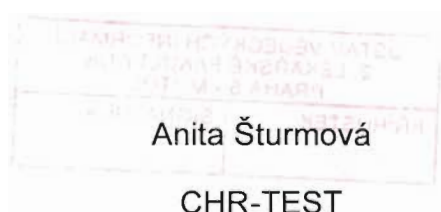


Univerzita Karlova v Praze

2.lékařská fakulta



Anita Šturmová

CHR-TEST

JAKO METODA ZÁTĚŽOVÉHO VYŠETŘENÍ U VYTRVALOSTNÍCH SPORTOVců VE  
VZTAHU K RENÁLNÍM FUNKCÍM

(Bakalářská práce)

Praha, 2010

Jméno a příjmení autora: Anita Šturmová

Název práce: CHR-test jako metoda zátěžového vyšetření u vytrvalostních sportovců ve vztahu k renálním funkcím

Pracoviště: Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství UK 2. LF

Vedoucí práce: Doc. MUDr. Jiří Radvanský, CSc.

Rok obhajoby bakalářské práce: 2010

Abstrakt: Cílem práce bylo seznámit se s metodikou CHR-testu a jeho aplikací. Pro vyšetření jsem použila soubor vytrvalostně trénovaných žen. Výsledky testování jsem srovnala s předešlou studií, která byla provedena na netrénovaných jedincích. V práci jsou diskutovány výsledné ukazatele testu v závislosti na trénovanosti jedince a samotná průkaznost tohoto testování, které není doposud příliš rozšířeno. Neméně významnou součástí práce je také prezentace vztahů mezi zatížením organismu a reakcí ledvin v podobě mikroalbuminurie a transferinurie.

Klíčová slova: zátěžové testování, CHT-test, výkonnost KVS, mikroalbuminurie, transferinurie

Souhlasím s půjčováním diplomové práce v rámci knihovních služeb.

Autor's first name and surname: Anita Šturmová

Title of the master thesis: CHR-test-method of exercise testing by endurance sportswomen related to renal functions

Department: Department of rehabilitation and sports medicine, Charles University in Prague, 2nd Faculty of Medicine

Supervisor: Doc. MUDr. Jiří Radvanský, CSc.

The year of presentation: 2010

Abstract: The aim of this study was to familiarize and implement methodics of CHR-test. For using exercise testing were used endurance trained women. The results of exercise testing were compared with previously published study for untrained probands. The paper discussed resulting indexes of testing depending on individual fitness and the conclusiveness itself of this type of testing, that is not expanded to date. The next part of the thesis presents the results of experimental work: relations between stress and reaction of kidney in the form of microalbuminuria and proteinuria.

Keywords: exercise testing, CHR-test, endurance of cardiovascular system, microalbuminuria, proteinuria

I agree the thesis paper to be lent within the library service.

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně pod vedením Doc. MUDr. Jiřího Radvanského, CSc., uvedla všechny použité literární a odborné zdroje a dodržovala zásady vědecké etiky.

V Praze dne 12. 4. 2010 .....  .....

Děkuji vedoucímu práce MUDr. Jiřímu Radvanskému, CSc. za připomínky při zpracování této bakalářské práce. Dále děkuji prof. MUDr. Karlu Matoušovicemu, DrSc. a MUDr. Lence Vítové za pomoc při jejím zpracování.

## OBSAH

1	ÚVOD	10
2	PŘEHLED POZNATKŮ	11
2.1	Druhy zátěžového vyšetření	11
2.2	CHR-test	15
2.2.1	Základní údaje o CHR-testu	15
2.2.2	Historie a využití CHR-testu	16
2.2.3	Technické zázemí pro CHR-test	17
2.2.4	Průběh CHR-testu a jeho ovlivnění	19
2.2.5	Reakce a adaptace organismu na zatížení CHR-testem	21
2.2.6	Ukazatele CHR-testu	24
2.3	Anatomie a funkce ledvin	26
2.3.1	Ledviny a jejich základní funkce	26
2.3.2	Struktura ledvin	26
2.3.3	Anatomie glomerulu a selektivita glomerulární kapiláry	28
2.4	Reakce ledvin na zatížení organismu, doplňování tekutin během zátěže	29
2.5	Klasifikace proteinurie	32
2.5.1	Vliv zátěže na proteinurii	32
2.6	Klinický význam albuminurie	33
2.6.1	Současné poznatky a zátěžový aspekt mikroalbuminurie a transferinurie	35
2.7	Bolesti pohybového aparátu při onemocnění ledvin	35
3	CÍLE A HYPOTÉZY	36
4	METODIKA	39
4.1	Vstupní údaje pro vyšetření CHR-testem	39

4.2	Technické vybavení pro aplikaci CHR-testu	40
4.3	Parametry určující clampovanou TF	40
4.4	Materiál, metody a prostředky pro stanovení MU a TU (postup sběru moči)	42
4.5	Statistické zpracování	43
5	VÝSLEDKY	44
5.1	Charakteristika cílové skupiny pro CHR-test	44
5.1.1	Porovnání se soubory testovanými v dřívější studii	44
5.2	Vyhodnocení pomocných ukazatelů CHR-testu a jejich porovnání s výsledky studie prováděné na jiných typech souborů	45
5.3	Porovnání základních, vedlejších a komplexních ukazatelů skupiny trénovaných žen se studií souborů netrénovaných žen a mužů	46
5.4	Charakteristika cílové skupiny pro stanovení AU a TU	49
6	DISKUSE	54
6.1	CHR-test	54
6.2	Porovnání výsledků AU a TU se současnými studiemi	57
7	ZÁVĚRY	59
8	REFERENČNÍ SEZNAM	63
9	PŘÍLOHY	
	Příloha č. 1: Schematické znázornění nefronu	67
	Příloha č. 2: Morfologie glomerulu	68
	Příloha č. 3: Formulář s pokyny určenými probandkám pro zaznamenání údajů o sběru moče	69
	Příloha č. 4: Volba iniciálního zatížení a clamp.TF v závislosti na vstupních Parametrech	70

## SEZNAM ZKRATEK

AnP	- anaerobní práh
ATP	- adenosintrifosfát
AU	- albuminurie
A-V	- arterio-venózní
$a-vO_2$ [ml]	- arterio-venozní diference kyslíku
BMI	- body mass index
BSA [m <sup>2</sup> ]	- body surface area
CHR	- sevřená srdeční frekvence
clam.TF [tepy/min]	- clampovaná tepová frekvence
CP	- kreatinfosfát
DM	- diabetes mellitus
FN	- fakultní nemocnice
KOMP	- komplexní index faktorové analýzy
KS	- kvocient stability reakce oběhu na zatížení
KVS	- kardiovaskulární systém
La [mmol/l]	- laktát
$L_i$ [W]	- průměrná intenzita zatížení v jednotlivých úsecích mezi změnami zatížení
$L_x$ [W]	- průměrné zatížení
MA	- mikroalbuminurie
max.TF [tepy/min]	- maximální tepová frekvence jedince
max.TF <sub>B</sub> [tepy/min]	- maximální tepová frekvence při běhu
max.TF <sub>K</sub> [tepy/min]	- maximální tepová frekvence na kole
min.TF [tepy/min]	- minimální tepová frekvence jedince
MTR [%]	- maximální tepová rezerva
MVO <sub>2</sub> [l/min]	- spotřeba kyslíku myokardem
N	- počet změn během testu
pH [mol/l]	- koncentrace hydrogenových iontů
PU	- proteinurie
Q [l/min]	- srdeční výdej
S <sub>1</sub> [W/s]	- pokles výkonnosti oběhu během zatížení
S <sub>2</sub>	- rychlost adaptace oběhu na zatížení
SD	- standardní chyba
SpO <sub>2</sub> [%]	- sycení krve kyslíkem
SSD	- statistická významnost rozdílu
SV [ml]	- systolický objem
TF [tepy/min]	- tepová frekvence
TF <sub>c</sub> [tepy/min]	- cílová tepová frekvence
TF <sub>h</sub> [tepy/min]	- hypotetická tepová frekvence, která slouží k výpočtu KS
TF <sub>i</sub> [tepy·W/min]	- průměrná tepová frekvence zatížení v jednotlivých úsecích mezi změnami zatížení
TF <sub>k</sub> [tepy/min]	- klidová tepová frekvence
TFL <sub>SD</sub>	- směrodatná odchylka součinů zatížení $L_i$ a TF <sub>i</sub>
TFL <sub>x</sub>	- průměrná hodnota výkonu
TF <sub>x</sub> [tepy/min]	- průměrná hodnota tepové frekvence během testu
T <sub>i</sub> [min]	- čas jednotlivých úseků
TK [torr]	- krevní tlak
TU	- transferinurie



$VO_{2max}$ [ml/kg/min]	- maximální spotřeba kyslíku
$VO_{2min}$ [ml/kg/min]	- minimální spotřeba kyslíku
W	- watt (jednotka práce)
$W_1$ [W]	- největší intenzita zátěže při CHR-testu
$W_1KGZC$ [W·kg <sup>-1</sup> ]	- výkonnost kardiovaskulárního systému při krátkodobém zatížení
WG	- celá skupina
$W_i$ [W]	- iniciální intenzita zátěže při CHR-testu
$WKGZC$ [W·kg <sup>-1</sup> ]	- výkonnost kardiovaskulárního systému při dlouhodobém zatížení
$W_x$ [W]	- průměrný výkon během testu
6'WT	- šestiminutový chodecký test
x	- průměr
ZC [%]	- zatížení cirkulace (využití celkové cirkulační kapacity- maximální tepové rezervy)

## 1 ÚVOD

Cílem mé práce bylo blíže se seznámit s aplikováním CHR-testu, který slouží jako prostředek hodnocení kardiovaskulárního systému. Dalším mým záměrem bylo aplikovat tento test na sportovkyně a výsledky naměřených parametrů srovnat s již zkoumanými soubory netrénujících probandů. K testování sportovkyň jsem využila zátěžové laboratoře v prostorách Kliniky tělovýchovného lékařství 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy. Měření jsem prováděla společně s kolegou Pavlem Davídkem od prosince roku 2007 do října 2009. Během tohoto období jsme si vyzkoušeli aplikaci cca 40 CHR-testů, zpočátku jen na sobě.

Zároveň jsem přijala nabídku prof. MUDr. Karla Matoušovice, DrSc. z Interní kliniky 2. lékařské fakulty Univerzity Karlovy ke spolupráci a zpracování tématu, které se zabývá vztahy mezi zatížením organismu a reakcí ledvin v podobě proteinurie (mikroalbuminurie a transferinurie).

Jako formu sub-maximální zátěže jsem si stanovila 30 minut jízdy na bicyklovém ergometru, odpovídající subjektivně střední až těžké zátěži v podobě již zmiňovaného CHR-testu. Celkem jsem identickým testem změřila 25 probandek, z čehož 23 sportovkyň po zátěži odevzdalo 4 vzorky moči v různých časových intervalech, ze kterých byla v Ústavu klinické biochemie a patobiochemie 2. lékařské fakulty FN Motol hladina mikroalbuminu a transferinu stanovena.

## 2 PŘEHLED POZNATKŮ

### 2.1 Druhy zátěžového vyšetření

Zátěžový test je vyšetřovací metoda ve zdravotnictví a výzkumný prostředek v oblasti zátěžové fyziologie a patofyziologie. Jedná se o vyšetření, které probíhá během kontrolované tělesné zátěže, zjišťuje funkční stav jednotlivých orgánových systémů a limitující faktory sportovního tréninku. Stejný princip lze použít pro pohybovou terapii: Některé zátěžové testy se používají i na diagnostiku stavů se sníženou koronární rezervou a dalších patologických příčin snížené fyzické kondice.

Cílem zátěžového vyšetření ve sportu je optimalizovat tréninkové zatížení pro různé typy tréninku (Lee et al., 2009, s. 1444-1451). Pochopitelně bude různá intenzita zatížení během intervalového tréninku, dlouhodobého tréninku a při rychlostním tréninku. Zátěžová vyšetření se také dělí na terénní a laboratorní podle místa provedení. Moje práce se zabývá laboratorním vyšetřením, proto se zaměřím na tuto skupinu.

Dynamická zátěžová vyšetření dělíme do dvou skupin:

- Maximální testy
- Sub-maximální testy

Maximální testy jsou nejčastěji užívané. Jedná se o schodovitě zvyšované zatížení, jehož cílem je dosáhnout maximální intenzity zátěže, kterou je jedinec schopen akceptovat. Výsledkem tohoto testu je maximální zátěž, která po přepočítání na jeden kilogram tělesné váhy určuje tělesnou zdatnost, kterou můžeme srovnávat s referenčními hodnotami osob stejného pohlaví a stejné věkové skupiny. Maximálním testem také získáme hodnotu max.TF daného jedince. Díky znalosti max.TF a zdatnosti vyšetřované osoby můžeme poměrně přesně odhadnout anaerobní práh a díky tomu i intenzitu zátěže, na které by měl jedinec trénovat.

1) Zátěžový test na bicyklovém ergometru:

Jedná se o zátěžový test, během kterého vzrůstá zátěž většinou po stejně dlouhých intervalech až do maxima. Strmost vzestupu je tak vyjádřena ve W/kg za minutu. Zátěž stoupá nejčastěji o konstantní rozdíl, který je závislý na zdatnosti, hmotnosti a věku jedince. Například u vrcholového sportovce činí tento rozdíl 20 W (Suchý, Slaba, 2000, s. 1-4).

Délka intervalu (časový úsek, po kterém dojde ke zvýšení zátěže) také závisí na zdatnosti jedince. Nejužívanější délka intervalu jsou 3 minuty, ale vrcholoví sportovci užívají kratší interval, který dosahuje délky 1 minuty.

Zátěžový test prováděný na bicyklovém ergometru je výborným druhem zátěžového vyšetření převážně pro cyklisty, triatlonisty, lední hokejisty. Hlavní výhodou tohoto testu je přesné stanovení intenzity zátěže. Během testu můžeme zaznamenávat EKG a měřit krevní tlak. Bohužel dochází k předčasné lokální únavě dolních končetin. Z toho důvodu nedosahujeme absolutního maxima spotřeby kyslíku (Radvanský, Matouš, 1999, s. 40-43).

