0	81.7	106.8	64.0	9.4	34
Vek	31.2	30.5	40.0	26.0	3.9	34
Tuk	14.2	15.3	24.7	2.5	5.6	33
TFklid	64.9	64.0	98.0	45.0	12.7	34
TKs	128.7	125.0	165.0	100.0	16.6	34
TKd	76.5	75.0	95.0	60.0	10.2	34
VC	5400	5400	6700	4190	718	25
FEV1	4291	4260	5490	2880	709	21
METS	16.3	16.4	19.8	11.1	1.9	34
% normy	123.1	122.7	186.7	87.9	27.1	34
W170/kg	3.08	3.07	4.67	2.20	0.68	34
VEmax	144.0	144.0	194.0	108.5	23.7	34
VO2max	4.37	4.30	6.10	3.10	0.67	34
VCO2max	5.24	4.95	7.30	3.80	0.83	34
VO2m/kg	53.3	54.7	63.0	36.2	6.1	34
VO2m/TF	24.0	23.5	32.4	17.3	4.0	34
Rmax	1.10	1.11	1.18	1.00	0.05	34
TFmax	183.4	184.5	205.0	158.0	11.2	34
DFmax	47.6	48.0	60.0	36.0	6.9	20
Wmax	390.0	390.0	520.0	300.0	53.0	34
W170	251.8	251.9	369.6	145.3	58.1	34
Wmax/kg	4.78	4.84	5.99	3.00	0.57	34



**Tab. 11 Skupina B-M: 41 až 55 let**

	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
Vyska	178.0	176.3	185.0	175.5	3.6	10
Hmot	76.9	74.6	89.2	70.3	6.6	10
Vek	45.1	46.0	49.0	42.0	2.8	10
Tuk	16.2	15.7	22.9	13.0	3.0	10
TFklid	59.1	57.5	74.0	46.0	10.6	10
TKs	112.7	111.0	140.0	95.0	16.4	10
TKd	69.9	70.0	85.0	50.0	10.5	10
VC	4851	4900	5200	4180	310	10
FEV1	3812	3900	4160	2820	389	10
METS	16.6	17.1	19.3	9.8	2.8	10
% normy	135.3	131.4	216.8	67.5	37.3	10
W170/kg	3.38	3.29	5.42	1.69	0.93	10
VEmax	128.3	128.0	163.3	96.3	18.1	10
VO2max	4.00	4.10	4.60	2.50	0.58	10
VCO2max	4.82	4.90	5.80	3.00	0.78	10
VO2m/kg	52.4	54.8	61.3	30.4	9.5	10
VO2m/TF	23.3	23.9	27.4	14.6	3.5	10
Rmax	1.10	1.11	1.14	1.05	0.03	10
TFmax	178.0	178.0	185.0	168.0	5.5	10
DFmax	45.8	44.0	56.0	42.0	4.5	9
Wmax	368.0	385.0	420.0	200.0	64.9	10
W170	257.5	259.7	397.8	138.6	64.1	10
Wmax/kg	4.82	5.03	5.55	2.44	0.90	10

**Skupina B-M: nad 55 let nevyhodnoceno – v databázi nikdo**

Tab. 12 Skupina C-M: Všechna vyšetření (bez rozdílu věku)

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	175.4	178.0	202.0	125.5	11.4	618
Hmot	70.9	72.7	117.8	22.8	16.2	618
Vek	24.0	20.0	95.0	7.0	12.7	618
Tuk	12.5	12.2	34.6	1.5	5.9	560
TFklid	66.8	66.0	105.0	40.0	12.7	618
TKs	122.5	120.0	170.0	75.0	15.5	617
TKd	73.0	75.0	110.0	30.0	11.9	617
VC	4704	4850	7130	1370	1043	296
FEV1	3923	3960	6250	1340	795	259
METS	14.49	14.60	22.90	7.10	2.76	618
% normy	122.2	119.5	240.7	55.5	28.6	618
W170/kg	3.05	2.99	6.02	1.39	0.72	618
VEmax	119.3	119.0	216.0	33.9	32.5	618
VO2max	3.64	3.80	6.00	1.00	0.94	618
VCO2max	4.29	4.45	7.40	1.20	1.16	618
VO2m/kg	51.8	51.9	75.1	24.0	9.4	618
VO2m/TF	19.9	20.4	33.4	5.2	5.4	618
Rmax	1.09	1.08	1.19	0.90	0.05	618
TFmax	184.7	186.0	230.0	134.0	12.4	618
DFmax	46.6	46.0	60.0	26.0	8.3	207
Wmax	331.0	340.0	530.0	85.0	88.7	618
W170	217.6	215.3	463.5	42.8	72.9	618
Wmax/kg	4.72	4.82	7.50	1.23	0.98	618

Tab. 13 Skupina C-M: do 16 let

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	165.9	169.0	190.5	125.5	14.0	192
Hmot	54.9	55.4	86.3	22.8	14.4	192
Vek	13.70	14.00	16.00	7.00	2.03	192
Tuk	12.03	12.10	25.90	1.50	4.59	176
TFklid	71.3	72.0	98.0	40.0	12.4	192
TKs	116.8	120.0	160.0	75.0	16.1	191
TKd	66.6	70.0	95.0	30.0	12.1	191
VC	3796	3915	6950	1370	1228	78
FEV1	3316	3470	5610	1340	945	64
METS	12.91	12.50	19.30	7.10	2.54	192
% normy	115.1	114.1	174.5	55.5	23.7	192
W170/kg	2.9	2.9	4.4	1.4	0.6	192
VEmax	97.5	93.0	187.0	33.9	29.7	192
VO2max	2.90	2.70	5.20	1.00	0.91	192
VCO2max	3.37	3.30	6.40	1.20	1.12	192
VO2m/kg	52.6	52.8	70.9	24.0	8.3	192
VO2m/TF	15.3	14.7	28.4	5.2	4.9	192
Rmax	1.07	1.06	1.19	0.90	0.05	192
TFmax	190.2	190.0	212.0	134.0	9.8	192
DFmax	49.8	52.0	60.0	26.0	7.9	45
Wmax	266.1	255.0	480.0	85.0	87.9	192
W170	160.0	156.7	314.8	42.8	57.6	192
Wmax/kg	4.81	4.88	7.22	1.23	0.87	192

Tab. 14 Skupina C-M: 17 až 25 let

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	179.8	180.0	202.0	160.5	6.7	241
Hmot	74.7	74.0	109.1	53.0	9.5	241
Vek	20.4	20.0	25.0	17.0	2.4	241
Tuk	10.7	10.4	29.1	1.5	5.2	220
TFklid	65.1	66.0	105.0	40.0	11.7	241
TKs	124.9	125.0	165.0	85.0	14.1	241
TKd	74.6	75.0	105.0	30.0	10.4	241
VC	5122	5155	7130	3440	719	108
FEV1	4298	4170	6250	3360	604	93
METS	15.3	15.4	21.5	7.3	2.5	241
% normy	125.6	121.0	240.7	55.6	29.4	241
W170/kg	3.14	3.02	6.02	1.39	0.73	241
VEmax	128.4	126.6	205.7	58.0	27.8	241
VO2max	4.00	4.00	6.00	1.90	0.70	241
VCO2max	4.73	4.70	7.30	2.30	0.86	241
VO2m/kg	54.0	54.1	75.1	24.8	9.1	241
VO2m/TF	21.5	21.3	31.2	10.0	3.9	241
Rmax	1.09	1.09	1.19	0.90	0.05	241
TFmax	186.7	186.0	230.0	160.0	9.7	241
DFmax	47.3	48.0	60.0	32.0	7.8	69
Wmax	372.3	370.0	530.0	140.0	64.2	241
W170	234.1	228.7	463.5	113.3	61.0	241
Wmax/kg	5.02	5.11	7.50	2.06	0.87	241

Tab. 15 Skupina C-M: 26 až 40 let

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	180.0	180.0	194.0	166.0	5.5	108
Hmot	80.0	79.7	106.5	61.0	8.4	108
Vek	30.8	30.0	39.0	26.0	3.8	108
Tuk	12.6	12.0	34.6	1.5	6.0	101
TFklid	64.0	60.0	95.0	43.0	12.6	108
TKs	123.2	122.5	155.0	90.0	13.5	108
TKd	75.4	78.0	105.0	50.0	10.2	108
VC	5027	5035	6610	3200	665	56
FEV1	4135	4150	4910	2970	440	48
METS	15.6	15.5	22.9	8.6	2.4	108
% normy	127.4	129.2	185.3	63.7	28.8	108
W170/kg	3.19	3.23	4.63	1.59	0.72	108
VEmax	135.5	136.2	210.6	68.7	26.8	108
VO2max	4.09	4.15	6.00	2.20	0.61	108
VCO2max	4.88	4.90	7.40	2.60	0.81	108
VO2m/kg	51.4	51.2	73.7	29.0	8.2	108
VO2m/TF	22.5	22.8	33.0	12.2	3.7	108
Rmax	1.10	1.10	1.19	0.91	0.05	108
TFmax	182.7	182.0	205.0	156.0	8.7	108
DFmax	47.3	46.0	60.0	28.0	8.9	42
Wmax	372.2	380.0	530.0	220.0	59.1	108
W170	253.7	258.7	370.4	112.6	56.8	108
Wmax/kg	4.68	4.81	6.46	3.03	0.79	108

Tab. 16 Skupina C-M: 41 až 55 let

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	179.6	180.0	189.0	166.5	5.2	57
Hmot	86.3	86.2	111.7	62.8	12.2	57
Vek	47.2	47.0	55.0	41.0	4.8	57
Tuk	18.9	18.8	34.0	9.1	5.8	44
TFklid	65.2	63.0	105.0	44.0	13.1	57
TKs	124.4	125.0	168.0	90.0	14.3	57
TKd	79.1	80.0	110.0	60.0	10.2	57
VC	5082.3	5140.0	6180.0	3890.0	625.9	35
FEV1	3949.1	3860.0	4890.0	3240.0	484.6	35
METS	14.41	14.60	20.50	8.20	2.95	57
% normy	124.5	120.0	187.1	57.1	32.7	57
W170/kg	3.11	3.00	4.68	1.43	0.82	57
VEmax	122.7	118.8	216.0	48.8	31.7	57
VO2max	3.76	3.90	5.70	1.90	0.91	57
VCO2max	4.45	4.50	7.10	2.20	1.07	57
VO2m/kg	43.5	43.0	61.9	24.0	9.3	57
VO2m/TF	22.5	22.1	33.4	10.5	5.4	57
Rmax	1.10	1.10	1.19	0.93	0.05	57
TFmax	168.4	170.0	195.0	144.0	11.2	57
DFmax	41.3	42.0	58.0	26.0	7.1	33
Wmax	324.9	340.0	480.0	140.0	76.5	57
W170	266.8	258.1	460.7	132.5	74.7	57
Wmax/kg	3.81	3.85	5.98	1.92	0.95	57

Tab. 17 Skupina C-M: nad 55 let

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	177.3	174.3	202.0	163.5	8.9	20
Hmot	86.2	82.6	117.8	62.0	16.7	20
Vek	64.7	62.0	95.0	56.0	11.0	20
Tuk	22.1	22.2	34.6	13.4	6.0	19
TFklid	62.0	60.0	105.0	47.0	14.4	20
TKs	139.0	136.5	170.0	110.0	18.3	20
TKd	83.8	80.0	110.0	67.0	13.8	20
VC	4411	4350	7130	2740	938	19
FEV1	3546	3630	6250	2110	906	19
METS	14.83	14.60	22.90	10.50	2.79	20
% normy	113.9	106.9	240.7	68.2	36.7	20
W170/kg	2.85	2.68	6.02	1.70	0.92	20
VEmax	121.6	125.2	216.0	62.7	36.7	20
VO2max	3.58	3.60	6.00	2.00	0.98	20
VCO2max	4.17	4.30	7.40	2.00	1.20	20
VO2m/kg	42.5	40.8	75.1	28.5	9.8	20
VO2m/TF	22.6	23.8	33.4	12.7	6.0	20
Rmax	1.09	1.08	1.19	0.92	0.05	20
TFmax	164.1	160.5	230.0	134.0	19.6	20
DFmax	44.2	44.0	60.0	28.0	7.7	18
Wmax	252.0	240.0	530.0	85.0	90.1	20
W170	237.7	218.4	463.5	117.1	76.3	20
Wmax/kg	3.05	2.74	7.50	1.23	1.24	20

**Tab. 18 Skupina D-M: Všechna vyšetření (bez rozdílu věku)**

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	176.7	178.0	197.0	130.0	10.8	192
Hmot	74.5	75.5	110.0	26.1	16.2	192
Vek	27.9	23.0	65.0	9.0	13.2	192
Tuk	15.2	15.2	30.0	2.7	6.9	122
TFklid	76.0	75.0	118.0	42.0	14.8	192
TKs	127.2	125.0	170.0	80.0	15.9	192
TKd	77.5	80.0	100.0	40.0	10.8	192
VC	4956	5100	7210	2670	933	48
FEV1	4201	4310	5140	2150	637	39
METS	11.7	11.8	19.3	5.7	2.1	192
% normy	102.3	99.8	187.7	44.1	24.9	192
W170/kg	2.56	2.50	4.69	1.10	0.62	192
VEmax	104.5	101.5	183.0	28.9	27.6	192
VO2max	2.97	3.00	5.50	1.20	0.69	192
VCO2max	3.51	3.50	7.00	1.20	0.88	192
VO2m/kg	40.8	41.0	65.3	20.8	8.4	192
VO2m/TF	16.4	16.3	28.7	7.3	3.9	192
Rmax	1.08	1.08	1.19	0.96	0.05	189
TFmax	183.2	185.0	220.0	140.0	13.1	192
DFmax	39.5	38.0	54.0	26.0	7.6	26
Wmax	269.2	275.0	460.0	120.0	64.8	192
W170	188.8	183.0	339.3	70.8	56.9	192
Wmax/kg	3.71	3.72	6.90	1.65	0.90	192

**Tab. 19 Skupina D-M: Do 16 let**

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	165.7	170.0	196.5	130.0	16.4	40
Hmot	56.8	60.0	98.9	26.1	17.8	40
Vek	13.4	14.0	16.0	9.0	2.2	40
Tuk	17.6	16.2	30.0	4.0	8.6	18
TFklid	78.8	80.0	110.0	50.0	14.6	40
TKs	122.8	122.5	160.0	90.0	19.5	40
TKd	70.4	70.0	90.0	40.0	11.3	40
VC	3803	3300	5940	2670	1501	4
FEV1	3613	3550	5140	2150	1496	3
METS	10.40	10.30	13.60	7.00	1.70	40
% normy	98.0	94.0	168.5	44.1	27.8	40
W170/kg	2.45	2.35	4.21	1.10	0.70	40
VEmax	86.7	85.5	158.0	44.0	22.9	40
VO2max	2.35	2.40	3.60	1.20	0.63	40
VCO2max	2.70	2.70	4.30	1.20	0.78	40
VO2m/kg	42.9	42.2	60.8	25.2	8.7	40
VO2m/TF	12.4	12.9	18.9	7.3	3.2	40
Rmax	1.06	1.06	1.16	0.96	0.04	40
TFmax	189.0	190.0	206.0	170.0	8.4	40
DFmax	54.0	54.0	54.0	54.0	0.0	1
Wmax	215.6	220.0	370.0	120.0	60.9	40
W170	132.4	137.0	188.3	70.8	36.8	40
Wmax/kg	3.95	3.97	6.90	2.36	0.96	40

Tab. 20 Skupina D-M: 17 až 25 let

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	179.1	178.0	197.0	167.0	6.2	71
Hmot	73.4	71.0	110.0	55.5	9.5	71
Vek	21.6	22.0	25.0	17.0	1.9	71
Tuk	12.7	12.0	26.6	2.7	6.1	60
TFklid	74.0	70.0	118.0	42.0	16.3	71
TKs	130.6	130.0	170.0	100.0	13.5	71
TKd	78.0	80.0	100.0	51.0	9.5	71
VC	5142	5220	7210	3700	797	32
FEV1	4417	4395	5140	3440	463	26
METS	12.3	12.2	19.3	5.7	2.3	71
% normy	100.5	99.5	159.6	49.2	25.4	71
W170/kg	2.51	2.49	3.99	1.23	0.63	71
VEmax	102.3	98.6	183.0	28.9	26.4	71
VO2max	3.16	3.10	5.50	1.40	0.67	71
VCO2max	3.73	3.70	7.00	1.60	0.83	71
VO2m/kg	43.4	43.6	65.3	20.8	8.1	71
VO2m/TF	17.0	16.8	28.7	8.4	3.6	71
Rmax	1.08	1.08	1.19	0.96	0.05	69
TFmax	188.0	187.0	220.0	165.0	10.5	71
DFmax	41.2	40.0	54.0	32.0	7.1	15
Wmax	297.0	300.0	460.0	130.0	59.4	71
W170	182.8	180.0	301.6	95.9	46.2	71
Wmax/kg	4.07	4.09	6.08	2.00	0.79	71

Tab. 21 Skupina D-M: 26 až 40 let

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	179.9	180.5	191.0	165.0	6.5	40
Hmot	81.3	79.8	109.0	61.0	11.7	40
Vek	32.6	32.0	40.0	26.0	4.9	40
Tuk	17.2	17.5	25.1	4.0	5.6	28
TFklid	76.4	77.0	110.0	49.0	14.8	40
TKs	127.8	130.0	161.0	100.0	13.7	40
TKd	79.7	80.0	100.0	60.0	11.0	40
VC	5146	5350	6410	3400	996	7
FEV1	4052	4120	4550	3420	432	6
METS	12.4	12.4	17.1	8.4	1.9	40
% normy	98.9	98.9	145.3	57.1	18.5	40
W170/kg	2.47	2.47	3.63	1.43	0.46	40
VEmax	118.7	116.6	179.4	60.1	26.9	40
VO2max	3.25	3.30	4.30	2.10	0.53	40
VCO2max	3.83	3.85	5.20	2.60	0.73	40
VO2m/kg	40.3	41.4	53.7	26.4	6.6	40
VO2m/TF	17.8	17.5	24.2	11.1	3.0	40
Rmax	1.09	1.10	1.16	1.00	0.04	39
TFmax	183.3	181.5	202.0	165.0	9.8	40
DFmax	39.0	38.0	46.0	34.0	4.3	6
Wmax	281.3	290.0	410.0	180.0	44.0	40
W170	198.1	198.0	273.4	144.1	33.4	40
Wmax/kg	3.52	3.50	4.96	2.00	0.67	40

Tab. 22 Skupina D-M: 41 až 55 let

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	180.9	179.0	190.0	173.0	4.9	34
Hmot	87.0	87.9	108.0	66.0	11.3	34
Vek	45.6	44.0	55.0	41.0	4.3	34
Tuk	17.4	20.5	27.0	3.1	8.1	12
TFklid	78.1	79.0	100.0	55.0	11.5	34
TKs	123.4	120.0	165.0	80.0	17.5	34
TKd	80.9	80.0	100.0	55.0	9.6	34
VC	4560	4560	4620	4500	85	2
FEV1	3400	3400	3400	3400	0	1
METS	11.8	12.0	16.4	8.8	1.9	34
% normy	112.2	108.7	187.7	77.5	26.0	34
W170/kg	2.80	2.72	4.69	1.94	0.65	34
VEmax	117.7	113.0	179.0	84.0	22.1	34
VO2max	3.10	3.05	4.30	2.20	0.50	34
VCO2max	3.77	3.75	5.20	2.50	0.65	34
VO2m/kg	36.0	35.4	49.1	25.5	6.4	34
VO2m/TF	18.1	18.5	24.4	11.6	3.1	34
Rmax	1.11	1.12	1.19	0.98	0.06	34
TFmax	172.0	174.0	195.0	140.0	12.0	34
DFmax	34.0	34.0	34.0	34.0	0.0	1
Wmax	272.2	265.0	390.0	180.0	59.5	34
W170	242.0	237.5	339.3	145.1	53.5	34
Wmax/kg	3.18	3.32	4.34	1.94	0.76	34

Tab. 23 Skupina D-M: Nad 55 let

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	176.6	175.0	186.0	168.0	5.8	7
Hmot	88.6	92.0	100.8	64.2	11.7	7
Vek	62.7	62.0	65.0	60.0	2.2	7
Tuk	20.4	20.6	24.9	15.6	4.3	4
TFklid	66.7	68.0	82.0	57.0	8.9	7
TKs	134.7	135.0	156.0	120.0	12.4	7
TKd	82.9	83.0	93.0	70.0	7.6	7
VC	4323	4340	4680	3950	365	3
FEV1	3483	3490	3650	3310	170	3
METS	9.9	9.0	12.6	8.2	1.6	7
% normy	116.9	117.9	137.0	103.8	11.7	7
W170/kg	2.92	2.95	3.42	2.60	0.29	7
VEmax	83.1	82.5	106.0	56.1	15.4	7
VO2max	2.46	2.20	3.50	2.10	0.52	7
VCO2max	2.86	2.60	4.10	2.40	0.63	7
VO2m/kg	27.8	25.0	34.6	23.7	4.8	7
VO2m/TF	16.2	15.3	22.0	14.0	2.7	7
Rmax	1.08	1.09	1.11	1.03	0.03	7
TFmax	154.1	150.0	165.0	147.0	7.9	7
DFmax	28.7	28.0	32.0	26.0	3.1	3
Wmax	209.3	220.0	270.0	130.0	52.9	7
W170	259.9	262.1	318.1	166.9	47.4	7
Wmax/kg	2.34	2.39	2.87	1.65	0.41	7

**Tab. 24 Skupina A-Z: Všechna vyšetření (bez rozdílu věku)**

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	163.6	165.0	182.0	131.0	8.7	307
Hmot	53.5	54.1	85.5	23.3	10.7	307
Vek	18.1	15.0	56.0	9.0	9.0	307
Tuk	16.9	16.6	32.4	2.8	4.4	306
TFklid	66.2	66.0	100.0	37.0	12.1	307
TKs	112.1	110.0	159.0	80.0	12.5	306
TKd	68.1	70.0	91.0	30.0	9.5	306
VC	3623	3650	5550	1690	747	291
FEV1	3135	3195	4580	1480	527	276
METS	14.3	14.2	24.2	7.4	2.9	307
% normy	149.5	143.5	353.4	74.5	40.1	305
W170/kg	2.55	2.44	6.01	1.27	0.68	307
VEmax	84.7	82.6	148.4	27.7	22.3	307
VO2max	2.82	2.80	4.90	1.20	0.66	307
VCO2max	3.28	3.20	5.60	1.20	0.80	307
VO2m/kg	53.0	53.7	75.0	28.9	8.3	307
VO2m/TF	15.0	14.7	27.6	6.6	3.8	307
Rmax	1.07	1.07	1.19	0.91	0.05	307
TFmax	190.0	191.0	211.0	152.0	10.3	307
DFmax	47.4	48.0	60.0	26.0	7.8	204
Wmax	250.3	250.0	400.0	70.0	61.6	307
W170	137.0	133.5	382.8	44.7	49.1	307
Wmax/kg	4.70	4.70	6.79	2.22	0.83	307

**Tab. 25 Skupina A-Z: do 16 let**

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	160.7	162.0	181.0	131.0	8.7	200
Hmot	49.0	50.0	76.0	23.3	9.3	200
Vek	13.7	14.0	16.0	9.0	1.6	200
Tuk	16.7	16.3	26.1	5.0	3.7	199
TFklid	69.4	69.5	100.0	43.0	11.2	200
TKs	111.3	110.0	145.0	80.0	11.7	200
TKd	66.7	70.0	90.0	30.0	9.4	200
VC	3294	3250	4870	1690	644	187
FEV1	2934	2995	4310	1480	507	174
METS	13.28	13.10	19.90	7.40	2.27	200
% normy	141.3	137.9	266.6	82.2	33.2	198
W170/kg	2.41	2.35	4.53	1.40	0.57	200
VEmax	77.10	75.15	142.00	27.70	19.33	200
VO2max	2.56	2.60	4.20	1.20	0.55	200
VCO2max	2.96	3.00	4.80	1.20	0.67	200
VO2m/kg	52.66	53.27	73.51	35.79	7.48	200
VO2m/TF	13.40	13.48	21.56	6.63	2.94	200
Rmax	1.06	1.06	1.19	0.91	0.05	200
TFmax	193.1	193.0	211.0	166.0	8.8	200
DFmax	47.7	50.0	60.0	26.0	7.4	124
Wmax	229.3	230.0	370.0	70.0	55.1	200
W170	117.7	115.4	227.6	44.7	34.5	200
Wmax/kg	4.69	4.69	6.79	2.22	0.77	200



Tab. 26 Skupina A-Z: 17 až 25 let

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	169.7	169.5	182.0	156.5	5.2	62
Hmot	60.4	59.2	81.8	42.7	7.7	62
Vek	18.6	18.0	25.0	17.0	2.1	62
Tuk	17.1	16.8	32.4	2.8	6.0	62
TFklid	62.3	59.5	98.0	40.0	10.8	62
TKs	114.3	115.0	140.0	95.0	11.3	62
TKd	70.0	70.0	90.0	45.0	8.2	62
VC	4176	4140	5550	3100	550	59
FEV1	3597	3540	4580	2950	324	57
METS	15.84	15.75	21.90	10.20	2.58	62
% normy	153	145	233	75	36	62
W170/kg	2.60	2.47	3.96	1.27	0.61	62
VEmax	97.9	96.4	148.4	56.8	17.8	62
VO2max	3.27	3.20	4.90	2.10	0.56	62
VCO2max	3.85	3.75	5.60	2.60	0.66	62
VO2m/kg	54.7	54.9	75.0	30.7	9.6	62
VO2m/TF	17.5	17.5	25.7	10.9	2.9	62
Rmax	1.09	1.09	1.18	1.00	0.04	62
TFmax	188.2	189.5	205.0	168.0	9.0	62
DFmax	48.3	47.0	60.0	36.0	7.8	38
Wmax	287.7	280.0	400.0	190.0	50.9	62
W170	155.6	152.2	226.0	80.3	34.0	62
Wmax/kg	4.82	4.83	6.52	2.57	0.93	62

Tab. 27 Skupina A-Z: 26 až 40 let

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	170.0	169.0	178.5	157.0	4.3	31
Hmot	65.5	64.8	85.5	55.5	6.8	31
Vek	32.4	32.0	40.0	26.0	3.6	31
Tuk	17.9	17.0	30.6	9.9	4.9	31
TFklid	55.5	54.0	84.0	37.0	12.4	31
TKs	107.7	107.0	135.0	90.0	13.6	30
TKd	68.9	70.0	85.0	55.0	9.1	30
VC	4422	4430	5060	3670	366	31
FEV1	3416	3460	3780	2750	258	31
METS	16.6	16.7	21.5	10.6	3.1	31
% normy	173.8	170.9	252.0	105.0	41.4	31
W170/kg	2.95	2.91	4.28	1.78	0.70	31
VEmax	104.8	95.1	147.6	74.0	24.9	31
VO2max	3.37	3.40	4.30	2.20	0.60	31
VCO2max	3.94	3.90	5.00	2.40	0.68	31
VO2m/kg	52.1	52.2	68.5	28.9	10.4	31
VO2m/TF	18.8	18.9	24.3	11.8	3.7	31
Rmax	1.08	1.08	1.16	0.94	0.05	31
TFmax	180.7	180.0	201.0	157.0	8.8	31
DFmax	47.4	48.0	60.0	28.0	9.4	28
Wmax	301.5	300.0	370.0	195.0	52.4	31
W170	192.4	186.9	279.6	108.9	45.1	31
Wmax/kg	4.65	4.78	6.01	2.95	0.91	31

**Tab. 28 Skupina A-Z: 41 až 55 let**

	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
Vyska	165.1	167.0	171.0	148.0	6.1	13
Hmot	61.7	63.7	66.9	49.8	5.3	13
Vek	47.9	48.0	54.0	41.0	4.2	13
Tuk	17.2	18.9	24.3	10.0	4.4	13
TFklid	61.6	60.0	75.0	52.0	7.5	13
TKs	124.5	115.0	159.0	105.0	19.2	13
TKd	77.4	80.0	91.0	60.0	11.5	13
VC	3878	3810	4680	3230	523	13
FEV1	3101	3010	3760	2520	428	13
METS	16.9	15.5	24.2	13.0	3.5	13
% normy	191.8	163.2	353.4	119.8	80.6	13
W170/kg	3.26	2.77	6.01	2.04	1.37	13
VEmax	89.8	88.3	119.1	61.4	19.9	13
VO2max	3.19	3.10	4.50	2.30	0.69	13
VCO2max	3.78	3.70	5.40	2.50	0.85	13
VO2m/kg	51.5	51.7	71.2	38.9	9.2	13
VO2m/TF	18.39	17.48	27.64	12.64	4.83	13
Rmax	1.09	1.09	1.14	1.02	0.03	13
TFmax	176.2	181.0	187.0	152.0	11.0	13
DFmax	42.8	42.0	58.0	32.0	6.6	13
Wmax	269.6	270.0	400.0	175.0	67.3	13
W170	203.7	170.4	382.8	111.8	94.2	13
Wmax/kg	4.35	4.33	6.28	3.04	0.93	13

**Skupina A-Z: nad 55 let v databázi jen 1 osoba**

**Tab. 29 Skupina B-Z: Všechna vyšetření (bez rozdílu věku)**

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	169.9	169.5	184.5	146.0	6.6	161
Hmot	63.1	63.5	81.0	43.1	8.2	161
Vek	18.7	17.0	53.0	10.0	6.7	161
Tuk	20.1	19.6	32.9	3.8	6.0	160
TFklid	65.4	64.0	100.0	44.0	11.4	161
TKs	116.0	119.5	155.0	85.0	11.8	160
TKd	71.0	70.0	95.0	50.0	8.7	160
VC	3934	3985	5350	2790	573	138
FEV1	3355	3370	4150	2310	430	129
METS	13.6	13.4	18.1	7.0	2.0	161
% normy	139.7	132.2	224.7	85.8	29.9	161
W170/kg	2.37	2.25	3.82	1.46	0.51	161
VEmax	83.2	81.5	141.0	47.6	18.3	161
VO2max	2.87	2.80	4.00	1.50	0.48	161
VCO2max	3.35	3.30	4.80	1.80	0.60	161
VO2m/kg	45.7	45.4	68.0	22.6	7.1	161
VO2m/TF	15.4	15.1	23.1	8.1	2.7	161
Rmax	1.08	1.08	1.19	0.94	0.05	161
TFmax	187.6	188.0	210.0	156.0	9.3	161
DFmax	40.6	40.0	60.0	24.0	8.9	73
Wmax	260	260	390	105	54	161
W170	149	150	242	83	35	161
Wmax/kg	4.15	4.18	5.99	1.57	0.85	161

**Tab. 30 Skupina B-Z: do 16 let**

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	168.6	168.0	184.5	146.0	7.6	69
Hmot	59.7	59.8	78.9	43.1	9.0	69
Vek	14.9	15.0	16.0	10.0	1.3	69
Tuk	20.3	19.2	31.4	3.8	5.3	69
TFklid	67.4	68.0	89.0	44.0	11.5	69
TKs	115.4	119.0	140.0	85.0	11.1	69
TKd	69.8	70.0	90.0	50.0	7.7	69
VC	3755	3690	4760	2790	536	63
FEV1	3292	3290	4150	2310	430	59
METS	13.5	13.4	18.0	7.0	2.1	69
% normy	135.4	127.8	221.1	85.8	28.5	69
W170/kg	2.30	2.17	3.76	1.46	0.48	69
VEmax	78.8	79.0	114.0	47.6	14.6	69
VO2max	2.81	2.80	4.00	1.50	0.53	69
VCO2max	3.27	3.30	4.80	1.80	0.63	69
VO2m/kg	47.0	46.6	68.0	22.6	7.2	69
VO2m/TF	14.8	14.9	23.1	8.1	2.9	69
Rmax	1.07	1.07	1.17	0.94	0.04	69
TFmax	190.8	191.0	210.0	156.0	8.4	69
DFmax	40.3	40.0	54.0	24.0	8.4	30
Wmax	249.7	250.0	370.0	105.0	51.0	69
W170	137.4	133.3	231.2	82.6	32.9	69
Wmax/kg	4.19	4.15	5.99	1.57	0.81	69

Tab. 31 Skupina B-Z: 17 až 25 let

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	171.2	171.3	184.5	158.0	5.8	76
Hmot	65.7	64.4	81.0	50.5	6.6	76
Vek	18.8	18.0	25.0	17.0	2.2	76
Tuk	20.1	20.6	32.9	3.8	6.4	75
TFklid	64.1	61.5	100.0	46.0	10.2	76
TKs	116.8	120.0	155.0	90.0	11.8	75
TKd	72.0	70.0	95.0	55.0	9.3	75
VC	4058	4050	5350	2790	581	60
FEV1	3442	3490	4080	2580	420	56
METS	13.6	13.4	17.2	7.0	1.7	76
% normy	140.8	136.6	224.7	85.8	29.9	76
W170/kg	2.39	2.32	3.82	1.46	0.51	76
VEmax	86.4	84.7	141.0	47.6	20.2	76
VO2max	2.91	2.85	3.70	1.50	0.41	76
VCO2max	3.41	3.35	4.50	1.80	0.53	76
VO2m/kg	44.5	44.5	58.2	22.6	6.1	76
VO2m/TF	15.7	15.3	22.5	9.7	2.3	76
Rmax	1.08	1.08	1.19	0.94	0.05	76
TFmax	186.2	185.5	205.0	156.0	8.3	76
DFmax	39.4	40.0	60.0	24.0	8.3	30
Wmax	268.2	270.0	390.0	105.0	50.7	76
W170	156.6	150.8	241.7	87.7	34.4	76
Wmax/kg	4.11	4.20	5.78	1.57	0.79	76

Tab. 32 Skupina B-Z: 26 až 40 let

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	169.5	169.3	173.0	167.0	2.1	12
Hmot	63.0	63.2	69.3	52.8	4.4	12
Vek	29.4	28.5	34.0	26.0	3.1	12
Tuk	16.5	16.1	25.4	9.1	5.0	12
TFklid	59.5	59.0	82.0	44.0	11.4	12
TKs	109.4	110.0	125.0	90.0	10.8	12
TKd	68.6	70.0	80.0	50.0	8.8	12
VC	4245	4180	4530	3950	228	11
FEV1	3380	3450	3510	3090	140	10
METS	14.4	15.5	18.1	9.3	2.7	12
% normy	153.1	153.4	198.1	94.2	28.4	12
W170/kg	2.60	2.61	3.37	1.60	0.48	12
VEmax	85.8	84.9	112.8	63.5	15.4	12
VO2max	2.95	3.10	3.70	2.00	0.52	12
VCO2max	3.42	3.50	4.40	2.10	0.67	12
VO2m/kg	46.8	49.0	58.6	33.4	8.3	12
VO2m/TF	16.3	16.9	19.5	9.6	3.1	12
Rmax	1.08	1.09	1.14	1.05	0.03	12
TFmax	180.3	182.5	192.0	168.0	8.0	12
DFmax	45.8	48.0	58.0	34.0	9.5	9
Wmax	272.5	290.0	350.0	160.0	63.7	12
W170	162.6	166.4	206.2	110.9	25.7	12
Wmax/kg	4.36	4.39	5.70	2.31	1.09	12