## 2) Zátěžový test na běhátku:

Je dalším velmi používaným zátěžovým vyšetřením. Jedná se o podobný test jako na bicyklovém ergometru. Vyšetření má dvě fáze: 1) Rozcvičovací, která trvá 4 minuty a vyšetřovaný běží rychlostí cca 7 km/h. 2) Vlastní test, během kterého se schodovitě zvyšuje zatížení, až pacient dosáhne maximální rychlosti běhu. Pokud je rychlost pásu vyšší než rychlost jakou je schopen pacient běžet, zmáčkne tlačítko stop a pás se zastaví. Tím skončí i zátěžový test. Pacient dosáhl maximální rychlosti pro vytrvalostní běh.

Běžecský pás zrychluje po stejně dlouhých intervalech, nejčastěji každou minutu o 1 km/h. Při volbě sklonu pásu se nabízejí dvě možnosti: 1) Po celou dobu testu má běžecský pás sklon 5%, takže pacient běží stále do mírného kopce. 2) V průběhu vyšetření se kombinuje zrychlování a zvyšování délky sklonu. V literatuře je nejčastěji uváděným typem kombinování Bruceho protokol, podle kterého se každé 3 minuty testování zvýší sklon běhátka o 2% a rychlost o 1,3 km/h ([http://en.wikipedia.org/wiki/Bruce\\_Protocol](http://en.wikipedia.org/wiki/Bruce_Protocol), navštíveno dne: 2010-03-15).

Během testu využíváme dynamickou zátěž velkých svalových skupin, proto při zátěžovém testu na běžecském pásu sportovec dosahuje skutečnou maximální hodnotu spotřeby kyslíku. Nevýhodou tohoto zátěžového vyšetření je nebezpečí pádu z běžecského pásu při nezvladatelné rychlosti. Pádu může předejít pomocí konstrukce s postrojem, která brání zranění. Zátěžový test na pohyblivém pásu je výborné zátěžové vyšetření pro fotbalisty, basketbalisty, volejbalisty, atlety atd. Nevýhodou je horší kvalita EKG záznamu a nesnadné měření krevního tlaku a saturace hemoglobinu (Radvanský, Matouš, 1999, s. 40-43).

Sub-maximální testy využívají buď kontinuální konstantní intenzity zatížení nebo postupného zvyšování zátěže dvěma popř. třemi stupni lehké až střední intenzity. Vyšetřovaný nedosahuje maximálních hodnot zatížení, jako u předešlé skupiny testů, proto jsou tato vyšetření vhodná například k zhodnocení zdravotního stavu po infarktu myokardu (Jurča, 2000, s. 25).

Relativní velikost zátěže je odhadnuta pomocí wattů nebo tepové frekvence, v kombinaci se subjektivními pocity, které udává měřený jedinec. U tohoto typu testu vyhodnocujeme reakci organismu na danou intenzitu zatížení. Pokles zátěže (ve wattech) nebo vzestup tepové frekvence za určitý časový úsek určuje tělesnou zdatnost jedince, kterou musíme určovat vzhledem k jeho pohlaví a věkové skupině. Moje práce se zabývá typem sub-maximálního zatížení (CHR-testem) a proto zde uvádím stručný přehled některých důležitých zástupců tohoto testování:

#### 1) Zátěžový test W 170/kg:

Jedná se o sub-maximální zátěžový test probíhající na bicyklovém ergometru. Před zahájením testu odhadneme výkonnost pacienta a určíme nejméně 2, optimálně 3-4 stupně zátěže tak, aby nejvyšší stupeň zátěže byl v okolí 170 srdečních pulzů za minutu. Pacienta zatížíme v jednotlivých stupních zátěže a zaznameneáme srdeční frekvenci v jednotlivých zátěžích. Získané hodnoty zaneseme do grafu kde na ose X je zátěž ve W/kg a vytvoříme přímku. Stupeň zátěže protínající hodnotu 170 pulzů udává stupeň zdatnosti v W/kg. Tuto intenzitu zátěže porovnáváme v rámci homogenní věkové skupiny stejného pohlaví nebo při opakovaném testu stejného jedince (Plachetka, 1988, s. 32).

Nesmírnou předností testu je, že nemusíme pacienta zatížit až do maxima. Nevýhodou testu W 170 je jeho nepřesnost. Každý člověk má jinak naladěný vegetativní systém. Vagotonní pacient vypadá podle testu mnohem zdatnější než ve skutečnosti je. Ještě zdatnější pak vypadá pacient léčený betablokátory sympatiku, či pacient se sníženou schopností urychlovat sinoatriální uzel v zátěži. Toto platí i naopak, sympatikotonní pacient vypadá podle testu W 170 méně zdatný než ve skutečnosti je. Za další nevýhodu považují jisté omezení v aplikaci testu, a to v ohledu jak výkonnostním, tak věkovým. Např.: Pro 90-ti letého pacienta je 170 tepů nad jeho max.TF. U seniorů ho tedy použít nelze, a proto se obdobně používá například index W 150, W 130.

## 2) Kardiovaskulární drift:

Jedná se o zátěžový test s konstantní zátěží, který probíhá na bicyklovém ergometru. Test probíhá po dobu 30 až 60 min. Během celého testu je udržena konstantní zátěž, která odpovídá nízké intenzitě zatížení. Zátěž na ergometru odpovídá pohlaví jedince, jeho tělesné váze, tělesné zdatnosti a věku. Například mladý muž, který trénuje jednou, až dvakrát týdně bude mít zátěž odpovídající 1 W/kg. Cílem kardiovaskulárního driftu je sledování vzestupu tepové frekvence v čase. Rozdíl tepové frekvence na konci a na začátku testu udává tělesnou zdatnost jedince, kterou musíme porovnat se stejným pohlavím a stejnou věkovou skupinou (Mikus et al., 2009, s. 750-755).

## 3) Step testy:

Existuje mnoho variant tohoto testu. Dnes je nejznámější tzv. Chesterův step test. Jedná se o vystupování a sestupování nízkého schodku s frekvencí udávanou metronomem. Každé 2 minuty probíhá kontrola srdeční frekvence a zároveň mírnému navýšení frekvence vystupování. K ukončení testu dochází až tehdy, pokud je dosaženo 80% predikované max.TF. Na základě výsledků může být stanovena aerobní kapacita jedince (Jurča, 2000, s. 19).

## 4) Šestimínutový chodecký test:

Především pro pacienty (nikoli pro sportovce) je dnes také hojně rozšířen tzv. Six-Minute Walk Test (6'WT). Slouží především jako zhodnocení fyzické aktivity pacientů s kardiorespiračním onemocněním. Jedná se o šestiminutovou chůzi po rovině mezi kužely. Po tuto dobu se vyšetřovaný snaží chodit co nejrychleji tam a zpět. Pacientovi je při chůzi (standardně po chodbě) měřeno sycení krve kyslíkem ( $SpO_2$ ) formou klipsy na prstě, TK, popřípadě jiné parametry (Cahalin et al., 1996, s. 325-333).

Za normální hodnotu ušlé vzdálenosti je považováno: pro muže více než 600 metrů a pro ženy více než 500 metrů. Pro zohlednění věku pacienta se udává vzorec:  $6'WT = 800 - (5,4 \cdot \text{věk})$ . Pro klinické zhodnocení mají jednotlivé diagnózy přiřazeny různé vzdálenosti pro nutné absolvování (pokud se například rozhoduje, zda bude pacientovi předepsán tekutý kyslík do domácího ošetřování). Test se často absolvuje ve dvou kolech, kdy se zkouší, kolik pacient zvládne ujít bez tekutého kyslíku a poté kolik s ním. Během zátěže nesmí klesnout hodnota  $SpO_2$  pod 90%.

## 2.2 CHR-test

### 2.2.1 Základní údaje o CHR-testu

CHR-test (Clamped Heart Rate Test) je sub-maximální zátěžový test stanovující výkonnost kardiovaskulárního systému. Vyšetření jedince probíhá se "sevřenou" srdeční frekvencí (clamp.TF=clampovaná tepová frekvence), která je držena v nastaveném pásmu  $\pm 4$  tepy/min. Principem testu je zpětnovazebné řízení intenzity zatížení (W) na základě aktuální srdeční frekvence. Optimální intenzita zátěže se pohybuje těsně pod anaerobním prahem, tzn. 60-80% maximální tepové rezervy. AnP je možné stanovit několika způsoby:

- Stanovení z laktátové křivky (laboratorní či terénní testy).
- Stanovení z parametrů analýzy dýchacích plynů při kontinuálně zvyšované zátěži v laboratoři či terénními testy s přenosným analyzátozem výměny dýchacích plynů.
- "Erudovaným odhadem" na základě znalosti hodnoty  $VO_2max$ .  
Tuto hodnotu zjistíme standardním zátěžovým testem do maximálního zatížení organismu při spiroergometrii. Udává maximální spotřebu kyslíku, obvykle v ml na kilogram hmotnosti za minutu. Vysoké hodnoty znamenají dobrou vytrvalost, je nutné je porovnávat s referenčními hodnotami pro daný věk a pohlaví.
- "Erudovaným odhadem" – stanovením procentuální hodnoty z MTR, na základě znalosti hodnoty skutečného tepového rozpětí pro daný typ zátěže (nejsnadnější stanovení AnP a tedy clamp.TF těsně pod ním pro moji práci)

Příklad odhadu AnP pomocí  $VO_2max$  (ml/kg/min), za které je dosažena hodnota nadprůměrně zdatného muže:

$$AnP = VO_2max/3,5 + 60$$

$$AnP = 70/3,5 + 60$$

$$AnP = 80\% VO_2max$$

Hodnota AnP tohoto muže tedy bude 80%  $VO_2max$ .

$VO_2max$  je také možné velmi zhruba odhadnout dle věku, kondice a pohlaví, podle tabulkových populačních hodnot.

Další možností nastavení clamp.TF je výpočet AnP "erudovaným odhadem" maximální tepové rezervy dle Karvonena. Tento typ stanovení AnP však vychází ze skutečných hodnot minimální tepové frekvence (min.TF) a tabelární maximální tepové frekvence-určené na základě přiřazení populační tabulkové hodnoty pro daný věk jedince. (viz. kap. 4.3 Parametry určující clampovanou TF).

## 2.2.2 Historie a využití CHR-testu

Test vznikl začátkem 90. let. V roce 1993 byl poprvé publikován v USA metodický postup testování výkonnosti kardiovaskulárního systému CHR-testem, jehož autory jsou: Stejskal, Sup, Doležal, Hejnová a o rok později byla zveřejněna první studie prezentující výsledky vyšetření věkově homogenního souboru mladých mužů a žen i v České republice (Stejskal, Hejnová, 1994, s. 41-49). V roce 2000 zveřejnil své výsledky měření Radim Jurča v disertační práci s názvem: "CHR-test jako metodika vyšetření výkonnosti kardiovaskulárního systému". V současné dostupné literatuře však bohužel doposud není mnoho zdrojů, které by jasně ukázaly výhody, nevýhody a vztahy k jiným obecně uznávaným výsledkům zátěžových testů a reproducibilitu výsledných parametrů CHR-testu.

Nevýhodou CHR-testu je nutnost odhadu některých vstupních parametrů, jakými jsou max.TF a  $VO_2\text{max}$ , takže hodnota clamp.TF nemusí být stanovena přesně s ohledem na výkonnost jedince. Maximální dosažitelná TF je navíc různá u stejného jedince při různých typech sportu. Ideálním způsobem určení clamp.TF by tedy jednoznačně mohlo být zjištění těchto parametrů před samotným vyšetřením, což ovšem není vhodný způsob pro testování handicapovaných jedinců např.: po infarktu myokardu, které nemůžeme zatěžovat až do maxima. Navzdory této nevýhodě byli tímto testem (na základě odhadu vstupních parametrů) i s původní metodikou vyšetřeny stovky lidí v Ústavu tělovýchovného lékařství 3. lékařské fakulty Univerzity Karlovy a v zátěžové laboratoři Fakulty tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci (Jurča, 2000, s. 10).

CHR-test lze pochopitelně používat i k hodnocení zdravotního stavu po již zmiňovaném infarktu myokardu nebo u pacientů s neurologickými poruchami, kde bývá nejistý stav kardiovaskulárního systému a nelze užít maximálního testování jedince. Jak již bylo zmíněno, jedná se o sub-maximální test. Je nutné zmínit, že clamp.TF nemusí být striktně nastavena na vypočítaných hodnotách (viz. kap. 4.3 Parametry určující clampovanou TF). Při testování je možné s úspěchem využívat volby intenzity zatížení i pomocí Borgovy škály. Pacient si tak podle subjektivních pocitů "sám" určí zatížení. S Borgovou škálou se můžeme setkat v různých podobách-stupnicích. Jako příklad uvádím stupnici od 6 do 20, kde hodnota 20 vyjadřuje maximální zatížení (hodnota 6 naopak žádné) ve smyslu hodnocení vnímání intenzity-maximální míra námahy pro dané zatížení. Pro tuto stupnici se u KVS omezených pacientů doporučuje, aby se intenzita zátěže pohybovala v rozmezí hodnot 11-14, čemuž slovně odpovídají pojmy poněkud namáhavé až namáhavé.



U těchto pacientů je dále nutností sledovat TF, dech, pocení, vegetativní příznaky, koordinaci atp.

Výsledkem CHR-testu by mělo být stanovení intenzity tělesné aktivity (zpravidla v desetitepovém rozmezí TF) zahrnuté do preventivních nebo rehabilitačních programů pro lidi nemocné (kardiaci, diabetici atd.), zdravé např. se sedavým zaměstnáním, ale i sportovce. Stanovenou pohybovou aktivitu je doporučeno provádět 3-4 krát týdně, 30-45 minut s optimální TF (ta je určena v rozmezí  $\pm 5$  tepů/min), po dobu 6 měsíců. Za použití sporttesteru by měl být test aplikovatelný do terénu za každého počasí. Je tedy s podivem, proč i přes velké výhody, které tento test poskytuje, není plošně rozšířen (Jurča, 2000, s. 12).