**Tab. 33 Skupina B-Z: 41 až 55 let**

	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
Vyska	170.0	167.2	184.5	161.0	10.98	4
Hmot	73.0	72.5	81.0	66.1	7.2	4
Vek	50.7	51.0	53.0	48.0	2.6	4
Tuk	26.3	24.8	32.9	22.6	4.5	4
TFklid	71.7	68.0	100.0	51.0	22.4	4
TKs	132.0	126.5	155.0	120.0	15.9	4
TKd	80.0	75.0	95.0	75.0	10.0	4
VC	4042	3760	5350	3300	931	4
FEV1	2980	2620	4150	2530	781	4
METS	13.8	12.8	18.1	11.6	2.9	4
% normy	152.6	135.1	224.7	115.7	49.1	4
W170/kg	2.60	2.30	3.82	1.97	0.83	4
VEmax	89.6	77.3	141.0	63.0	35.0	4
VO2max	2.83	2.55	4.00	2.20	0.81	4
VCO2max	3.30	2.90	4.80	2.60	1.01	4
VO2m/kg	43.1	35.7	68.0	33.1	16.7	4
VO2m/TF	16.6	15.1	23.1	13.3	4.5	4
Rmax	1.13	1.12	1.19	1.08	0.05	4
TFmax	180.3	171.5	210.0	168.0	20.0	4
DFmax	40.5	38.0	60.0	26.0	14.5	4
Wmax	242.5	200.0	390.0	180.0	100.1	4
W170	175.8	163.9	241.7	133.6	46.5	4
Wmax/kg	3.58	2.99	5.99	2.33	1.66	4

**Skupina B-Z: nad 55 let nevyhodnoceno – v databázi nikdo**

Tab. 34 Skupina C-Z: Všechna vyšetření (bez rozdílu věku)

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	164.8	164.5	189.5	134.5	7.7	159
Hmot	56.8	56.7	94.4	24.5	11.0	159
Vek	20.7	16.0	64.0	10.0	11.3	159
Tuk	17.7	17.9	47.0	2.6	6.4	149
TFklid	73.7	74.0	110.0	44.0	12.6	159
TKs	116.8	115.0	200.0	80.0	16.7	159
TKd	69.1	70.0	115.0	40.0	10.8	159
VC	3449	3530	4610	1820	611	89
FEV1	3125	3245	3990	1810	491	70
METS	11.9	11.9	17.1	8.0	1.8	159
% normy	138.4	136.6	260.0	69.8	32.7	159
W170/kg	2.35	2.32	4.42	1.19	0.56	159
VEmax	81.5	80.8	131.5	43.2	18.3	159
VO2max	2.38	2.40	3.70	1.20	0.43	159
VCO2max	2.77	2.70	4.40	1.40	0.52	159
VO2m/kg	42.7	42.8	65.1	21.3	7.0	159
VO2m/TF	12.8	12.7	20.3	5.9	2.5	159
Rmax	1.07	1.08	1.18	0.87	0.06	159
TFmax	187.8	190.0	212.0	140.0	11.0	159
DFmax	42.6	42.0	58.0	26.0	7.7	49
Wmax	216.3	210.0	350.0	90.0	50.8	159
W170	132.6	131.5	260.0	63.6	36.0	159
Wmax/kg	3.89	3.88	6.10	1.48	0.92	159

Tab. 35 Skupina C-Z: Do 16 let

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	162.7	163.0	181.0	134.5	8.2	81
Hmot	50.9	52.5	66.3	24.5	8.7	81
Vek	13.9	14.0	16.0	10.0	1.4	81
Tuk	16.6	16.4	27.3	3.0	4.6	79
TFklid	76.0	78.0	106.0	48.0	12.2	81
TKs	113.6	115.0	155.0	80.0	13.4	81
TKd	65.9	65.0	80.0	40.0	9.2	81
VC	3109	3080	4220	1820	574	41
FEV1	3008	2895	3970	2220	490	24
METS	11.3	11.3	17.1	8.0	1.8	81
% normy	143.0	142.1	260.0	69.8	33.8	81
W170/kg	2.43	2.42	4.42	1.19	0.57	81
VEmax	79.0	76.8	123.0	45.0	17.6	81
VO2max	2.21	2.20	3.40	1.20	0.41	81
VCO2max	2.55	2.50	4.00	1.40	0.48	81
VO2m/kg	44.0	43.8	65.1	30.9	7.0	81
VO2m/TF	11.6	11.7	19.0	5.9	2.3	81
Rmax	1.06	1.06	1.16	0.89	0.05	81
TFmax	191.3	192.0	207.0	165.0	9.2	81
DFmax	44.9	48.0	54.0	32.0	7.4	9
Wmax	213.6	210.0	350.0	90.0	51.5	81
W170	122.4	120.8	203.8	66.3	31.3	81
Wmax/kg	4.22	4.13	6.10	2.39	0.83	81

Tab. 36 Skupina C-Z: 17 až 25 let

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	167.3	167.3	189.5	157.0	6.5	48
Hmot	61.4	59.8	80.3	42.0	8.9	48
Vek	19.4	19.0	25.0	17.0	2.3	48
Tuk	17.7	18.4	31.0	2.6	5.9	44
TFklid	72.9	72.0	110.0	44.0	13.0	48
TKs	117.4	120.0	145.0	90.0	14.7	48
TKd	71.0	70.5	88.0	50.0	9.1	48
VC	3824	3875	4530	3050	358	26
FEV1	3414	3340	3990	2610	308	24
METS	12.7	12.9	16.1	9.2	1.6	48
% normy	139.8	143.6	214.5	76.3	31.5	48
W170/kg	2.38	2.44	3.65	1.30	0.54	48
VEmax	85.4	85.7	120.0	43.2	18.7	48
VO2max	2.63	2.65	3.70	1.70	0.38	48
VCO2max	3.06	3.10	4.40	2.00	0.47	48
VO2m/kg	43.2	43.7	53.4	30.2	5.9	48
VO2m/TF	14.0	14.1	20.3	9.1	2.2	48
Rmax	1.07	1.08	1.18	0.87	0.06	48
TFmax	188.1	190.0	212.0	160.0	8.8	48
DFmax	41.7	40.0	58.0	26.0	8.9	20
Wmax	233.8	240.0	330.0	140.0	47.3	48
W170	145.2	143.3	239.1	63.6	36.2	48
Wmax/kg	3.85	3.84	5.61	2.29	0.78	48

Tab. 37 Skupina C-Z: 26 až 40 let

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	168.0	169.5	177.0	158.0	6.1	15
Hmot	62.6	61.4	79.0	53.3	7.6	15
Vek	32.4	30.0	40.0	26.0	5.5	15
Tuk	15.9	13.8	30.5	2.6	8.0	12
TFklid	71.3	72.0	96.0	46.0	13.5	15
TKs	120.4	120.0	154.0	100.0	14.2	15
TKd	74.5	75.0	92.0	60.0	9.7	15
VC	4040	4100	4610	3390	401	9
FEV1	3271	3300	3660	2740	343	9
METS	12.5	12.4	15.4	8.6	1.9	15
% normy	130.7	128.0	241.3	86.9	35.1	15
W170/kg	2.22	2.18	4.10	1.48	0.60	15
VEmax	87.1	90.0	131.5	48.2	22.0	15
VO2max	2.51	2.50	3.10	1.70	0.41	15
VCO2max	2.97	3.20	3.80	2.00	0.50	15
VO2m/kg	40.2	40.9	49.7	30.2	6.1	15
VO2m/TF	13.9	14.5	18.1	9.4	2.5	15
Rmax	1.10	1.08	1.17	1.04	0.05	15
TFmax	181.4	183.0	192.0	157.0	8.4	15
DFmax	46.0	46.0	54.0	36.0	6.6	7
Wmax	214.0	210.0	300.0	145.0	52.1	15
W170	138.4	136.9	259.1	84.1	37.7	15
Wmax/kg	3.44	3.19	4.75	1.97	0.83	15

Tab. 38 Skupina C-Z: 41 až 55 let

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	164.2	163.0	177.0	155.0	7.8	11
Hmot	65.1	61.4	80.0	55.0	9.5	11
Vek	44.6	44.0	52.0	42.0	3.0	11
Tuk	22.6	22.3	30.6	8.5	6.4	10
TFklid	68.7	66.0	84.0	55.0	10.3	11
TKs	117.2	117.0	149.0	95.0	19.2	11
TKd	68.2	67.0	100.0	58.0	11.8	11
VC	3623	3510	4220	2890	424	9
FEV1	2941	2860	3510	2370	374	9
METS	12.8	12.7	15.2	9.8	1.5	11
% normy	119.6	118.1	153.2	89.0	18.8	11
W170/kg	2.03	2.01	2.60	1.51	0.32	11
VEmax	79.6	77.6	114.0	60.7	14.5	11
VO2max	2.49	2.60	2.80	1.90	0.29	11
VCO2max	2.96	3.10	3.50	2.20	0.42	11
VO2m/kg	38.7	38.0	48.8	29.1	5.8	11
VO2m/TF	13.9	14.7	15.9	10.8	1.7	11
Rmax	1.09	1.08	1.16	1.06	0.03	11
TFmax	180.6	181.0	191.0	154.0	9.7	11
DFmax	41.1	42.0	48.0	28.0	6.3	9
Wmax	188.6	200.0	230.0	145.0	26.3	11
W170	139.6	128.8	260.0	97.9	44.0	11
Wmax/kg	2.92	2.77	3.70	2.50	0.43	11

Tab. 39 Skupina C-Z: Nad 55 let

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	165.9	166.3	170.5	160.5	5.4	4
Hmot	77.3	77.3	94.4	60.4	18.3	4
Vek	62.5	62.5	64.0	61.0	1.3	4
Tuk	34.3	33.3	47.0	23.5	11.3	4
TFklid	62.0	59.5	72.0	57.0	6.8	4
TKs	160.0	165.0	200.0	110.0	39.2	4
TKd	91.3	95.0	115.0	60.0	23.2	4
VC	2778	2750	3050	2560	203	4
FEV1	2188	2140	2660	1810	415	4
METS	10.7	11.1	11.9	8.9	1.4	4
% normy	110.1	108.7	129.4	93.5	14.8	4
W170/kg	1.87	1.85	2.20	1.59	0.25	4
VEmax	70.8	71.9	81.8	57.6	10.0	4
VO2max	2.13	2.10	2.30	2.00	0.13	4
VCO2max	2.45	2.45	2.60	2.30	0.13	4
VO2m/kg	28.5	29.1	34.4	21.3	6.6	4
VO2m/TF	13.6	13.0	17.0	11.5	2.5	4
Rmax	1.08	1.12	1.13	0.94	0.09	4
TFmax	159.5	158.5	181.0	140.0	21.5	4
DFmax	39.5	40.0	46.0	32.0	5.7	4
Wmax	146.3	142.5	180.0	120.0	25.0	4
W170	146.5	142.2	202.0	99.7	48.1	4
Wmax/kg	1.99	1.75	2.98	1.48	0.69	4



**Tab. 40 Skupina D-Z: Všechna vyšetření (bez rozdílu věku)**

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	166	166	184	132	8	135
Hmot	62	61	92	21	13	135
Vek	28	24	59	9	13	135
Tuk	22	22	35	5	7	65
TFklid	79	78	122	42	15	135
TKs	113	113	155	80	13	135
TKd	71	70	100	30	11	135
VC	3624	3730	4490	2200	542	47
FEV1	3085	3165	3730	2220	399	44
METS	10.13	9.90	16.20	5.60	1.89	135
% normy	115.3	111.0	222.8	52.1	27.5	135
W170/kg	1.96	1.89	3.79	0.89	0.47	135
VEmax	75.1	76.0	126.0	34.7	16.2	135
VO2max	2.05	2.00	3.30	0.80	0.45	135
VCO2max	2.41	2.40	4.10	0.90	0.56	135
VO2m/kg	33.6	33.2	52.2	19.5	7.0	135
VO2m/TF	11.4	11.0	18.7	4.2	2.7	135
Rmax	1.08	1.09	1.19	0.93	0.06	135
TFmax	182.0	183.0	218.0	139.0	13.7	135
DFmax	39.6	38.0	58.0	22.0	8.0	37
Wmax	171.2	170.0	330.0	70.0	47.1	135
W170	121.7	118.0	199.9	34.3	34.9	135
Wmax/kg	2.83	2.75	5.30	1.39	0.84	135

**Tab. 41 Skupina D-Z: do 16 let**

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	162.1	164.5	183.5	132.0	11.1	35
Hmot	52.0	54.5	74.0	20.6	11.9	35
Vek	13.7	14.0	16.0	9.0	2.0	35
Tuk	20.3	21.2	28.0	5.4	6.3	14
TFklid	82.1	82.0	122.0	56.0	14.5	35
TKs	110.7	110.0	145.0	90.0	13.0	35
TKd	66.1	70.0	80.0	30.0	11.5	35
VC	3232	3265	3900	2200	602	6
FEV1	2868	3020	3210	2220	442	4
METS	9.8	9.4	14.9	5.6	2.2	35
% normy	116.5	110.6	187.3	52.1	29.4	35
W170/kg	1.98	1.88	3.18	0.89	0.50	35
VEmax	76.1	78.0	121.0	38.0	18.2	35
VO2max	1.96	1.90	3.10	0.80	0.55	35
VCO2max	2.25	2.20	3.40	0.90	0.63	35
VO2m/kg	37.9	36.9	52.0	28.5	6.5	35
VO2m/TF	10.4	9.9	18.4	4.2	3.2	35
Rmax	1.06	1.06	1.17	0.93	0.06	35
TFmax	190.6	190.0	218.0	169.0	9.9	35
DFmax	50.0	50.0	50.0	50.0	0.0	1
Wmax	176.9	180.0	280.0	70.0	54.7	35
W170	103.1	105.8	167.9	34.3	34.2	35
Wmax/kg	3.41	3.35	5.30	2.42	0.70	35

Tab. 42 Skupina D-Z: 17 až 25 let

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	166.5	167.0	175.0	153.5	5.4	35
Hmot	59.5	58.0	80.2	42.2	8.3	35
Vek	20.2	20.0	25.0	17.0	2.3	35
Tuk	20.4	19.6	31.2	9.1	5.8	24
TFklid	77.3	78.0	105.0	54.0	13.6	35
TKs	115.0	120.0	140.0	95.0	10.3	35
TKd	70.9	70.0	90.0	30.0	10.8	35
VC	3864	3945	4400	3020	390	18
FEV1	3335	3330	3730	2770	281	18
METS	10.6	10.1	16.2	6.9	2.2	35
% normy	113.1	110.5	166.9	74.1	29.3	35
W170/kg	1.92	1.88	2.84	1.26	0.50	35
VEmax	73.1	74.2	112.1	34.7	15.7	35
VO2max	2.15	2.00	3.30	1.40	0.51	35
VCO2max	2.49	2.30	4.10	1.60	0.66	35
VO2m/kg	36.3	34.7	52.2	23.1	6.9	35
VO2m/TF	11.6	10.8	18.7	7.0	2.9	35
Rmax	1.07	1.07	1.18	0.98	0.06	35
TFmax	189.6	190.0	205.0	139.0	11.6	35
DFmax	43.1	45.0	58.0	28.0	8.9	14
Wmax	182.1	170.0	330.0	100.0	56.6	35
W170	114.5	106.3	189.7	63.8	33.4	35
Wmax/kg	3.07	3.10	4.82	1.57	0.86	35

Tab. 43 Skupina D-Z: 26 až 40 let

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	169.0	168.0	180.0	154.5	6.7	35
Hmot	68.7	69.4	92.0	49.5	11.5	35
Vek	34.2	34.0	40.0	26.0	4.4	35
Tuk	21.5	21.2	34.1	9.1	7.7	18
TFklid	78.2	78.0	112.0	42.0	15.3	35
TKs	113.6	110.0	155.0	90.0	15.1	35
TKd	72.2	70.0	100.0	60.0	9.5	35
VC	3620	3705	4490	2890	581	12
FEV1	2997	3090	3510	2470	355	11
METS	10.3	10.3	13.0	6.7	1.5	35
% normy	119.3	110.4	222.8	66.7	29.4	35
W170/kg	2.03	1.88	3.79	1.13	0.50	35
VEmax	80.2	81.0	126.0	57.3	14.5	35
VO2max	2.14	2.20	2.70	1.30	0.32	35
VCO2max	2.55	2.60	3.30	1.40	0.43	35
VO2m/kg	31.6	30.1	42.9	21.0	5.3	35
VO2m/TF	12.2	12.6	15.7	7.4	2.0	35
Rmax	1.10	1.10	1.16	1.00	0.05	35
TFmax	176.0	175.0	202.0	150.0	11.3	35
DFmax	39.5	40.0	48.0	32.0	5.6	11
Wmax	172.7	170.0	240.0	100.0	32.5	35
W170	138.0	136.0	199.7	57.6	32.6	35
Wmax/kg	2.58	2.52	4.60	1.39	0.67	35

**Tab. 44 Skupina D-Z: 41 až 55 let**

	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
Vyska	164.7	165.0	174.0	150.0	5.5	29
Hmot	70.0	70.0	85.0	56.0	8.9	29
Vek	47.7	49.0	54.0	41.0	4.1	29
Tuk	29.0	28.2	34.9	21.0	4.1	9
TFklid	77.7	75.0	114.0	48.0	17.1	29
TKs	112.2	116.0	133.0	80.0	13.8	29
TKd	73.7	75.0	90.0	55.0	9.4	29
VC	3506	3565	4150	2470	554	10
FEV1	2863	2880	3590	2260	418	10
METS	9.8	9.5	13.0	7.5	1.4	29
% normy	113.3	114.6	172.9	81.7	19.9	29
W170/kg	1.93	1.95	2.94	1.39	0.34	29
VEmax	70.8	67.1	98.0	41.2	15.2	29
VO2max	1.95	1.90	2.70	1.50	0.32	29
VCO2max	2.33	2.30	3.20	1.70	0.42	29
VO2m/kg	28.0	26.7	38.0	19.5	4.4	29
VO2m/TF	11.5	11.2	16.3	9.0	2.0	29
Rmax	1.10	1.10	1.17	0.99	0.05	29
TFmax	169.9	170.0	190.0	147.0	9.9	29
DFmax	34.0	35.0	42.0	22.0	6.3	10
Wmax	150.9	150.0	210.0	90.0	33.4	29
W170	134.3	132.8	199.9	90.7	26.8	29
Wmax/kg	2.18	2.11	3.50	1.44	0.53	29

**Skupina D-Z: nad 55 let nehodnoceno – v databázi nikdo**

**Tab. 45 Průměrné hodnoty spiroergometrických parametrů u vytrvalců různých věkových skupin (skupina A-M)**

		Věkové skupiny (M)				
		do 16 let	17-25 let	26-40 let	41-55 let	nad 55 let
Skupina A	W170	159	252	280	278	248
Vytrvalci	W170/kg	2.80	3.49	3.54	3.47	3.40
	VO2max	3.30	4.64	4.81	4.35	3.77
	VO2max/kg	59.9	64.2	61.1	54.2	51.9
	Wmax	297	424	438	393	325
	Wmax/kg	5.40	5.89	5.57	4.93	4.46

**Tab. 46 Průměrné hodnoty spiroergometrických parametrů u hráčů týmových sportů různých věkových skupin (skupina B-M)**

		Věkové skupiny (M)				
		do 16 let	17-25 let	26-40 let	41-55 let	nad 55 let
Skupina B	W170	186	238	252	258	
Týmové sporty	W170/kg	2.80	3.03	3.08	3.38	
	VO2max	3.92	4.74	4.37	4.00	
	VO2max/kg	59.3	60.5	53.3	52.4	
	Wmax	353	440	390	368	
	Wmax/kg	5.32	5.63	4.78	4.82	

**Tab. 47 Průměrné hodnoty spiroergometrických parametrů u sportovců ostatních sportů různých věkových skupin (skupina C-M)**

		Věkové skupiny (M)				
		do 16 let	17-25 let	26-40 let	41-55 let	nad 55 let
Skupina C	W170	160	234	254	276	238
Ostatní	W170/kg	2.90	3.14	3.19	3.11	2.85
	VO2max	2.90	4.00	4.09	3.76	3.58
	VO2max/kg	52.6	54.0	51.4	43.5	42.5
	Wmax	266	372	372	325	252
	Wmax/kg	4.81	5.02	4.68	3.81	3.05

**Tab. 48 Průměrné hodnoty spiroergometrických parametrů u kontrolní skupiny nesportujících mužů různých věkových skupin (skupina D-M)**

		Věkové skupiny (M)				
		do 16 let	17-25 let	26-40 let	41-55 let	nad 55 let
Skupina D	W170	132	183	198	242	260
Nesportující	W170/kg	2.45	2.51	2.47	2.80	2.92
	VO2max	2.35	3.16	3.25	3.10	2.46
	VO2max/kg	42.9	43.4	40.3	36.0	27.8
	Wmax	216	297	290	265	209
	Wmax/kg	3.95	4.07	3.50	3.32	2.34

**Tab. 49 Průměrné hodnoty spiroergometrických parametrů u vytrvalkyň různých věkových skupin (skupina A-Z)**

		Věkové skupiny (Ž)				
		do 16 let	17-25 let	26-40 let	41-55 let	nad 55 let
Skupina A	W170	159	252	280	278	248
	Vytrvalkyňě W170/kg	2.80	3.49	3.54	3.47	3.40
	VO2max	3.30	4.64	4.81	4.35	3.77
	VO2max/kg	59.9	64.2	61.1	54.2	51.9
	Wmax	297	424	438	393	325
	Wmax/kg	5.40	5.89	5.57	4.93	4.46

**Tab. 50 Průměrné hodnoty spiroergometrických parametrů u hráček týmových sportů různých věkových skupin (skupina B-Z)**

		Věkové skupiny (Ž)				
		do 16 let	17-25 let	26-40 let	41-55 let	nad 55 let
Skupina B	W170	186	238	252	258	
Týmové sporty	W170/kg	2.80	3.03	3.08	3.38	
	VO2max	3.92	4.74	4.37	4.00	
	VO2max/kg	59.3	60.5	53.3	52.4	
	Wmax	353	440	390	368	
	Wmax/kg	5.32	5.63	4.78	4.82	

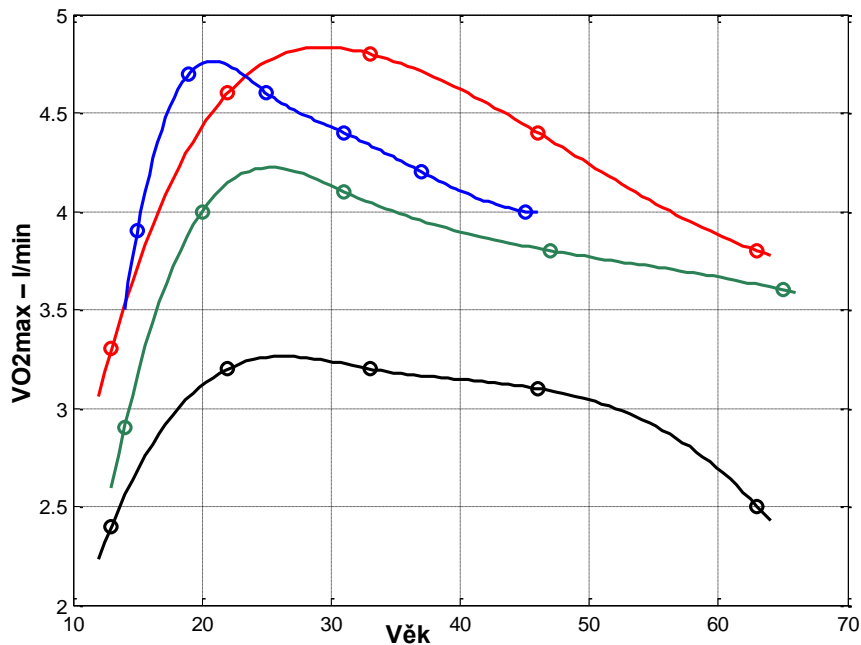
**Tab. 51 Průměrné hodnoty spiroergometrických parametrů u sportovkyň ostatních sportů různých věkových skupin (skupina C-Z)**

		Věkové skupiny (Ž)				
		do 16 let	17-25 let	26-40 let	41-55 let	nad 55 let
Skupina C	W170	160	234	254	276	238
Ostatní sporty	W170/kg	2.90	3.14	3.19	3.11	2.85
	VO2max	2.90	4.00	4.09	3.76	3.58
	VO2max/kg	52.6	54.0	51.4	43.5	42.5
	Wmax	266	372	372	325	252
	Wmax/kg	4.81	5.02	4.68	3.81	3.05

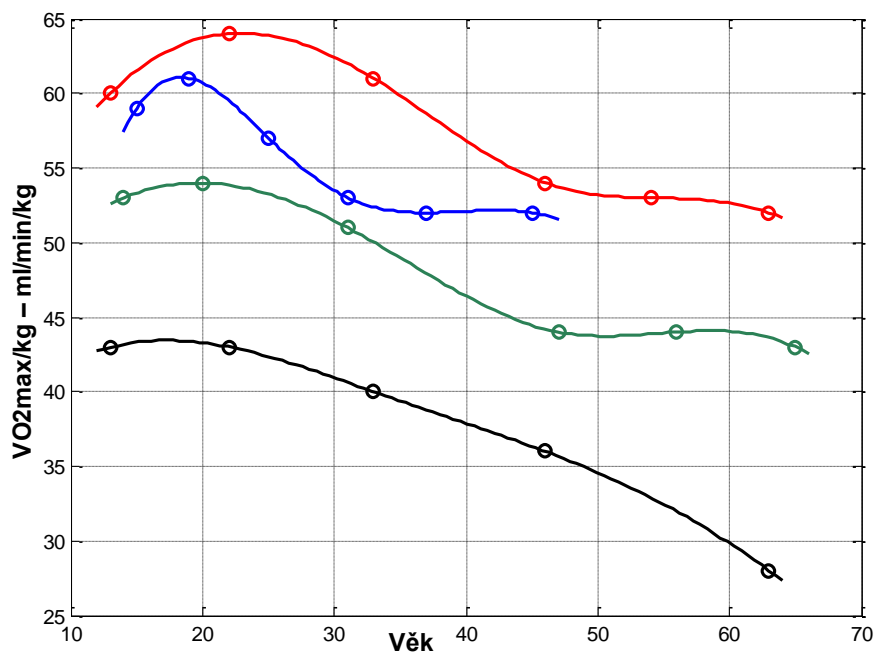
**Tab. 52 Průměrné hodnoty spiroergometrických parametrů u kontrolní skupiny nesportujících žen různých věkových skupin (skupina D-Z)**

		Věkové skupiny (Ž)				
		do 16 let	17-25 let	26-40 let	41-55 let	nad 55 let
Skupina D	W170	132	183	198	242	260
Nesportující	W170/kg	2.45	2.51	2.47	2.80	2.92
	VO2max	2.35	3.16	3.25	3.10	2.46
	VO2max/kg	42.9	43.4	40.3	36.0	27.8
	Wmax	216	297	290	265	209
	Wmax/kg	3.95	4.07	3.50	3.32	2.34

**Obr. 1 Poměr VO<sub>2</sub>max k věku u různých skupin sportovců  
(červeně - vytrvalci, modře - hráči týmových sportů, zeleně – ostatní sportovci)  
a nesportující populace (černě)**

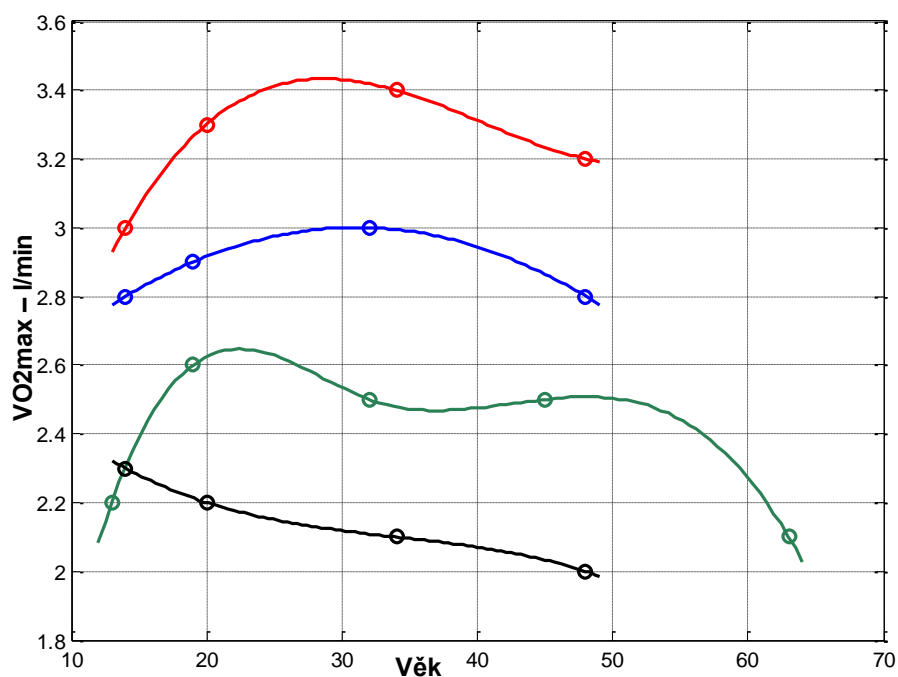


**Obr. 2 Poměr VO<sub>2</sub>max/kg k věku u různých skupin sportovců  
(červeně - vytrvalci, modře - hráči týmových sportů, zeleně – ostatní sportovci)  
a nesportující populace (černě)**

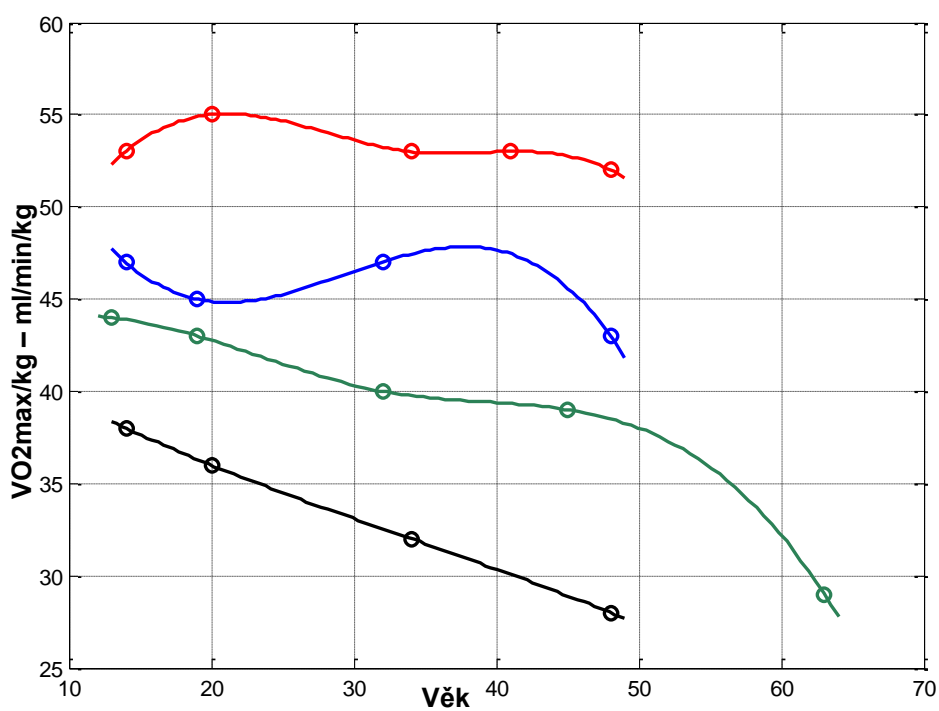




**Obr. 3 Poměr VO2max k věku u různých skupin sportovkyň (červeně - vytrvalkyně, modře - hráčky týmových sportů, zeleně – ostatní sportovkyně) a nesportující populace (černě)**



**Obr. 4 Poměr VO2max/kg k věku u různých skupin sportovkyň (červeně - vytrvalkyně, modře - hráčky týmových sportů, zeleně – ostatní sportovkyně) a nesportující populace (černě)**



**Tab. 53 Srovnání vybraných kardiorespiračních parametrů s normativy pro čs. populaci Skupina A-M (vytrvalci): Všechny osoby (bez rozdílu věku)**

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	176.6	178.0	198.0	139.0	9.9	759
Hmot	71.3	72.5	145.6	29.6	14.2	759
Vek	28	24	74	9	14	759
W170	240	237	495	59	77	759
W170/kg	3.34	3.27	6.71	1.6	0.80	757
VO2max	4.26	4.4	6.9	1.4	0.95	759
VO2m/kg	60.14	60.56	82.63	30.26	9.66	759
VO2m/TF	23.36	23.81	41.13	7.52	5.59	759
Wmax	386	400	610	130	88	759
Wmax/kg	5.46	5.53	8.80	2.31	0.97	759
TFmax	185	186	214	115	12.50	759

Normativy pro průměrnou populaci ve věku 28 let (IBP): (x : IBP)

W170 = 194±50 W	124 %
W170/kg = 2.7±0.7 W	123 %
VO2max = 3.18±0.52 l/min	134 %
VO2max/kg = 42.0±8.0 ml/min	143 %
VO2max/TFmax = 16.6±1.0 ml/min	141 %
Wmax = 278±38 W	139 %
Wmax/kg = 3.7±0.5 W	148 %
TFmax = 190±9/min	97 %

**Tab. 54 Skupina B-M (hráči týmových sportů): Všechny osoby (bez rozdílu věku)**

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	178.3	179.0	202.0	144.0	8.5	446
Hmot	73.8	74.6	106.8	29.8	11.9	446
Vek	18.7	17.0	49.0	10.0	6.1	446
W170	219.1	220.9	399.9	79.0	58.1	446
W170/kg	2.95	2.89	5.42	1.54	0.59	446
VO2max	4.37	4.50	6.80	1.80	0.85	446
VO2m/kg	59.3	59.4	77.7	30.4	7.8	446
VO2m/TF	23.3	24.0	37.3	9.3	4.6	446
Wmax	400.6	410.0	600.0	130.0	83.2	446
Wmax/kg	5.43	5.49	7.35	2.44	0.81	446
TFmax	189.2	190.0	227.0	158.0	8.6	446

Normativy pro průměrnou populaci ve věku 19 let (\*): (x : IBP)

W170 = 183±49 W	120 %
W170/kg = 2.7±0.7 W	109 %
VO2max = 3.25±0.50 l/min	134 %
VO2max/kg = 46.0±8.0 ml/min	129 %
VO2max/TFmax = 16.4±1.0 ml/min	142 %
Wmax = 282±38 W	142 %
Wmax/kg = 4.1±0.5 W	132 %
TFmax = 194±9/min	97 %

**Tab. 55 Skupina C-M (ostatní sportovci): Všechny osoby (bez rozdílu věku)**

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	175.4	178.0	202.0	125.5	11.4	618
Hmot	70.9	72.7	117.8	22.8	16.2	618
Vek	24.0	20.0	95.0	7.0	12.7	618
W170	217.6	215.3	463.5	42.8	72.9	618
W170/kg	3.05	2.99	6.02	1.39	0.72	618
VO2max	3.64	3.80	6.00	1.00	0.94	618
VO2m/kg	51.8	51.9	75.1	24.0	9.4	618
VO2m/TF	19.9	20.4	33.4	5.2	5.4	618
Wmax	331.0	340.0	530.0	85.0	88.7	618
Wmax/kg	4.72	4.82	7.50	1.23	0.98	618
TFmax	184.7	186.0	230.0	134.0	12.4	618

Normativy pro průměrnou populaci ve věku 24 let (*):	(x : IBP)
W170 = 192±50 W	114 %
W170/kg = 2.7±0.7 W	113 %
VO2max = 3.25±0.51 l/min	112 %
VO2max/kg = 43.7±8.0 ml/min	119 %
VO2max/TFmax = 16.6±1.0 ml/min	120 %
Wmax = 284±39 W	112 %
Wmax/kg = 3.8±0.5 W	119 %
TFmax = 191±9/min	97 %

**Tab. 56 Skupina D-M (nesportující muži): Všechny osoby (bez rozdílu věku)**

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	176.7	178.0	197.0	130.0	10.8	192
Hmot	74.5	75.5	110.0	26.1	16.2	192
Vek	27.9	23.0	65.0	9.0	13.2	192
W170	188.8	183.0	339.3	70.8	56.9	192
W170/kg	2.56	2.50	4.69	1.10	0.62	192
VO2max	2.97	3.00	5.50	1.20	0.69	192
VO2m/kg	40.8	41.0	65.3	20.8	8.4	192
VO2m/TF	16.4	16.3	28.7	7.3	3.9	192
Wmax	269.2	275.0	460.0	120.0	64.8	192
Wmax/kg	3.71	3.72	6.90	1.65	0.90	192
TFmax	183.2	185.0	220.0	140.0	13.1	192

Normativy pro průměrnou populaci ve věku 28 let (*):	(x : IBP)
W170 = 194±50 W	103 %
W170/kg = 2.7±0.7 W	95 %
VO2max = 3.18±0.52 l/min	93 %
VO2max/kg = 42.0±8.0 ml/min	97 %
VO2max/TFmax = 16.6±1.0 ml/min	99 %
Wmax = 278±38 W	97 %
Wmax/kg = 3.7±0.5 W	100 %
TFmax = 190±9/min	96 %

**Tab. 57 Srovnání vybraných kardiorespiračních parametrů s normativy pro čs. populaci Skupina A-Z (Vytrvalkyně): Všechny osoby (bez rozdílu věku)**

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
<b>Výška</b>	163.6	165.0	182.0	131.0	8.7	307
<b>Hmotnost</b>	53.5	54.1	85.5	23.3	10.7	307
<b>Věk</b>	18.1	15.0	56.0	9.0	9.0	307
<b>W170</b>	137.0	133.5	382.8	44.7	49.1	307
<b>W170/kg</b>	2.55	2.44	6.01	1.27	0.68	307
<b>VO2max</b>	2.82	2.80	4.90	1.20	0.66	307
<b>VO2m/kg</b>	53.0	53.7	75.0	28.9	8.3	307
<b>VO2m/TF</b>	15.0	14.7	27.6	6.6	3.8	307
<b>Wmax</b>	250.3	250.0	400.0	70.0	61.6	307
<b>Wmax/kg</b>	4.70	4.70	6.79	2.22	0.83	307
<b>TFmax</b>	190.0	191.0	211.0	152.0	10.3	307

Normativy pro průměrnou populaci ve věku 18 let (*):	(x : IBP)
W170 = 103±29 W	133 %
W170/kg = 1.8±0.4 W	142 %
VO2max = 2.10±0.33 l/min	134 %
VO2max/kg = 37.0±5.9 ml/min	143 %
VO2max/TFmax = 10.7±1.7 ml/min	140 %
Wmax = 190±31 W	132 %
Wmax/kg = 3.3±0.6 W	131 %
TFmax = 197±9/min	96 %

**Tab. 58 Skupina B-Z (Hráčky týmových sportů): Všechny osoby (bez rozdílu věku)**

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
<b>Vyska</b>	169.9	169.5	184.5	146.0	6.6	161
<b>Hmot</b>	63.1	63.5	81.0	43.1	8.2	161
<b>Vek</b>	18.7	17.0	53.0	10.0	6.7	161
<b>Tuk</b>	20.1	19.6	32.9	3.8	6.0	160
<b>W170</b>	149	150	242	83	35	161
<b>W170/kg</b>	2.37	2.25	3.82	1.46	0.51	161
<b>VO2max</b>	2.87	2.80	4.00	1.50	0.48	161
<b>VO2m/kg</b>	45.7	45.4	68.0	22.6	7.1	161
<b>VO2m/TF</b>	15.4	15.1	23.1	8.1	2.7	161
<b>Wmax</b>	260	260	390	105	54	161
<b>Wmax/kg</b>	4.15	4.18	5.99	1.57	0.85	161
<b>TFmax</b>	187.6	188.0	210.0	156.0	9.3	161

Normativy pro průměrnou populaci ve věku 19 let (*):	(x : IBP)
W170 = 105±29 W	142 %
W170/kg = 1.8±0.4 W	132 %
VO2max = 2.13±0.32 l/min	135 %
VO2max/kg = 36.7±5.9 ml/min	128 %
VO2max/TFmax = 10.8±1.7 ml/min	143 %
Wmax = 190±31 W	137 %
Wmax/kg = 3.3±0.5 W	126 %
TFmax = 197±9/min	95 %

**Tab. 59 Skupina C-Z (Ostatní sporty): Všechny osoby (bez rozdílu věku)**

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
<b>Vyska</b>	164.8	164.5	189.5	134.5	7.7	159
<b>Hmot</b>	56.8	56.7	94.4	24.5	11.0	159
<b>Vek</b>	20.7	16.0	64.0	10.0	11.3	159
<b>W170</b>	132.6	131.5	260.0	63.6	36.0	159
<b>W170/kg</b>	2.35	2.32	4.42	1.19	0.56	159
<b>VO2max</b>	2.38	2.40	3.70	1.20	0.43	159
<b>VO2m/kg</b>	42.7	42.8	65.1	21.3	7.0	159
<b>VO2m/TF</b>	12.8	12.7	20.3	5.9	2.5	159
<b>Wmax</b>	216.3	210.0	350.0	90.0	50.8	159
<b>Wmax/kg</b>	3.89	3.88	6.10	1.48	0.92	159
<b>TFmax</b>	187.8	190.0	212.0	140.0	11.0	159

Normativy pro průměrnou populaci ve věku 21 let (*):	(x : IBP)
W170 = 106±29 W	125 %
W170/kg = 1.8±0.4 W	131 %
VO2max = 2.16±0.32 l/min	111 %
VO2max/kg = 36.0±5.9 ml/min	119 %
VO2max/TFmax = 10.8±1.7 ml/min	112 %
Wmax = 188±31 W	115 %
Wmax/kg = 3.2±0.6 W	121 %
TFmax = 196±9/min	96 %

**Tab. 60 Skupina D-Z (Nesportující): Všechny osoby (bez rozdílu věku)**

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
<b>Vyska</b>	166	166	184	132	8	135
<b>Hmot</b>	62	61	92	21	13	135
<b>Vek</b>	28	24	59	9	13	135
<b>W170</b>	121.7	118.0	199.9	34.3	34.9	135
<b>W170/kg</b>	1.96	1.89	3.79	0.89	0.47	135
<b>VO2max</b>	2.05	2.00	3.30	0.80	0.45	135
<b>VO2m/kg</b>	33.6	33.2	52.2	19.5	7.0	135
<b>VO2m/TF</b>	11.4	11.0	18.7	4.2	2.7	135
<b>Wmax</b>	171.2	170.0	330.0	70.0	47.1	135
<b>Wmax/kg</b>	2.83	2.75	5.30	1.39	0.84	135
<b>TFmax</b>	182.0	183.0	218.0	139.0	13.7	135

Normativy pro průměrnou populaci ve věku 28 let (*):	(x : IBP)
W170 = 111±28 W	110 %
W170/kg = 1.8±0.5 W	109 %
VO2max = 2.13±0.33 l/min	96 %
VO2max/kg = 33.8±3.3 ml/min	99 %
VO2max/TFmax = 10.8±1.7 ml/min	106 %
Wmax = 182±30 W	94 %
Wmax/kg = 3.0±0.5 W	94 %
TFmax = 193±8/min	94 %

**Tab. 61** Hodnocení NYHA u skupiny A-M (vytrvalci)**Skupina A-M: Všechny osoby (bez rozdílu věku)**

	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	<b>17.20</b>	<b>17.5</b>	<b>29.8</b>	<b>8.7</b>	<b>2.98</b>	<b>759</b>
<b>NYHA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>		

**Skupina A-M: Do 16 let**

	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	<b>14.7</b>	<b>14.7</b>	<b>21.9</b>	<b>8.7</b>	<b>2.7</b>	<b>189</b>
<b>NYHA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>		

**Skupina A-M: 17 až 25 let**

	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	<b>17.9</b>	<b>18.0</b>	<b>29.8</b>	<b>10.8</b>	<b>2.6</b>	<b>218</b>
<b>NYHA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		

**Skupina A-M: 26 až 40 let**

	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	<b>18.5</b>	<b>18.4</b>	<b>24.3</b>	<b>11.9</b>	<b>2.5</b>	<b>191</b>
<b>NYHA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		

**Skupina A-M: 41 až 55 let**

	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	<b>17.5</b>	<b>17.8</b>	<b>23.0</b>	<b>10.3</b>	<b>2.7</b>	<b>125</b>
<b>NYHA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		

**Skupina A-M: Nad 55 let**

	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	<b>17.5</b>	<b>17.9</b>	<b>21.7</b>	<b>10.1</b>	<b>2.8</b>	<b>36</b>
<b>NYHA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		

**Tab. 62** Hodnocení NYHA u skupiny A-Z (vytrvalkyně)

<b>Skupina A-Z: Všechny osoby (bez rozdílu věku)</b>						
	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	14.3	14.2	24.2	7.4	2.90	307
<b>NYHA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>		

<b>Skupina A-Z: Do 16 let</b>						
	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	13.28	13.10	19.90	7.40	2.27	200
<b>NYHA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>		

<b>Skupina A-Z: 17 až 25 let</b>						
	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	15.84	15.75	21.90	10.20	2.58	62
<b>NYHA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		

<b>Skupina A-Z: 26 až 40 let</b>						
	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	16.6	16.7	21.5	10.6	3.10	31
<b>NYHA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		

<b>Skupina A-Z: 41 až 55 let</b>						
	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	16.9	15.5	24.2	13.0	3.5	13
<b>NYHA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		

<b>Skupina A-Z: Nad 55 let</b>						
	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	17.5	17.9	21.7	10.1	2.8	36
<b>NYHA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		

**Tab. 63** Hodnocení NYHA u skupiny B-M (hráči týmových sportů)

**Skupina B-M: Všechny osoby (bez rozdílu věku)**

	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	16.6	16.9	22.7	9.3	2.3	446
<b>NYHA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		

**Skupina B-M: Do 16 let**

	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	15.7	15.8	21.3	9.3	2.5	174
<b>NYHA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		

**Skupina B-M: 17 až 25 let**

	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	17.4	17.6	22.7	11.9	2.0	228
<b>NYHA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		

**Skupina B-M: 26 až 40 let**

	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	16.3	16.4	19.8	11.1	1.9	34
<b>NYHA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		

**Skupina B-M: 41 až 55 let**

	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	16.6	17.1	19.3	9.8	2.8	10
<b>NYHA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		

**Skupina B-M: nad 55 let – nevyhodnoceno - v databázi nikdo**



**Tab. 64 Hodnocení NYHA u skupiny B-Z (hráčky týmových sportů)**

<b>Skupina B-Z: Všechny osoby (bez rozdílu věku)</b>						
	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	13.6	13.4	18.1	7.0	2.0	161
<b>NYHA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>		

<b>Skupina B-Z: Do 16 let</b>						
	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	13.5	13.4	18.0	7.0	2.1	69
<b>NYHA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>		

<b>Skupina B-Z: 17 až 25 let</b>						
	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	13.6	13.4	17.2	7.0	1.7	76
<b>NYHA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>		

<b>Skupina B-Z: 26 až 40 let</b>						
	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	14.4	15.5	18.1	9.3	2.7	12
<b>NYHA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		

<b>Skupina B-Z: 41 až 55 let</b>						
	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	13.8	12.8	18.1	11.6	2.9	4
<b>NYHA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		

**Skupina B-Z: nad 55 let nevyhodnoceno – v databázi nikdo**

**Tab. 65** Hodnocení NYHA u skupiny C-M („ostatní“ sportovci)

**Skupina C-M: Všechny osoby (bez rozdílu věku)**

	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	<b>14.49</b>	<b>14.60</b>	<b>22.90</b>	<b>7.10</b>	<b>2.76</b>	<b>618</b>
<b>NYHA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		

**Skupina C-M: Do 16 let**

	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	<b>12.91</b>	<b>12.50</b>	<b>19.30</b>	<b>7.10</b>	<b>2.54</b>	<b>192</b>
<b>NYHA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>		

**Skupina C-M: 17 až 25 let**

	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	<b>15.3</b>	<b>15.4</b>	<b>21.5</b>	<b>7.3</b>	<b>2.50</b>	<b>241</b>
<b>NYHA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>		

**Skupina C-M: 26 až 40 let**

	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	<b>15.6</b>	<b>15.5</b>	<b>22.9</b>	<b>8.6</b>	<b>2.40</b>	<b>108</b>
<b>NYHA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>		

**Skupina C-M: 41 až 55 let**

	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	<b>14.41</b>	<b>14.60</b>	<b>20.50</b>	<b>8.20</b>	<b>2.95</b>	<b>57</b>
<b>NYHA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>		

**Skupina C-M: nad 55 let**

	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	<b>14.83</b>	<b>14.60</b>	<b>22.90</b>	<b>10.50</b>	<b>2.79</b>	<b>20</b>
<b>NYHA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		

**Tab. 66** Hodnocení NYHA u skupiny C-Z („ostatní“ sportovkyně)

<b>Skupina C-Z: Všechny osoby (bez rozdílu věku)</b>						
	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	11.9	11.9	17.1	8.0	1.8	159
<b>NYHA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>		
<b>Skupina C-Z: Do 16 let</b>						
	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	11.3	11.3	17.1	8.0	1.8	81
<b>NYHA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>		
<b>Skupina C-Z: 17 až 25 let</b>						
	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	12.7	12.9	16.1	9.2	1.6	48
<b>NYHA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>		
<b>Skupina C-Z: 26 až 40 let</b>						
	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	12.5	12.4	15.4	8.6	1.9	15
<b>NYHA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>		
<b>Skupina C-Z: 41 až 55 let</b>						
	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	12.8	12.7	15.2	9.8	1.5	11
<b>NYHA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>		

mnmnm

**Skupina C-Z: nad 55 let nevyhodnoceno – v databázi nikdo**

**Tab. 67 Hodnocení NYHA u skupiny D-M (Nesportovci)**

**Skupina D-M: Všechny osoby (bez rozdílu věku)**

	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	11.7	11.8	19.3	5.7	2.1	192
<b>NYHA</b>	0	0	0	2		

**Skupina D-M: Do 16 let**

	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	10.40	10.30	13.60	7.00	1.70	40
<b>NYHA</b>	0	0	0	1		

**Skupina D-M: 17 až 25 let**

	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	12.3	12.2	19.3	5.7	2.3	71
<b>NYHA</b>	0	0	0	2		

**Skupina D-M: 26 až 40 let**

	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	12.4	12.4	17.1	8.4	1.9	40
<b>NYHA</b>	0	0	0	1		

**Skupina D-M: 41 až 55 let**

	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	11.8	12.0	16.4	8.8	1.9	34
<b>NYHA</b>	0	0	0	1		

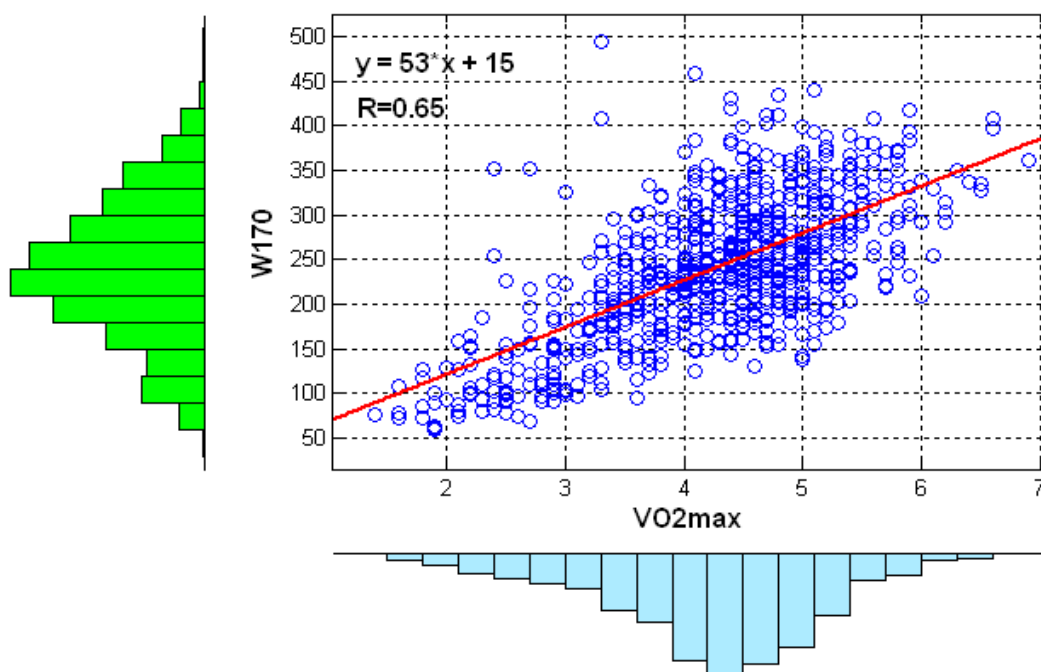
**Skupina D-M: nad 55 let**

	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	9.9	9.0	12.6	8.2	1.6	7
<b>NYHA</b>	0	0	0	1		

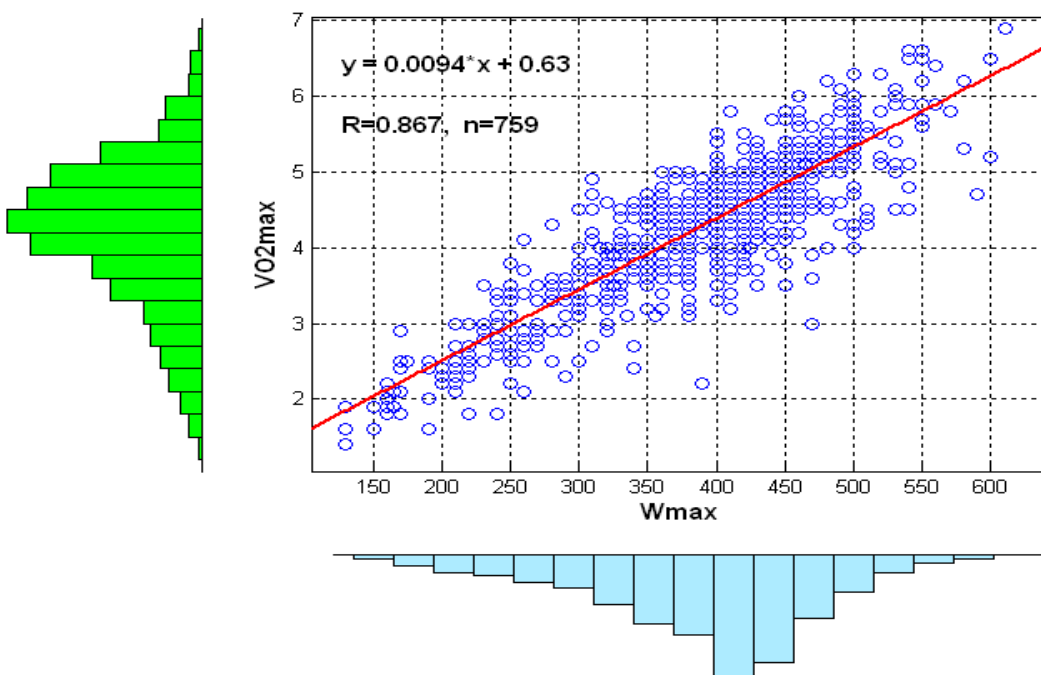
**Tab. 68** Hodnocení NYHA u skupiny D-Z (Nesportovkyně)

<b>Skupina D-Z: Všechny osoby (bez rozdílu věku)</b>						
	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	10.13	9.90	16.20	5.60	1.89	135
<b>NYHA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>		
<b>Skupina D-Z: Do 16 let</b>						
	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	9.8	9.4	14.9	5.6	2.2	35
<b>NYHA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>		
<b>Skupina D-Z: 17 až 25 let</b>						
	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	10.6	10.1	16.2	6.9	2.2	35
<b>NYHA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>		
<b>Skupina D-Z: 26 až 40 let</b>						
	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	10.3	10.3	13.0	6.7	1.5	35
<b>NYHA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>		
<b>Skupina D-Z: 41 až 55 let</b>						
	<b>Mean</b>	<b>Median</b>	<b>Max</b>	<b>Min</b>	<b>Std</b>	<b>N</b>
<b>METS</b>	9.8	9.5	13.0	7.5	1.4	29
<b>NYHA</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>		
<b>Skupina D-Z: nad 55 let nehodnoceno – v databázi nikdo</b>						

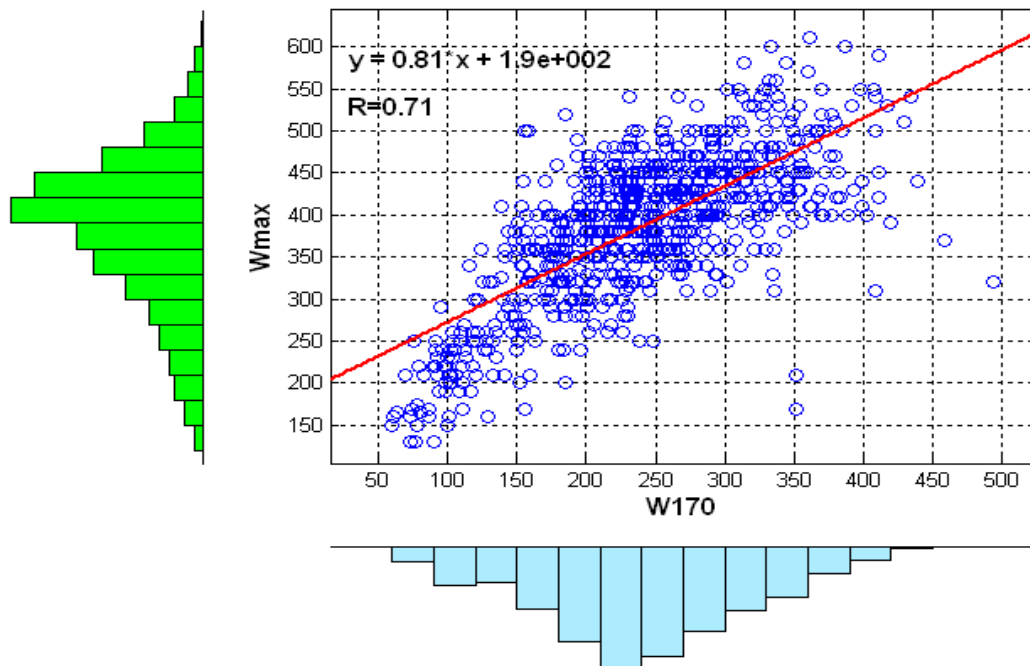
**Obr. 5(a-f) Korelační závislosti mezi spiroergometrickými parametry u skupiny A-M (vytrvalci)**



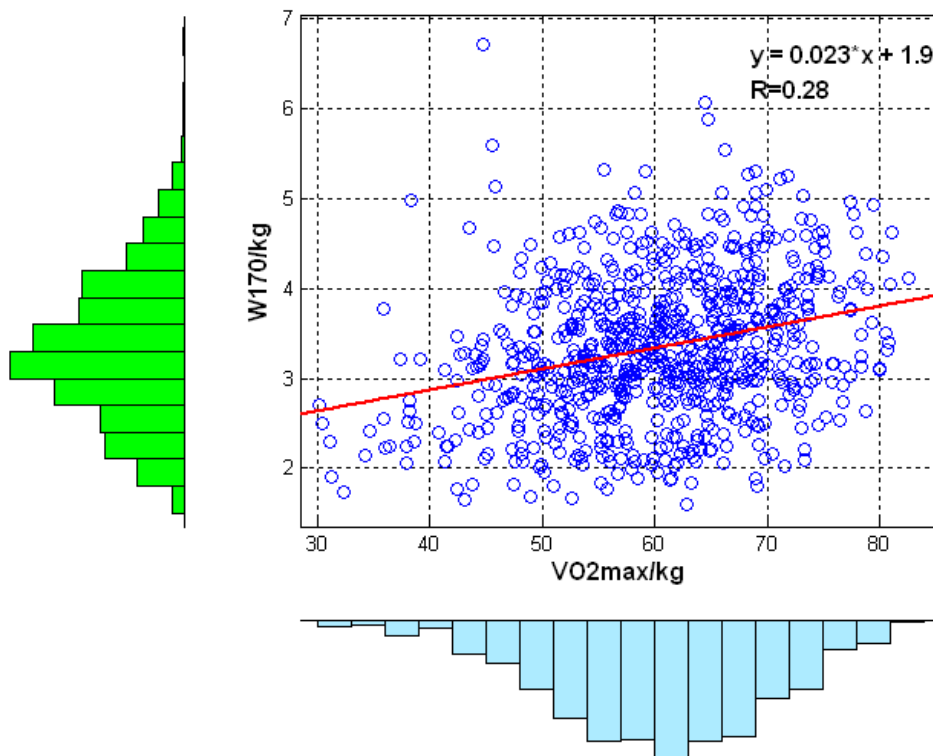
**Obr. 5a Skupina A-M: Závislost  $W_{170}$  na  $VO_2\max$ , všechny osoby,  $R = 0.65$ ,  $n = 759$**



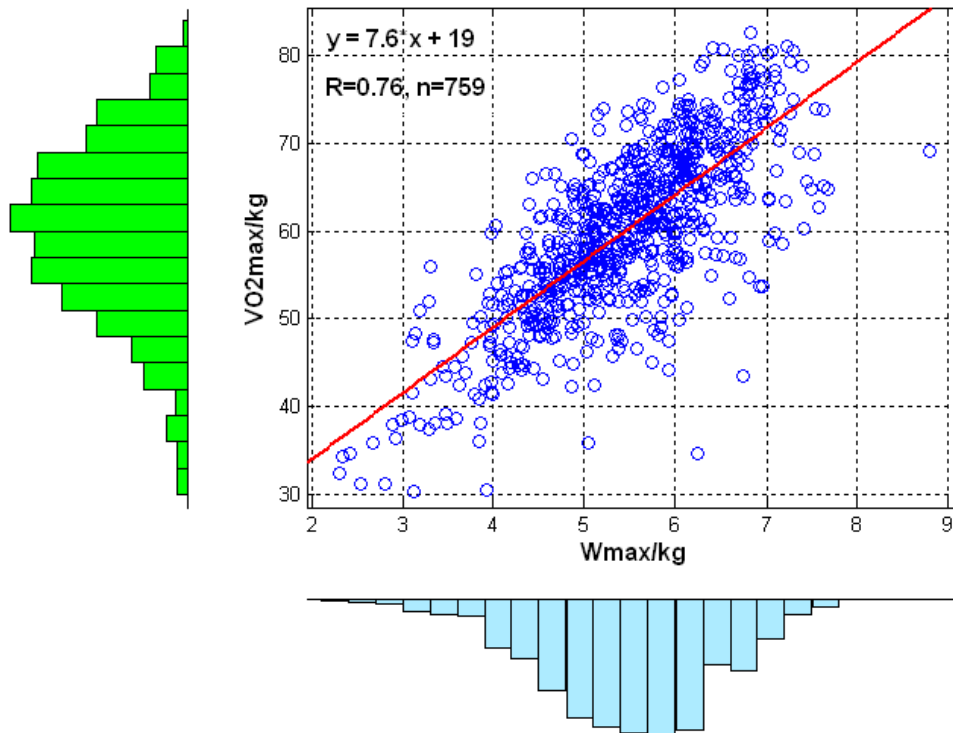
**Obr. 5b Skupina A-M: Závislost  $VO_2\max$  na  $W_{\max}$ , všechny osoby,  $R = 0.867$ ,  $n = 759$**



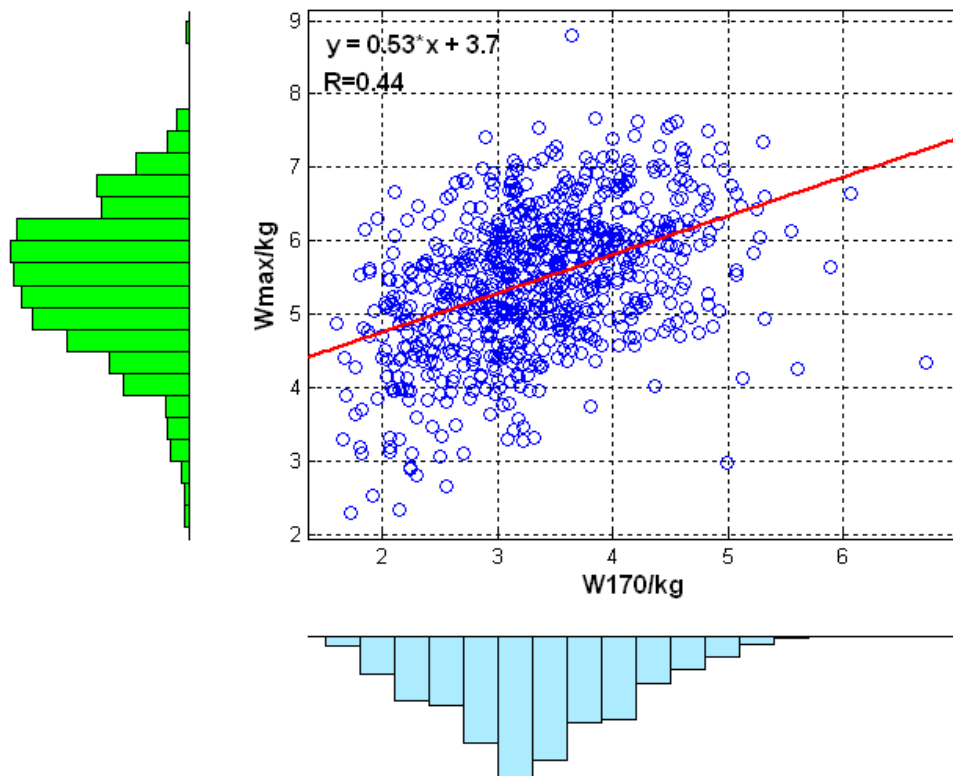
Obr. 5c Skupina A-M: Závislost Wmax na W170, všetky osoby, R= 0.71, n=759



Obr. 5d Skupina A-M: Závislost W170/kg na VO2max/kg, všetky osoby, R= 0.28, n=757



Obr. 5e Skupina A-M: Závislost VO<sub>2</sub>max/kg na Wmax/kg, všechny osoby, R=0.76, n=759



Obr. 5f Skupina A-M: Závislost Wmax/kg na W170/kg, všechny osoby, R= 0.44, n=757



**Tab. 69 (a-f) Skupina A-M (vytrvalci): rozdělení dle věku**

V tabulkách jsou vždy uvedeny osy X a Y, rovnice regresní přímky, korelační koeficient a počet osob

(Rovnice pro výpočet VO<sub>2</sub>max resp. VO<sub>2</sub>max/kg ve vztahu k W<sub>max</sub> resp. k W<sub>max</sub>/kg jsou vyznačeny modře)

X:Y	Regres	R	počet
VO <sub>2</sub> max : W170	$Y=44.6*X+11.9$	<b>0.69</b>	<b>189</b>
VO <sub>2</sub> max : W <sub>max</sub> W <sub>max</sub> : VO <sub>2</sub> max	$Y=77.2*X+41.8$ $Y=0.013*X-0.54$	<b>0.87</b>	<b>189</b>
W170 : W <sub>max</sub>	$Y=1.05*X+128.6$	<b>0.76</b>	<b>189</b>
VO <sub>2</sub> max/kg : W170/kg	$Y=0.018*X+1.78$	<b>0.23</b>	<b>188</b>
VO <sub>2</sub> max/kg : W <sub>max</sub> /kg W <sub>max</sub> /kg: VO <sub>2</sub> max/kg	$Y=0.062*X+1.66$ $Y=16.13*X-26.8$	<b>0.60</b>	<b>189</b>
W170/kg : W <sub>max</sub> /kg	$Y=0.7*X+3.43$	<b>0.52</b>	<b>188</b>

**Tab. 69a Skupina A-M: do 16 let**

X:Y	Regres	R	počet
VO <sub>2</sub> max : W170	$Y=34.1*X+93.6$	<b>0.41</b>	<b>218</b>
VO <sub>2</sub> max : W <sub>max</sub> W <sub>max</sub> : VO <sub>2</sub> max	$Y=61.8*X+138$ $Y=0.016*X-2.23$	<b>0.71</b>	<b>218</b>
W170 : W <sub>max</sub>	$Y=0.52*X+294$	<b>0.50</b>	<b>218</b>
VO <sub>2</sub> max/kg : W170/kg	$Y=0.019*X+2.27$	<b>0.22</b>	<b>218</b>
VO <sub>2</sub> max/kg : W <sub>max</sub> /kg W <sub>max</sub> /kg: VO <sub>2</sub> max/kg	$Y=0.061*X+1.99$ $Y=16.39*X-32.6$	<b>0.66</b>	<b>218</b>
W170/kg : W <sub>max</sub> /kg	$Y=0.38*X+4.6$	<b>0.35</b>	<b>218</b>

**Tab. 69b Skupina A-M: 17 až 25 let**

<b>X:Y</b>	<b>Regres</b>	<b>R</b>	<b>počet</b>
VO2max : W170	$Y=37.4*X+100$	<b>0.39</b>	<b>191</b>
VO2max : Wmax Wmax: VO2max	$Y=68.8*X+107$ $Y=0.014*X-1.55$	<b>0.72</b>	<b>191</b>
W170 : Wmax	$Y=0.58*X+276$	<b>0.58</b>	<b>191</b>
VO2max/kg : W170/kg	$Y=0.031*X+1.65$	<b>0.37</b>	<b>190</b>
VO2max/kg : Wmax/kg Wmax/kg: VO2max/kg	$Y=0.082*X+0.56$ $Y=12.2*X-6.83$	<b>0.79</b>	<b>191</b>
W170/kg : Wmax/kg	$Y=0.7*X+3.1$	<b>0.56</b>	<b>190</b>

**Tab. 69c Skupina A-M: 26 až 40 let**

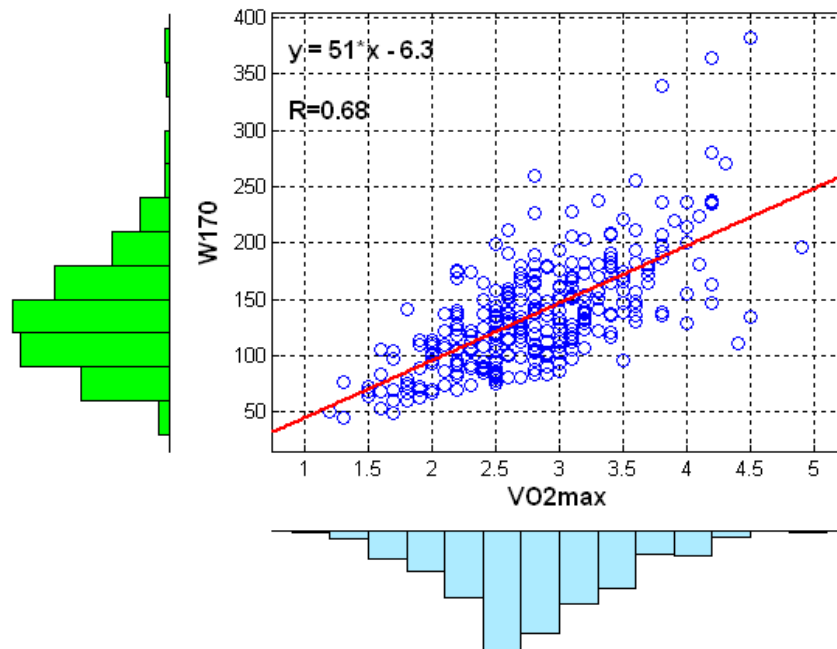
<b>X:Y</b>	<b>Regres</b>	<b>R</b>	<b>počet</b>
VO2max : W170	$Y=34.5*X+128$	<b>0.37</b>	<b>125</b>
VO2max : Wmax Wmax: VO2max	$Y=65.8*X+107$ $Y=0.015*X-1.63$	<b>0.72</b>	<b>125</b>
W170 : Wmax	$Y=0.42*X+275$	<b>0.44</b>	<b>125</b>
VO2max/kg : W170/kg	$Y=0.044*X+1.06$	<b>0.50</b>	<b>125</b>
VO2max/kg : Wmax/kg Wmax/kg: VO2max/kg	$Y=0.084*X+0.36$ $Y=11.9*X-4.28$	<b>0.82</b>	<b>125</b>
W170/kg : Max/kg	$Y=0.67*X+2.6$	<b>0.58</b>	<b>125</b>