### 2.2.3 Technické zázemí pro CHR-test

Nezbytným vybavením pro standardní aplikaci CHR-testu v laboratorních podmínkách je počítačem řízený bicyklový ergometr a proškolená obsluha. Speciální a také nezbytný je do počítače nainstalovaný program Var Cor PF7 od firmy DIMEA Group s.r.o., který vznikl při Fakultě tělesné kultury Univerzity Palackého v Olomouci v září roku 2007. Pochopitelně podobné zátěžové vyšetření můžeme uskutečnit i s pomocí sporttestru v terénních podmínkách, ale vyhodnocení ukazatelů výkonnosti nebude tak komplexní jako v případě užití již zmiňovaného programu.

Tento program má dvě pracovní verze: VarCorMedical PC, ver.:2.2.0.x určený pro aplikaci v lékařství a VarCorSport PC, ver.: 2.2.0.x. využívaný ve sportovní praxi. Identický program dokáže po zadání hodnot (věk, hmotnost, výška, pohybová aktivita jedince, max.TF a min.TF) stanovit parametry pro iniciální zatížení (cirkulační zatížení v %, zatížení ve wattch) a clampovanou tepovou frekvenci. Pro lepší představivost závislosti volby iniciálního zatížení a clamp.TF na vstupních parametrech uvádím přehled těchto vztahů (Příloha 4).

Diagnostický systém typ VarCor PF7 se skládá z následujících částí (Obrázek 1):

- vysílač VPF7
- přijímač PPF7
- anténa 433 MHz
- elektrodový pás POLAR (standard) nebo samolepící elektrody EKG, včetně propojovacího kabelu
- přístrojový popruh

- USB kabel

**Obrázek 1. Přijímač ( PPF7), vysílač (VPF7) a elektrodotový pás typu POLAR systém VarCor PF7**



(převzato z: Uživatelský manuál DIMEA Group s. r. o., 2007, s. 4)

Tepová frekvence je v průběhu vyšetření snímána elektrodotovým pásem typu POLAR (Obrázek 2; Obrázek 3) systému VarCor PF7 (elektrodotový pás jsou dvě EKG elektrody z vodivé gumy, z nichž jedna je v oblasti hrotu srdečního, tepová frekvence je tedy měřena na bázi snímání EKG) nebo pomocí tří samolepících elektrod. Svody jsou propojovacím kabelem vedeny do vysílače VarCor VPF7, který EKG signál zesiluje. Zesilený signál je dále přenesen do přijímače VacCor PPF7 nebo přímo na port USB počítače prostřednictvím odděleného výstupu z vysílače VPF7. V případě užití přijímače VarCor PPF7 je digitalizovaný signál též přenesen do PC (Obrázek 4). Program VarCorSport tak vyhodnocuje a ukládá data ze svodů a na základě aktuálního záznamu zpětnovazebně nastavuje prostřednictvím kabelu (z PC do vysílače VarCor VPF7 a z vysílače do bicyklového ergometru) míru odporové zátěže na bicyklovém ergometru (W). Na obrázku 2. a 3. je ukázka umístění jednotlivých částí systému VarCor PF7 na těle probanda.

**Obrázek 2. Standardní umístění vysílače VarCor VPF7**



(převzato z: Uživatelský manuál DIMEA Group s. r. o., 2007, s. 5)

**Obrázek 3. Příklad umístění vysílače vysílače VarCor VPF7 na ruce**



(převzato z: Uživatelský manuál DIMEA Group s. r. o., 2007, s. 5)

#### **2.2.4 Průběh CHR-testu a jeho ovlivnění**

Před zahájením testu je nastavena počáteční zátěž  $W_1$  (zpravidla 50%  $W_i$  -viz. METODIKA). Zátěž se snažíme během rozvířovací fáze testu zvyšovat tak, aby bylo dosaženo clampované tepové frekvence ( $\pm 4$  tepy/min). Zpravidla po 30 sekundách na 75%  $W_i$ , po 60 sekundách na 100%  $W_i$ , poté každých 30 sekund 5 wattů (Obrázek 5), dokud není dosažena clamp.TF (Jurča, 2000, s. 39). Celková doba rozvířovací fáze se většinou pohybuje v mezích od 3 do 6 minut. Doba rozvíření je dána absolutně, značně individuálně a bez ohledu na hmotnost probanda (bez tohoto ohledu volí zvyšování zatížení i softwarové zařízení).

**Obrázek 4. Kompletní sestava systému VarCor PF7-vysílač a přijímač**



(převzato z: Uživatelský manuál DIMEA Group s. r. o., 2007, s. 5)

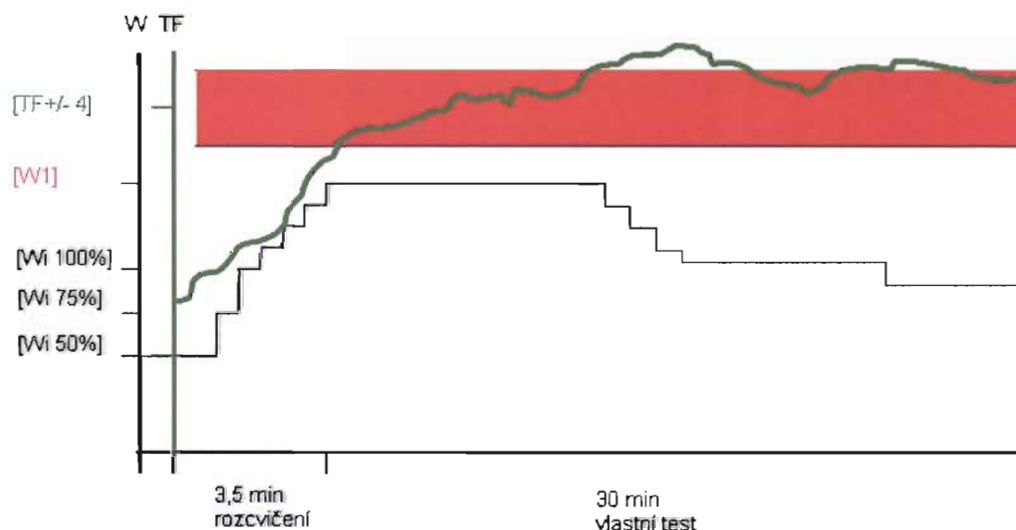
Pokud je rozcvičení kratší, bývá následkem prudký vzestup tepové frekvence, proband sice dosáhne clamp.TF rychle, ale tato tendence TF ke zvyšování pak přetrvává v samotném testu, dojde k překročení vymezeného tepového pásma ( $\pm 4$  tepy/min), tudíž následně k časnému poklesu zátěže (watt). Délka rozcvičovací fáze ovlivňuje výsledné ukazatele výkonnosti (viz. kap. 2.2.6 Ukazatele CHR-testu).

Ve chvíli kdy proband dosáhne clamp.TF začíná fáze samotného testu. V program CHR-testu je možno nastavit, jak dlouho a intenzivně bude testování trvat. Při výběru délky testování se nabízejí dvě možnosti: 30 a 45 minut. Standardně se jako doba vlastního testu používá 30-ti minutová varianta (Obrázek 5).

Každých 30 sekund obou dvou fází (rozcvičovací i testovací) počítač porovnává aktuální TF s clamp.TF a dle výsledku upravuje zátěž na ergometru.

Po dosažení clamp.TF počítač online zaznamenává srdeční frekvenci opět po 30 sekundách a pokud TF dosahuje menší hodnoty než  $-4$  tepy pod clamp.TF, program zareaguje zvýšením zátěže o 5 wattů. Za clampovanou TF přístroj již považuje cílovou tepovou frekvenci ( $\pm 4$  tepy). Bylo-li toto tepové pásmo dosaženo, přístroj se chová následovně: při zvýšení/ snížení TF minimálně o 5 tepů po dobu minimálně 5 sekund se sníží/zvýší zátěž o 5 wattů. Program takto reaguje až do ukončení testu a on-line zaznamenává hodnoty TF, intenzitu zátěže a čas a počet (N) jejich změn.

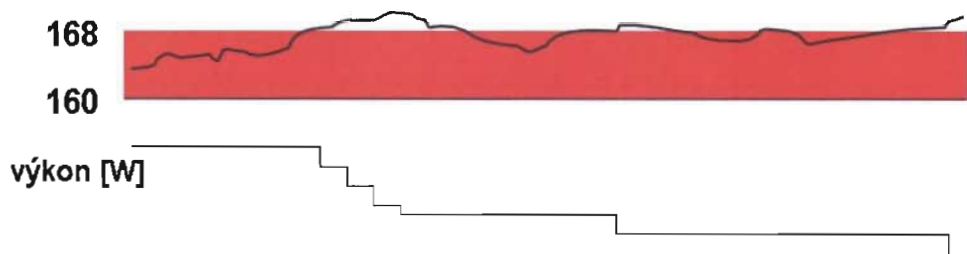
**Obrázek 5. Graf znázorňující nárůstu wattů v rozcvičovací a vlastní fázi CHR-testu**



(převzato z: Fakulta tělesné kultury, 2002, s. 1-12)

Po skončení testu se hodnotí jeho celkový průběh, clamp.TF (Obrázek 6), vzestup či pokles wattů v závěru testu a průměrný výkon  $W_x$  a jsou počítány základní a vedlejší ukazatele CHR-testu (viz. kap. 2.2.6 Ukazatele CHR-testu).

**Obrázek 6. Ukázka grafického záznamu zpětnovazebného řízení intenzity zatížení na základě aktuální TF během CHR-testu**



(převzato z: Fakulta tělesné kultury, 2002, s. 1-12)

### 2.2.5 Reakce a adaptace organismu na zatížení CHR-testem

K řadě fyziologických reakcí a adaptací dochází při jakékoliv intenzitě zatížení organismu. Dříve se adaptace dělila na krátkodobou a dlouhodobou, ale dnes se ukazuje, že existuje řada přechodných forem a od původního dělení se upouští.

Adaptace na zátěž je fyziologickým procesem, který zahrnuje nejrůznější mechanismy, které na sebe navazují a vzájemně se podmiňují. V literatuře se nejčastěji uvádí především adaptace kardiovaskulárního a nervosvalového systému (Kučera, Dylevský, 1999, s. 55).

Cílem reakce na zátěž je zachovat stálost vnitřního prostředí organismu. Dále jsem reakce organismu na zatížení CHR-testem rozdělila do několika fází:

#### 1. fáze- počáteční zatížení (rozcvičovací fáze testu):

- V začátku cvičení silně převažuje anaerobní způsob získávání energie. Energie je hrazena ze zásob ATP a CP a současně se v prvních minutách uplatňuje glykolytická fosforylace.
- Již v počátcích zátěže se postupně navyšuje přísun kyslíku a jeho využití v tkáních pracujících svalů. Minimální spotřeba kyslíku ( $VO_{2min}$ ) je závislá na řadě faktorů, kterými jsou věk, pohlaví, trénovanost, zdravotní stav a genetické faktory. Jakou měrou je hodnota  $VO_{2max}$  závislá na genetických faktorech a jakou měrou na trénovanosti jedince se však doposud nepodařilo prokázat (Lee et al., 2009, s. 1444-1451). Spotřeba kyslíku je závislá

na ventilaci a srdečním výdeji (Q), které se s narůstajícím zatížením v rozvířovací fázi pochopitelně také postupně zvyšují.

- Systolický objem (SV) je množství krve vypuzeno z levé komory během jednoho srdečního stahu (rozdíl end-diastolického a end-systolického objemu). Klidové hodnoty se pohybují mezi 70 až 80ml. SV narůstá se zvyšujícím se zatížením až do úrovně 50%  $VO_2max$ , kde je dosaženo fáze plató- tzn. ještě před tím, než se vyšetřovaný dostane na úroveň clamp.TF. Maximální hodnoty SV dosahují až 1,5 násobku klidových hodnot.
- Srdeční výdej je násobkem TF a SV, takže je na nich závislý. V klidu se pohybuje okolo 4,5 – 5,5 litru/min a běžně se při dynamické zátěži od střední do sub-maximální intenzity projevuje zhruba lineárním navýšením cca až do poloviny tepového rozpětí.
- Se zvyšující se intenzitou se zvyšuje TF, která je závislá na věku, zdravotním stavu, trénovanosti, lécích, vnějších podmínkách, autonomním nervovém systému a vlivu hormonů, především katecholaminů.
- A-V difference kyslíku je rozdílem mezi koncentrací kyslíku v arteriální krvi a ve venózní krvi (v klidu 4 až 5 ml  $a-vO_2$  na 100 ml krve a v maximální zátěži 15 – 17 ml  $O_2$ ). Hodnota je ovlivněna koncentrací hemoglobinu, extrakcí kyslíku tkáněmi a parciálním tlakem  $O_2$  (Jurča, 2000, s. 21).
- Již v rozvířovací fázi se navyšuje i spotřeba kyslíku samotným myokardem ( $MVO_2$ ). Ta je přímo úměrná srdeční práci, která závisí na TF, kontraktilitě srdeční stěny, především levé komory, tokových vlastnostech krve a odporu proti kterému je čerpána. Hodnota  $MVO_2$  může být odhadnuta z TF a systolického TK a bývá během práce 4-5 krát vyšší než v klidu.
- Frekvence dýchání se zvyšuje a dech se současně prohlubuje již od samotného začátku testu. Minutová ventilace narůstá především v první minutě, poté je její nárůst již pomalejší.
- Periferní regulace oběhového systému díky poklesu tonu parasymptiku a celé řadě dalších regulačních změn zajistí vazodilataci pracujících svalů, čímž jsou splněny vyšší nároky na pracující svaly.  
Na základě této regulace můžeme zaznamenat i mírný pokles TK.

Tonus sympatiku se navyšuje a zapříčiňuje naopak omezené zásobení splanchnické oblasti.

## **2. fáze – počátek vlastního testu a jeho průběhu:**

- Po několika minutách zátěže se v procesu získávání energie začne uplatňovat oxidativní fosforylace, která se uplatňuje při střední zátěži v průběhu rovnovážného stavu, hypoteticky až do úplného vyčerpání zásob. Pokud zátěž dále pokračuje, zvyšuje se množství laktátu (La) v krvi, což způsobuje diskomfort pro pracující svaly. Podle současných teorií je však La také významným zdrojem energie pro svaly v průběhu zátěže. Při "dlouhodobější" zátěži začne být energie hrazena i z tuků (15 - 30 minut po zahájení svalové práce) a naopak zásoby glykogenu jsou značně sníženy po 30 - 90 minutách zátěže, v závislosti na intenzitě cvičení.

- Spotřeba kyslíku v průběhu zátěže kolísá dech od dechu. Celkový nárůst spotřeby kyslíku během testu (vč. rozcvičení) je však vždy rychlejší u trénovaných osob.

Pochopitelně za předpokladu správné volby clamp.TF.

- Během vlastní fáze testování by nemělo docházet k poklesu SV, tudíž by srdeční práce v CHR-testu měla zůstat stejná, obdobně jako vyplavování katecholaminů (Lee et al., 2009, s. 1444-1451). Dá se tedy hovořit o částečném ustálení oproti rozcvičovací fázi, avšak hodnota TF pochopitelně stále lehce kolísá a je regulována zatížením (watt).

- Minutový srdeční objem stoupá zhruba lineárně se spotřebou kyslíku. (maximální hodnoty 20 až 30 l/min).

- Změny oběhového a dýchacího ústrojí na sebe vzájemně navazují, aby bylo dosaženo co největšího efektu. Většina ukazatelů dosahuje rovnovážného stavu během 3 až 4 minut. Ustálený stav se někdy nazývá "steady state" a trvá obvykle 5 až 6 minut. Pokud stále dochází k nárůstu intenzity zátěže, "steady state" se zruší. Tento stav ustálení však můžeme pozorovat i několikrát během stupňovitě narůstajícího zatížení.

## **3. fáze – závěr testu a s ním spojená únava**

Únava je charakterizovaná postupným poklesem výkonnosti. Únavu velmi ovlivňuje kvalita předehtátí (rozcvičovací fáze). Dále se v bodech pokusím uvést některé významné projevy únavy:

- Změna techniky a provádění dané činnosti, na základě:
  - disharmonie mezi zatíženými svaly, agonisty a antagonisty
  - zpomalená odpověď na kontrakční impuls ve svalu v důsledku chemických změn
  - snížení svalové pružnosti
  - zpomalení látkové výměny, zejména ve svalu (změněnou úhradou potřebné energie)

Nástup únavy je závislý na charakteru prováděné činnosti, stavu organismu, zevním prostředím, trénovanosti a biorytmu jedince (Kučera, Dylevský, 1999, s. 70).

### 2.2.6 Ukazatele CHR-testu

Z údajů získaných on line jsou počítány pomocné, základní, vedlejší a komplexní ukazatele CHR-testu. Následující parametry jsou vyhodnoceny programem VacCor po skončení testu (Obrázek 8), až na ZC (procentuální využití MTR), které je na základě hmotnosti, min.TF, max.TF, trénovanosti jedince a clamp.TF stanoveno ještě před zahájením testu.

#### a) Pomocné ukazatele:

- procentuální zatížení cirkulace ZC (využití MTR v %)

$$ZC [\%] = 100 \cdot [(TF_c - \min.TF) / (\max.TF - \min.TF)]$$

- průměrné zatížení L<sub>x</sub>
- průměrný výkon během testu W<sub>x</sub>
- výkon na začátku testu po rozcvičení W<sub>1</sub>
- průměrná hodnota výkonu TFL<sub>x</sub> a směrodatná odchylka TFL<sub>SD</sub> součinů zatížení L<sub>i</sub> a TF<sub>i</sub> v jednotlivých úsecích mezi změnami zatížení

Uvedené pomocné ukazatele byly použity při výpočtu "hypotetické TF" TF<sub>h</sub>, která slouží k výpočtu KS (kvocient stability, viz. bod-c).

$$TF_h = (TFL_x - TFL_{SD}) / L_x$$

L<sub>i</sub> je průměrná intenzita zatížení v jednotlivých úsecích mezi změnami zatížení. TF<sub>i</sub> je průměrná tepová frekvence zatížení v jednotlivých úsecích mezi změnami zatížení. Při správném provedení testu je tato hodnota vždy záporná. (Stejskal, Hejnová, 1994, s. 41-49)



## b) Základní ukazatele (vybrány pro prezentaci výsledků):

- 1. WKGZC [watt(kg<sup>-1</sup>) - průměrný výkon dělený hmotností [kg] a ZC [%]

$$WKGZC = W_x / (m \cdot ZC)$$

Tento ukazatel vyhovuje nejlépe jako základní kritérium výkonnosti oběhového systému a s jistým omezením i tělesné zdatnosti.

- 2. W<sub>1</sub>KGZC [watt(kg<sup>-1</sup>) - intenzita zatížení na začátku vlastního testu (po rozcvičení) dělená hmotností [kg] a ZC [%]

$$W_1KGZC = W_1 / (m \cdot ZC)$$

W<sub>1</sub> je nejvyšší hodnota intenzity zátěže získaná během vlastního testu. Tento ukazatel odpovídá hodnotám "steady state" reakce oběhu na střední až submaximální zatížení, trvající 5-6 minut. (Stejskal, Hejnová, 1994, s. 41-49)

## c) Vedlejší ukazatele:

- 1. KS - kvocient stability, vyjadřující stabilitu odpovědi oběhu při práci

$$KS = (TF_h - TF_k) / (TF_x - TF_k)$$

Čím vyšší je jeho hodnota, tím méně se mění intenzita zatížení a tím stabilnější je reakce kardiovaskulárního systému na toto zatížení.

- 2. S<sub>1</sub> [watt(min)] - směrnice lineární regrese podílu intenzity zatížení a tepové frekvence v jednotlivých úsecích (L<sub>i</sub>/TF<sub>i</sub>) podle celkového času trvání testu

Slouží jako ukazatel trendu časového průběhu změn zatížení. Při správném provedení prolongovaného testu (rozcvičení minimálně 3 min) je prakticky vždy jeho hodnota záporná - čím je menší, tím větší je pokles intenzity zatížení. (Stejskal, Hejnová, 1994, s. 41-49)

- 3. S<sub>2</sub> [watt(s)] - směrnice lineární regrese součinu intenzity zatížení a trvání práce v jednotlivých úsecích (L<sub>i</sub> · T<sub>i</sub>) podle celkového času trvání testu

T<sub>i</sub> je čas jednotlivých úseků. Ukazuje na rozložení a velikost jednotlivých úseků práce, omezených změnami zatížení. Slouží jako ukazatel trendu časového průběhu adaptace kardiovaskulárního systému na zatížení během testu. Kladné hodnoty svědčí o tom, že zpočátku byla frekvence změn intenzity zatížení větší než v další části testu (záporné hodnoty mají opačný význam. Hodnoty blízké nule nacházíme u probandů se stejnoměrnou frekvencí změn zatížení během celého testu.

- 4. N - počet změn, ke kterým během testu došlo

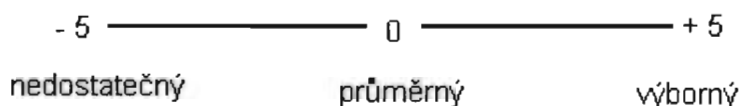
Kriterium stability reakce oběhu. (Stejskal, Hejnová, 1994, s. 41-49)

#### d) Komplexní ukazatele (počítány z on-line dat):

- KOMPL

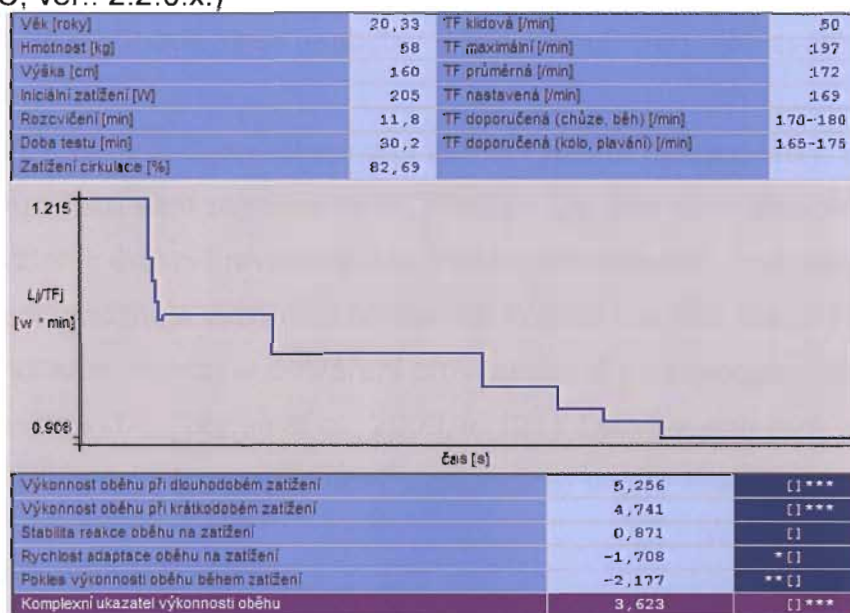
Jedná se o komplexní index, který sdružuje na základě výsledků faktorové analýzy dva základní (WKGZC a  $W_1$ KGZC) a jeden vedlejší ukazatel (KS), a to na základě dosažených průměrných hodnot (Stejskal, Hejnová, 1994, s. 41-49).

Výsledek každého parametru je do výstupního protokolu převeden na bodovou škálu:



**Obrázek 7. Interval pro hodnocení parametrů CHR-testu** (převzato z: Fakulta tělesné kultury, 2002, s. 1-12)

**Obrázek 8. Výstupní protokol CHR-testu** (autorský obrázek; použit software VarCorSport PC, ver.: 2.2.0.x.)



Vysvětlivky: Výkonnost oběhu při dlouhodobém zatížení=WKGZC; Výkonnost oběhu při krátkodobém zatížení= $W_1$ KGZCS; Stabilita reakce oběhu na zatížení=KS; Rychlost adaptace oběhu na zatížení=S2; Pokles výkonnosti oběhu během zatížení=S<sub>1</sub>.

## 2.3 Anatomie a funkce ledvin

Jelikož jsem CHR-test využila také (jako jednu z možných variant) ke sledování vlivu zátěže na funkci ledvin ve smyslu pozátěžovém zvýšení proteinurie (albuminurie a transferinurie), uvádím na tomto místě stručnou anatomii a funkci ledvin i s ohledem na zátěžový aspekt.

### 2.3.1 Ledviny a jejich základní funkce

Ledviny jsou párovým orgánem dutiny břišní. Jsou uloženy retroperitoneálně a každá z nich váží asi 150 g. Jejich funkce v organismu je v zásadě dvojího typu: Exokrinní a endokrinní.

Exokrinní funkce je reprezentována vylučováním moči, která obsahuje odpadové látky, hromadící se v důsledku metabolických pochodů a je nezbytná pro udržování rovnováhy vnitřního prostředí z hlediska stále koncentrace iontů (natrium, kalium, kalcium, fosfor a další), z hlediska udržení fyziologických hladin dusíkatých metabolitů (zejména urey) a z hlediska udržování stále koncentrace vodíkových iontů, tj. udržování acidobázické rovnováhy. Kromě toho ledviny hrají významnou roli při vylučování léků, příp. toxinů (Brunton, Lazo, Parker, 1990, s. 18) a také v udržování vyrovnané bilance cirkulujících tekutin-v případě jejich nadbytku v těle reagují v podobě zvětšeného objemu vyloučené moče.

Endokrinní funkce je dána schopností ledvin vytvářet některé látky, důležité pro funkci organismu. Patří sem zejména renin, která po tzv. ose renin-angiotenzin-aldosteron má vztah k úrovni krevního tlaku. Dalším endokrinním produktem ledvin je erythropoetin, který umožňuje vyžívání červených krvinek v kostní dřeni. Třetí nejdůležitější endokrinní funkcí je dotváření provitaminu D na biologicky aktivní formu - 1,25 dihydroxy-vitamin D<sub>3</sub> (Teplan et al., 2000, s. 121). Ledviny jsou také cílovým orgánem pro antidiuretický hormon, síňový natriuretický peptid a další substitute.

### 2.3.2 Struktura ledvin

Základní funkční jednotku ledvin nazýváme nefron (Příloha 1). Je jich v ledvinách člověka asi 2 miliony. Nefron se skládá z ledvinového klubíčka- glomerulu (Příloha 2) a z tubulů (Příloha 1). V glomerulu se tvoří každou minutu asi 100 ml ultrafiltrátu plazmy (na 1,73 m<sup>2</sup>=průměrný povrch lidského těla), tj. za 24 hodin cca 150 litrů. Tento ultrafiltrát odchází z glomerulu do tubulů, kde se jej asi 99 % zresorbuje a na konci tubulů je již definitivní moč, která močovody, močovým měchýřem a močovou rourou odchází

z organismu. Množství definitivní vyloučené moče tedy činí asi 1,5 l/24 hodin, tedy 1% z celkové glomerulární filtrace. Množství vyloučené moče je závislé na příjmu tekutin a sodíku (viz. kap. 2. 4 Reakce ledvin na zatížení organismu, doplňování tekutin během zátěže). PH moče je kyselé, protože se jí vylučují kyselé produkty metabolismu. Je v ní i malé množství červených a bílých krvinek, řada krystalů, ale z hlediska mé práce je nejdůležitější obsah proteinů. (Brod, 1962, s. 331). Vlastnosti moče a její změny

K tvoření ultrafiltrátu potřebují ledviny velké množství kyslíku, který k nim přivádí krev. Přestože ledviny váží dohromady 300 g (tj. asi 0,4 % tělesné hmotnosti) přitéká do nich krev ve výši 25 % minutového srdečního výdeje, tj. asi 1200 ml/min (Schück, Tesař, Teplan, 1995, s. 12).