**Tab. 69d Skupina A-M: 41 až 55 let**

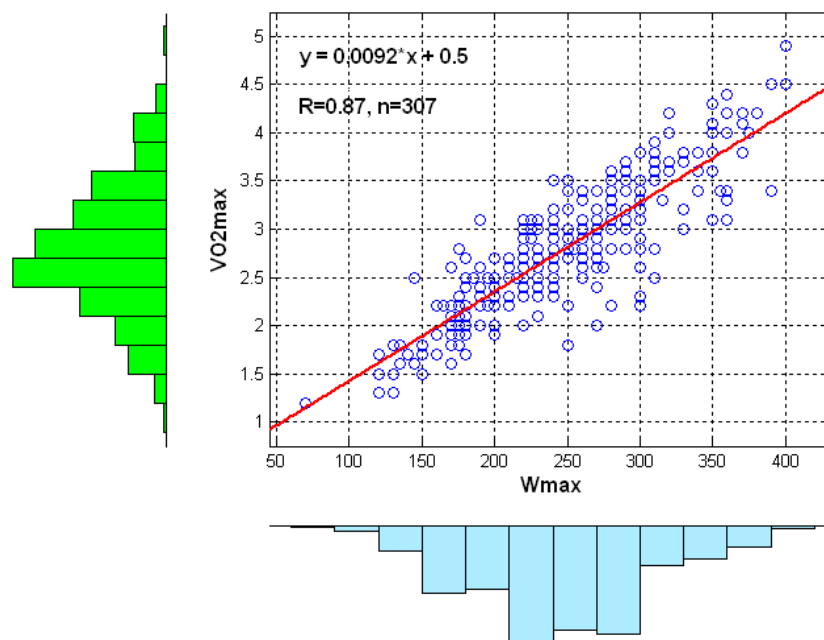
<b>X:Y</b>	<b>Regres</b>	<b>R</b>	<b>počet</b>
VO2max : W170	$Y=38.6*X+103$	<b>0.36</b>	<b>36</b>
VO2max : Wmax Wmax: VO2max	$Y=70.9*X+57$ $Y=0.014*X-0.8$	<b>0.85</b>	<b>36</b>
W170 : Wmax	$Y=0.37*X+232$	<b>0.48</b>	<b>36</b>
VO2max/kg : W170/kg	$Y=0.028*X+1.95$	<b>0.28</b>	<b>36</b>
VO2max/kg : Wmax/kg Wmax/kg: VO2max/kg	$Y=0.066*X+1.01$ $Y=15.15*X-15.3$	<b>0.84</b>	<b>36</b>
W170/kg : Max/kg	$Y=0.32*X+3.36$	<b>0.4</b>	<b>36</b>

**Tab. 69e Skupina A-M: nad 55 let**

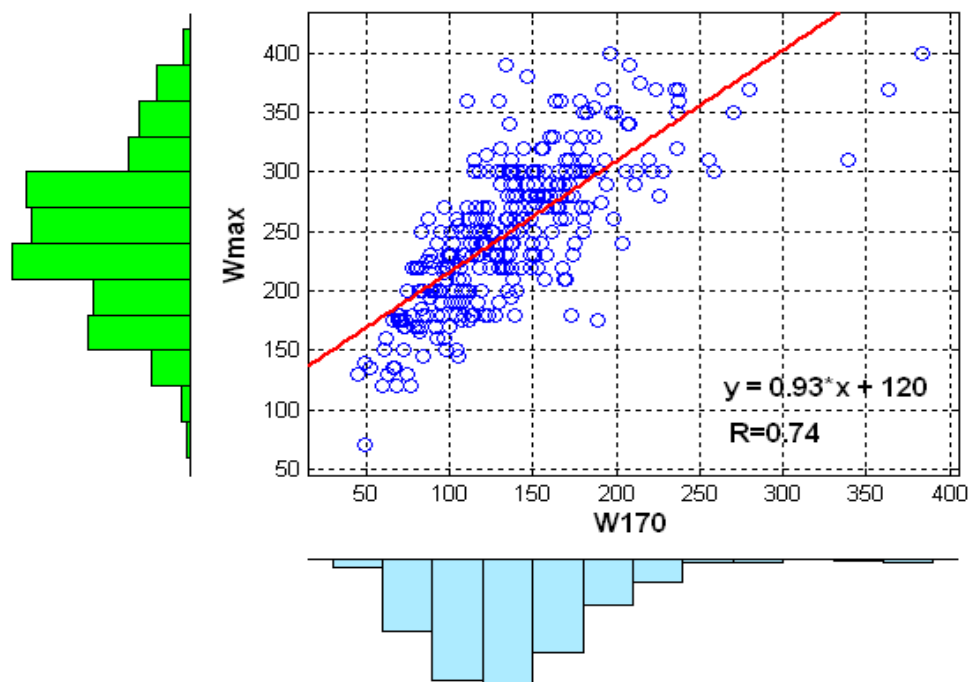
**Obr. 6(a-f) Korelační závislosti mezi spiroergometrickými parametry u skupiny A-Z (vytrvalkyně)**



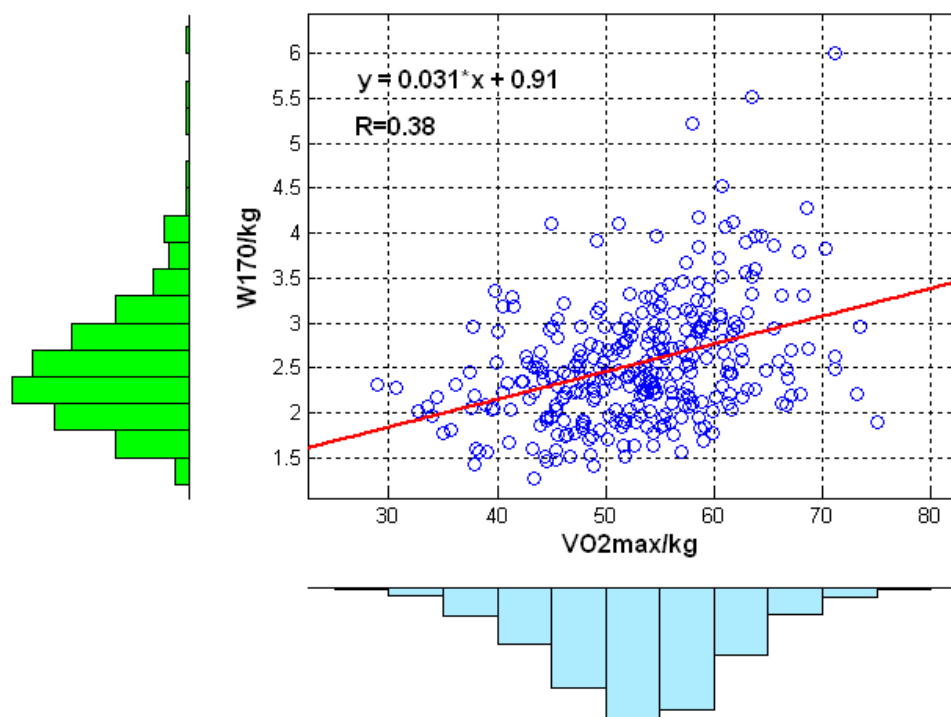
**Obr. 6a Skupina A-Z: Závislost  $W_{170}$  na  $VO_{2max}$ , všechny osoby,  $R = 0.68$ ,  $n = 307$**



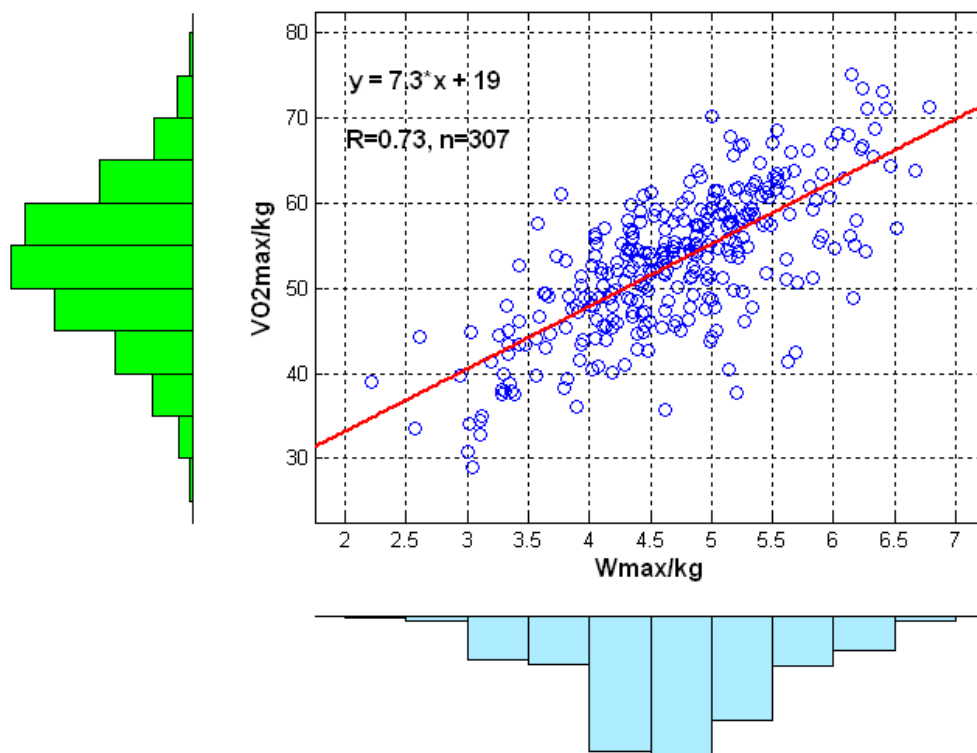
**Obr. 6b Skupina A-Z: Závislost  $VO_{2max}$  na  $W_{max}$ ,  $R = 0.87$ ,  $n = 307$**



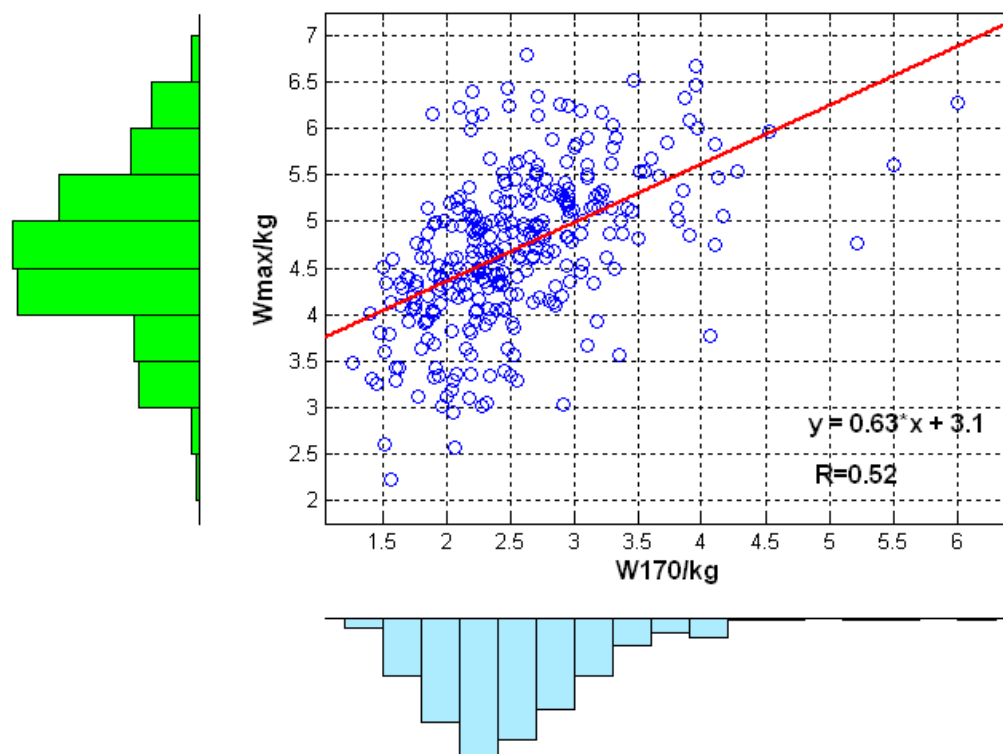
Obr. 6c Skupina A-Z: Závislost Wmax na W170, všechny osoby,  $R = 0.74$ ,  $n = 307$



Obr. 6d Skupina A-Z: Závislost W170/kg na VO2max/kg, všechny osoby,  $R = 0.38$ ,  $n = 307$



Obr. 6e Skupina A-Z: Závislost VO2max/kg na Wmax/kg, všechny osoby, R=0.73, n=307



Obr. 6f Skupina A-Z: Závislost Wmax/kg na W170/kg, všechny osoby, R= 0.52, n=307

**Tab. 70 (a-f) Skupina A-Z (vytrvalkyně): rozdělení dle věku**

V tabulkách jsou vždy uvedeny osy X a Y, rovnice regresní přímky, korelační koeficient a počet osob

(Rovnice pro výpočet VO<sub>2</sub>max resp. VO<sub>2</sub>max/kg ve vztahu k W<sub>max</sub> resp. k W<sub>max</sub>/kg jsou vyznačeny modře)

<b>X:Y</b>	<b>Regres</b>	<b>R</b>	<b>počet</b>
VO <sub>2</sub> max : W170	Y=39*X+16.8	<b>0.62</b>	<b>200</b>
VO <sub>2</sub> max : W <sub>max</sub> W <sub>max</sub> : VO <sub>2</sub> max	Y=83*X+16.7 Y=0.012*X-0.20	<b>0.82</b>	<b>200</b>
W170 : W <sub>max</sub>	Y=1.2*X+88	<b>0.75</b>	<b>200</b>
VO <sub>2</sub> max/kg : W170/kg	Y=0.024*X+1.12	<b>0.32</b>	<b>200</b>
VO <sub>2</sub> max/kg : W <sub>max</sub> /kg W <sub>max</sub> /kg: VO <sub>2</sub> max/kg	Y=0.065*X+1.24 Y=15.38*X-19.1	<b>0.64</b>	<b>200</b>
W170/kg : W <sub>max</sub> /kg	Y=0.72*X+2.95	<b>0.53</b>	<b>200</b>

**Tab. 70a Skupina A-Z: do 16 let**

<b>X:Y</b>	<b>Regres</b>	<b>R</b>	<b>počet</b>
VO <sub>2</sub> max : W170	Y=13.4*X+112	<b>0.22</b>	<b>62</b>
VO <sub>2</sub> max : W <sub>max</sub> W <sub>max</sub> : VO <sub>2</sub> max	Y=71*X+48.7 Y=0.014*X -0.69	<b>0.80</b>	<b>62</b>
W170 : W <sub>max</sub>	Y=0.70*X+178	<b>0.47</b>	<b>62</b>
VO <sub>2</sub> max/kg : W170/kg	Y=0.018*X+1.61	<b>0.28</b>	<b>62</b>
VO <sub>2</sub> max/kg : W <sub>max</sub> /kg W <sub>max</sub> /kg: VO <sub>2</sub> max/kg	Y=0.079*X+0.51 Y=12.51*X-10.4	<b>0.81</b>	<b>62</b>
W170/kg : W <sub>max</sub> /kg	Y=0.85*X+2.6	<b>0.56</b>	<b>62</b>

**Tab. 70b Skupina A-Z: 17 až 25 let**

<b>X:Y</b>	<b>Regres</b>	<b>R</b>	<b>počet</b>
VO2max : W170	$Y=50.7*X+21.2$	<b>0.68</b>	<b>31</b>
VO2max : Wmax Wmax: VO2max	$Y=71*X+62.2$ $Y=0.014*X-0.88$	<b>0.81</b>	<b>31</b>
W170 : Wmax	$Y=0.89*X+129$	<b>0.77</b>	<b>31</b>
VO2max/kg : W170/kg	$Y=0.046*X+0.58$	<b>0.67</b>	<b>31</b>
VO2max/kg : Wmax/kg Wmax/kg: VO2max/kg	$Y=0.074*X+0.8$ $Y=11.7*X-8.6$	<b>0.84</b>	<b>31</b>
W170/kg : Wmax/kg	$Y=0.99*X+1.7$	<b>0.76</b>	<b>31</b>

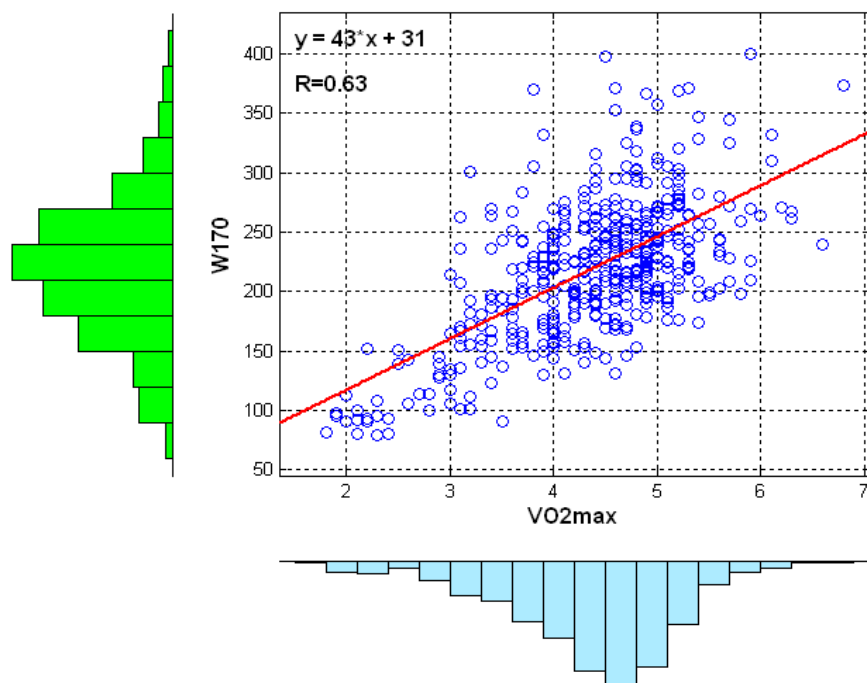
**Tab. 70c Skupina A-Z: 26 až 40 let**

<b>X:Y</b>	<b>Regres</b>	<b>R</b>	<b>počet</b>
VO2max : W170	$Y=126*X-200$	<b>0.92</b>	<b>13</b>
VO2max : Wmax Wmax: VO2max	$Y=92.6*X-26$ $Y=0.011*X+0.28$	<b>0.95</b>	<b>13</b>
W170 : Wmax	$Y=0.61*X+144$	<b>0.86</b>	<b>13</b>
VO2max/kg : W170/kg	$Y=0.135*X-3.7$	<b>0.90</b>	<b>13</b>
VO2max/kg : Wmax/kg Wmax/kg: VO2max/kg	$Y=0.095*X-0.52$ $Y=10.5*X+5.47$	<b>0.94</b>	<b>13</b>
W170/kg : Wmax/kg	$Y=0.55*X+2.6$	<b>0.81</b>	<b>13</b>

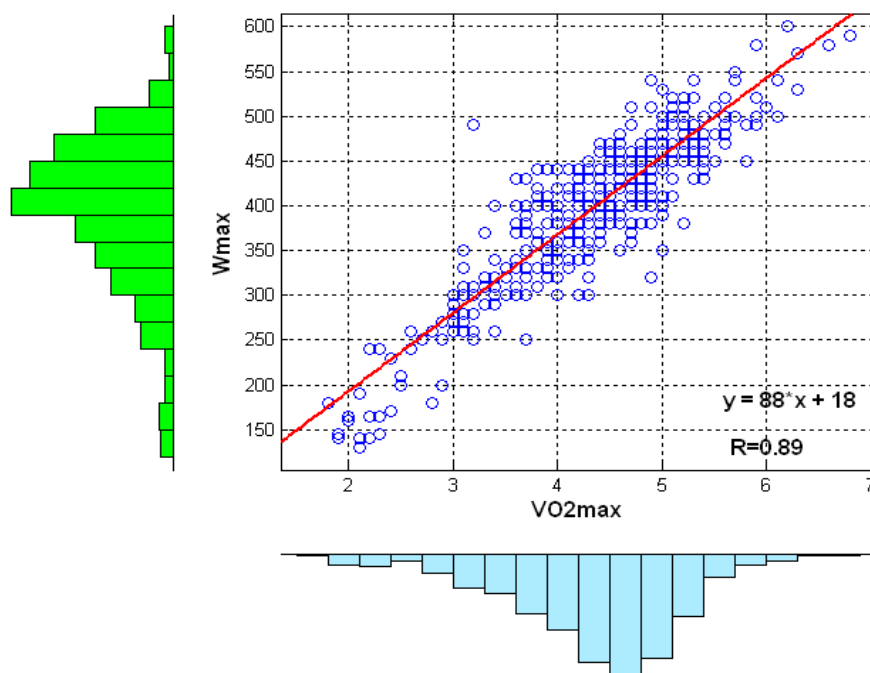
**Tab. 70d Skupina A-Z: 41 až 55 let**

**Skupina A-Z: nad 55 let nevyhodnoceno – v databázi jen 1 osoba**

**Obr. 7 (a-f) Korelační závislosti mezi spiroergometrickými parametry u skupiny B-M (hráči týmových sportů)**

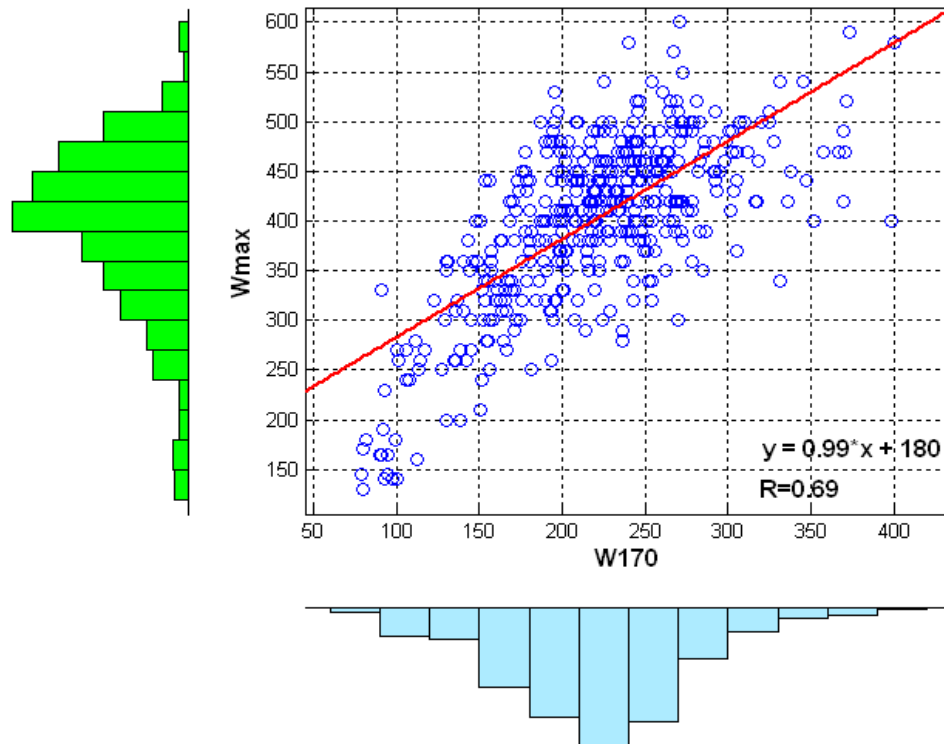


**Obr. 7a Skupina B-M: Závislost W170 na VO2max, všechny osoby,  $R = 0.63$ ,  $n = 446$**

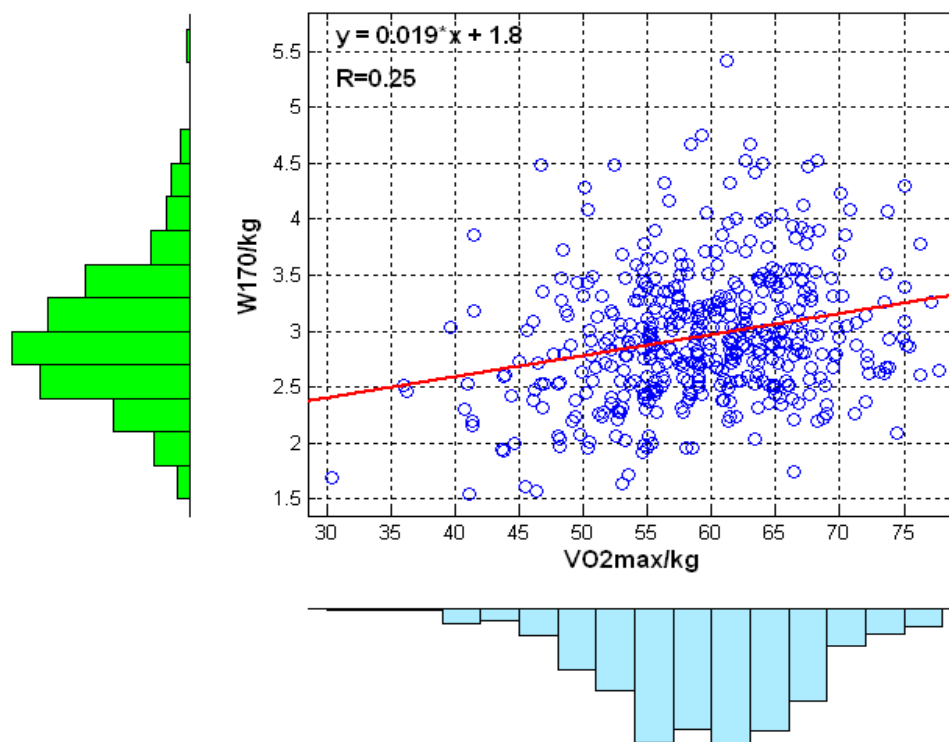


**Obr. 7b Skupina B-M: Závislost Wmax na VO2max, všechny osoby,  $R = 0.89$ ,  $n = 446$**

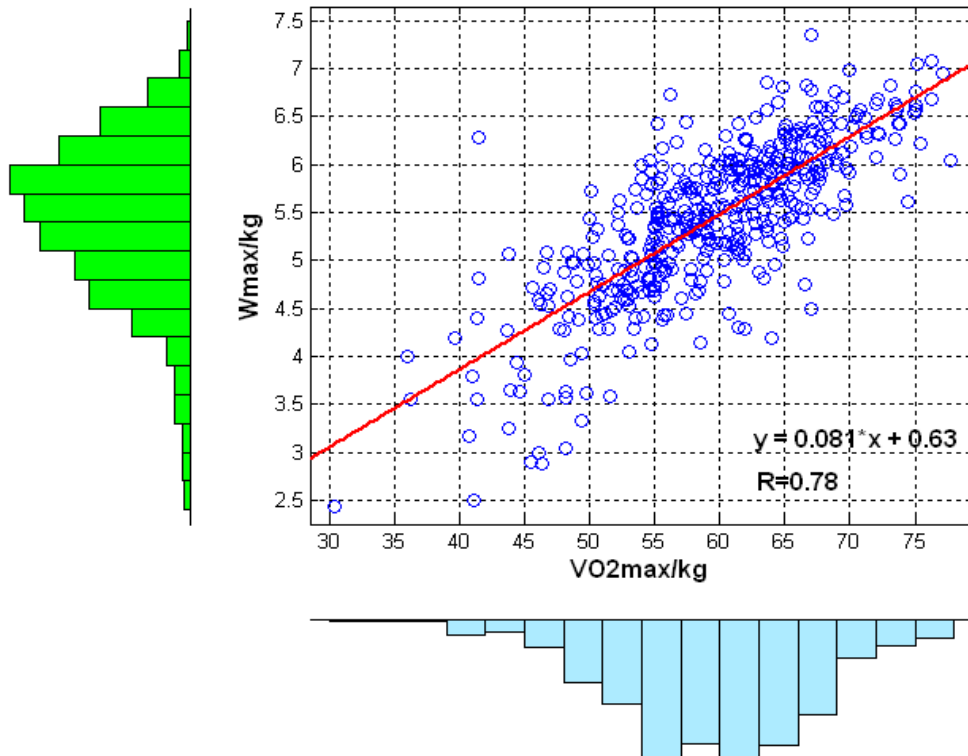




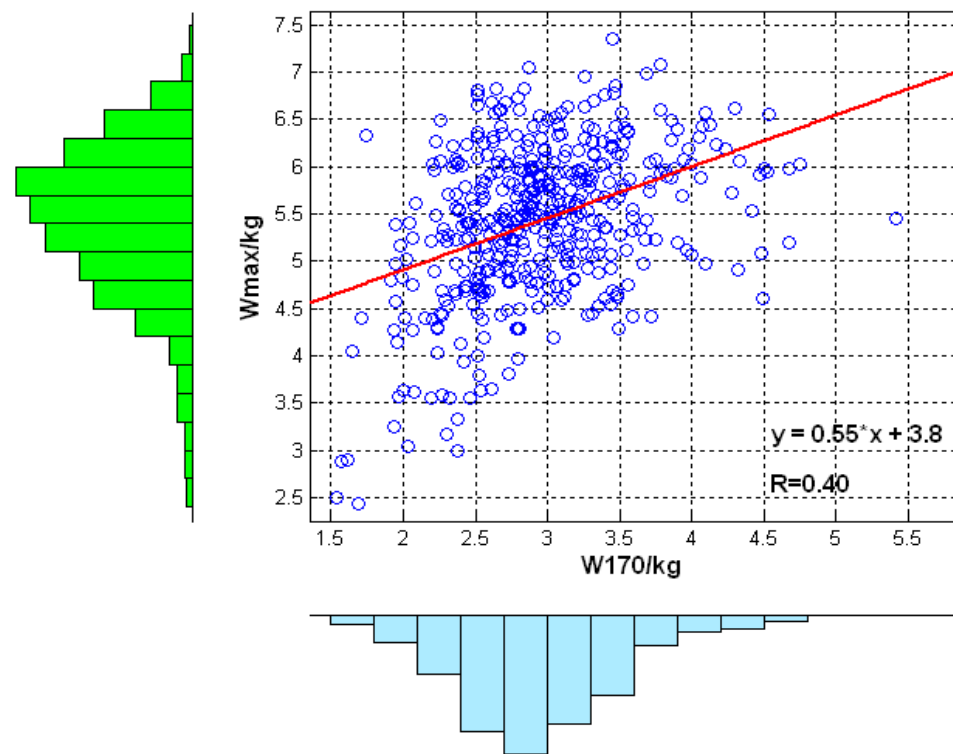
Obr. 7c Skupina B-M: Závislost Wmax na W170, všechny osoby,  $R = 0.69$ ,  $n = 446$



Obr. 7d Skupina B-M: Závislost W170/kg na VO2max/kg, všechny osoby,  $R = 0.25$ ,  $n = 446$



Obr. 7e Skupina B-M: Závislost Wmax/kg na VO2max/kg, všechny osoby, R= 0.78, n=446



Obr. 7f Skupina B-M: Závislost Wmax/kg na W170/kg, všechny osoby, R= 0.40, n=446

**Tab. 71 (a-d) Skupina B-M (hráči týmových sportů): rozdělení dle věku**

V tabulkách jsou vždy uvedeny osy X a Y, rovnice regresní přímky, korelační koeficient a počet osob

<b>X:Y</b>	<b>Regres</b>	<b>R</b>	<b>počet</b>
VO2max : W170	$Y=48*X-1.7$	<b>0.76</b>	<b>174</b>
VO2max : Wmax	$Y=91.8*X-6.9$	<b>0.94</b>	<b>174</b>
W170 : Wmax	$Y=1.17*X+134$	<b>0.76</b>	<b>174</b>
VO2max/kg : W170/kg	$Y=0.03*X+1.0$	<b>0.39</b>	<b>174</b>
VO2max/kg : Wmax/kg	$Y=0.091*X-0.05$	<b>0.82</b>	<b>174</b>
W170/kg : Max/kg	$Y=0.64*X+3.52$	<b>0.44</b>	<b>174</b>

**Tab. 71a Skupina B-M: do 16 let**

<b>X:Y</b>	<b>Regres</b>	<b>R</b>	<b>počet</b>
VO2max : W170	$Y=23.7*X+125$	<b>0.34</b>	<b>228</b>
VO2max : Wmax	$Y=71*X+104$	<b>0.76</b>	<b>228</b>
W170 : Wmax	$Y=0.69*X+227$	<b>0.52</b>	<b>228</b>
VO2max/kg : W170/kg	$Y=0.011*X+2.37$	<b>0.15</b>	<b>228</b>
VO2max/kg : Wmax/kg	$Y=0.069*X+1.45$	<b>0.71</b>	<b>228</b>
W170/kg : Max/kg	$Y=0.54*X+4.0$	<b>0.40</b>	<b>228</b>

**Tab. 71b Skupina B-M: 17 až 25 let**

<b>X:Y</b>	<b>Regres</b>	<b>R</b>	<b>počet</b>
VO2max : W170	$Y=35*X+99$	<b>0.4</b>	<b>34</b>
VO2max : Wmax	$Y=60*X+129$	<b>0.75</b>	<b>34</b>
W170 : Wmax	$Y=0.47*X+273$	<b>0.51</b>	<b>34</b>
VO2max/kg : W170/kg	$Y=0.023*X+1.87$	<b>0.2</b>	<b>34</b>
VO2max/kg : Wmax/kg	$Y=0.06*X+1.56$	<b>0.65</b>	<b>34</b>
W170/kg : Max/kg	$Y=0.3*X+3.85$	<b>0.36</b>	<b>34</b>

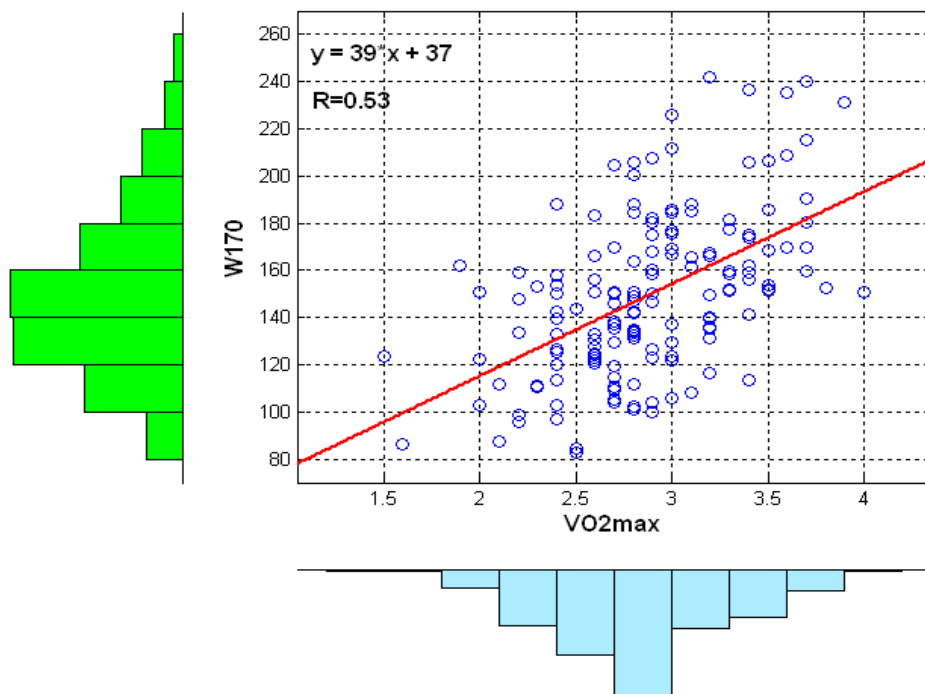
**Tab. 71c Skupina B-M: 26 až 40 let**

<b>X:Y</b>	<b>Regres</b>	<b>R</b>	<b>počet</b>
VO2max : W170	$Y=88.7*X-97.4$	<b>0.8</b>	<b>10</b>
VO2max : Wmax	$Y=103*X-45$	<b>0.92</b>	<b>10</b>
W170 : Wmax	$Y=0.69*X+191$	<b>0.68</b>	<b>10</b>
VO2max/kg : W170/kg	$Y=0.081*X-0.86$	<b>0.82</b>	<b>10</b>
VO2max/kg : Wmax/kg	$Y=0.089*X+0.17$	<b>0.93</b>	<b>10</b>
W170/kg : Max/kg	$Y=0.71*X+2.42$	<b>0.73</b>	<b>10</b>