### 2.3.3 Anatomie glomerulu a selektivita glomerulární kapiláry

K pochopení mechanismu přestupu proteinů z krevní plazmy do moči je nezbytné si vytvořit představu o struktuře glomerulů. Je znázorněna na obr. 2. Krev ke glomerulu přivádí tepénka, kterou nazýváme vas aferens. Ta se rozpadá na velké množství kapilár, které zcela vyplňují glomerulus. Posléze se tyto kapiláry spojují v odvodnou tepénku, která se nazývá vas efferens. V těchto kapilárách je poměrně vysoký krevní tlak (střední tlak 55-60 mmHg). Díky tomu se přes stěnu glomerulární kapilára tvoří ultrafiltrát plazmy, tj. oněch výše uvedených 150 l/24 h, který nazýváme primární moč. Tento ultrafiltrát odchází z glomerulu do tubulu, kde se z 99 % vstřebá a zbývá z něho onen 1,5 l definitivní moči. Charakter primární moče a její složení je závislé na selektivitě glomerulární kapiláry (Brod, 1962, s. 331; Engliš, 1993, s. 12).

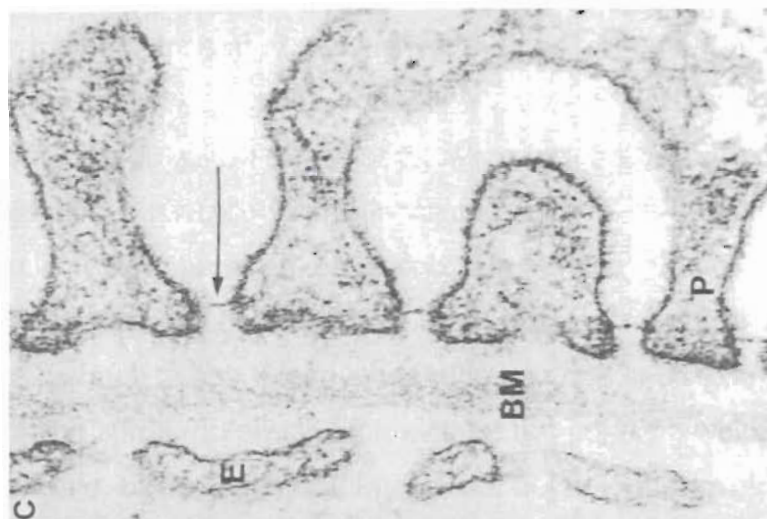
Tímto pojmem rozumíme schopnost propouštět či zadržovat různé molekuly uvnitř krevního řečiště, či je propouštět do primární moči. Je dvojího druhu: velikostní a nábojová. Jak je patrné z obrázku (Obrázek 9), glomerulární kapilára je třívrstevná. Od krve je oddělena endotelem (E), který netvoří celistvou vrstvu, ale má v sobě otvory, které fungují jako síto (membrana fenestrata s otvory  $\approx 500$  až  $1000 \text{ \AA}$ ). Uprostřed je bazální membrána (BM) a ze zevní strany je kapilára kryta epiteliálními buňkami, které nazýváme podocyty. Tyto podocyty vybíhají k bazální membráně velkým množstvím výběžků, jakýchsi nožiček, nazývaných pedicely. Na bazo těchto pedicel je blanka (označena šipkou), která představuje "jemné síto" v ultrafiltrační bariéře glomerulární kapiláry s otvory o velikosti kolem  $\approx 200 \text{ \AA}$ . Molekulová hmotnost (velikost molekuly tedy rozhoduje o tom, zda projde do primární moči či zda bude zadržena uvnitř kapilárního řečiště.

Druhým jevem, který rozhoduje o ultrafiltrační schopnosti glomerulární kapiláry je tzv. nábojové selektivita. Všechny 3 vrstvy glomerulární kapiláry nesou na svém povrchu negativní náboj, který je nejsilnější na pedicelách podocytů. Tento náboj udržuje uvnitř kapilárního řečiště negativně nabitě molekuly. Např. albumin by z hlediska velikosti své molekuly prošel do primární moči, ale jeho negativní náboj jej udržuje uvnitř krevního řečiště. Vymizí-li tedy negativní náboj na pedicelách, albumin do moči prochází a to se projeví přítomností bílkoviny v moči.

Třetí determinantou v ultrafiltraci makromolekul je tvar molekuly. Je nasnadě, že kulovitá molekula projde do primární moči spíše než molekula s rozvětvenou strukturou i když mají stejnou molekulovou hmotnost (Engliš, 1993, s. 12).

### **Obrázek 9. Detail elektronmikroskopické struktury stěny glomerulární kapiláry**

(převzato z: Kriz, Kaisling In: Seldin, Geibish, 1992, s. 737)



Vysvětlivky: P=pedicely podocytů, BM=bazální membrána; E=endotel; C=lumen kapiláry.

### **2.4 Reakce ledvin na zatížení organismu, doplňování tekutin během zátěže**

Vliv fyzické zátěže na ledviny nepatří mezi běžně diskutovaná témata. Ve vztahu k fyziologii ledvin se slovem "zátěž" rozumí zatížení dynamické, což je izotonická svalová práce, například: jízda na kole po rovině, plavání. Pro přesnost je nutno zmínit, že v reálném životě v sobě každá svalová činnost obsahuje složku dynamickou i statickou (izometrická svalová práce, např.: zvedání břemen, chůze do schodů) (Procházka et al., 2008, s. 50-55).

Reakce ledvin v zátěži se vyznačuje redistribucí krve, vzestupem středního arteriálního tlaku a změnou glomerulární filtrace společně s tabulárními pochody.

Glomerulární filtrace je udržována konstantní až do 50%  $VO_2$ max, poté se zvyšující se intenzitou klesá až na 60% klidových hodnot v maximu (Prochazka et al., 2008, s. 50-55).

Při fyzické zátěži dochází okamžitě po začátku zátěže ke změnám distribuce krevního průtoku ve prospěch pracujícího svalu prostřednictvím renálního sympatiku. V pracujících svalech vzniká během zátěže velké množství tepla, které je z těla odváděno především pocením, které je doprovázeno ztrátami vody a inotů (Prochazka et al., 2008, s. 50-55).

Produkce potu v horku může dosáhnout 2-3 l/h, což při výkonu kolem 30 minut (CHR-test) představuje i 1,5 l a ztrátu solí kolem 3,5 g. Výdej tekutin a solí je však velmi individuální a často i variabilní v závislosti na stravě a trénovanosti. Netrénovaný jedinec ztrácí potem podstatně více sodíku, než adaptovaný sportovec, jehož pot je silně hypotonický (Prochazka et al., 2008, s. 50-55).

Teplu může z těla odcházet čtyřmi fyzikálními cestami: 1. odpařováním (potu, nebo vlhkého vzduchu z dýchacích cest), 2. vyzařováním (z povrchu některých částí těla), 3. prouděním (v důsledku pohybu vzduch), 4. vedením (dotykem těla s podložkou). V regulačních dějích hrají důležitou roli změny funkce termoregulačních center v hypotalamu, projevující se snížením prahu pro indukci termoregulačních dějů a omezení sympatického tonu. V teplém prostředí se teplo z těla nejvíce ztrácí odpařováním (Janský, 2003, s. 97-103). Pokud vysoká okolní teplota brání dostatečnému odpařování nebo dojde k vyčerpání pohotovostních zásob tělesných tekutin, rozvine se kaskáda reakcí, které sníží dodávku energetických zdrojů do pracujících svalů a tím i výkon. Jestliže sportovec pokračuje dál ve výkonu, byť se sníženou intenzitou, dojde k oběhovému selhání. Proto je důležité dodržování pitného režimu během výkonu (viz níže účel pitného režimu během výkonu+ metodika: dodržení pitného režimu).

Naštěstí však k oběhovému selhání dochází velmi vzácně a obvyklá reakce na svalovou práci vytrvalostního charakteru je "pouze" zvýšená osmolalita plazmy a pokles intravaskulárního cirkulujícího objemu (Šrámek, 2003, s. 126-132). Tento stav je spojen se zvýšením hladiny antidiuretického hormonu (ADH), který způsobuje zadržování vody. Fyzická zátěž je také příčinou velkého poklesu exkrece některých elektrolytů do moče, zejména sodíku. Stálá hladina elektrolytů je udržována zvýšením aktivity proximálního tubulu, následkem vazokonstrikce vas afferens v oblasti juxtaglomerulárního aparátu, což probíhá pod vlivem renin-angiotenzin-aldosteronového systému, prostřednictvím aktivity sympatických vláken.

Je však důležité vědět, že i v zátěži jsou ledviny schopny produkovat hypotonickou moč, pokud je během zátěže zachována hydratace. (Prochazka et al., 2008, s. 50-55)

#### Účel pitného režimu během výkonu:

- Udržet stálý plazmatický objem (zamezí vzniku hyperosmolality, vzestupu viskozity krve a tím zvýšení nároku na srdeční činnost a zhoršení látkové výměny mezi tkáněmi).
- Usnadnit termoregulaci (zabrání možnému tepelnému poškození organismu).
- Doplnovat sacharidy během výkonu (zabezpečí vyvarování se případné hypoglykémie a prodlouží eventuálně zvýší pracovní kapacitu organismu).
- Doplnit ztráty iontů vzniklé pocením.
- Udržet optimální acidobazickou rovnováhu (oddálení nežádoucího poklesu pH, který může způsobit inhibici enzymů pro uvolnění energie při výkonu) (Šrámek, 2003, s. 126-132).

Při zátěži se mocní případné účinky okolního tepla a nedostatku tekutin a může být narušena teplotní rovnováha organismu, což může mít za následek zvýšení teploty mozku. Mozková hypertermie, zasahující termoregulační centrum v hypotalamu, může potom vést k poruše koordinace tělesných funkcí (Janský, 2003, s. 97-103). Proto zde uvádím možné dostupné způsoby, kterými se dá kontrolovat zavodnění sportovce (probanda):

- Zvážení nahého sportovce před a po výkonu (nejjednodušší způsob jak kontrolovat ztráty tekutin při daném typu zátěže).
- Sledování tepové frekvence v průběhu submaximální zátěže.
- Měření rektální teploty. Teplota do 38,0 °C představuje minimální dehydrataci. Teplota přes 40 °C ohrožuje organismus (ale záleží i na trénovanosti jedince a dalších faktorech).
- Měření osmolality (velmi přesné, ale vyžaduje odběr krve). Osmolalita moči koreluje se zahuštěním krve dost nepřesně, pro hrubou orientaci však postačuje. Tmavě žlutá moč malého množství v intervalu delším než 4 hodiny svědčí pro pokročilou dehydrataci, která bývá nejčastější příčinou zvýšení hematokritu. Po doplnění tekutin se však hematokrit obvykle vrací k normálu.

Pokud nedochází k příjmu tekutin během zátěže, je nutné vzhledem k obnovení diurézy po výkonu a pokračujícím ztrátám metabolické vody doplnit ztráty tekutin na 150% (Latzka et al., 1998, s. 1522-1601).

## 2.5 Klasifikace proteinurie

Přítomnost bílkoviny v moči nazýváme proteinurií. Moč zdravého člověka obsahuje do 100 mg bílkovin/24 h na 1m<sup>2</sup> tělesného povrchu. (velmi záleží na metodice stanovování). U pacientů s ledvinovými chorobami může proteinurie dosáhnout až několika desítek gramů za 24 hodin.

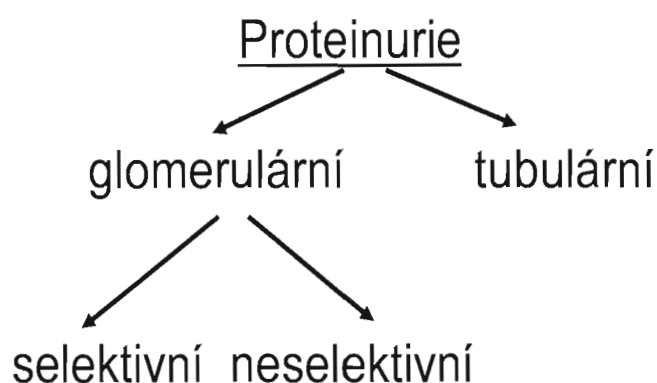
Proteinurii klasifikujeme jednak z kvantitativního a jednak z kvalitativního hlediska:

Kvantitativní hledisko bere v úvahu celkové množství bílkovin v moči, např. v gramech za 24 hodin.

Kvalitativní hledisko si všímá zastoupení jednotlivých bílkovin v moči. U pacientů se vyšetřuje nejčastěji pomocí elektroforézy močových bílkovin. Dělíme ji na tubulární a glomerulární (Obrázek 10). Oba typy mají původ v primární moči. Jako tubulární proteinurie označujeme malé bílkoviny o nízké molekulové hmotnosti (≈10-30 kDa). Ty jsou volně filtrovány glomerulární kapilárou, ale zdravý tubulus je vstřebává a degraduje, takže za normálních okolností nejsou přítomny v moči. Jejich průkaz v moči znamená poškození tubulu.

Jako glomerulární proteinurii označujeme přítomnost bílkovin o molekulové hmotnosti od 60 do 100 kDa v moči. Dělíme ji na selektivní (v moči je albumin – 69 kDa a transferin 88 kDa, ale nikoliv větší bílkoviny) a neselektivní, kdy kromě předchozích dvou jsou v moči i bílkoviny s molekulovou hmotností nad 100 kDa (např. imunoglobulin G, imunoglobulin A – kolem 160 kDa a příp. i bílkoviny o ještě vyšší molekulové hmotnosti (Englíš, 1993, s. 27).

Obrázek 10. Typy proteinurie z kvalitativního hlediska



### 2.5.1 Vliv zátěže na proteinurii

Pozátěžová proteinurie je poměrně častým nálezem. Její zvýšení je závislé spíše na intenzitě zátěže, než na délce jejího trvání. Může dosáhnout až stonásobku klidových



hodnot. Uplatňuje se zde především zvýšená permeabilita glomerulární membrány (vlivem katecholaminů) i vyčerpání kapacity reabsorpčních mechanismů v průběhu nefronu.

Hodnoty naměřené proteinurie velmi závisí na přesnosti sběru moče. Problémy s přesným sběrem moči lze obejít použitím indexu:

protein [mg] / kreatinin [mg]

v moči v jednorázovém vzorku, nejlépe ranní moč = spot urine.

Pozátěžová PU není dlouhodobá. Analýza moči v odstupu 24 až 48 hodin od zátěže by měla být normální. Z klinického hlediska je u sportovců vhodné testovat moč dva dny po intenzivní zátěži, nikoli hned po tréninku. Jedině tak se může projevit případná porucha funkce ledvin (Prochazka et al., 2008, s. 50-55).

Pozátěžová PU je v dnešní době výhradně zkoumána ve vztahu k DM, a to především s cílem stanovení vhodné zátěže (intenzity, délky, průběhu) jako účinného prostředku ke snížení krevního tlaku, zlepšení lipidového a glykemického profilu, poklesu incidence depresivních poruch a u mladých lidí i ke zvýšení kostní hmoty (prevence osteoporózy).

## 2.6 Klinický význam albuminurie

Za normální hodnotu proteinurie se považuje nejvýše 150 mg proteinu v moči za 24 hodin. Z těchto 150 mg však může být nejvýše 30 mg albuminu. Zbylých 120 mg jsou různé bílkoviny plazmy (např. imunoglobulin G) nebo bílkoviny pocházející z tubulů (např. Tammův-Horsfallův mukoprotein), příp. bílkoviny z vývodných močových cest (např. sekretorický imunoglobulin A) (Engliš, 1993, s. 27).

Jestliže množství albuminu překročí oněch 30 mg/24 h, ale nepřesáhne 300 mg/24h, hovoříme o mikroalbuminurii (někdy se udává v  $\mu\text{g}/\text{min}$  – fyziologická hodnota je potom 20 až 200  $\mu\text{g}/\text{min}$ ). Pokud se vyskytne dlouhodobě, je jednou z prvních známek onemocnění ledvin (pokud je hodnota vyšší než 200  $\mu\text{g}/\text{min}$ , hovoří se o makroalbuminurii) (Engliš, 1993, s. 27).

V moči zdravého člověka je rovněž malé množství transferinu. Jeho odpad do moči u zdravého jedince však nebyl prozkoumán tak, jako albumin. Je ho tam méně než albuminu, protože má podstatně nižší plazmatickou koncentraci než albumin a větší molekulovou hmotnost, tudíž jeho přestup z glomerulárních kapilár do primární moči je omezen větší velikostí jeho molekuly. Transferin, stejně jako albumin, nese negativní

náboj a tudíž jeho filtrace přes glomerulární kapiláru je omezena i tzv. nábojovou selektivitou glomerulární kapiláry (Cheung CK et al., 1989, s. 1672-1674).

U většiny zdravých dospělých nepřekročí vylučování albuminu močí  $15 \mu\text{g}/\text{min} = 20\text{mg}/24 \text{ h}$ . Je zde však značná variabilita, protože vylučování albuminu (ale i jiných proteinů) závisí na prokrvení ledvin, svalové námaze, na změně pohybu těla, na prochlazení apod. (Masopust, 1998, s. 237)

Mikroalbuminurie je projevem generalizovaného patologického procesu, který poškozují cévní systém. Zvýšení transkapilární pasáže albuminu se objevuje rovněž u pacientů s esenciální hypertenzí jako projev globální vaskulární dysfunkce. To může vysvětlovat i aterosklerotické změny na cévách při nálezů mikroalbuminurie. Sám o sobě nemá albumin žádný patogenetický význam, představuje však velmi vhodný marker, který ukazuje na generalizovanou hyperpermeabilitu.

Fyziologické hodnoty (střední hodnoty v klidovém režimu a vleže):  $3-8 \mu\text{g}/\text{min}$ , tj.  $4-12 \text{ mg}/24\text{h}$ . Patologie: Albumin je zvýšen téměř u každé proteinurie, z toho vyplývá, že u většiny glomerulopatií je v počátečním stadiu (různě dlouhém) též přítomna i mikroalbuminurie. O skutečné mikroalbuminurii však mluvíme, když se jedná o nález trvající týdny, měsíce a déle. Diagnostický význam má zejména pro tyto tři onemocnění:

- insulindependentní diabetes mellitus

Zvýšená mikroalbuminurie se vyskytuje u 20-40% případů v závislosti na stadiu onemocnění a stupni metabolické kontroly. Průkaz mikroalbuminurie je považován za nejvhodnější ukazatel rizika vývoje diabetické nefropatie. Čím v mladším věku IDDM začíná, tím častější je výskyt mikroalbuminurie a tím větší je riziko vzniku diabetické nefropatie. Nejdříve začíná na 2 roky do vzniku IDDM. Roční přírůstek U-albuminu je v průměru  $24 \mu\text{g}/\text{min}$ . Mikroalbuminurie u IDDM podléhá značným intraindividuálním variacím. Je proto nutné vyšetření opakovat alespoň třikrát v několika denních odstupech, nejlépe v moči sbírané přes noc.

- preeklampsie
- esenciální hypertenze (Masopust, 1998, s. 237)

### 2.6.1 Současné poznatky o mikroalbuminurii, transferinurii a zátěžovém aspektu

Hodnota albuminurie značně kolísá v závislosti na různých vlivech (tlaku krve, fyzické zátěži a dalších). Molekulová hmotnost albuminu je cca 69 kDa. Transferin je protein o molekulové hmotnosti vyšší, cca 80 kDa. V pilotní studii (Vítová et al., 2008, s. 56-90) byla zjištěna silná korelace mezi množstvím albuminu a transferinu v moči u pacientů s časným postižením ledvin (n=72). V této studii bylo dále zjištěno, že při mírné mikroalbuminurii (tj. pod 100 mg/den) byla transferinurie zvýšena pouze u 25% osob, zatímco při mikroalbuminurii 100-300 mg/den byla již patologická transferinurie přítomna vždy. Může to znamenat, že hraniční mikroalbuminurie je často jen změnou funkční. Při vyšší mikroalbuminurii se současnou transferinurií je naopak již pravděpodobně přítomno morfologické poškození glomerulu. Transferinurie se tedy jeví být více specifickým projevem glomerulární léze.

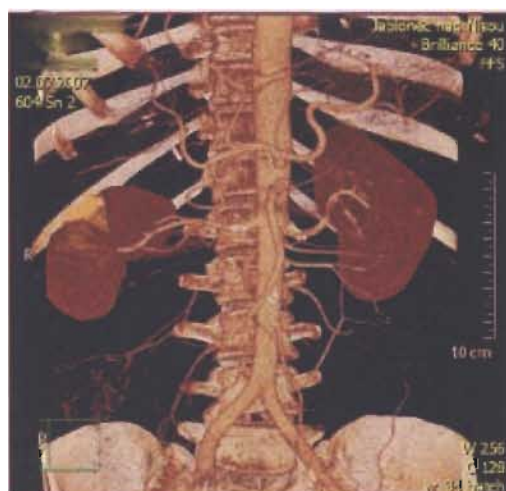
Ve vztahu k zátěži však byly doposud výhradně zkoumány jen změny mikroalbuminurie. Množství pozátěžové mikroalbuminurie stoupá více v závislosti na intenzitě zátěže, než na jejím trvání (Prochazka et al., 2008, s. 50-55). Muži dosahují větších pozátěžových hodnot dosahují muži, než ženy. Ve studii vlivu zátěže na mikroalbuminurii u zdravých lidí (Karen et al., 2009), byly naměřeny klidové hodnoty mikroalbuminu (vyjádřeno poměrem: mikroalbumin [mg/l]/kreatinin [mmol/l]=[mg/mmol]) u žen (n = 14) 0,5 mg/mmol (SD±0,3) a u mužů (n = 16) 0,4 mg/mmol (SD±0,1). Bezprostředně po cvičení (15-20min maximální zátěže) se hodnota zvýšila u žen na 5,6 mmol/l (SD±9,7) a u mužů 7,6 mmol/l (±17,6). Dvanáct z 30 jedinců dosáhlo prahové hodnoty pro mikroalbuminurii. Do 24 hodin se však u všech jedinců vrátila hladina k normálu a během dalších 48 hodin nedošlo ke změnám.

### 2.7 Bolesti pohybového aparátu při onemocnění ledvin a jejich ovlivnění

Ledviny jsou uloženy podél páteře ve výši obratlů Th11 - L3. Pánvičky ledvin jsou na úrovni obratle L1 a promítají se na povrch zad do úhlu mezi svalovými valy podél páteře a 12. žebrem (Obrázek 11) - kostovertebrální úhel (Tichý, 2009, s. 62).

Na základě bolestivých příznaků v bedrech trvajících více dnů může být rozpoznáno onemocnění ledvin. Typickými subjektivními obtížemi pacienta bývají bolesti v ThL přechodu s různým vyzařováním do břicha nebo jsou lokalizované pouze do kříže. Diagnosticky rozhodující, která strana je postižena. Na základě reflexních změn bohužel nedokážeme rozlišit, o jaké onemocnění se jedná (pyelonefritida nebo glomerulonefritida a další).

## Obrázek 11. CT snímek ledvin ve vztahu k okolním kostěným strukturám



(převzato z: Kajinová P., 2007, <http://www.nemjbc.cz/cs/o-nemocech/nadory-ledvin.html>, navštíveno dne: 2010-03-07)

Nejčastějším příznakem asi u 60-70% pacientů jsou bilaterální spasmy paravertebrálního svalstva vyskytující se od segmentu Th6 do LS přechodu a stejně lokalizované hyperalgické kožní zóny. Od Th10 do L2 bývají blokády ThL přechodu a někdy (35-40%) i SI kloubů. Dále se může vyskytovat palpační citlivost trnů ThL přechodu (Th10-12), L5 a S1 a volných žebere (20-25%). Mezi další objektivní zjištění patří: spasmus a bolestivost m. psoas (u 45-50% nemocných), může se vyskytovat oboustranně a spasmus m. iliacus (asi u 30% nemocných) (Rychlíková, 2004, s. 475). Někdy můžeme pozorovat ligamentové bolesti a poruchy statiky (Lewit, 2003, s. 321).

Výše uvedené změny jsou málo ovlivnitelné léčbou (Lewit, 2003, s. 321), pokud je základní onemocnění ještě aktivní, a to v případě pyelonefritidy a glomerulonefritidy. Pokud se ale pacient dostane do stavu nefropatózy, je pro něho léčení funkční poruchy pohybového aparátu velmi rozhodující a přináší mu úlevu. Dokonce byla provedena studie, která prokázala manuální terapii jako mnohem efektivnější léčbu tohoto stavu, než samotná nefropexie (Lewit, 2003, s. 321).

### 3 CÍLE A HYPOTÉZY

Hlavním cílem mé práce je se seznámit s metodikou CHR-testu a vyzkoušet její aplikaci. Dále pak získané výsledky vyšetření porovnat s doposud prezentovanými výsledky měření na netrénovaných jedincích a rozšířit tak interpretaci výsledků o další výkonnostně homogenní skupinu vytrvalostně trénujících žen. Dále na základě srovnání korelací jednotlivých ukazatelů testu usoudit, zda test je vhodným prostředkem pro testování výkonnosti KVS vytrvalostních sportovců. Cílem práce je také zhodnotit, zda užití CHR-testu je správným způsobem zatížení organismu pro zjišťování funkce ledvin v zátěži ve smyslu proteinurie.

Cíle mé práce:

- 1) Představit CHR-test jako způsob zátěžového vyšetření.
- 2) Pomocí koeficientů korelační analýzy porovnat základní a vedlejší ukazatele vyšetřovaného souboru vytrvalostně trénujících žen s již dříve prezentovanými soubory (Stejskal, Hejnová, 1994, s. 41-49) netrénovaných mužů a žen.
- 3) Na základě výsledků vyšetřování vytrvalostních sportovkyň CHR-testem určit průkaznost ukazatelů tohoto testu, ve srovnání s předešlou studií (soubory: netrénování muži a ženy).
- 4) Porovnat množství klidových a pozátěžových hodnot (dané časové intervaly po zátěži) albuminu vyloučeného do moče.
- 5) Porovnat kolísání exkrece albuminu a transferinu do moče ve vztahu k zátěži a posoudit, zda by transferinurie mohla být spolehlivějším ukazatelem poškození glomerulu než albuminurie.

Hypotézy:

- H1: Všechny hodnoty ukazatelů výkonnosti KVS budou ukazovat lepší zdatnost vytrvalostně trénujících žen, než žen netrénujících.
- H2: Ukazatele sloužící k posouzení výkonnosti oběhu budou vyšší u netrénovaných mužů, než u vytrvalostně trénovaných žen.

- H3: Prudší pokles intenzity zatížení během celého testu bude větší u netrénovaných osob než u trénovaných.
- H4: Doba potřebná k dosažení clamp. TF bude u netrénovaných mužů delší než u trénovaných žen.
- H5: Pomocné ukazatele  $W_1/kg$  a  $W_i/kg$  budou u netrénovaných mužů vyšší než u trénovaných žen.
- H6: Ve skupině trénovaných žen budou základní ukazatele korelovat s ostatními ukazateli stejně jako ve skupinách netrénovaných žen a mužů.
- H7: Ve skupině trénovaných žen budou vedlejší a komplexní ukazatele korelovat stejným způsobem jako ve skupině netrénovaných žen a mužů.
- H8: Naměřené hodnoty transferinu a mikroalbuminu budou vzájemně korelovat.
- H9: Rozptyly předzátěžových a pozátěžových střeních hodnot albuminurie a transferinurie [ $\mu g/min$ ] se budou lišit.
- H10: Pozátěžové hodnoty transferinurie budou v časové ose zvýšeny ve stejnou dobu jako hodnoty albuminurie.
- H11: Transferin je spolehlivějším (specifičtější) ukazatelem poškození glomerulu než albuminurie.
- H12: V 2. sběru moče bude část probandek vykazovat mikroalbuminurii.
- H13: Procentuální vzestup albuminurie a transferinurie bude po zátěži stejný.