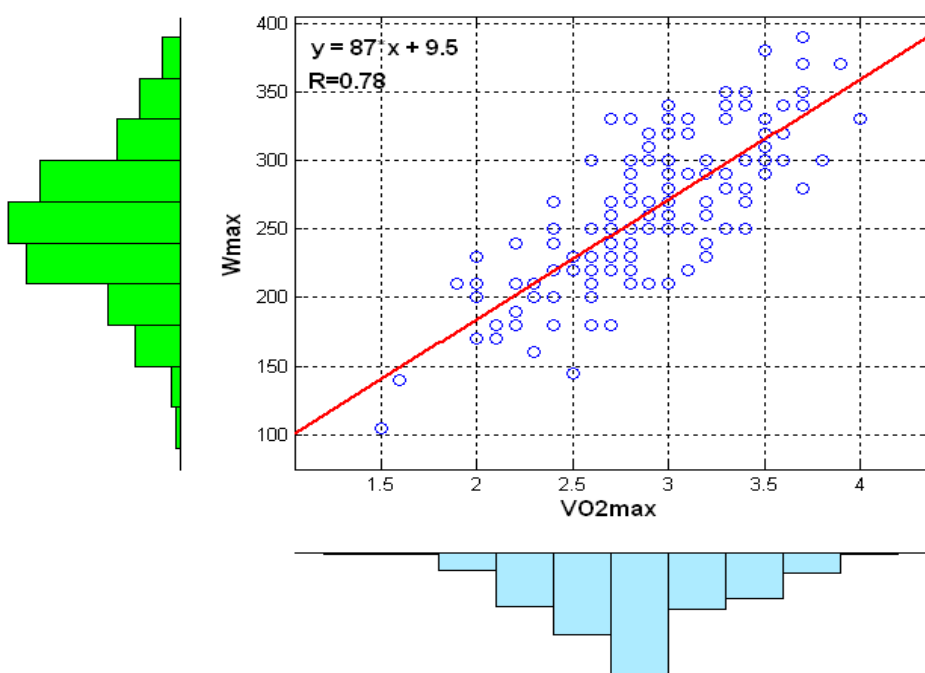
**Tab. 71d Skupina B-M: 41 až 55 let**

**Skupina B-M: nad 55 let nevyhodnoceno – v databázi nikdo**

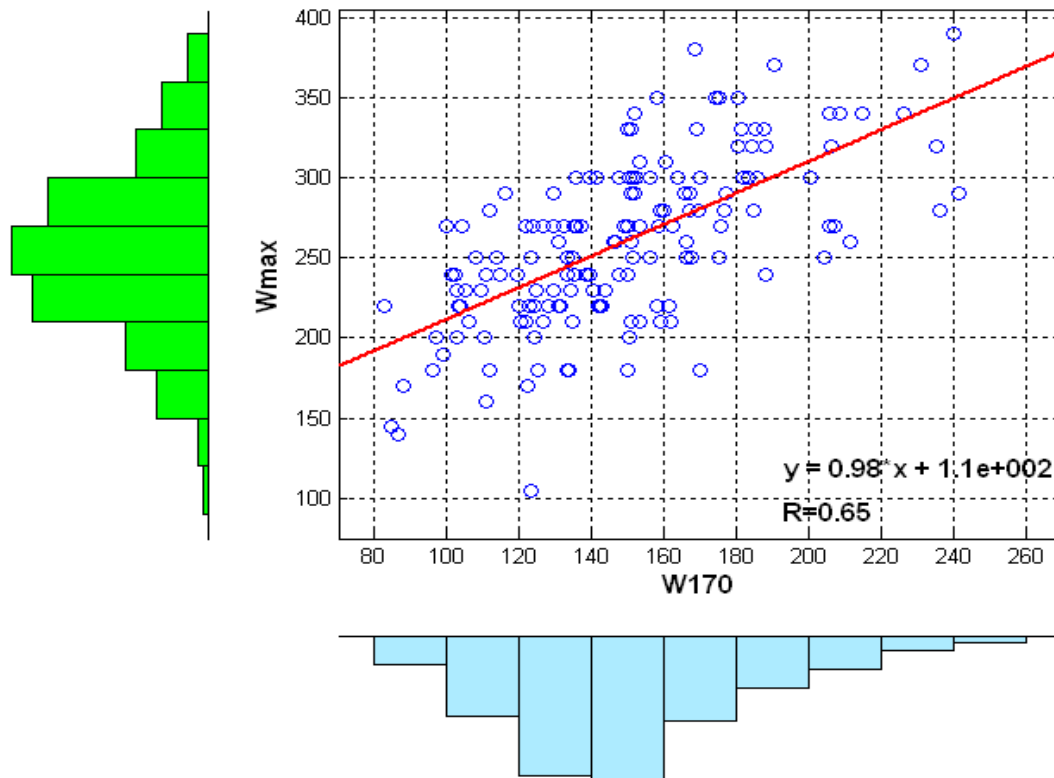
**Obr. 8(a-f) Korelační závislosti mezi spiroergometrickými parametry u skupiny B-Z (hráčky týmových sportů)**



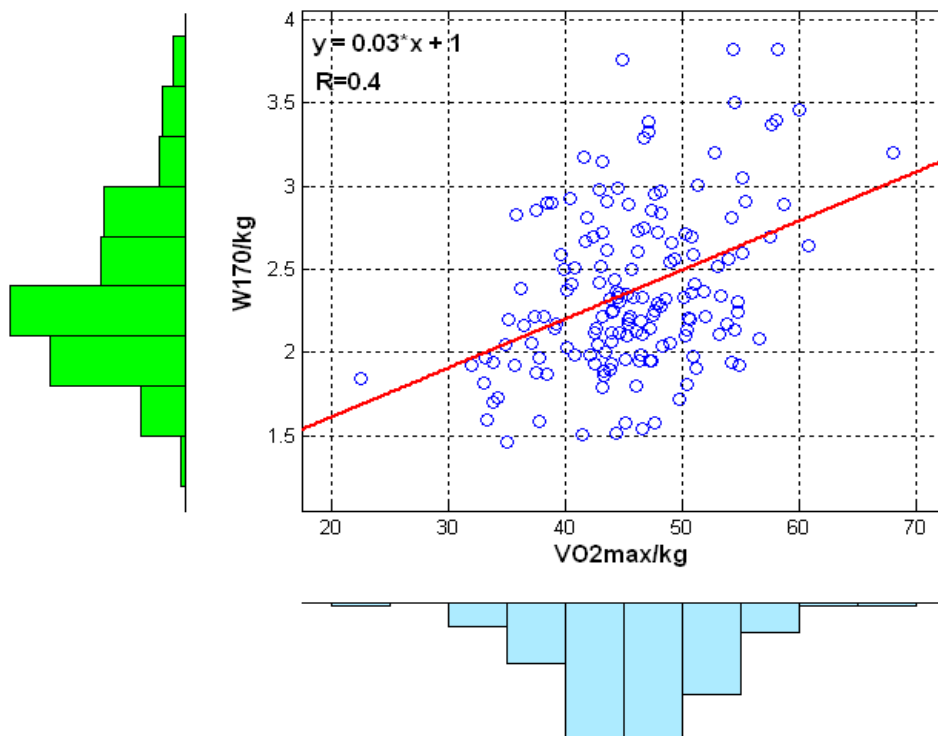
**Obr. 8a Skupina B-Z: Závislost W170 na VO2max, všechny osoby,  $R = 0.53$ ,  $n=161$**



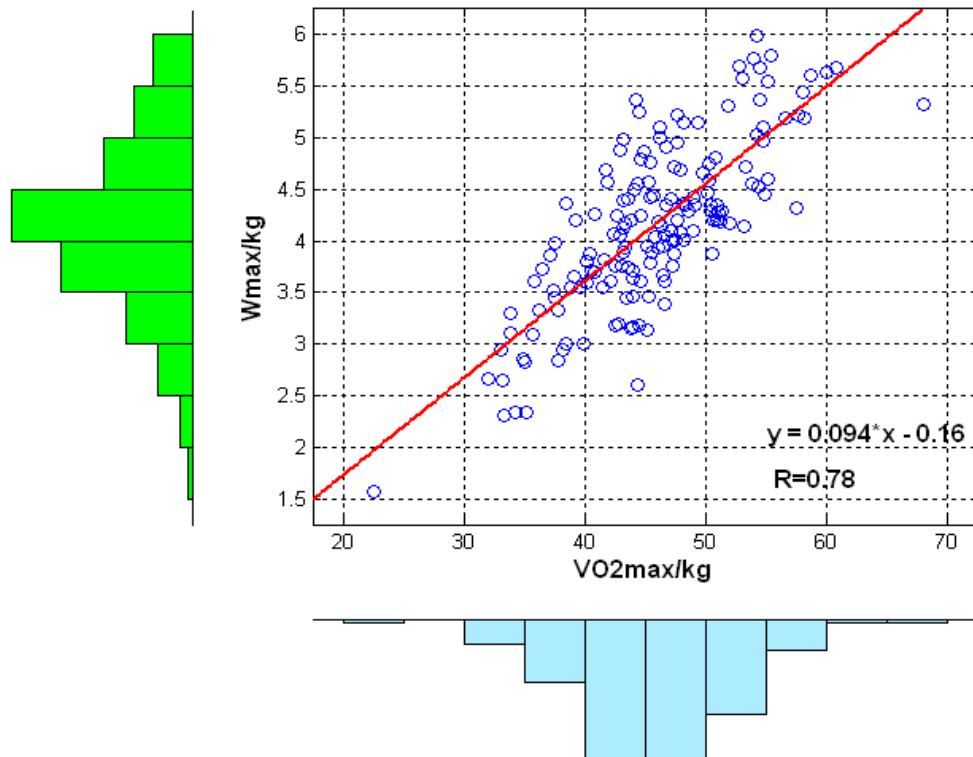
**Obr. 8a Skupina B-Z: Závislost Wmax na VO2max, všechny osoby,  $R = 0.78$ ,  $n=161$**



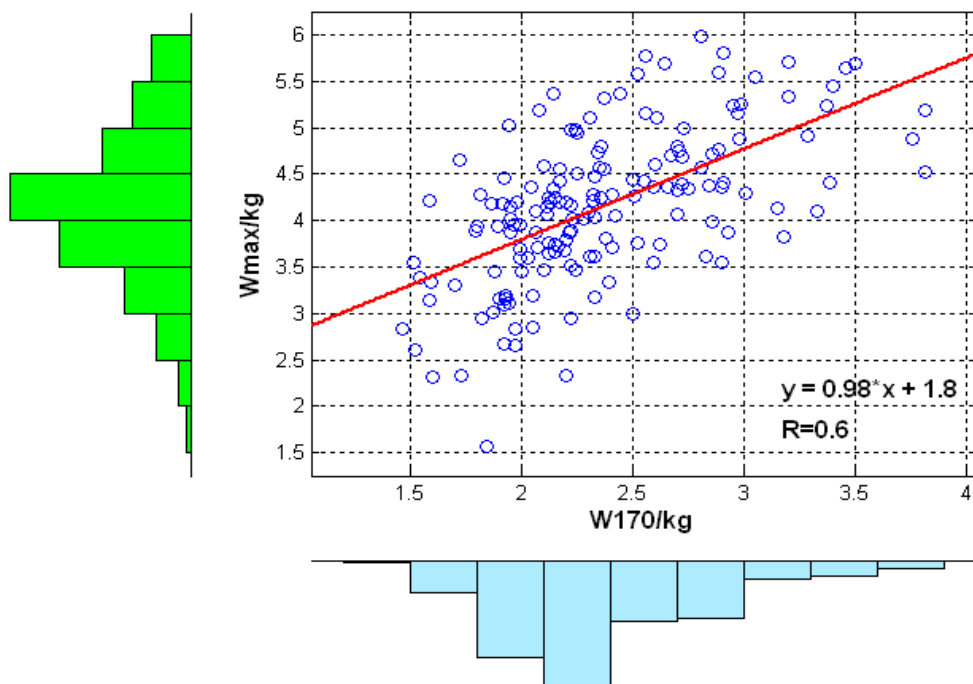
Obr. 8c Skupina B-Z: Závislost Wmax na W170, všechny osoby,  $R = 0.65$ ,  $n = 161$



Obr. 8d Skupina B-Z: Závislost W170/kg na VO2max/kg, všechny osoby,  $R = 0.40$ ,  $n = 161$



Obr. 8e Skupina B-Z: Závislost Wmax/kg na VO2max/kg, všechny osoby,  $R = 0.78$ ,  $n = 161$



Obr. 8f Skupina B-Z: Závislost Wmax/kg na W170/kg, všechny osoby,  $R = 0.6$ ,  $n = 161$

**Tab. 72 (a-c) Skupina B-Z (hráčky týmových sportů): rozdělení dle věku**

V tabulkách jsou vždy uvedeny osy X a Y, rovnice regresní přímky, korelační koeficient R a počet osob

<b>X:Y</b>	<b>Regres</b>	<b>R</b>	<b>počet</b>
VO2max : W170	$Y=37*X+33.5$	<b>0.59</b>	<b>69</b>
VO2max : Wmax	$Y=79.7*X+25.5$	<b>0.82</b>	<b>69</b>
W170 : Wmax	$Y=1.14*X+93$	<b>0.73</b>	<b>69</b>
VO2max/kg : W170/kg	$Y=0.028*X+0.99$	<b>0.41</b>	<b>69</b>
VO2max/kg : Wmax/kg	$Y=0.088*X+0.05$	<b>0.78</b>	<b>69</b>
W170/kg : Max/kg	$Y=1.06*X+1.76$	<b>0.63</b>	<b>69</b>

**Tab. 72a Skupina B-Z: do 16 let**

<b>X:Y</b>	<b>Regres</b>	<b>R</b>	<b>počet</b>
VO2max : W170	$Y=39.8*X+41$	<b>0.47</b>	<b>76</b>
VO2max : Wmax	$Y=92*X+0.03$	<b>0.74</b>	<b>76</b>
W170 : Wmax	$Y=0.86*X+134$	<b>0.58</b>	<b>76</b>
VO2max/kg : W170/kg	$Y=0.036*X+0.81$	<b>0.42</b>	<b>76</b>
VO2max/kg : Wmax/kg	$Y=0.099*X-0.28$	<b>0.76</b>	<b>76</b>
W170/kg : Max/kg	$Y=0.87*X+2.0$	<b>0.56</b>	<b>76</b>

**Tab. 72b Skupina B-Z: 17 až 25 let**



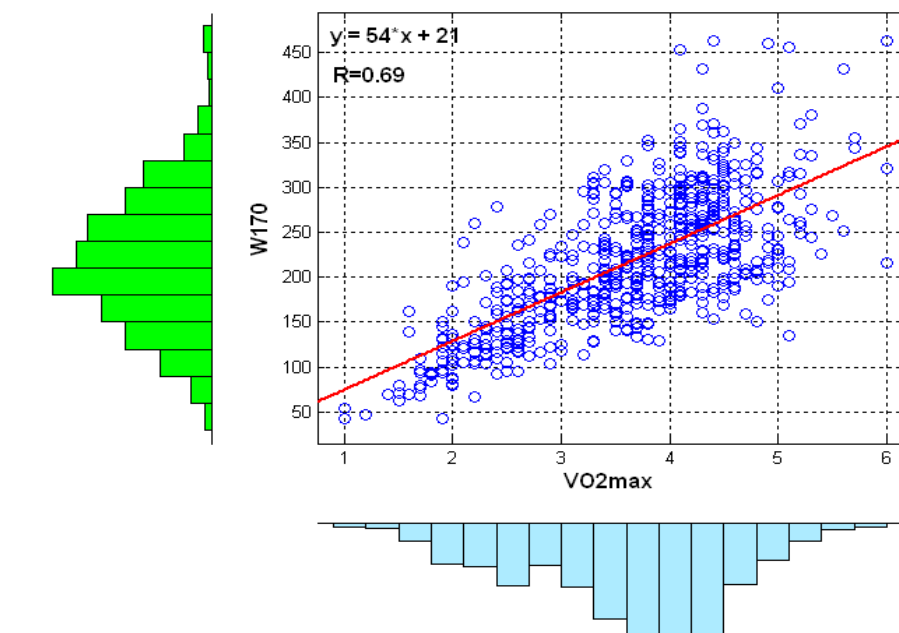
<b>X:Y</b>	<b>Regres</b>	<b>R</b>	<b>počet</b>
VO2max : W170	$Y=38*X+50.1$	<b>0.77</b>	<b>12</b>
VO2max : Wmax	$Y=110*X-51$	<b>0.9</b>	<b>12</b>
W170 : Wmax	$Y=2.04*X-59$	<b>0.82</b>	<b>12</b>
VO2max/kg : W170/kg	$Y=0.044*X+0.52$	<b>0.76</b>	<b>12</b>
VO2max/kg : Wmax/kg	$Y=0.12*X-1.33$	<b>0.92</b>	<b>12</b>
W170/kg : Max/kg	$Y=1.9*X-0.54$	<b>0.84</b>	<b>12</b>

**Tab. 72c Skupina B-Z: 26 až 40 let**

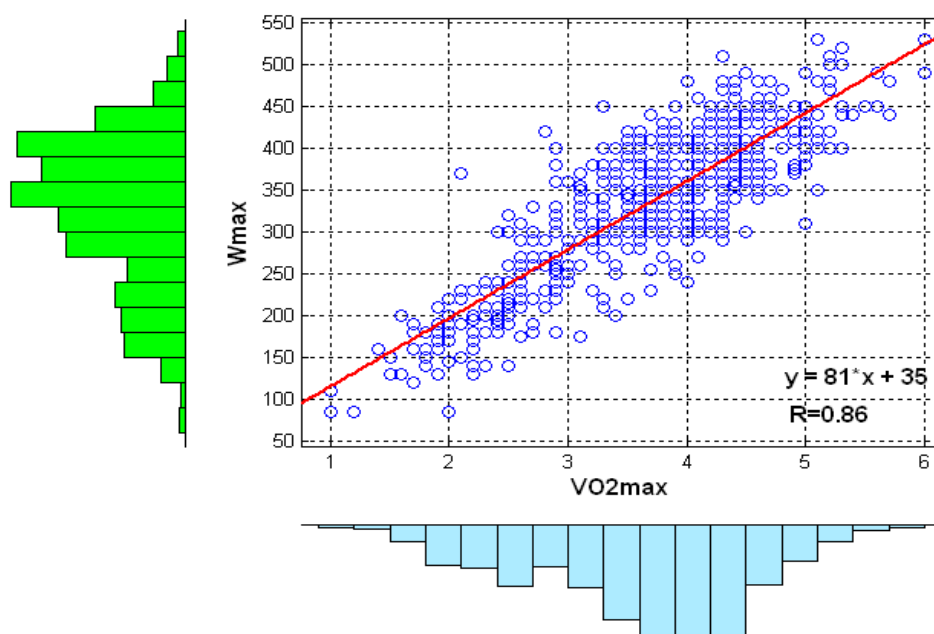
**Skupina B-Z: 41 az 55 let – v databázi jen 4 osoby**

**Skupina B-Z: nad 55 let nevyhodnoceno – v databázi nikdo**

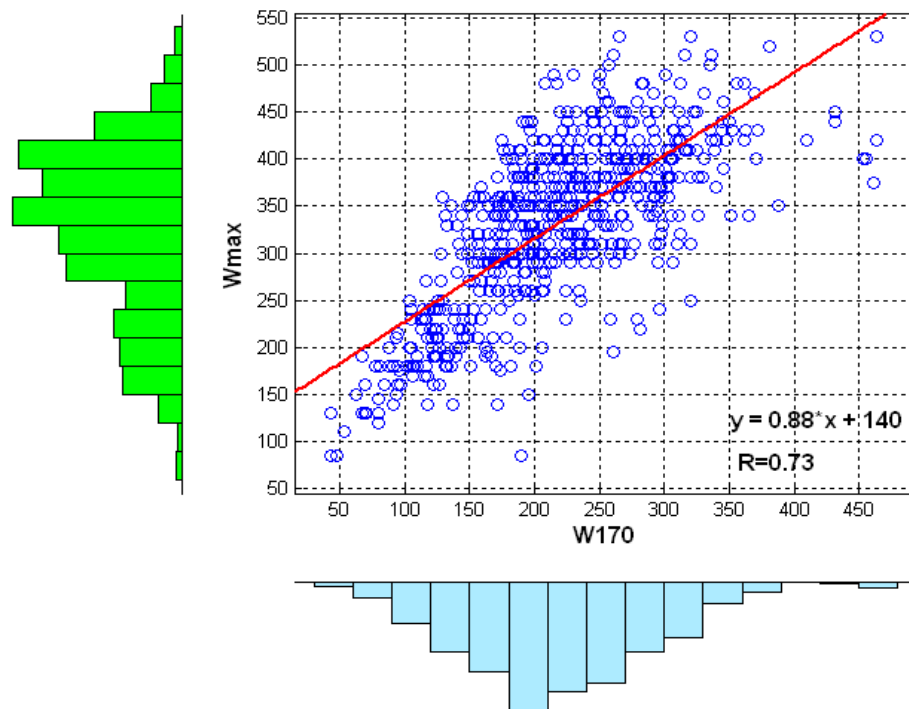
**Obr. 9 (a-f) Korelační závislosti mezi spiroergometrickými parametry u skupiny C-M (hráči týmových sportů)**



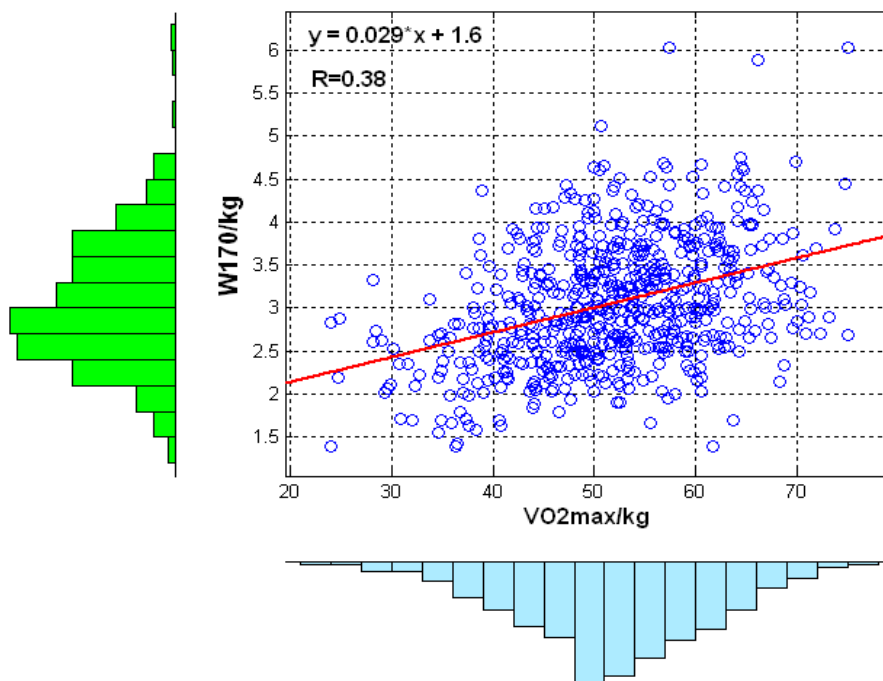
**Obr. 9a Skupina C-M: Závislost W170 na VO2max, všechny osoby,  $R = 0.69$ ,  $n=618$**



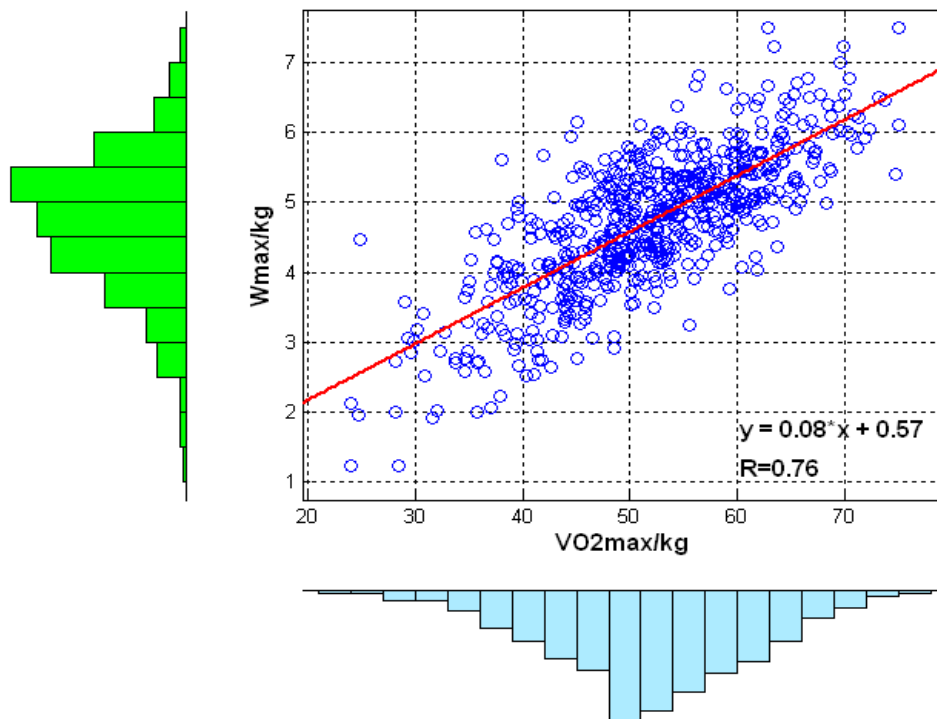
**Obr. 9b Skupina C-M: Závislost Wmax na VO2max, všechny osoby,  $R = 0.86$ ,  $n=618$**



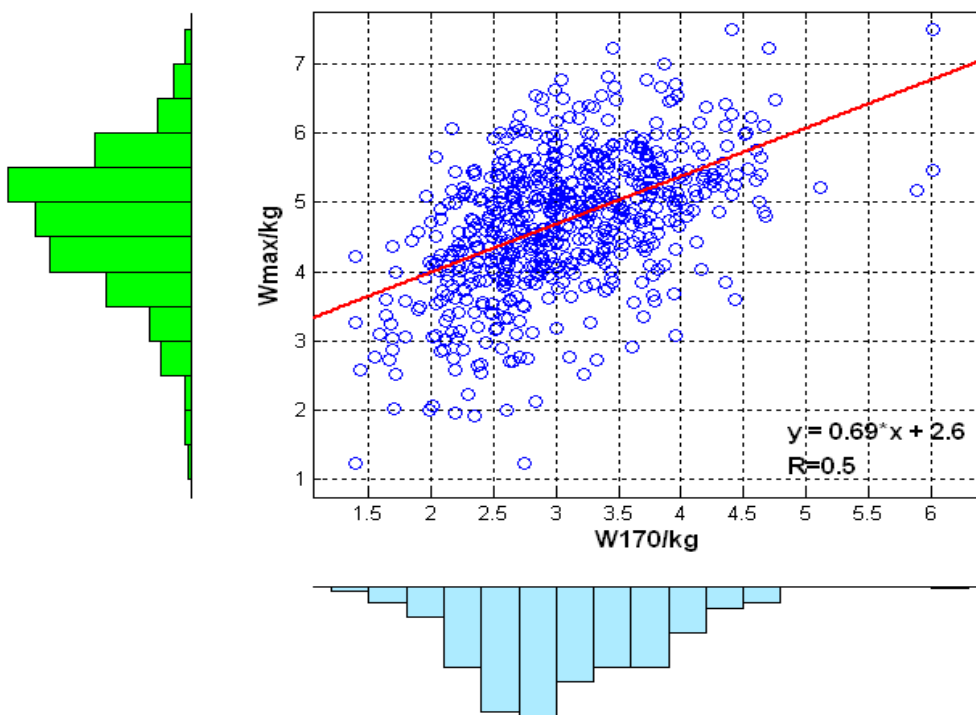
Obr. 9c Skupina C-M: Závislost Wmax na W170, všechny osoby, R= 0.73, n=618



Obr. 9d Skupina C-M: Závislost W170/kg na VO2max/kg, všechny osoby, R= 0.38, n=618



Obr. 9e Skupina C-M: Závislost  $W_{max}/kg$  na  $VO_{2max}/kg$ , všechny osoby,  $R = 0.76$ ,  $n = 618$



Obr. 9f Skupina C-M: Závislost  $W_{max}/kg$  na  $W_{170}/kg$ , všechny osoby,  $R = 0.5$ ,  $n = 618$

**Tab. 73 (a-f) Skupina C-M (ostatní sportovci): rozdělení dle věku**

V tabulkách jsou vždy uvedeny osy X a Y, rovnice regresní přímky, korelační koeficient a počet osob

<b>X:Y</b>	<b>Regres</b>	<b>R</b>	<b>počet</b>
VO2max : W170	$Y=50.6*X+13.2$	0.80	192
VO2max : Wmax	$Y=88.7*X+8.8$	0.92	192
W170 : Wmax	$Y=1.28*X+61.5$	0.84	192
VO2max/kg : W170/kg	$Y=0.026*X+1.5$	0.37	192
VO2max/kg : Wmax/kg	$Y=0.076*X+0.83$	0.72	192
W170/kg : Max/kg	$Y=0.73*X+2.7$	0.50	192

**Obr. 73a Skupina C-M: do 16 let**

<b>X:Y</b>	<b>Regres</b>	<b>R</b>	<b>počet</b>
VO2max : W170	$Y=36.4*X+88.3$	0.42	241
VO2max : Wmax	$Y=65.8*X+109$	0.71	241
W170 : Wmax	$Y=0.61*X+230$	0.58	241
VO2max/kg : W170/kg	$Y=0.024*X+1.82$	0.30	241
VO2max/kg : Wmax/kg	$Y=0.066*X+1.46$	0.69	241
W170/kg : Max/kg	$Y=0.59*X+3.2$	0.50	241

**Obr. 73b Skupina C-M: 17 až 25 let**

<b>X:Y</b>	<b>Regres</b>	<b>R</b>	<b>počet</b>
VO2max : W170	$Y=46.1*X+65$	0.50	108
VO2max : Wmax	$Y=64*X+110$	0.67	108
W170 : Wmax	$Y=0.69*X+197$	0.66	108
VO2max/kg : W170/kg	$Y=0.047*X+0.76$	0.54	108
VO2max/kg : Wmax/kg	$Y=0.068*X+1.20$	0.71	108
W170/kg : Max/kg	$Y=0.75*X+2.3$	0.68	108

**Obr. 73c Skupina C-M: 26 až 40 let**

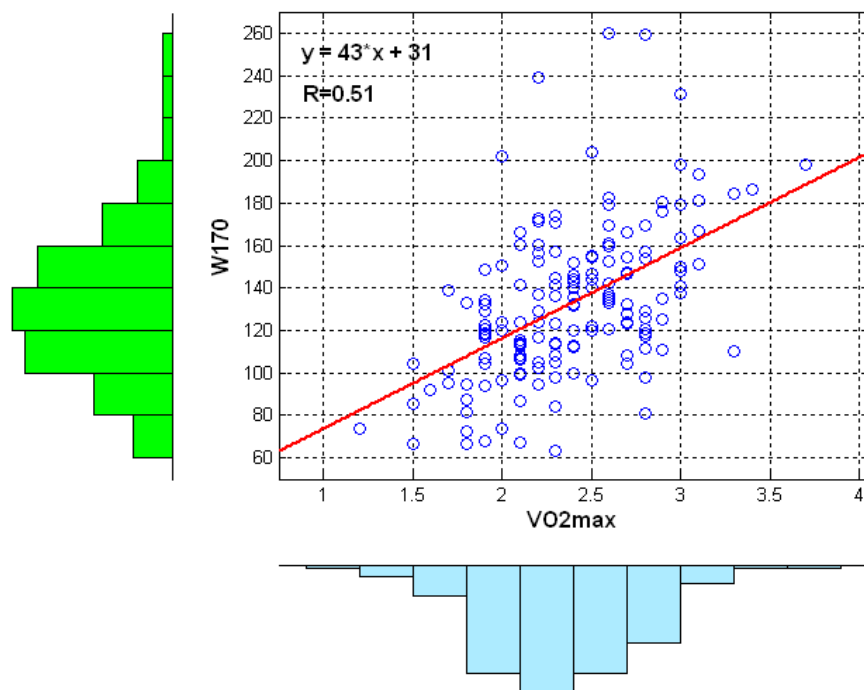
<b>X:Y</b>	<b>Regres</b>	<b>R</b>	<b>počet</b>
VO2max : W170	$Y=46.3*X+93$	0.56	57
VO2max : Wmax	$Y=69.5*X+64$	0.83	57
W170 : Wmax	$Y=0.65*X+151$	0.64	57
VO2max/kg : W170/kg	$Y=0.044*X+1.21$	0.50	57
VO2max/kg : Wmax/kg	$Y=0.082*X+0.22$	0.81	57
W170/kg : Max/kg	$Y=0.75*X+1.5$	0.64	57

**Obr. 73d Skupina C-M: 41 az 55 let**

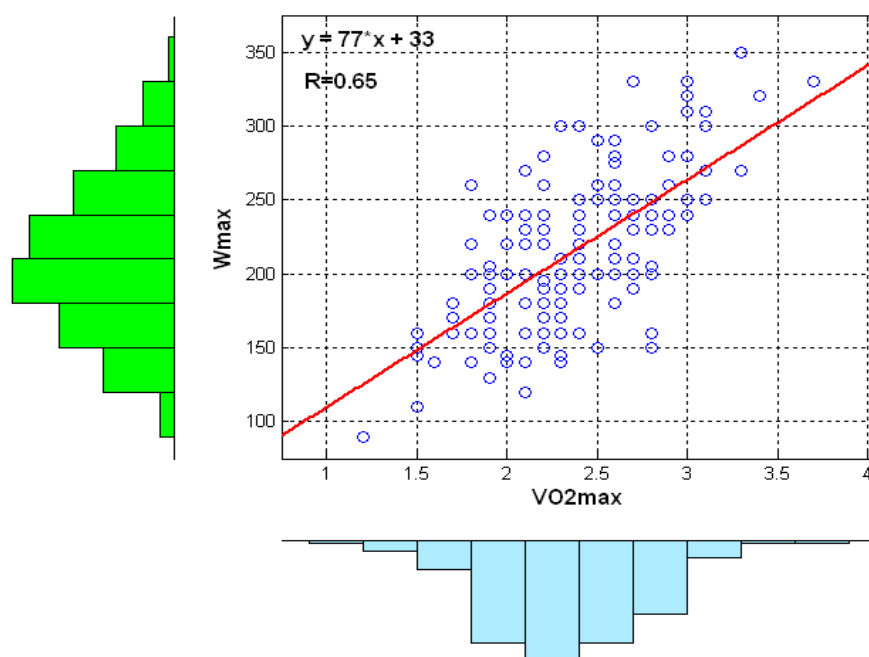
<b>X:Y</b>	<b>Regres</b>	<b>R</b>	<b>počet</b>
VO2max : W170	$Y=71.1*X-3.5$	0.76	24
VO2max : Wmax	$Y=81.6*X-27.4$	0.83	24
W170 : Wmax	$Y=0.83*X+55$	0.80	24
VO2max/kg : W170/kg	$Y=0.075*X-0.21$	0.73	24
VO2max/kg : Wmax/kg	$Y=0.11*X-1,5$	0.85	24
W170/kg : Max/kg	$Y=0.98*X+0.28$	0.77	24