## 4 METODIKA

### 4.1 Vstupní údaje pro vyšetření CHR-testem

Doposud byla měření prováděna na jedincích příležitostně pohybově aktivních (Stejskal, Hejnová, 1994, s. 41-49). V práci, se kterou srovnávám mé výsledky bylo pro měření použito 82 studentů (36 mužů a 46 žen) s průměrným věkem 19,27 let ( $SD \pm 1,04$ ), kteří provozovali pohybovou aktivitu delší než 30 minut průměrně 2 krát týdně. Pro rozšíření poznatků o vyšetření KVS CHR-testem jsem si zvolila cílovou skupinu vytrvalostně trénovaných žen (trénink šestkrát týdně po dobu minimálně 2 hodiny;  $n=25$ ). U této skupiny probandek jsem předpokládala jejich znalost vlastních parametrů kardiiovaskulárního systému (max. TF a min. TF) a také lepší komunikaci při sdělování subjektivních pocitů při zatížení organismu. Znalost parametrů KVS mi byla nápomocna při zadávání vstupních hodnot do programu VarCor Sport.

Cílová tepová frekvence (clamp.TF) byla určena z maximální tepové frekvence (max.TF) a minimální tepové frekvence (min.TF). (Výpočet sevřené tepové frekvence viz. kap. 4.3 Parametry určující clampovanou TF). Vycházela jsme z max.TF změřené při běhu. Probandky tuto hodnotu znaly buď z již dříve absolvovaného sportovního zátěžového vyšetření nebo si ji pomocí sporttestru změřily v terénu. Pro měření max.TF v terénu se v praxi mezi běžci využívá 3-krát opakovaného běhu na 500 do mírného kopce. Každý úsek se běhá v o něco vyšším tempu, než předchozí. Jako platná hodnota se počítá TF změřená v posledních metrech třetího -nejrychlejšího úseku, které běžec absolvuje s využitím svých maximálních rychlostních možností. Pro moje účely měření na ergometru jsem od původních hodnot  $max.TF_B$  odečetla 10 tepů (průměr  $max.TF_k = 188$  tepů,  $SD \pm 5,5$ ). Vycházela jsem z předpokladu, že nižší max.TF (o 10 tepů) dosažená při měření na ergometru je dána nekonáním práce horních končetin (snížená síla svalové pumpy), které při běhu výrazně pomáhají k dosažení vyšší max.TF.

$$max.TF_k = max.TF_B - 10$$

U probandek, které znaly svou max.TF změřenou na ergometru jsem použila rovnou tuto hodnotu.

Min.TF byla stanovena jako průměrná hodnota 3 ranních po sobě jdoucích měření. Průměrná min.TF všech probandek činila 49 tepů (SD±7,5) (Tabulka 3). Individuální hodnoty jsou uvedeny na příloženém CD se zdrojovými daty.

U probandek jsem použila 30 minut sub-maximální zátěže na bicyklovém ergometru, odpovídající subjektivně stření až těžké zátěži. Délka testu byla zvolena výhradně s cílem možnosti srovnání s předešlou studií (Stejskal, Hejnová, 1994, s. 41-49), ve které autoři též zvolili tuto délku vyšetření KVS (viz. DISKUSE, kap. 6.1 CHR-test).

Celkem bylo provedeno 25 měření metodikou CHR-testu, z čehož u 19 měření byla dodržena hodnota clamp.TF na přibližně 80% MTR (viz.kap. 4.3 Parametry určující clamp.TF).

## 4.2 Technické vybavení pro aplikaci CHR-testu

CHR- test se provádí na bicyklovém ergometru, u kterého je zajištěna dobrá kvalita EKG záznamu. Pro moje měření jsem použila ergometr firmy Kettler Axiom P<sup>2</sup>. U většiny měření jsem místo standardního sporttesteru typu Polar použila 3 elektrody, které plnily stejnou funkci jako sporttester. První dvě samolepicí elektrody jsem připevnila do oblasti 2. mezižebří na pravé i levé straně hrudníku v oblasti mammy a třetí svod na levou stranu hrudě v oblasti 4. mezižebří. Bližší vysvětlení principu zapojení viz. kap. 2.2.3 Technické zázemí pro CHR-test.

Pro zaznamenání hodnot jsem použila notebooku s těmito parametry: model Acer TM 630, procesor Intel Pentium 4 Mobile 1.8 GHz, operační paměť 256 MB, pevný disk 20 GB, paměť grafické karty 32 MB, operační systém MS Windows XP Professional SP2. Použila jsem softwaru VarCorSport, verze 2.3.0.0.

Měření jsem prováděla v místnosti, kde bylo teplotní rozmezí 20-22 °C.

## 4.3 Parametry určující clampovanou TF

V průběhu celého CHR-testu se probandky snažily udržet konstantní kadenci (frekvenci šlapání). Frekvenci jsem po odzkoušení stanovila na 80 otáček/min. Frekvence pochopitelně během testu kolísá, maximálně však v rozpětí cca 3 otáčky/min.

Počáteční intenzita zatížení vypočítáme  $W_i = k \cdot \text{hmotnost [kg]}$ , kde  $k$  je konstanta, za kterou se dosazují hodnoty podle anamnesticky získaných údajů o trénovanosti.



**Tabulka 1. Hodnoty konstanty k náležící různě trénovaným jedincům** (Stejskal, Hejnová, 1994, s. 41-49)

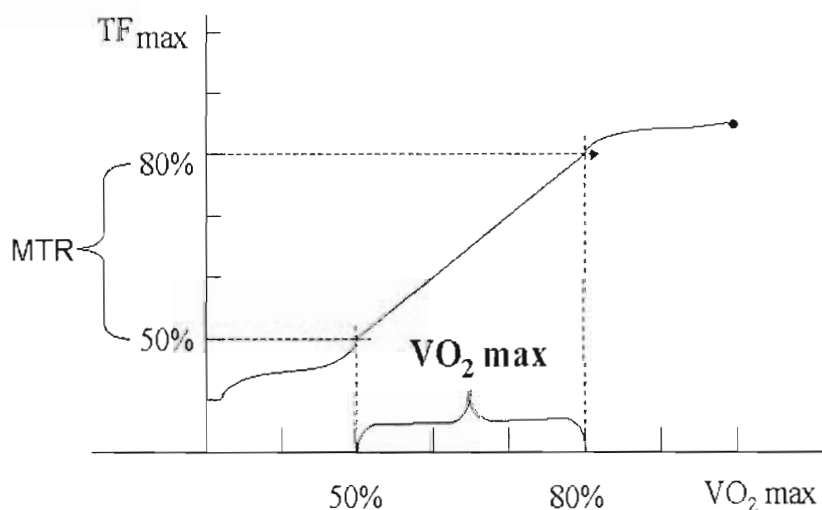
Trénovanost jedince:	Muž	Žena
Trénovaný	2,5 W	1,8 W
Netrénovaný	2,0 W	1,3 W

Iniciální zatížení  $W_1$  (watt) jsem zvolila tak, aby dosahovala hodnoty 50% předpokládaného průměrného zatížení  $W_i$ . Dále jsem iniciální hodnotu zatížení upravila podle subjektivních pocitů probandek.

První metodou pro stanovení clamp.TF je nastavení cílové hodnoty těsně pod anaerobním prahem. Anaerobní práh je zde vyjádřen v procentech maximální tepové rezervy dle Karvonena (Obrázek 12) a předpokládá se, že:

$$MTR = \max.TF - \min.TF$$

**Obrázek 12. Předpoklad pro výpočet  $TF_c$  dle Karvonena** (Fakulta tělesné kultury, 2002, s. 1-12)



Z toho předpokladu, že procentuální vyjádření MTR odpovídá procentuálnímu vyjádření  $VO_2\max$  se cílová tepová frekvence stanovuje pomocí vzorce:

$$TF_c = [(\text{VO}_2\max/350)+0,6] \cdot [\max.TF - \min.TF] + \min.TF$$

Pro upřesnění dosadím do vzorce jednu ze sportovkyň, hypoteticky se podobající mým pronadkám

**Obrázek 13. Ukázka dosazení hypotetické probandky do výše uvedeného vzorce**

$$TF_c = \left[ \frac{60 \text{ [ml/kg/min]}}{350} + 0.6 \right] \times \left[ 186 - 45 \right] + 45$$

$TF_c = 154 \pm 4$

průměrná hodnota zdravé vytrvalostně sportující ženy

průměrná MTR probandek činila 141 tepů

Po dosazení do výše uvedeného vzorce mi vycházely nižší hodnoty  $TF_c$ , než které byly pro sportovkyně vhodné (subjektivně příliš nízká zátěž) a to i za předpokladu dosazení za  $VO_2\text{max}$  hodnotu 60 (Obrázek 13).

Při stanovování clamp.TF jsem proto využila poznatku z disertační práce Radima Jurčí (s názvem: CHR-test jako metodika vyšetření výkonnosti kardiovaskulárního systému), který zvolil pro "clampování" netrénovaných jedinců interval 60-80% tepového rozpětí. Na základě testování, které jsem provedla (jelikož jsem znala skutečné hodnoty min.TF a max.TF mých probandů) na některých vytrvalostních sportovcích (n=6) jsem dospěla k rozhodnutí použít horní hranici zmiňovaného intervalu (tedy 80% MTR). Na základě anamnestických údajů se mi podařilo se k této hodnotě přiblížit na 81% (SD ± 2,3). Pro stanovení cílové tepové frekvence však autorům mé srovnávací práce výše uvedený vzorec plně postačoval, jelikož vyšetření KVS prováděli na méně zdatných jedincích a vstupní parametry (min.TF a max. TF) volili na základě odhadnutých tabulkových populačních hodnot. (Údaje o zdatnosti probandů ve srovnávací studii viz. kap. 4.1 Vstupní údaje pro vyšetření CHR-testem.)

#### **4.4 Materiál, metody a prostředky pro stanovování MU a TU (postup sběru moči)**

Z 25 vyšetřených vytrvalostních sportovkyň CHR-testem jich 23 odevzdalo vzorky moči pro stanovení množství v ní obsažených bílkovin po zátěži. V den vyšetření měly probandky volný příjem tekutin a prováděly kompletní sběry moči v daných časových úsecích, jejichž objemy zapisovaly. Z celkového objemu moči, (časově omezeného sběru) byl odebrán vzorek o 20 ml (dvě zkumavky Millipore), z kterého byly stanoveny analyty. Celkem byly od každé sportovkyně odebrány 4 vzorky moči - po 20ml - ve čtyřech časových úsecích: 1. vzorkem byla ranní moč, sbírána od 22,00 hodin předešlého dne do 6,00 hodin ráno dne měření. Před zátěžovým testem se probandky vymočily do WC a před testem a během něho doplňovaly tekutiny (celkem cca 300 ml). 2. vzorek byl odevzdán ze sběru, který proběhl v časovém úseku 2 hodin po zátěži a 3. ze stejně dlouhého

navazujícího úseku. 4. vzorek byl odebrán z ranní moči následujícího dne – 22,00 hod – 6,00 hod. V průběhu těchto časových úseků měli probandky volný příjem tekutin a veškeré údaje zaznamenávaly do formuláře (Příloha 3).

Analyty byly stanoveny postupy používanými v laboratoři Ústavu klinické biochemie a patobiochemie 2.LF UK a FN Motol. Mikroalbuminurie byla stanovena imunoturbidimetrií (Roche) a transferinurie byla stanovena imunonefelometrií (Beckman Coulter + zkoncentrování vzorku ve zkumavce Millipore). Kreatinurie byla stanovena za použití standardní rutinní metody (Jaffeho reakce -bez deproteinizace, Siemens Company Kit). Pomocí stanoveného kreatininu byl vypočítán indexový poměr:

Albumin [mg/ml] / kreatinin [mmol/l] = indexový poměr [mg/mmol]

Dalším způsobem vyhodnocení bylo stanovení absolutního množství albuminu a transferinu [µg] a dále pro přesnost výsledků vyděleno časovým úsekem (v minutách), v průběhu kterého docházelo k vylučování moče a nakonec vztaženo k povrchu těla (m<sup>2</sup>) individuálních hodnot probandek. Individuální hodnoty vyšetřovaných jednotlivců jsou uvedeny na přiloženém CD, list 1.

Povrchy těl probandek jsem vypočítala dle vzorce podle DuBios:

$$BSA (m^2) = 0.20247 \times \text{výška jedince (m)}^{0.725} \times \text{hmotnost (kg)}^{0.425}$$

#### 4.5 Statistické zpracování

Pro statistické zpracování CHR-testu a hodnot proteinurie jsem použila program MS Excel 2003.

Pro výpočet průměru jsem využila funkce PRŮMĚR, pro stanovení korelačního koeficientu jsem aplikovala funkci CORREL, pro určení hodnoty t-testu funkce TTEST a pro výpočet směrodatné odchylky jsem využila funkci SMODCH.

Dále jsem pro srovnávání podsouborů použila funkci SSD (statistical significant difference). Funkce určuje statistickou významnost rozdílu podsouborů mezi jednotlivými parametry. O statistické významnosti hovoříme tehdy, když nastane taková odchylka od teoretického očekávání, která by za platnosti předem daného předpokladu měla velmi malou pravděpodobnost. V takovém případě se má zato, že předpoklad není správný. Pro určení statistické významnosti rozdílu se používá hladina statistické významnosti  $p$ , pro  $p < 0,001$  = velká diference;  $p < 0,05$  = jistá podobnost a NS (Non-significant) = naprosto nevýznamná diference.