**Obr. 73e Skupina C-M: nad 55 let**

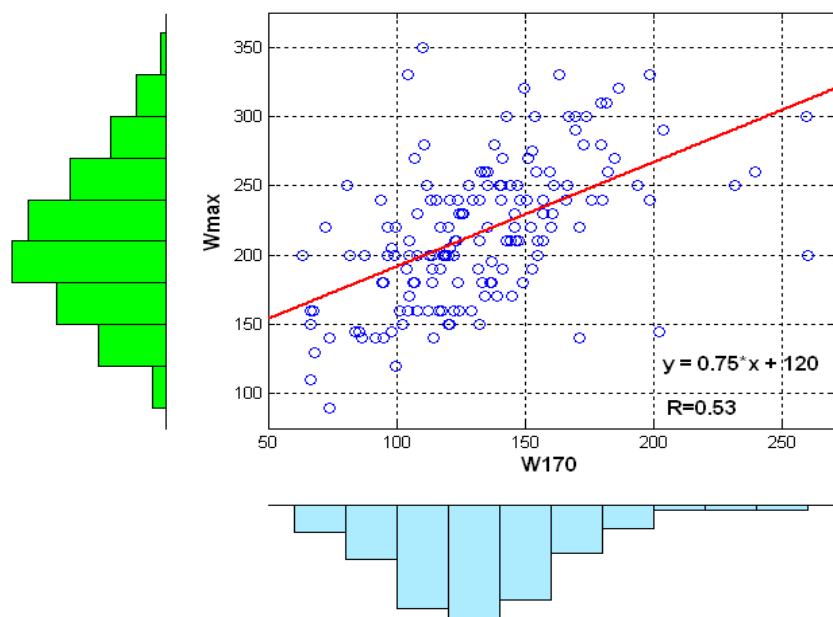
**Obr. 10(a-f) Korelační závislosti mezi spiroergometrickými parametry u skupiny C-Z (ostatní sportovkyně)**



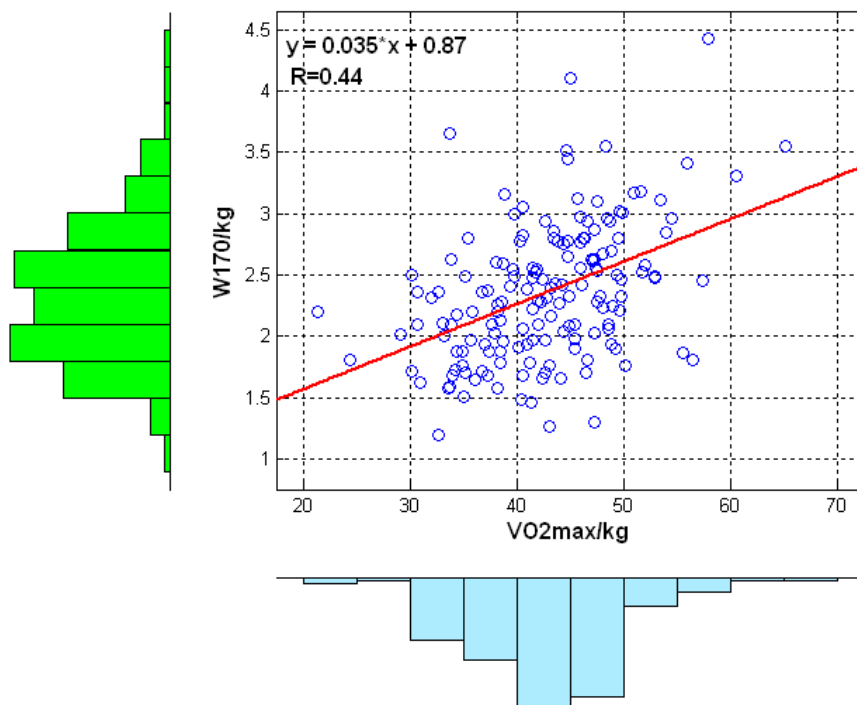
**Obr. 10a Skupina C-Z: Závislost W170 na VO2max, všechny osoby,  $R = 0.51$ ,  $n = 159$**



**Obr. 10b Skupina C-Z: Závislost Wmax na VO2max, všechny osoby,  $R = 0.65$ ,  $n = 159$**

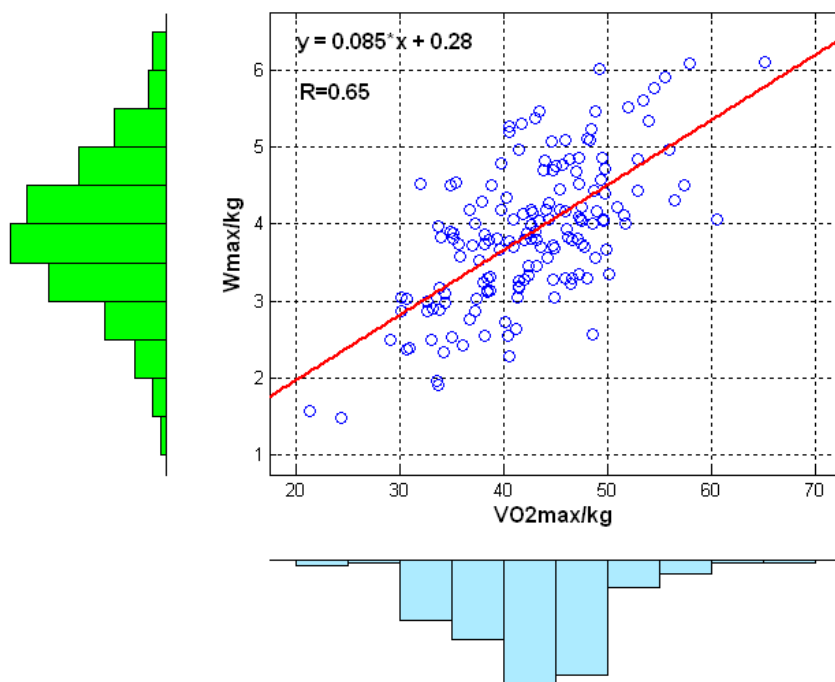


Obr. 10c Skupina C-Z: Závislost Wmax na W170, všechny osoby,  $R = 0.53$ ,  $n = 159$

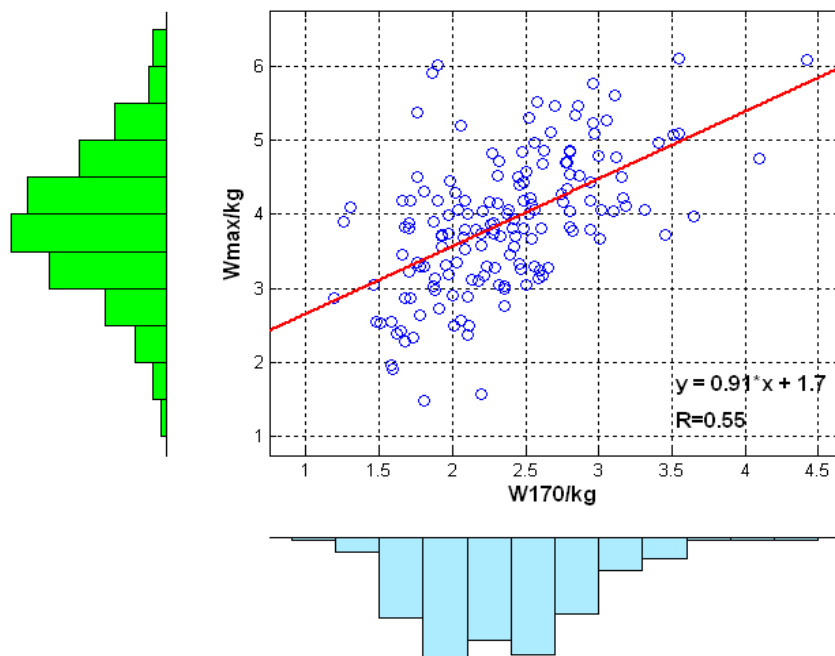


Obr. 10d Skupina C-Z: Závislost W170/kg na VO2max/kg, všechny osoby,  $R = 0.44$ ,  $n = 159$





Obr. 10e Skupina C-Z: Závislost  $W_{max}/kg$  na  $VO_{2max}/kg$ , všechny osoby,  $R = 0.65$ ,  $n = 159$



Obr. 10f Skupina C-Z: Závislost  $W_{max}/kg$  na  $W_{170}/kg$ , všechny osoby,  $R = 0.55$ ,  $n = 159$

**Tab. 74 (a-f) Skupina C-Z (ostatní sportovkyně): rozdělení dle věku**

V tabulkách jsou vždy uvedeny osy X a Y, rovnice regresní přímky, korelační koeficient a počet osob

<b>X:Y</b>	<b>Regres</b>	<b>R</b>	<b>počet</b>
VO2max : W170	$Y=42*X+30$	<b>0.55</b>	<b>81</b>
VO2max : Wmax	$Y=85.6*X+24.5$	<b>0.68</b>	<b>81</b>
W170 : Wmax	$Y=0.96*X+96$	<b>0.58</b>	<b>81</b>
VO2max/kg : W170/kg	$Y=0.038*X+0.76$	<b>0.46</b>	<b>81</b>
VO2max/kg : Wmax/kg	$Y=0.058*X+1.65$	<b>0.49</b>	<b>81</b>
W170/kg : Max/kg	$Y=0.68*X+2.55$	<b>0.47</b>	<b>81</b>

**Tab. 74a Skupina C-Z: do 16 let**

<b>X:Y</b>	<b>Regres</b>	<b>R</b>	<b>počet</b>
VO2max : W170	$Y=46.1*X+24$	0.48	48
VO2max : Wmax	$Y=81*X+19.6$	<b>0.65</b>	<b>48</b>
W170 : Wmax	$Y=0.82*X+115$	<b>0.63</b>	<b>48</b>
VO2max/kg : W170/kg	$Y=0.032*X+0.99$	<b>0.36</b>	<b>48</b>
VO2max/kg : Wmax/kg	$Y=0.086*X+0.13$	<b>0.65</b>	<b>48</b>
W170/kg : Max/kg	$Y=0.85*X+1.83$	<b>0.58</b>	<b>48</b>

**Tab. 74b Skupina C-Z: 17 až 25 let**

<b>X:Y</b>	<b>Regres</b>	<b>R</b>	<b>počet</b>
VO2max : W170	$Y=30.3*X+62.4$	0.33	15
VO2max : Wmax	$Y=96*X-27$	<b>0.76</b>	15
W170 : Wmax	$Y=0.9*X+89.8$	<b>0.65</b>	15
VO2max/kg : W170/kg	$Y=0.029*X+1.06$	<b>0.3</b>	15
VO2max/kg : Wmax/kg	$Y=0.1*X-0.74$	<b>0.77</b>	15
W170/kg : Max/kg	$Y=0.89*X+1.46$	<b>0.64</b>	15

**Tab. 74c Skupina C-Z: 26 až 40 let**

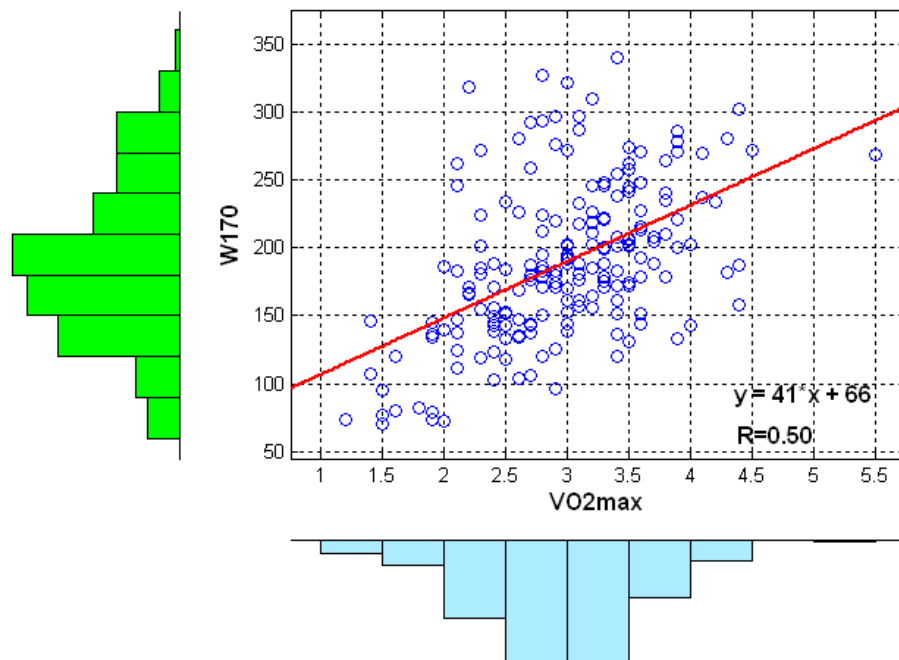
<b>X:Y</b>	<b>Regres</b>	<b>R</b>	<b>počet</b>
VO2max : W170	$Y=14.7*X+103$	<b>0.1</b>	11
VO2max : Wmax	$Y=70*X+13$	<b>0.78</b>	11
W170 : Wmax	$Y=0.2*X+161$	<b>0.33</b>	11
VO2max/kg : W170/kg	$Y=0.006*X+1.8$	<b>0.11</b>	11
VO2max/kg : Wmax/kg	$Y=0.06*X+0.55$	<b>0.83</b>	11
W170/kg : Max/kg	$Y=0.59*X+1.71$	<b>0.44</b>	11

**Tab. 74d Skupina C-Z: 41 až 55 let**

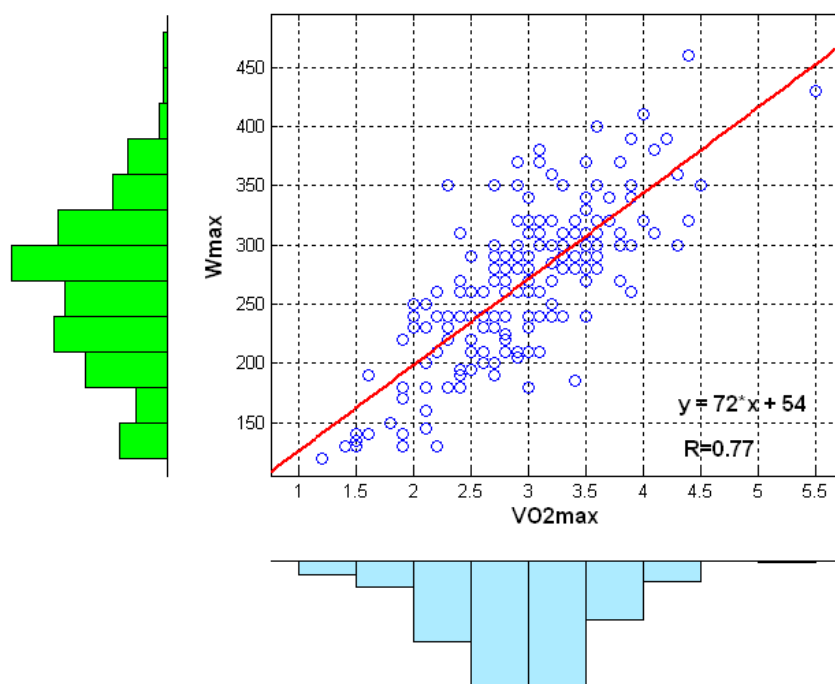
<b>X:Y</b>	<b>Regres</b>	<b>R</b>	<b>počet</b>
VO2max : W170	$Y=-14.2*X+176$	<b>-0.04</b>	4
VO2max : Wmax	$Y=-23.7*X+196$	<b>-0.12</b>	4
W170 : Wmax	$Y=-0.015*X+148$	<b>-0.029</b>	4
VO2max/kg : W170/kg	$Y=-0.027*X+2.6$	<b>-0.78</b>	4
VO2max/kg : Wmax/kg	$Y=0.08*X-0.29$	<b>0.77</b>	4
W170/kg : Wmax/kg	$Y=-0.39*X+2.7$	<b>-0.14</b>	4

**Tab. 74e Skupina C-Z: nad 55 let**

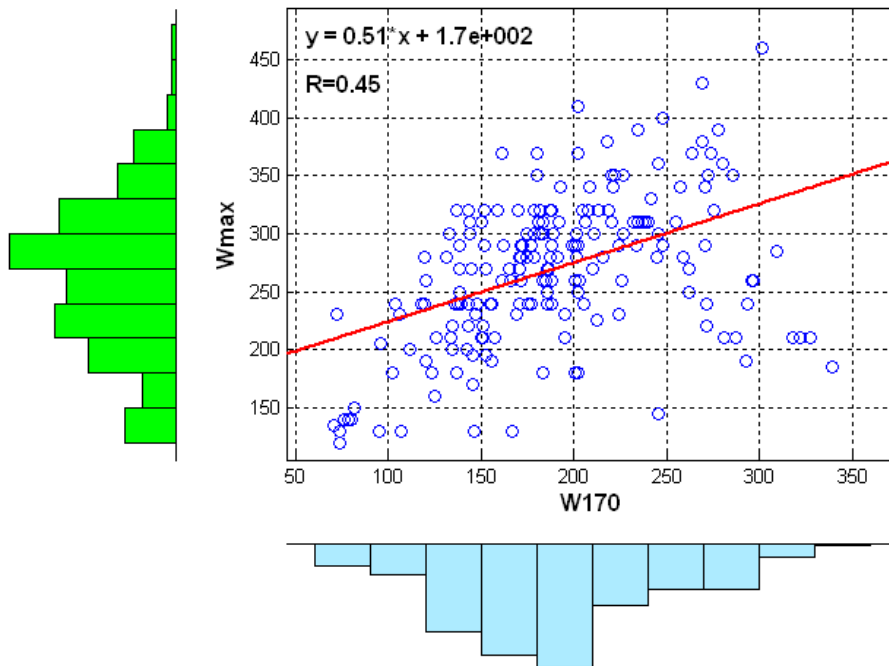
**Obr. 11 (a-f) Korelační závislosti mezi spiroergometrickými parametry u skupiny D-M (nesportovci)**



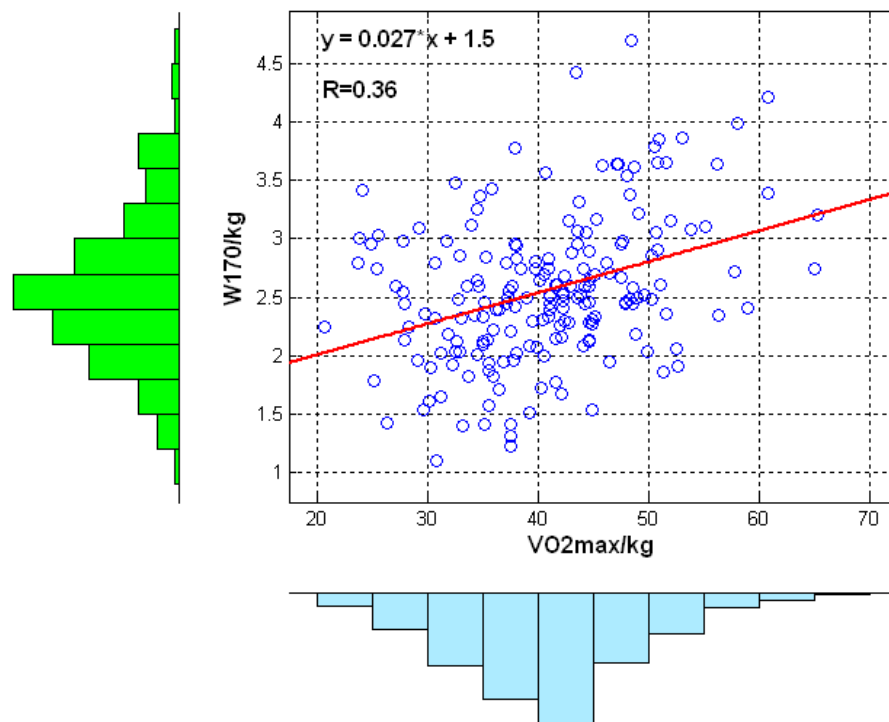
**Obr. 11a Skupina D-M: Závislost W170 na VO2max, všechny osoby,  $R = 0.50$ ,  $n = 192$**



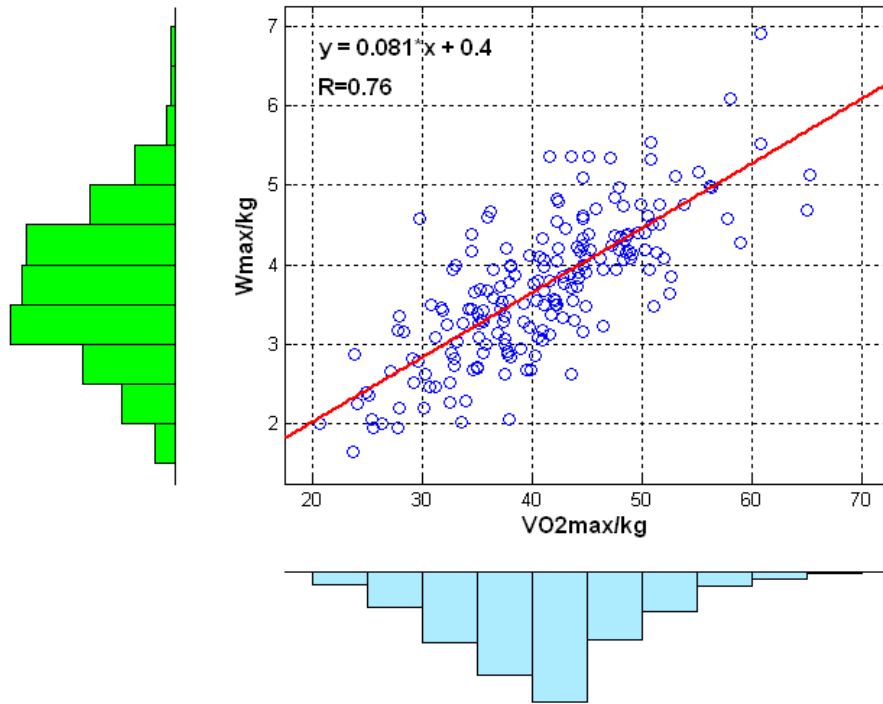
**Obr. 11b Skupina D-M: Závislost Wmax na VO2max, všechny osoby,  $R = 0.77$ ,  $n = 192$**



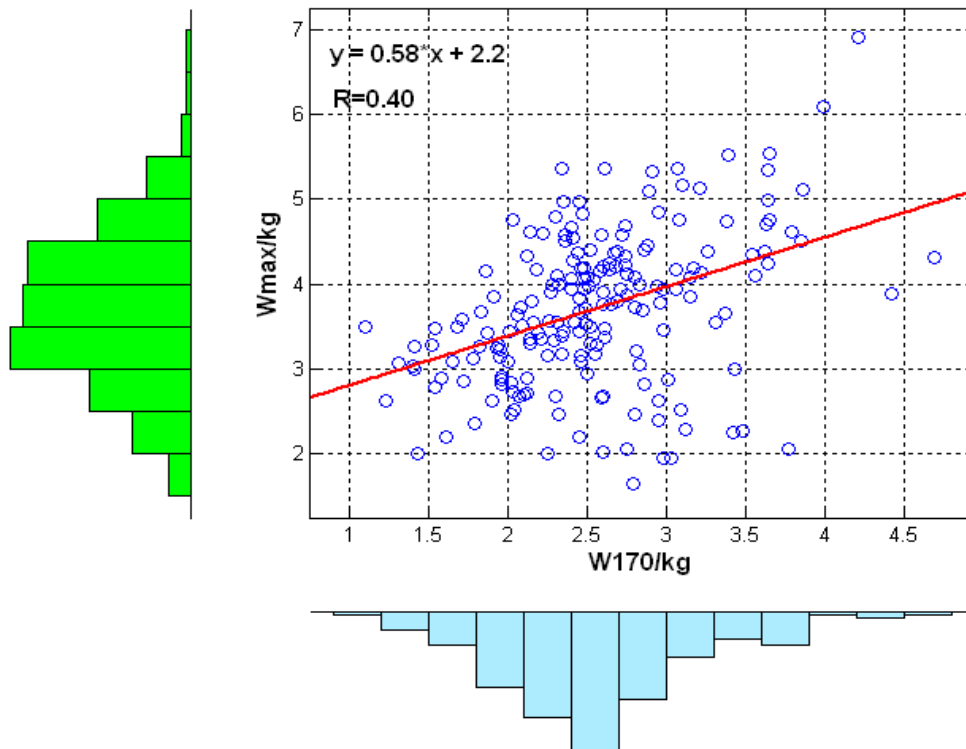
Obr. 11c Skupina D-M: Závislost Wmax na W170, všechny osoby,  $R= 0.45$ ,  $n=192$



Obr. 11d Skupina D-M: Závislost W170/kg na VO2max/kg, všechny osoby,  $R= 0.36$ ,  $n=192$



Obr. 11e Skupina D-M: Závislost Wmax/kg na VO2max/kg, všechny osoby,  $R = 0.76$ ,  $n = 192$



Obr. 11f Skupina D-M: Závislost Wmax/kg na W170/kg, všechny osoby,  $R = 0.5$ ,  $n = 192$

**Tab. 75 (a-f) Skupina D-M (nesportovci): rozdělení dle věku**

V tabulkách jsou vždy uvedeny osy X a Y, rovnice regresní přímky, korelační koeficient a počet osob

<b>X:Y</b>	<b>Regres</b>	<b>R</b>	<b>počet</b>
VO2max : W170	$Y=38.7*X+41.4$	0.67	40
VO2max : Wmax	$Y=79.4*X+29$	0.83	40
W170 : Wmax	$Y=1.19*X+57.4$	0.72	40
VO2max/kg : W170/kg	$Y=0.05*X+0.32$	0.62	40
VO2max/kg : Wmax/kg	$Y=0.082*X+0.42$	0.75	40
W170/kg : Max/kg	$Y=1.04*X+1.41$	0.75	40

**Tab. 75a Skupina D-M: do 16 let**

<b>X:Y</b>	<b>Regres</b>	<b>R</b>	<b>počet</b>
VO2max : W170	$Y=39.5*X+57.7$	0.57	71
VO2max : Wmax	$Y=60.3*X+106$	0.68	71
W170 : Wmax	$Y=0.86*X+139$	0.67	71
VO2max/kg : W170/kg	$Y=0.042*X+0.68$	0.64	71
VO2max/kg : Wmax/kg	$Y=0.062*X+1.37$	0.64	71
W170/kg : Wmax/kg	$Y=0.82*X+2$	0.65	71

**Tab. 75b Skupina D-M: 17 až 25 let**

<b>X:Y</b>	<b>Regres</b>	<b>R</b>	<b>počet</b>
VO2max : W170	$Y=18.8*X+137$	0.30	40
VO2max : Wmax	$Y=57*X+96$	0.68	40
W170 : Wmax	$Y=0.51*X+179$	0.39	40
VO2max/kg : W170/kg	$Y=0.026*X+1.42$	0.37	40
VO2max/kg : Wmax/kg	$Y=0.077*X+0.42$	0.76	40
W170/kg : Max/kg	$Y=0.73*X+1.7$	0.50	40

**Tab. 75c Skupina D-M: 26 až 40 let**

<b>X:Y</b>	<b>Regres</b>	<b>R</b>	<b>počet</b>
VO2max : W170	$Y=36.9*X+128$	0.35	34
VO2max : Wmax	$Y=81.5*X+19.7$	0.69	34
W170 : Wmax	$Y=0.009*X+270$	0.008	34
VO2max/kg : W170/kg	$Y=0.047*X+1.13$	0.77	34
VO2max/kg : Wmax/kg	$Y=0.09*X-0.09$	0.76	34
W170/kg : Wmax/kg	$Y=0.25*X+2.49$	0.21	34

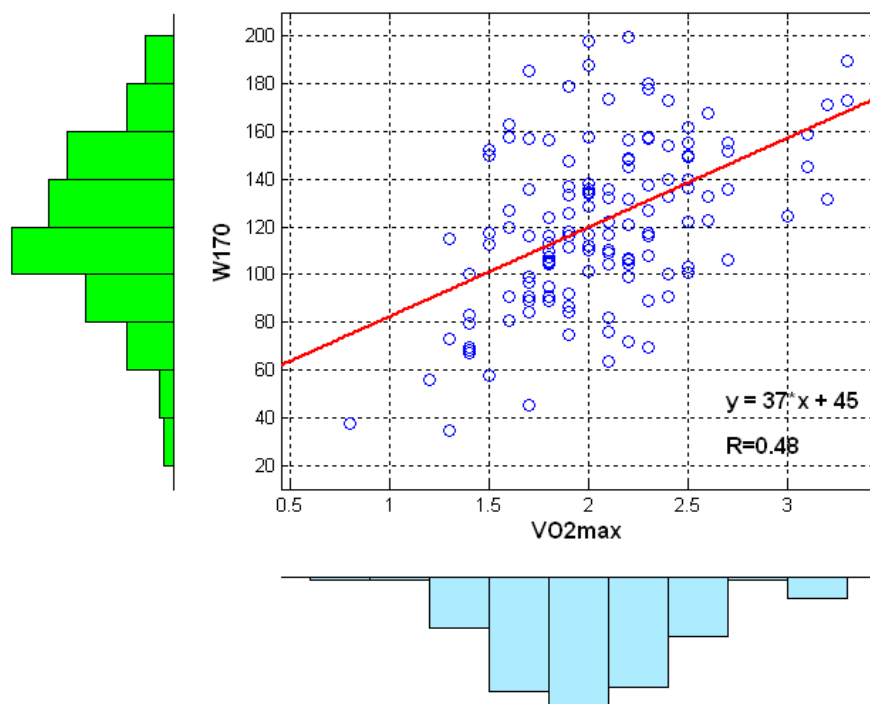
**Tab. 75d Skupina D-M: 41 až 55 let**

<b>X:Y</b>	<b>Regres</b>	<b>R</b>	<b>počet</b>
VO2max : W170	$Y=15.7*X+221$	0.17	7
VO2max : Wmax	$Y=62.3*X+56$	0.61	7
W170 : Wmax	$Y=0.72*X+22.5$	0.64	7
VO2max/kg : W170/kg	$Y=-0.04*X+4$	-0.66	7
VO2max/kg : Wmax/kg	$Y=0.012*X+2$	0.14	7
W170/kg : Max/kg	$Y=0.24*X+1.63$	0.17	7

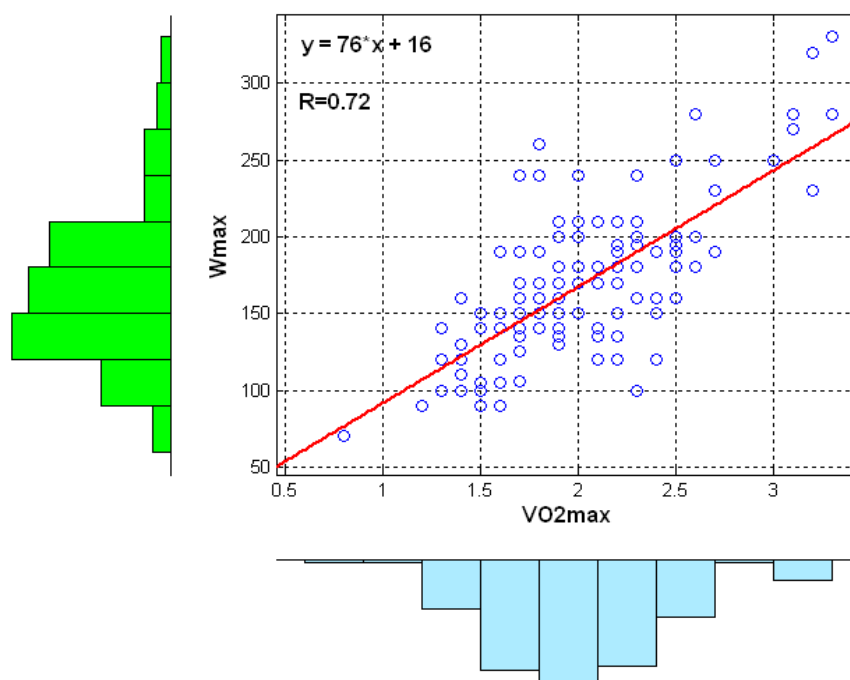
**Tab. 75e Skupina D-M: nad 55 let**



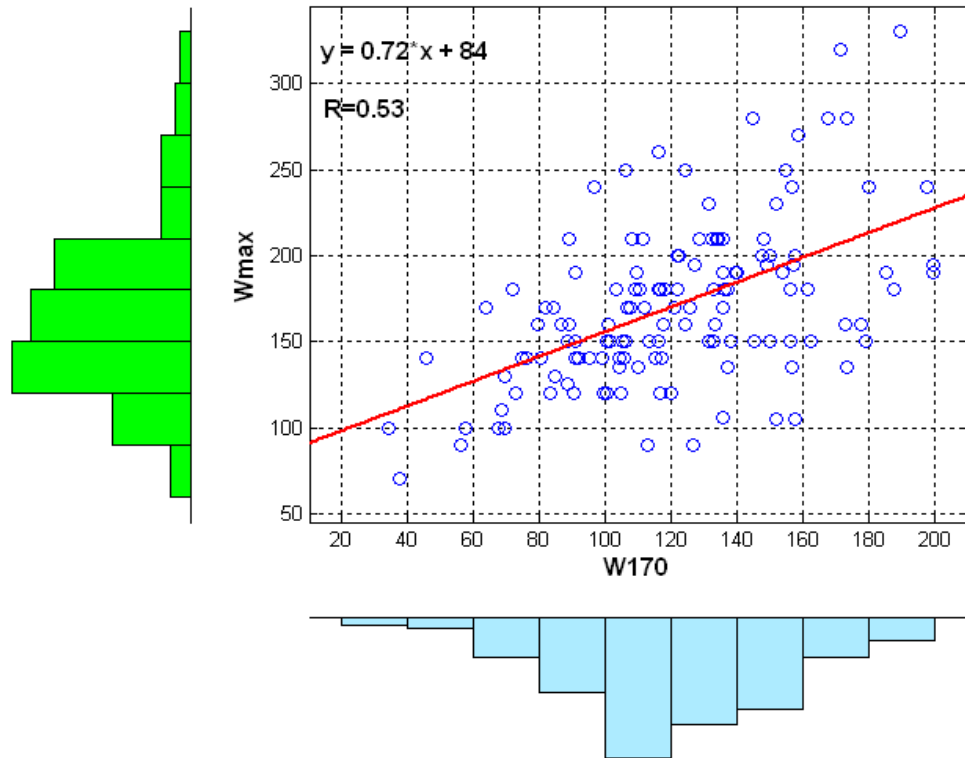
**Obr. 12(a-f) Korelační závislosti mezi spiroergometrickými parametry u skupiny D-Z (nesportovkyně)**



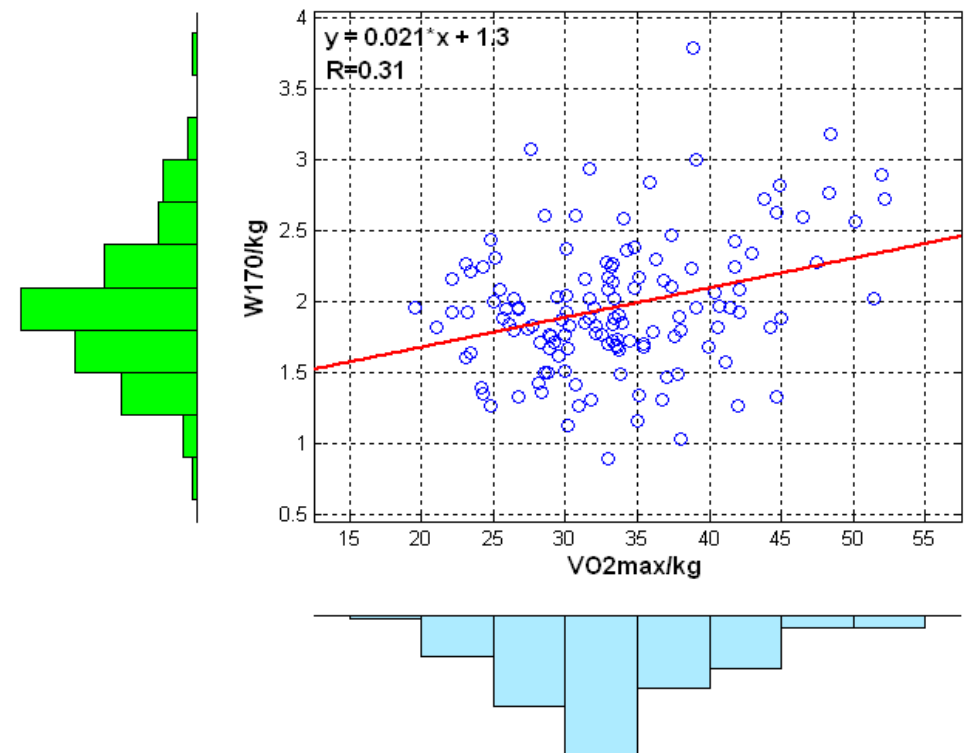
**Obr. 12a Skupina D-Z: Závislost W170 na VO2max, všechny osoby,  $R = 0.48$ ,  $n = 135$**



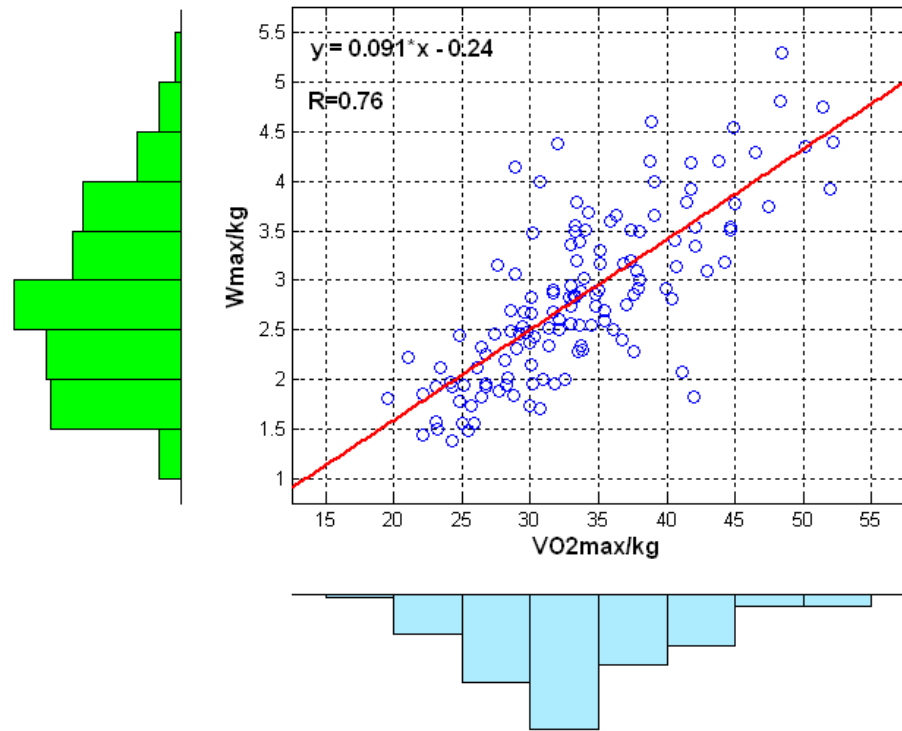
**Obr. 12b Skupina D-Z: Závislost Wmax na VO2max, všechny osoby  $R = 0.72$ ,  $n = 135$**



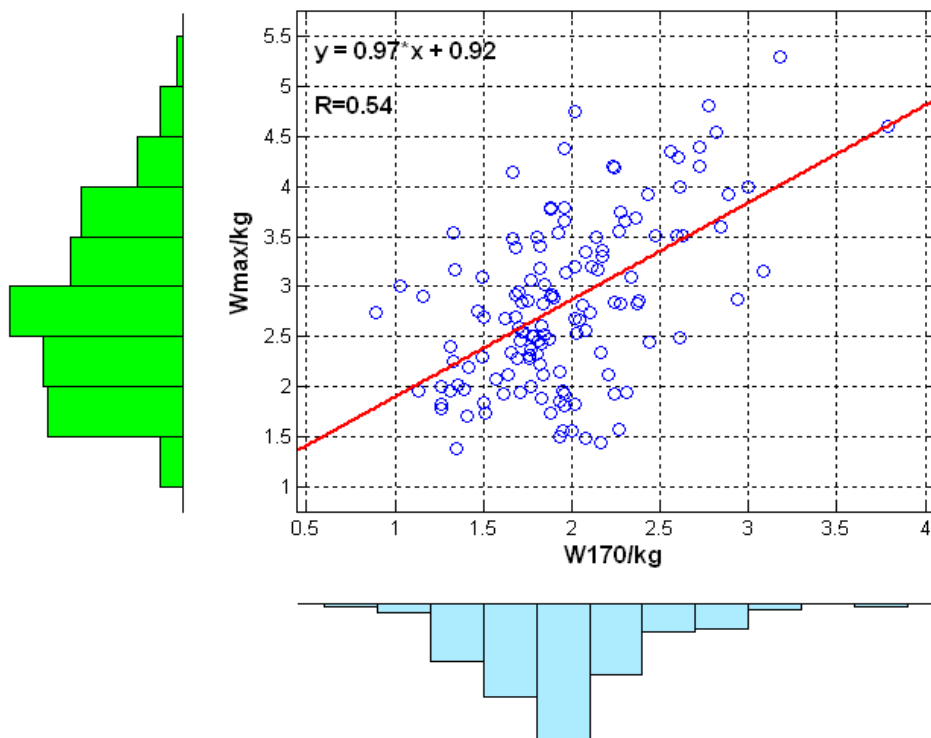
Obr. 12c Skupina D-Z: Závislost Wmax na W170, všechny osoby,  $R = 0.53$ ,  $n = 135$



Obr. 12d Skupina D-Z: Závislost W170/kg na VO2max/kg, všechny osoby,  $R = 0.31$ ,  $n = 135$



Obr. 12e Skupina D-Z: Závislost Wmax/kg na VO2max/kg, všechny osoby,  $R = 0.76$ ,  $n = 135$



Obr. 12f Skupina D-Z: Závislost Wmax/kg na W170/kg, všechny osoby,  $R = 0.54$ ,  $n = 135$

**Tab. 76 (a-f) Skupina D-Z (nesportovkyně): rozdělení dle věku**

V tabulkách jsou vždy uvedeny osy X a Y, rovnice regresní přímky, korelační koeficient a počet osob

<b>X:Y</b>	<b>Regres</b>	<b>R</b>	<b>počet</b>
VO <sub>2</sub> max : W170	$Y=51.7*X+1.52$	0.83	35
VO <sub>2</sub> max : Wmax	$Y=86.8*X+6.44$	0.87	35
W170 : Wmax	$Y=1.39*X+33.5$	0.87	35
VO <sub>2</sub> max/kg : W170/kg	$Y=0.052*X-0.009$	0.69	35
VO <sub>2</sub> max/kg : Wmax/kg	$Y=0.08*X+0.37$	0.74	35
W170/kg : Wmax/kg	$Y=1.08*X+1.27$	0.76	35

**Tab. 76a Skupina D-Z: Do 16 let**

<b>X:Y</b>	<b>Regres</b>	<b>R</b>	<b>počet</b>
VO <sub>2</sub> max : W170	$Y=31.2*X+47.4$	0.47	35
VO <sub>2</sub> max : Wmax	$Y=75*X+20.3$	0.68	35
W170 : Wmax	$Y=1.19*X+45.5$	0.7	35
VO <sub>2</sub> max/kg : W170/kg	$Y=0.02*X+1.19$	0.28	35
VO <sub>2</sub> max/kg : Wmax/kg	$Y=0.07*X+0.51$	0.56	35
W170/kg : Wmax/kg	$Y=1.08*X+0.99$	0.62	35

**Tab. 76b Skupina D-Z: 17 až 25 let**

<b>X:Y</b>	<b>Regres</b>	<b>R</b>	<b>počet</b>
VO2max : W170	$Y=32*X+70.2$	0.31	35
VO2max : Wmax	$Y=50.4*X+65$	0.50	35
W170 : Wmax	$Y=0.55*X+96.7$	0.55	35
VO2max/kg : W170/kg	$Y=0.025*X+1.23$	0.26	35
VO2max/kg : Wmax/kg	$Y=0.089*X-0.24$	0.70	35
W170/kg : Wmax/kg	$Y=0.94*X+0.67$	0.71	35

**Tab. 76c Skupina D-Z: 26 až 40 let**

<b>X:Y</b>	<b>Regres</b>	<b>R</b>	<b>počet</b>
VO2max : W170	$Y=9.27*X+116$	0.11	29
VO2max : Wmax	$Y=65.5*X+23$	0.64	29
W170 : Wmax	$Y=0.39*X+98$	0.32	29
VO2max/kg : W170/kg	$Y=-0.002*X+1.98$	-0.03	29
VO2max/kg : Wmax/kg	$Y=0.082*X-0.11$	0.67	29
W170/kg : Max/kg	$Y=0.41*X+1.39$	0.26	29

**Tab. 76e Skupina D-Z: 41 až 55 let**

**Ve věkové skupině nad 55 let nemáme žádné údaje**

**Tab. 77 Skupina A-M (vytrvalci):  
Souhrnná tabulka korelačních závislostí  
Celý soubor (n=759) bez rozdílu věku**

Osa X	Osa Y	R	počet
VO2max	W170	0.65	759
<b>Wmax</b>	<b>VO2max</b>	<b>0.87</b>	<b>759</b>
W170	Wmax	0.71	759
VO2max/kg	W170/kg	0.28	757
<b>Wmax/kg</b>	<b>VO2max/kg</b>	<b>0.76</b>	<b>759</b>
W170/kg	Wmax/kg	0.44	757

**Tab. 78 Skupina A-Z (vytrvalkyně):  
Souhrnná tabulka korelačních závislostí  
Celý soubor (n=307) bez rozdílu věku**

Osa X	Osa Y	R	počet
VO2max	W170	0.68	307
<b>VO2max</b>	<b>Wmax</b>	<b>0.87</b>	<b>307</b>
W170	Wmax	0.74	307
VO2max/kg	W170/kg	0.38	307
<b>VO2max/kg</b>	<b>Wmax/kg</b>	<b>0.73</b>	<b>307</b>
W170/kg	Wmax/kg	0.52	307

**Tab. 79 Skupina B-M (hráči týmových sportů):  
Souhrnná tabulka korelačních závislostí  
Celý soubor (n=446) bez rozdílu věku**

Osa X	Osa Y	R	počet
VO2max	W170	0.63	446
<b>VO2max</b>	<b>Wmax</b>	<b>0.89</b>	<b>446</b>
W170	Wmax	0.69	446
VO2max/kg	W170/kg	0.25	446
<b>VO2max/kg</b>	<b>Wmax/kg</b>	<b>0.78</b>	<b>446</b>
W170/kg	Wmax/kg	0.4	446

**Tab. 80 Skupina B-Z (hráčky týmových sportů):  
Souhrnná tabulka korelačních závislostí  
Celý soubor (n=161) bez rozdílu věku**

Osa X	Osa Y	R	počet
VO2max	W170	0.53	161
<b>VO2max</b>	<b>Wmax</b>	<b>0.78</b>	<b>161</b>
W170	Wmax	0.65	161
VO2max/kg	W170/kg	0.4	161
<b>VO2max/kg</b>	<b>Wmax/kg</b>	<b>0.78</b>	<b>161</b>
W170/kg	Wmax/kg	0.6	161

**Tab. 81 Skupina C-M (ostatní sportovci):  
Souhrnná tabulka korelačních závislostí  
Celý soubor (n=192) bez rozdílu věku**

Osa X	Osa Y	R	počet
VO2max	W170	0.69	618
<b>VO2max</b>	<b>Wmax</b>	<b>0.86</b>	<b>618</b>
W170	Wmax	0.73	618
VO2max/kg	W170/kg	0.38	618
<b>VO2max/kg</b>	<b>Wmax/kg</b>	<b>0.76</b>	<b>618</b>
W170/kg	Wmax/kg	0.5	618

**Tab. 82 Skupina C-Z (ostatní sportovkyně):  
Souhrnná tabulka korelačních závislostí  
Celý soubor (n=159) bez rozdílu věku**

sa X	Osa Y	R	počet
VO2max	W170	0.51	159
<b>VO2max</b>	<b>Wmax</b>	<b>0.65</b>	<b>159</b>
W170	Wmax	<b>0.53</b>	159
VO2max/kg	W170/kg	<b>0.44</b>	159
<b>VO2max/kg</b>	<b>Wmax/kg</b>	<b>0.65</b>	<b>159</b>
W170/kg	Wmax/kg	<b>0.55</b>	159



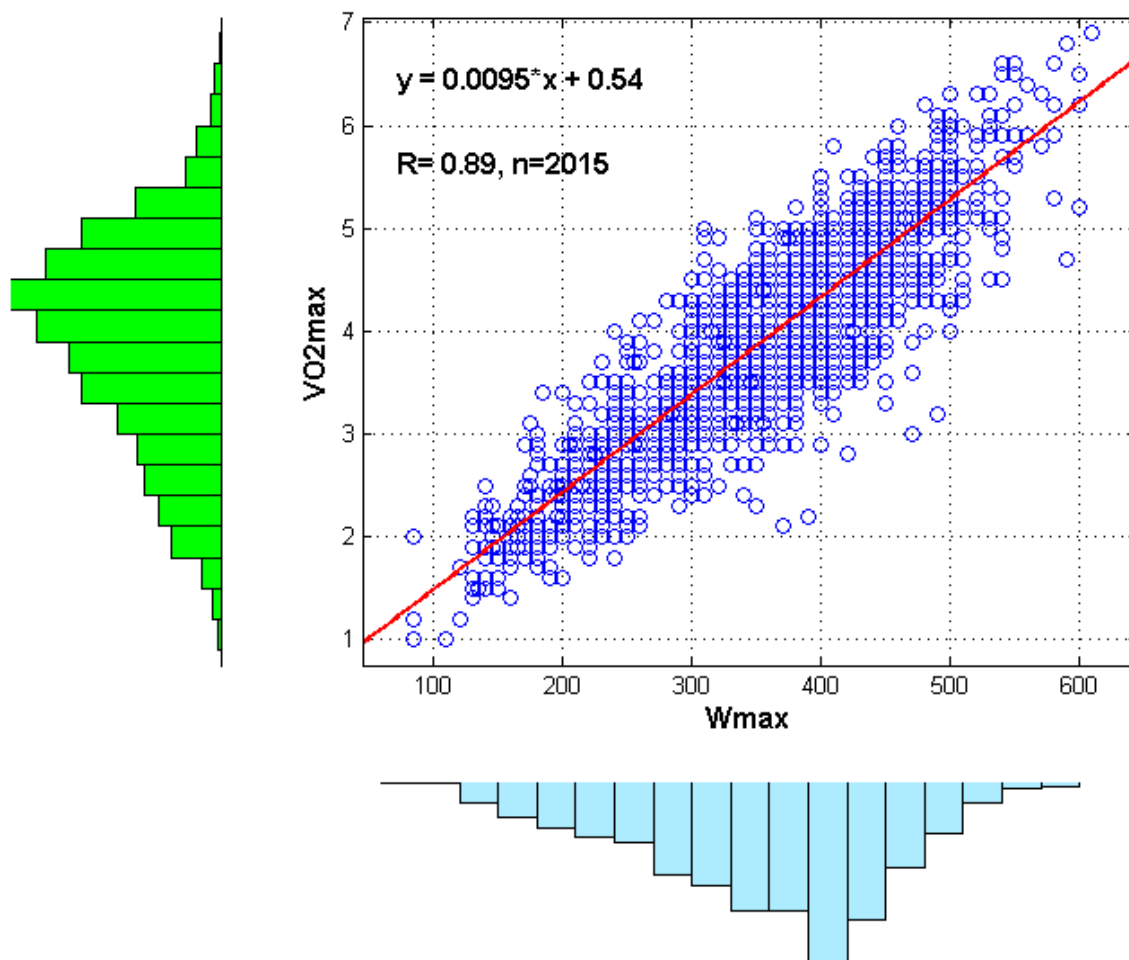
**Tab. 83 Skupina D-M (nesportující muži):  
Souhrnná tabulka korelačních závislostí  
Celý soubor (n=192) bez rozdílu věku**

Osa X	Osa Y	R	počet
VO2max	W170	0.50	192
<b>VO2max</b>	<b>Wmax</b>	<b>0.77</b>	<b>192</b>
W170	Wmax	0.45	192
VO2max/kg	W170/kg	0.36	192
<b>VO2max/kg</b>	<b>Wmax/kg</b>	<b>0.76</b>	<b>192</b>
W170/kg	Wmax/kg	0.5	192

**Tab. 84 Skupina D-Z (nesportující ženy):  
Souhrnná tabulka korelačních závislostí  
Celý soubor (n=135) bez rozdílu věku**

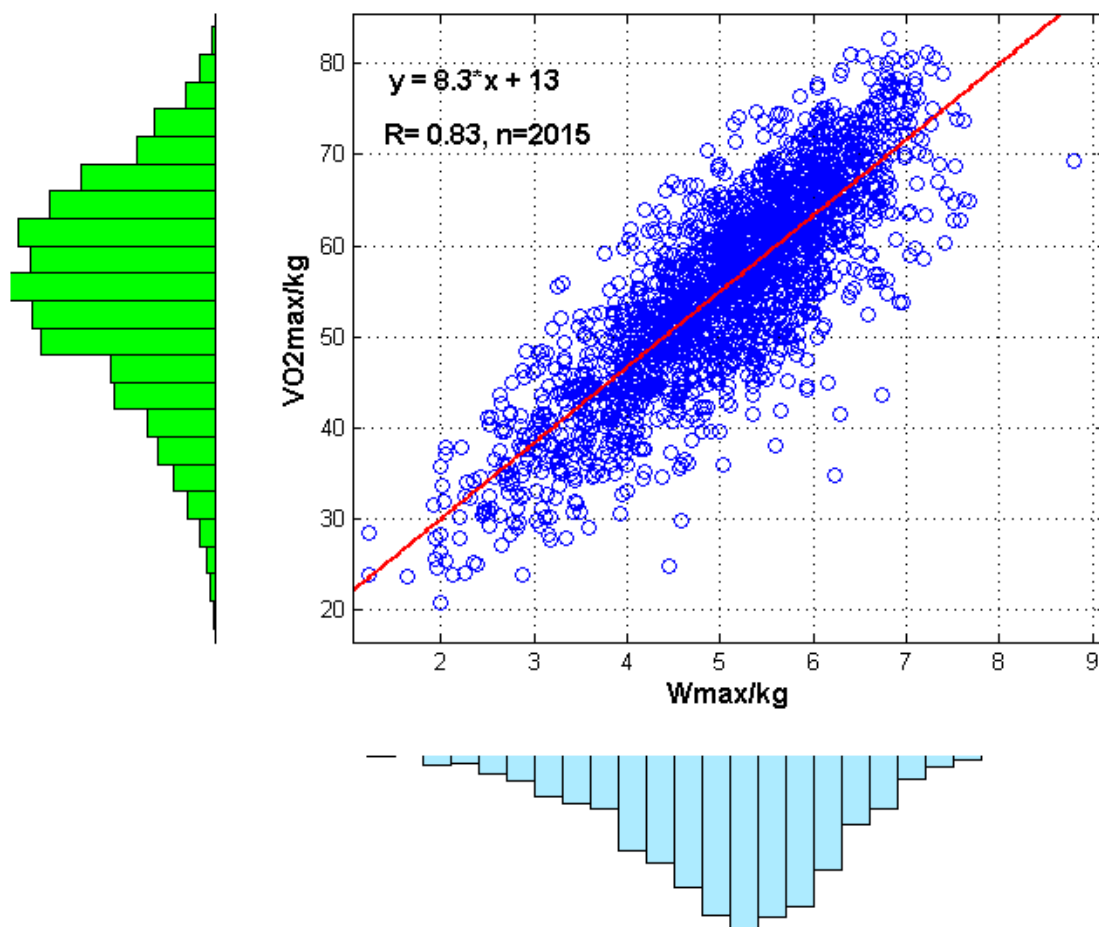
Osa X	Osa Y	R	počet
VO2max	W170	0.48	135
<b>VO2max</b>	<b>Wmax</b>	<b>0.72</b>	<b>135</b>
W170	Wmax	<b>0.53</b>	135
VO2max/kg	W170/kg	0.31	135
<b>VO2max/kg</b>	<b>Wmax/kg</b>	<b>0.76</b>	<b>135</b>
W170/kg	Wmax/kg	<b>0.54</b>	135

**Obr. 13 Korelační závislost mezi VO2max a Wmax u souboru mužů (n=2015)**



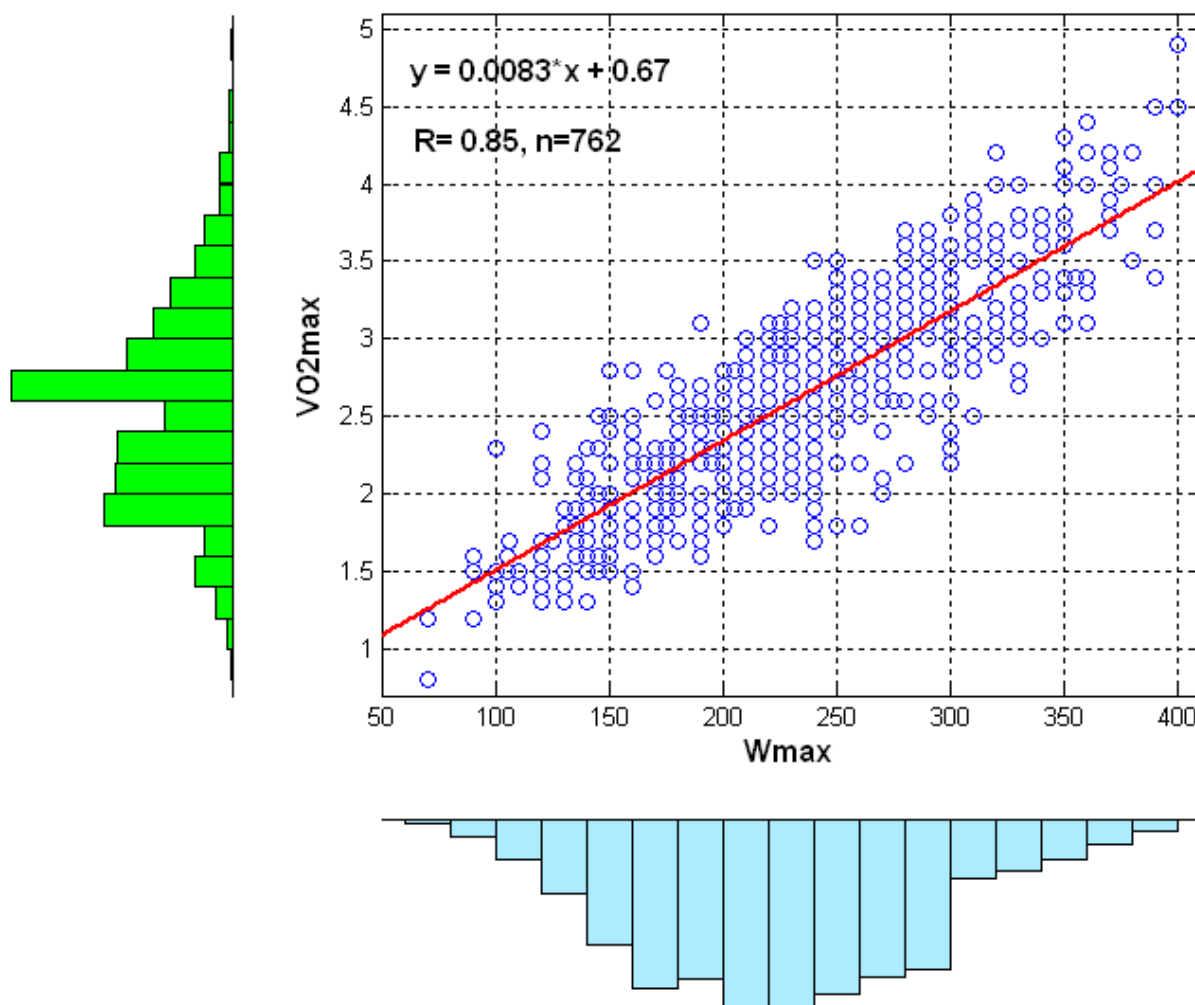
$$\text{VO2max} = 0.0095 \cdot \text{Wmax} + 0.54 \text{ (l/min)}$$

**Obr. 14 Korelační závislost mezi VO2max/kg a Wmax/kg u souboru mužů (n=2015)**



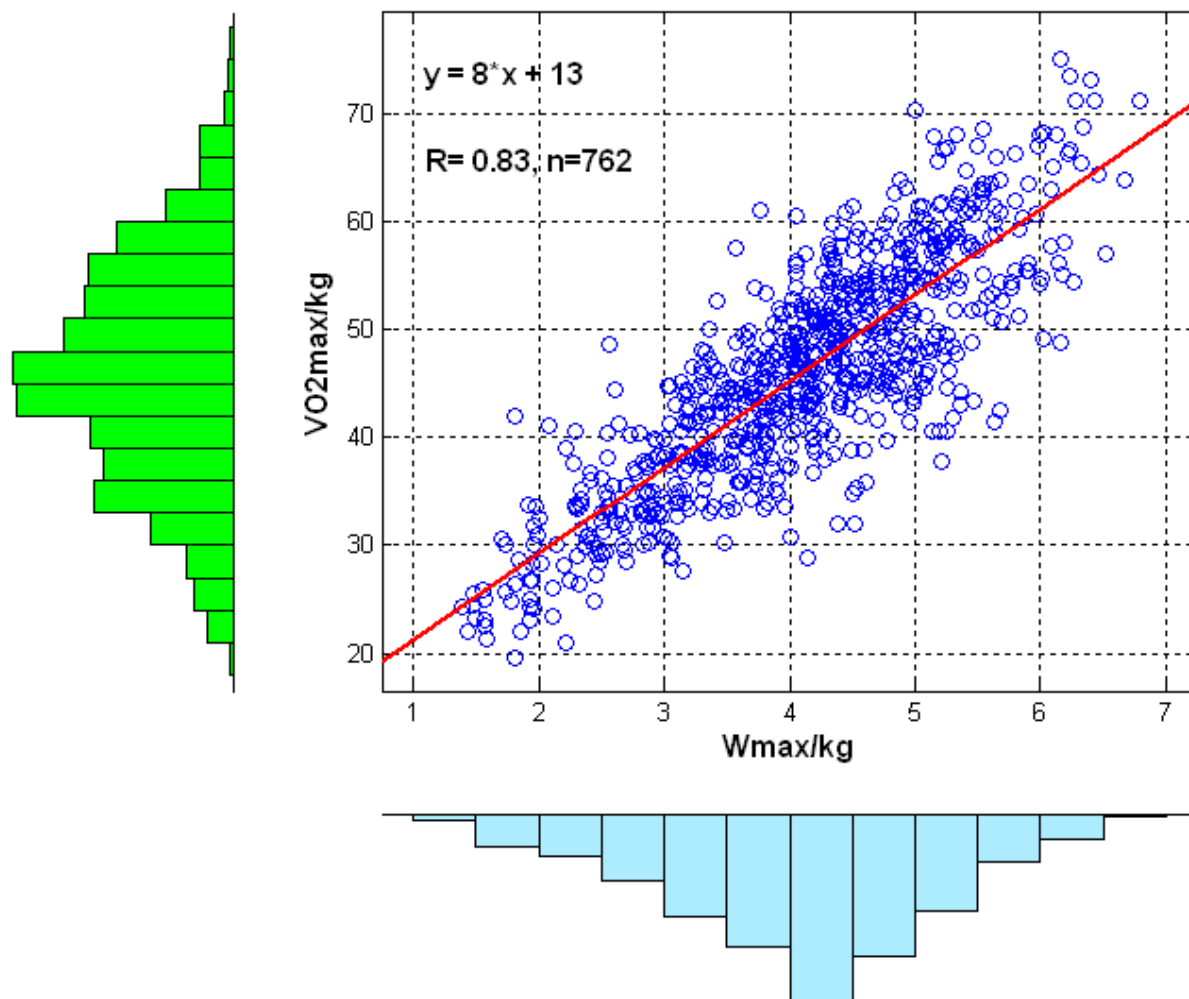
$$\text{VO2max/kg} = 8.3 \cdot \text{Wmax/kg} + 13 \text{ (ml/min/kg)}$$

**Obr. 15 Korelační závislost mezi VO2max a Wmax u souboru žen (n=762)**



$$\text{VO2max} = 0.0083 \cdot \text{Wmax} + 0.67 \text{ (l/min)}$$

**Obr. 16 Korelační závislost mezi VO<sub>2</sub>max/kg a Wmax/kg u souboru žen (n=762)**



$$\text{VO}_2\text{max/kg} = 8.0 \cdot \text{Wmax/kg} + 13 \text{ (ml/min)}$$

**Tab. 85 Regresní rovnice pro výpočet VO<sub>2</sub>max a VO<sub>2</sub>max/kg ve vztahu k maximálnímu dosaženému výkonu W<sub>max</sub> a W<sub>max</sub>/kg (muži)**

X:Y	Regres	R	počet
W170:VO <sub>2</sub> max	Y=0.009·X+1.95	<b>0.65</b>	<b>2015</b>
<b>W<sub>max</sub>: VO<sub>2</sub>max</b>	<b>Y=0.0095·X+0.54</b>	<b>0.80</b>	<b>2015</b>
W170 : W <sub>max</sub>	Y=0.89·X+161	<b>0.68</b>	<b>2015</b>
W170/kg: VO <sub>2</sub> max/kg	Y=5.51·X+38.5	<b>0.38</b>	<b>2015</b>
<b>W<sub>max</sub>/kg: VO<sub>2</sub>max/kg</b>	<b>Y=8.32·X +13.4</b>	<b>0.83</b>	<b>2015</b>
W170/kg : W <sub>max</sub> /kg	Y=0.7·X+2.9	<b>0.49</b>	<b>2013</b>

$$\text{VO}_{2\text{max}} = 0.0095 \cdot \text{W}_{\text{max}} + 0.54 \text{ (l/min)}$$

$$\text{VO}_{2\text{max/kg}} = 8.32 \cdot \text{W}_{\text{max/kg}} + 13.4 \text{ (ml/min)}$$

**Tab. 86 Regresní rovnice pro výpočet VO<sub>2</sub>max a VO<sub>2</sub>max/kg ve vztahu k maximálnímu dosaženému výkonu W<sub>max</sub> a W<sub>max</sub>/kg (ženy)**

X:Y	Regres	R	počet
W170:VO <sub>2</sub> max	Y=0.0091·X+1.37	<b>0.61</b>	<b>762</b>
<b>W<sub>max</sub>: VO<sub>2</sub>max</b>	<b>Y=0.0083·X+0.67</b>	<b>0.85</b>	<b>762</b>
W170 : W <sub>max</sub>	Y=0.99·X+96	<b>0.66</b>	<b>762</b>
W170/kg: VO <sub>2</sub> max/kg	Y=8.2·X+26.6	<b>0.5</b>	<b>762</b>
<b>W<sub>max</sub>/kg: VO<sub>2</sub>max/kg</b>	<b>Y=8.0·X +13.2</b>	<b>0.83</b>	<b>762</b>
W170/kg : W <sub>max</sub> /kg	Y=1.05·X+1.6	<b>0.6</b>	<b>762</b>

$$\text{VO}_{2\text{max}} = 0.0083 \cdot \text{W}_{\text{max}} + 0.67 \text{ (l/min)}$$

$$\text{VO}_{2\text{max/kg}} = 8.0 \cdot \text{W}_{\text{max/kg}} + 13.2 \text{ (ml/min)}$$

**Tab. 87-92 Soubor všech vyšetření (n=2777, bez rozdílu věku a pohlaví)**

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	173.6	175.5	202.0	125.5	10.9	2777
Hmot	68.1	69.5	145.6	20.6	15.2	2777
Vek	23.6	19.0	95.0	7.0	12.3	2777
Tuk	14.4	13.9	73.0	1.5	6.0	2547
TFklid	66.6	66.0	122.0	34.0	13.2	2777
TKs	120.6	120.0	200.0	75.0	14.8	2770
TKd	73.0	71.0	115.0	30.0	10.8	2770
VC	4528	4575	8270	1370	1064	1958
FEV1	3800	3820	6250	1340	799	1846
METS	15.0	15.0	29.8	5.6	3.3	2777
% normy	127.8	124.1	353.4	44.1	32.6	2773
W170/kg	2.9	2.8	6.7	0.9	0.8	2775
VEmax	110.2	109.3	219.0	27.7	33.2	2777
VO2max	3.60	3.60	6.90	0.80	1.10	2777
VCO2max	4.24	4.30	8.80	0.90	1.35	2777
VO2m/kg	52.9	53.5	82.6	19.5	11.6	2777
VO2m/TF	19.53	19.55	41.13	4.22	6.19	2777
Rmax	1.09	1.08	1.19	0.87	0.05	2774
TFmax	186.2	187.0	230.0	115.0	11.8	2777
DFmax	47.4	48.0	60.0	22.0	8.2	1354
Wmax	325.6	330.0	610.0	70.0	104.6	2777
W170	199.6	193.7	494.5	34.3	76.0	2777
Wmax/kg	4.79	4.89	8.80	1.23	1.16	2777

**Tab. 87 Všechna vyšetření (n=2777) bez rozdílu věku a pohlaví**

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	166.1	167.0	196.5	125.5	11.8	980
Hmot	55.6	55.2	98.9	20.6	13.2	980
Vek	14.0	14.0	16.0	7.0	1.7	980
Tuk	14.9	14.5	73.0	1.5	5.4	913
TFklid	70.6	70.0	122.0	36.0	12.7	980
TKs	115.8	115.0	160.0	75.0	13.7	979
TKd	68.5	70.0	115.0	30.0	10.2	979
VC	3807	3710	7390	1370	994	712
FEV1	3318	3280	5670	1340	783	652
METS	13.5	13.4	21.9	5.6	2.8	980
% normy	122.7	119.3	266.6	44.1	31.1	977
W170/kg	2.64	2.59	4.67	0.89	0.65	979
VEmax	92.0	86.0	187.0	27.7	28.0	980
VO2max	2.97	2.80	5.90	0.80	0.96	980
VCO2max	3.47	3.30	7.30	0.90	1.18	980
VO2m/kg	53.2	53.6	80.6	22.6	10.0	980
VO2m/TF	15.6	14.7	32.6	4.2	5.1	980
Rmax	1.07	1.07	1.19	0.89	0.04	980
TFmax	191.6	192.0	227.0	134.0	9.0	980
DFmax	49.0	50.0	60.0	24.0	7.7	469
Wmax	269.1	260.0	520.0	70.0	88.9	980
W170	148.1	140.1	379.5	34.3	55.3	980
Wmax/kg	4.81	4.87	8.80	1.23	0.99	980

**Tab. 88 Všechna vyšetření: Do 16 let**

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	177.9	178.5	202.0	153.5	7.9	979
Hmot	72.2	72.0	110.0	42.0	10.4	979
Vek	19.7	19.0	25.0	17.0	2.5	979
Tuk	12.7	11.8	32.9	1.5	6.0	920
TFklid	65.0	64.0	118.0	34.0	12.4	979
TKs	122.4	120.0	175.0	85.0	13.4	976
TKd	73.8	75.0	105.0	30.0	9.6	976
VC	5000	4990	8270	2790	890	669
FEV1	4218	4205	6250	2580	649	636
METS	15.7	15.8	29.8	5.7	3.1	979
% normy	128.9	126.3	240.7	49.2	30.5	978
W170/kg	2.97	2.90	6.02	1.23	0.77	979
VEmax	119.2	118.9	219.0	28.9	31.6	979
VO2max	3.99	4.10	6.80	1.40	1.01	979
VCO2max	4.70	4.80	8.10	1.60	1.22	979
VO2m/kg	55.2	55.6	82.6	20.8	11.4	979
VO2m/TF	21.4	21.6	40.9	7.0	5.5	979
Rmax	1.09	1.08	1.19	0.87	0.04	977
TFmax	188.0	188.0	230.0	139.0	9.3	979
DFmax	47.7	48.0	60.0	24.0	8.1	417
Wmax	367.2	380.0	600.0	100.0	95.5	979
W170	215.5	214.7	463.5	63.6	65.3	979
Wmax/kg	5.08	5.19	7.67	1.57	1.11	979

**Tab. 89** Všechna vyšetření: 17 až 25 let

	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	178.3	178.8	202.0	154.5	7.3	466
Hmot	77.3	77.5	145.6	49.5	11.2	466
Vek	32.2	32.0	40.0	26.0	4.2	466
Tuk	14.6	14.0	35.0	1.5	6.0	426
TFklid	63.5	60.0	112.0	37.0	13.7	466
TKs	123.1	124.0	175.0	90.0	15.1	463
TKd	76.3	75.0	110.0	50.0	10.3	463
VC	5028	5055	7170	2890	763	324
FEV1	4033	4015	5650	2470	605	306
METS	16.1	16.3	24.3	6.7	3.5	466
% normy	133.8	131.0	252.0	57.1	34.2	466
W170/kg	3.11	3.11	5.31	1.13	0.84	465
VEmax	125.9	127.7	210.6	48.2	30.7	466
VO2max	4.06	4.20	6.90	1.30	1.04	466
VCO2max	4.83	5.00	8.80	1.40	1.28	466
VO2m/kg	52.7	53.2	80.9	21.0	12.3	466
VO2m/TF	22.4	22.9	41.1	7.4	5.8	466
Rmax	1.10	1.10	1.19	0.91	0.06	465
TFmax	182.4	182.0	207.0	150.0	9.8	466
DFmax	47.5	48.0	60.0	28.0	8.2	249
Wmax	365.2	380.0	610.0	100.0	100.2	466
W170	240.9	238.3	433.8	57.6	72.4	466
Wmax/kg	4.75	4.89	7.63	1.39	1.24	466

**Tab. 90** Všechna vyšetření: 26 až 40 let



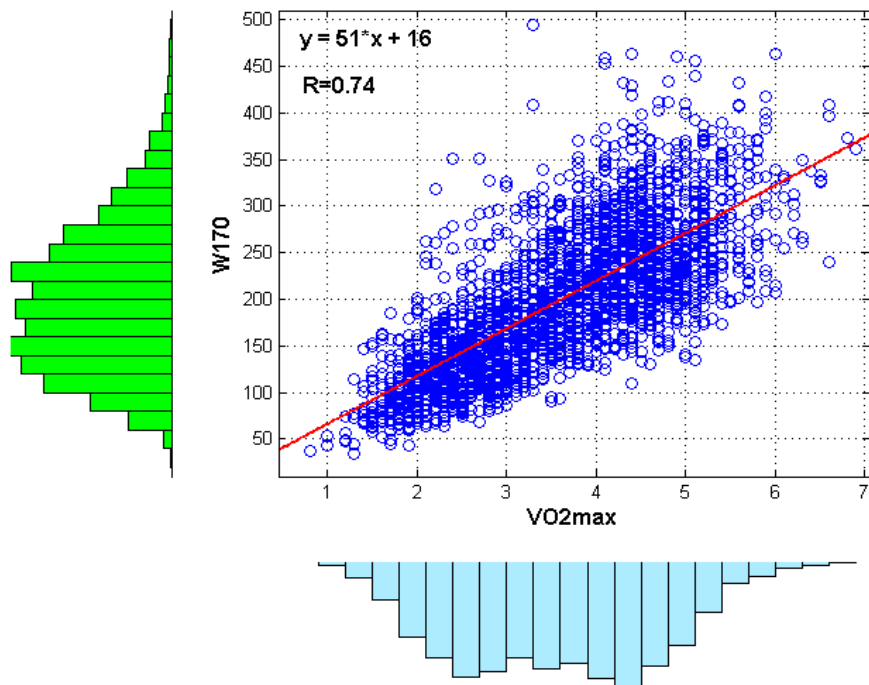
	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	176.6	177.5	195.0	148.0	8.1	283
Hmot	80.0	80.0	127.8	49.8	12.4	283
Vek	46.8	46.0	55.0	41.0	4.1	283
Tuk	17.7	17.0	34.9	1.5	6.0	225
TFklid	64.8	62.0	114.0	38.0	13.7	283
TKs	123.2	122.0	171.0	80.0	15.6	283
TKd	78.5	80.0	110.0	50.0	10.7	283
VC	4814	4850	7240	2470	852	192
FEV1	3823	3860	5600	2260	653	191
METS	15.1	15.3	24.2	7.5	3.7	283
% normy	131.9	125.5	353.4	57.1	37.8	283
W170/kg	3.08	3.03	6.07	1.39	0.93	283
VEmax	116.9	118.3	216.0	41.2	32.2	283
VO2max	3.67	3.90	6.00	1.50	1.02	283
VCO2max	4.38	4.60	7.30	1.70	1.23	283
VO2m/kg	46.2	47.1	74.5	19.5	12.3	283
VO2m/TF	21.5	22.3	33.6	9.0	6.0	283
Rmax	1.10	1.10	1.19	0.93	0.04	283
TFmax	172.9	173.0	210.0	130.0	11.1	283
DFmax	43.3	42.0	60.0	22.0	8.1	164
Wmax	323.5	350.0	510.0	90.0	100.4	283
W170	245.9	248.3	460.7	90.7	77.6	283
Wmax/kg	4.08	4.18	6.83	1.44	1.27	283

**Tab. 91 Všechna vyšetření: 41 až 55 let**

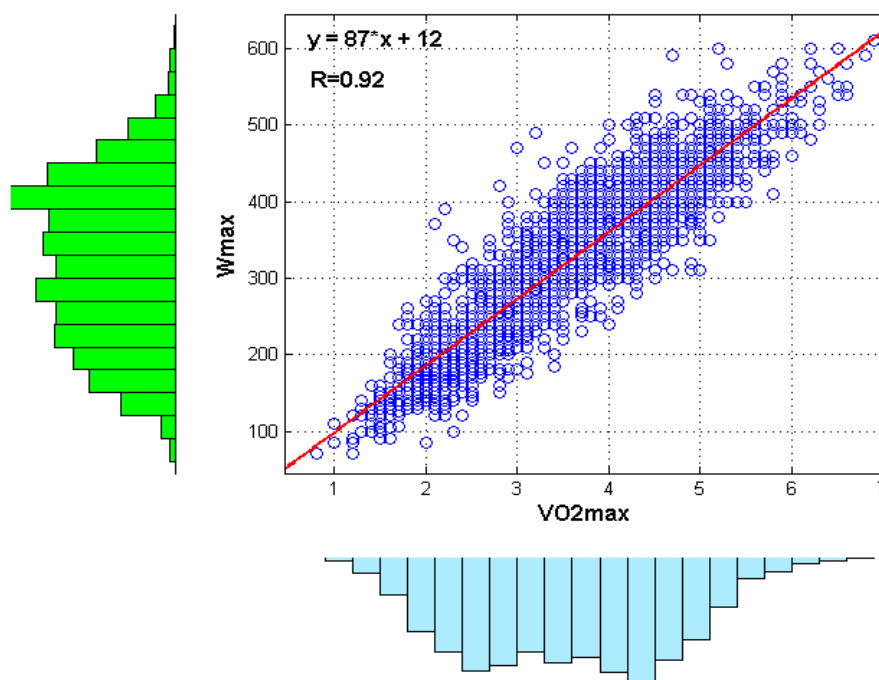
	Mean	Median	Max	Min	Std	N
Vyska	174.5	174.0	202.0	158.5	7.1	69
Hmot	78.5	74.6	117.8	60.2	13.2	69
Vek	62.3	61.0	95.0	56.0	6.8	69
Tuk	18.8	17.1	47.0	3.9	7.4	63
TFklid	58.6	57.0	105.0	43.0	11.1	69
TKs	135.1	134.0	200.0	100.0	19.5	69
TKd	81.8	80.0	115.0	59.0	12.2	69
VC	4200	4240	7130	2560	750	61
FEV1	3342	3410	6250	1810	675	61
METS	15.5	16.0	22.9	8.2	3.8	69
% normy	126.9	120.7	268.3	68.2	37.4	69
W170/kg	3.08	3.01	6.71	1.26	0.93	69
VEmax	106.9	106.0	216.0	53.5	29.3	69
VO2max	3.45	3.50	6.00	1.70	0.90	69
VCO2max	4.03	4.20	7.40	2.00	1.06	69
VO2m/kg	45.0	46.8	75.1	21.3	12.4	69
VO2m/TF	21.7	22.5	33.4	9.9	5.6	69
Rmax	1.10	1.08	1.19	0.92	0.07	69
TFmax	163.3	164.0	230.0	115.0	15.9	69
DFmax	42.3	44.0	60.0	26.0	8.7	55
Wmax	278.6	290.0	530.0	85.0	85.1	69
W170	238.4	230.4	494.5	88.7	72.9	69
Wmax/kg	3.67	3.87	7.50	1.23	1.26	69

**Tab. 92 Všechna vyšetření: Nad 55 let**

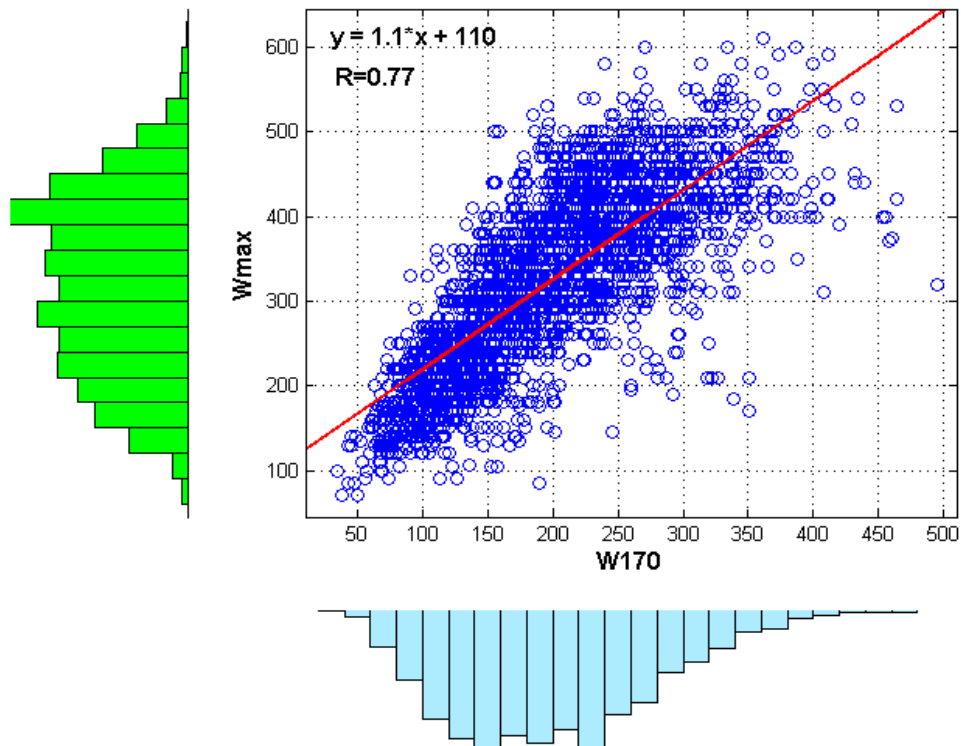
**Obr. 17 (a-f) Korelační závislosti mezi spiroergometrickými parametry u souboru všech vyšetření**



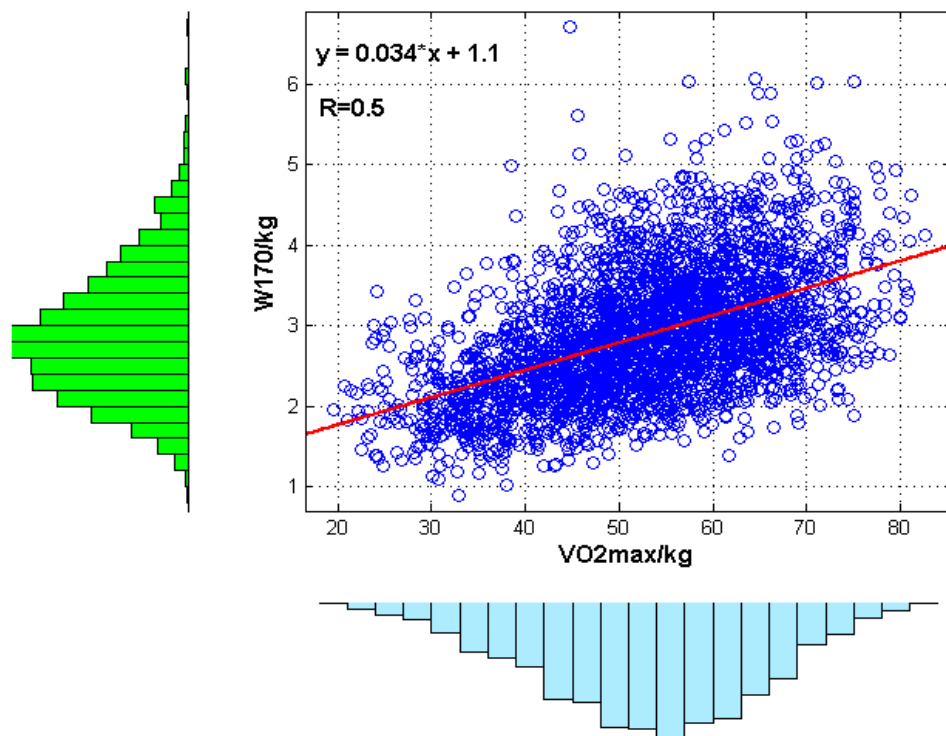
**Obr. 17a Závislost  $W_{170}$  na  $VO_{2max}$ , všechna vyšetření,  $R = 0.74$ ,  $n = 2777$**



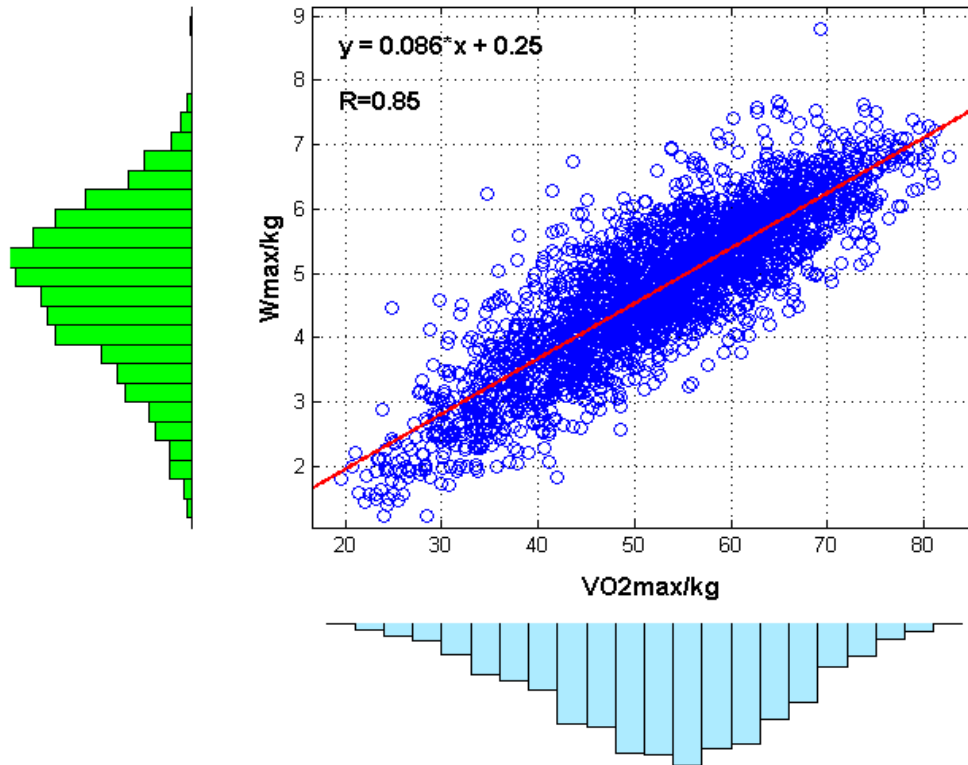
**Obr. 17b Závislost  $W_{max}$  na  $VO_{2max}$ , všechna vyšetření,  $R = 0.92$ ,  $n = 2777$**



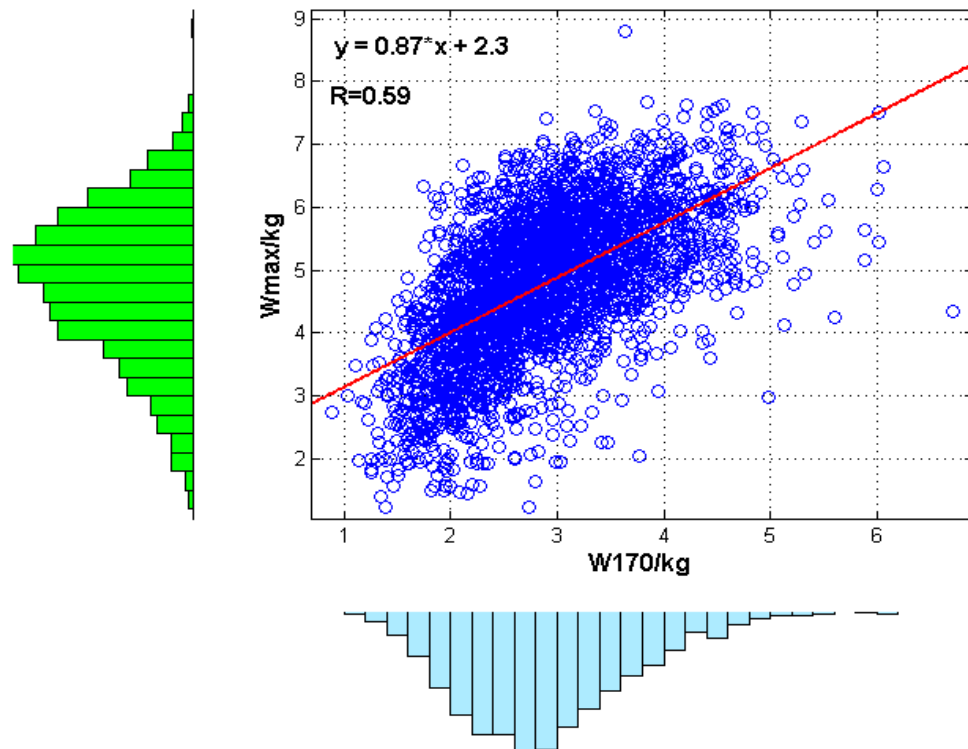
Obr. 17c Závislost Wmax na W170, všechna vyšetření,  $R = 0.77$ ,  $n = 2777$



Obr. 17d Závislost W170/kg na VO2max, všechna vyšetření,  $R = 0.50$ ,  $n = 2775$



Obr. 17e Závislost  $W_{max}/kg$  na  $VO_{2max}/kg$ , všechna vyšetření,  $R = 0.85$ ,  $n = 2777$



Obr. 17f Závislost  $W_{max}/kg$  na  $W_{170}/kg$ , všechna vyšetření,  $R = 0.59$ ,  $n = 2775$

**Tab. 93 (a-f) Korelační závislosti mezi spiroergometrickými parametry u souboru všech vyšetření bez ohledu na pohlaví - rozdělení dle věku**  
 V tabulkách jsou vždy uvedeny osy X a Y, rovnice regresní přímky, korelační koeficient a počet osob  
 (Rovnice pro výpočet VO<sub>2</sub>max resp. VO<sub>2</sub>max/kg ve vztahu k W<sub>max</sub> resp. k W<sub>max</sub>/kg jsou vyznačeny modře)

<b>X:Y</b>	<b>Regres</b>	<b>R</b>	<b>počet</b>
VO <sub>2</sub> max : W170	Y=45·X+15	<b>0.77</b>	<b>980</b>
<b>VO<sub>2</sub>max : W<sub>max</sub></b> <b>W<sub>max</sub> : VO<sub>2</sub>max</b>	<b>Y=85.7·X+14.6</b> <b>Y=0.012·X-0.17</b>	<b>0.92</b>	<b>980</b>
W170 : W <sub>max</sub>	Y=1.31·X+76	<b>0.81</b>	<b>980</b>
VO <sub>2</sub> max/kg : W170/kg	Y=0.029·X+1.1	<b>0.44</b>	<b>979</b>
<b>VO<sub>2</sub>max/kg : W<sub>max</sub>/kg</b> <b>W<sub>max</sub>/kg : VO<sub>2</sub>max/kg</b>	<b>Y=0.077·X+0.7</b> <b>Y=12.99·X-9.1</b>	<b>0.78</b>	<b>980</b>
W170/kg : W <sub>max</sub> /kg	Y=0.89·X+2.5	<b>0.58</b>	<b>979</b>

**Tab. 93a Všechna vyšetření: Do 16 let**

<b>X:Y</b>	<b>Regres</b>	<b>R</b>	<b>počet</b>
VO <sub>2</sub> max : W170	Y=42.5·X+46	<b>0.66</b>	<b>979</b>
<b>VO<sub>2</sub>max : W<sub>max</sub></b> <b>W<sub>max</sub> : VO<sub>2</sub>max</b>	<b>Y=84·X+31.2</b> <b>Y=0.012·X-0.37</b>	<b>0.89</b>	<b>979</b>
W170 : W <sub>max</sub>	Y=1.07·X+137	<b>0.73</b>	<b>979</b>
VO <sub>2</sub> max/kg : W170/kg	Y=0.034·X+1.09	<b>0.51</b>	<b>979</b>
<b>VO<sub>2</sub>max/kg : W<sub>max</sub>/kg</b> <b>W<sub>max</sub>/kg : VO<sub>2</sub>max/kg</b>	<b>Y=0.081·X+0.6</b> <b>Y=12.3·X-7.4</b>	<b>0.84</b>	<b>979</b>
W170/kg : W <sub>max</sub> /kg	Y=0.91·X+2.4	<b>0.63</b>	<b>979</b>

**Tab. 93b Všechna vyšetření: 17 až 25 let**

<b>X:Y</b>	<b>Regres</b>	<b>R</b>	<b>počet</b>
VO2max : W170	$Y=50 \cdot X+37.5$	<b>0.72</b>	<b>466</b>
VO2max : Wmax Wmax : VO2max	$Y=87 \cdot X+11$ $Y=0.012 \cdot X-0.13$	<b>0.90</b>	<b>466</b>
W170 : Wmax	$Y=1.1 \cdot X+101$	<b>0.79</b>	<b>466</b>
VO2max/kg : W170/kg	$Y=0.045 \cdot X+0.75$	<b>0.65</b>	<b>465</b>
VO2max/kg : Wmax/kg Wmax/kg : VO2max/kg	$Y=0.09 \cdot X+0.006$ $Y=11.1 \cdot X-0.07$	<b>0.89</b>	<b>466</b>
W170/kg : Wmax/kg	$Y=1.1 \cdot X+1.33$	<b>0.75</b>	<b>465</b>

**Tab. 93c Všechna vyšetření: 26 až 40 let**

<b>X:Y</b>	<b>Regres</b>	<b>R</b>	<b>počet</b>
VO2max : W170	$Y=53.3 \cdot X+50$	<b>0.70</b>	<b>283</b>
VO2max : Wmax Wmax : VO2max	$Y=90 \cdot X-6.7$ $Y=0.011 \cdot X+0.074$	<b>0.91</b>	<b>283</b>
W170 : Wmax	$Y=0.92 \cdot X+97$	<b>0.71</b>	<b>283</b>
VO2max/kg : W170/kg	$Y=0.051 \cdot X+9.72$	<b>0.68</b>	<b>283</b>
VO2max/kg : Wmax/kg Wmax/kg : VO2max/kg	$Y=0.09 \cdot X-0.3$ $Y=11.1 \cdot X+3.3$	<b>0.91</b>	<b>283</b>
W170/kg : Wmax/kg	$Y=0.98 \cdot X+1.04$	<b>0.72</b>	<b>283</b>

**Tab. 93d Všechna vyšetření: 41 až 55 let**

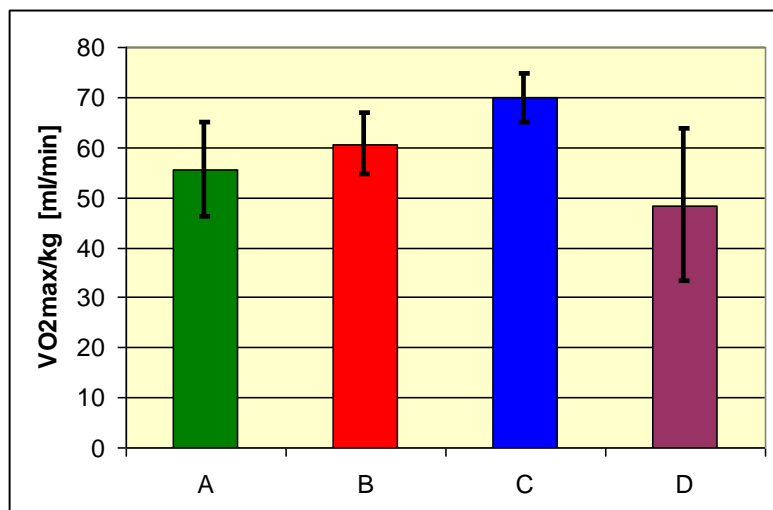
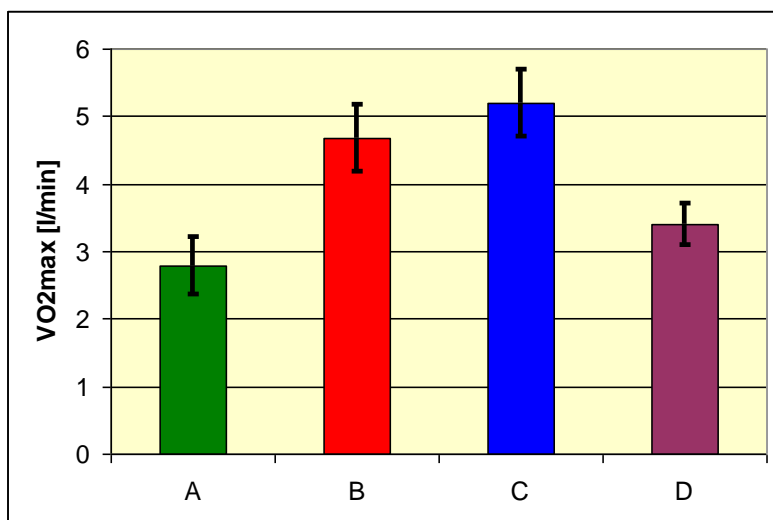
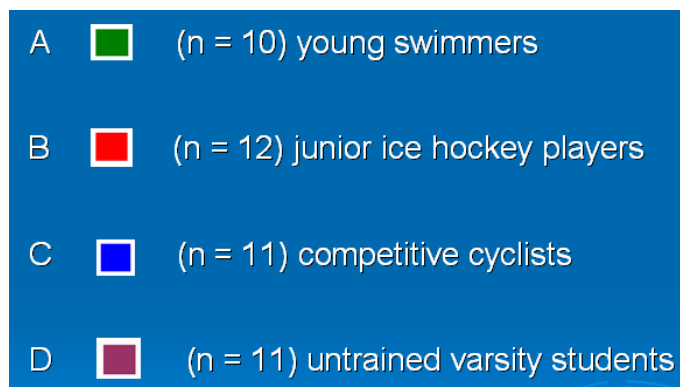
<b>X:Y</b>	<b>Regres</b>	<b>R</b>	<b>počet</b>
VO2max : W170	$Y=45.5 \cdot X+81$	<b>0.56</b>	<b>69</b>
VO2max : Wmax Wmax : VO2max	$Y=82 \cdot X-4.5$ $Y=0.012 \cdot X+0.055$	<b>0.87</b>	<b>69</b>
W170 : Wmax	$Y=0.71 \cdot X+109$	<b>0.61</b>	<b>69</b>
VO2max/kg : W170/kg	$Y=0.044 \cdot X+1.1$	<b>0.58</b>	<b>69</b>
VO2max/kg : Wmax/kg Wmax/kg : VO2max/kg	$Y=0.09 \cdot X-0.47$ $Y=11.1 \cdot X+5.2$	<b>0.90</b>	<b>69</b>
W170/kg : Max/kg	$Y=0.9 \cdot X+0.9$	<b>0.66</b>	<b>69</b>

**Tab. 93e** Všechna vyšetření: Nad 55 let

**Obr. 18** Hodnoty  $VO_{2max}$  a  $VO_{2max}/kg$  u 4 skupin

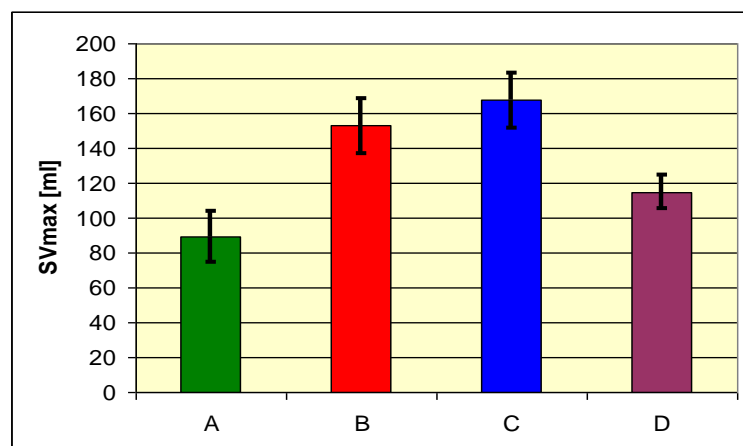
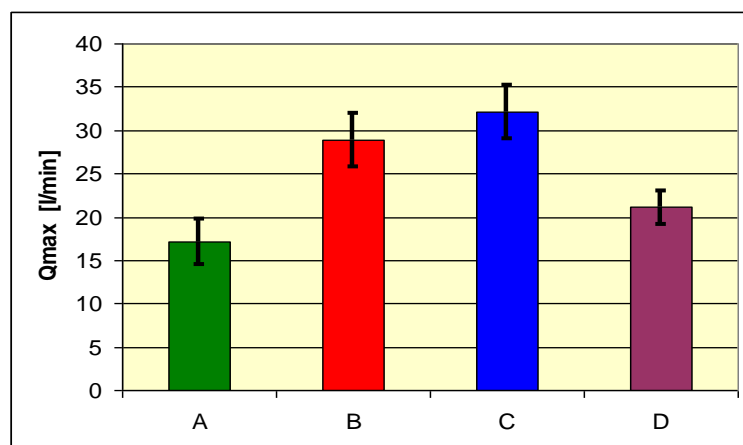
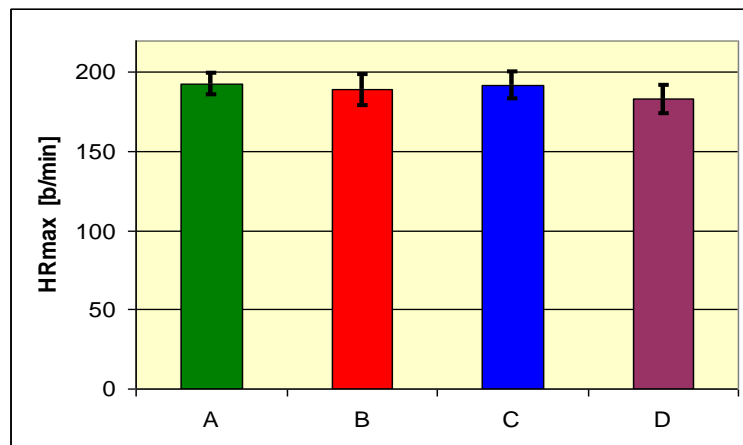
A = plavci žákovského věku  
C = výkonní cyklisté

B = hokejisté-junioři  
D = průměrně zdatní studenti





**Obr. 19** Hodnoty TFmax, Qmax a SVmax u 4 skupin vyšetřených (viz obr. 18)



## Poděkování

Tato disertační práce obsahuje údaje, získané při vyšetření klientů jednak Oddělení tělovýchovného lékařství Fakultní nemocnice v Plzni (dále OTVL – do roku 1998) a dále na Ústavu tělovýchovného lékařství v Plzni (dále ÚTVL - dosud). Protokoly těchto vyšetření, které každý z klientů obdržel na závěr vyšetření, jsou trvale uloženy v databázi našeho ÚTVL, který předchozí databázi OTVL ve FN převzal.

Vybraná data zařazená do této práce byla získána výhradně z této databáze. Na vyšetření osob do databáze zařazených se podíleli i další kolegové v uvedeném období na pracovištích tělovýchovného lékařství působící. Byla to především prim. MUDr. Marta Zárybnická na bývalém OTVL FN, prof. MUDr. Václav Zeman, CSc., MUDr. Kateřina Fichtlová a MUDr. Petra Trdličková na současném ÚTVL LF UK. Jim patří dík za pečlivé zpracování příp. spolupráci při zpracování protokolů jednotlivých vyšetřených klientů.

Velmi významný podíl na zpracování a vyhodnocení výsledků má náš mnohaletý spolupracovník prof. MUDr. Milan Štork, CSc. Bez jeho podnětů a konzultací by s největší pravděpodobností tato práce nikdy nevznikla. Patří mu za ochotu při zpracování a cenné rady upřímný dík, a současně i vyjádření naděje, že dosavadní spolupráce dále potrvá.

Závěrem je na místě poděkovat sestře paní Ivaně Hnátíkové, která osobně zajišťovala převážnou většinu všech vyšetření, a podobně i paní Věře Bukvové za pomoc při finalizaci závěrečné podoby práce.

Květen 2015

MUDr. Jaroslav Novák