## 5 VÝSLEDKY

### 5.1 Charakteristika cílové skupiny pro CHR-test

Cílovou skupinou byly věkově homogenní probandky (Tabulka 3; zdrojová data viz příložené CD) ve věku 18 až 26 let (průměrný věk 22,8; SD  $\pm$ 2,5). Jednalo se o vrcholové vytrvalostní sportovkyně (závodící v běhu, kanoistice a běžeckém lyžování), trénující v průměrně šestkrát týdně 2 hodiny. Průměrná výška sportovkyň byla 165 cm (SD  $\pm$  7,1) a hmotnost 59,9 kg (SD  $\pm$  8,1). Z těchto hodnot bylo vypočteno BMI (body mass index), jehož hodnota průměrně činila 21,8 (SD  $\pm$  1,6). Tyto průměrné základní údaje vyšetřované skupiny vytrvalostních sportovkyň byly pro úplnost prezentace výsledků porovnány s průměrnými hodnotami již testovaných souborů (Tabulka 2): netrénovaných mužů a žen (bližší údaje o trénovanosti viz. kap. 4.1 Vstupní údaje pro vyšetření CHR-testem) v předešlé práci (Stejskal, Hejnová, 1994, s. 41-49).

**Tabulka 2. Průměrné hodnoty ( $\bar{x}$ ) a směrodatná odchylka (SD) vybraných ukazatelů probandů vyšetřených CHR-testem, hodnoty sloupců: Netrénované ženy a Netrénovaní muži pro úplnost srovnání souborů převzaty z dřívější studie (Stejskal, Hejnová, 1994, s. 41-49). Statistická významnost rozdílu (SSD) podsouborů aplikována mezi 1. a 2. sloupcem (SSD1) a mezi 1. a 3. sloupcem (SSD2).**

Srovnávané soubory:	Tren. ženy (n = 19)		Netren. ženy (n = 46)		Netren. muži (n = 36)		SSD1	SSD2
	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	$\bar{x}$	SD	WG (65)	WG (55)
Věk (roky)	22,78	2,45	19,13	0,86	19,44	1,23	$p < 0,001$	$p < 0,001$
Výška (cm)	165,37	7,09	167,87	5,25	179,88	7,23	NS	$p < 0,001$
Hmotnost (kg)	59,89	8,10	59,06	7,55	69,44	6,92	NS	$p < 0,001$
BMI	21,80	1,57	20,87	2,23	21,42	1,96	NS	NS

Vysvětlivky: Tren. ženy=trénované ženy; Netren. ženy=netrénované ženy; Netren. muži=netrénovaní muži; WG=whole group.

#### 5.1.1 Porovnání se soubory testovanými v dřívější studii (Stejskal & Hejnová, 1994)

Všechny tři podsoubory byly relativně věkově homogenní a pro účely testování se od sebe významně nelišily (Tabulka 2). Průměrné hodnoty tělesné hmotnosti a výšky se od sebe u obou souborů testovaných žen (trénované a netrénované) statisticky nelišily. Stejná byla situace pro Body Mass Index (BMI). Souhrnně se dají hodnoty BMI u všech tří souborů uvést za ideální. Při srovnávání antropometrických ukazatelů mezi trénovanými ženami a netrénovanými muži sice byla prokázána statistická významnost rozdílu výšky a

hmotnosti, ale toto zjištění není vzhledem k všeobecně známým antropometrickým populačním ukazatelům překvapující.

## **5.2 Vyhodnocení pomocných ukazatelů CHR-testu a jejich porovnání s výsledky studie prováděné na jiných typech souborů (Stejskal, Hejnová, 1994, s. 41-49)**

Statisticky se významně lišila max. TF mezi skupinou trénovaných žen a netrénovaných jedinců. Trénovaný soubor má v porovnání s netrénovanými hodnotu max.TF v průměru o 7 tepů nižší (Tabulka 3).

Průměrné hodnoty minimálních tepových frekvencí nemohu mezi soubory porovnat, jelikož autoři předešlé studie sice min. TF pro výpočet  $TF_c$  měřili, jak uvádějí v metodice studie, ale bohužel tyto hodnoty do výsledků neuvedli. Clamp.TF byla u trénovaných žen stanovena v průměrně o 8 tepů vyšší než u netrénovaných mužů a žen.

Zatížení cirkulace během testu se u trénovaných žen (ZC=83%) v porovnání s oběma netrénovanými soubory statisticky významně lišilo (netrénované ženy-ZC=68% a muži-ZC=71%).

Grafy jednotlivých průběhů zatížení vytrvalostně trénujících probandek jsou uvedeny na přiloženém CD, list 2.

Průměrné hodnoty intenzity zatížení určené pro iniciální rozcvičovací fázi testu ( $W_i$ ) byly u trénujících i netrénujících žen významně nižší než u mužů (Tabulka 3). A to jak hodnoty absolutní, tak i relativní, vztažené k hmotnosti probandů. Průměrné nejvyšší hodnoty intenzity zátěže získané během vlastního testu ( $W_1$ ) byly u trénovaných žen a netrénovaných mužů významně vyšší než u netrénovaných žen. Za zmínku stojí, že při vztažení na hmotnost probandů byla tato hodnota dokonce mírně vyšší u trénovaných žen, než netrénovaných mužů (+0,4 W/kg). Doba ( $T_i$ ) sloužící k dosažení  $W_1$  ("rozcvičovací fáze") se u obou netrénovaných souborů statisticky nelišila, avšak zároveň byla významně nižší než u souboru trénovaných žen (průměrně 2,5-krát).

**Tabulka 3. Průměrné hodnoty (x) a SĎ ukazatelů kardiovaskulárního systému u srovnávaných souborů, hodnoty sloupců: Netréňované ženy a Netréňovaní muži pro srovnání převzaty z předešlé práce (Stejskal, Hejnová, 1994, s. 41-49). SSD aplikována na 1. vs. 2. sloupec (SSD1) a 1. vs. 3.(SSD2) sloupec.**

Srovnávané soubory:	Tren. ženy (n=19)		Netren. ženy (n=46)		Netren. muži (n=36)		SSD1	SSD2
	x	SD	x	SD	x	SD	WG (65)	WG (55)
Max. TF (min <sup>-1</sup> )	188,42	5,55	196,30	2,60	194,60	4,00	p<0,001	p<0,001
Min. TF (min <sup>-1</sup> )	49,00	7,53	-	-	-	-	-	-
Clamp. TF (min <sup>-1</sup> )	162,11	5,53	153,60	4,50	155,70	4,80	p<0,001	p<0,001
TFx (min <sup>-1</sup> )	163,47	5,95	155,70	5,05	157,60	4,84	p<0,001	p<0,001
ZC (%)	82,86	3,31	67,72	3,29	71,05	1,95	p<0,001	p<0,001
Ti (min)	8,68	3,16	2,87	1,64	3,85	2,31	p<0,001	p<0,001
Wi (W)	99,53	13,00	93,70	17,70	156,70	32,60	NS	p<0,001
Wi/kg (W/kg)	1,66	0,02	1,60	0,30	2,26	0,45	NS	p<0,001
W <sub>1</sub> (W)	178,42	32,40	108,50	24,80	181,50	27,40	p<0,001	NS
W <sub>1</sub> /kg (W/kg)	2,98	0,39	1,85	0,41	2,62	0,35	p<0,001	p<0,001

Vysvětlivky: Tren. ženy=trénované ženy; Netren. ženy=netréňované ženy; Netren. muži=netréňovaní muži; WG=whole group.

### 5.3 Porovnání základních, vedlejších a komplexních ukazatelů skupiny trénovaných žen se studií souborů netréňovaných žen a mužů (Stejskal & Hejnová, 1994)

Ukazatele určené k posouzení výkonnosti oběhu (WKGZC a W<sub>1</sub>KGZC), byly u trénovaných žen významně vyšší než u netréňovaných (Tabulka 4). Průměrné hodnoty tohoto parametru se však mezi trénovanými ženami a netréňovanými muži statisticky významně nelišily. Stejná byla situace u parametru W<sub>1</sub>KGZC. V souboru trénovaných žen byla prokázána silná korelace mezi základními ukazateli, stejně jako u netréňovaných mužů a žen v předešlé studii (Stejskal & Hejnová, 1994). Mezi oběma základními ukazateli je statisticky významný vztah.

Vedlejší ukazatel KS byl v předešlé studii naměřen výrazně vyšší u netréňovaných mužů, než u žen. V mé studii byl rozdíl tohoto parametru mezi trénovanými ženami oproti netréňovaným mužům větší než dvojnásobek rozdílu mezi netréňovanými muži a ženami, což svědčí o dostatečnosti tohoto ukazatele (hodnoty SD byly výrazně nižší u skupiny trénovaných žen v porovnání s ostatními skupinami, tzn. menší rozptyl hodnot) v porovnání s netréňovanými. Korelaci mezi KS a základními ukazateli se mi na rozdíl od předešlé studie prokázat nepodařilo.

Hodnota ukazatele trendu časového průběhu změn zatížení ( $S_1$ ) byla u trénovaných žen statisticky průkazně vyšší než u netréovaných jedinců, což svědčí pro nižší pokles intenzity zatížení během testu a velkou dostatečnost (vzhledem k netréovaným jedincům) tohoto ukazatele, než která byla dokázána v předešlé studii (Stejskal, Hejnová, 1994, s. 41-49). Ukazatel trendu časového průběhu změn adaptace kardiovaskulárního systému na zatížení ( $S_2$ ) byl statisticky průkazně nižší u trénovaných žen než u netréovaných jedinců. Průměrné hodnoty ukazatele  $S_2$  u trénovaných se výrazně blížily nule, což znamená, že frekvence změn zatížení během celého testu byla statisticky významně stejnoměrnější, než u netréovaných jedinců (Tabulka 4).

**Tabulka 4. Výsledné průměrné ukazatele KVS mnou měřených (Trénované ženy) a srovnávaných souborů: Netréované ženy a muži souborů (Stejskal, Hejnová, 1994, s. 41-49). Aplikace SSD je stejná jako v předešlých tabulkách.**

Srovnávané soubory:	Tren. ženy (n=19)		Netren. ženy (n=46)		Netren. muži (n=36)		SSD1	SSD2
	x	SD	x	SD	x	SD	WG (65)	WG (55)
<b>WKGZC</b> · 10 <sup>5</sup>	3197,82	403,23	2086,00	520,00	2931,00	514,00	p<0,001	NS
<b>W<sub>1</sub>KGZC</b> · 10 <sup>5</sup>	3597,70	491,67	2716,00	554,00	3688,00	477,00	p<0,001	NS
<b>KS</b> · 10 <sup>4</sup>	9520,20	441,54	7641,00	1281,00	8275,00	823,00	p<0,001	p<0,001
<b>KOMPL</b> · 10 <sup>3</sup>	2723,82	1109,32	1885,00	1025,00	4534,00	1401,00	p<0,05	p<0,001
<b>S<sub>1</sub></b>	-1,74	1,06	-14,85	14,22	-33,55	20,50	p<0,05	p<0,001
<b>S<sub>2</sub></b>	-2,22	3,15	46,66	96,20	85,60	126,20	p<0,05	p<0,05
<b>N</b>	9,00	4,21	36,15	8,44	36,78	9,50	p<0,001	p<0,001

Vysvětlivky: Tren. ženy=trénované ženy; Netren. ženy=netréované ženy; Netren. muži=netréovaní muži; WG=whole group.

Korelaci mezi základními a vedlejšími ukazateli se u trénovaných žen, až na výjimku slabé korelace mezi **N** a **W<sub>1</sub>KGZC**, prokázat nepodařilo (Tabulka 6). Hodnota ukazatele **N** (počet změn během testu), byla 4 krát nižší u trénovaných žen (**N**=9), než u netréovaných jedinců (Tabulka 7; Tabulka 8) obou pohlaví (shodně: **N**=36), což svědčí o stabilitě reakce oběhu trénovaných jedinců.

Pořadí velikosti korelačních koeficientů mezi jednotlivými ukazateli, podílejícími se na tvorbě **KOMPL** (komplexní ukazatel), a vlastním komplexním ukazatelem poukazuje na to, že u trénovaných žen je **KOMPL** nejvíce ovlivněn **WKGZC** a nejméně **KS** (Tabulka 6). Nepodařilo se mi prokázat korelaci mezi **KOMPL** a **KS**, jako u dříve zkoumaných souborů (u obou souborů byla prokázána silná korelace). Shodně s předešlou prací (jen se souborem netréovaných žen) byla prokázána negativní korelace mezi **KOMPL** a **S<sub>1</sub>**.

Narozdil od předešlé studie (Tabulka 7; Tabulka 8) se nepodařilo prokázat korelaci mezi koeficienty  $N$  a  $S_2$ ,  $KS$  a  $WKGZC$  a také mezi  $KOMPL$  a  $KS$ , které silně korelovaly u obou souborů v předchozí studii. V souboru trénovaných žen nebylo prokázáno mnoho vztahů, které byly zjištěny (především ve skupině netrénovaných žen) v dřívější studii (viz. DISKUSE, kap. 6.1 CHR-test).

Z výsledků analýzy základních, vedlejších a komplexních ukazatelů vyplývá, že pro charakterizování kardiovaskulární výkonnosti vytrvalostních sportovkyň jsou z použitých ukazatelů nejprůkaznější základní ukazatele  $WKGZC$  a  $W_1KGZC$  a vedlejší ukazatele  $S_1$  a  $S_2$ . Dále se v porovnání s netrénovanými jeví jako směrodatný vedlejší ukazatel  $KS$ , jehož hodnoty byly u trénovaných probandek zaznamenány velmi stejnoměrně, ale jeho korelaci se základními ukazateli se prokázat nepodařilo (Tabulka 6). Zbývající ukazatele  $N$  a  $KOMPL$  mohou posloužit jen pro dokreslení výsledků.

**Tabulka 5. Hladiny významnosti (autorská tabulka)**

Hladiny významnosti pro jednoduchou korelační analýzu mezi vybranými ukazateli			
$P > 0,05 = NS$	$P < 0,05$	$P < 0,01$	$P < 0,001$

(Pozn.: Kritickou hodnotu ovlivňuje počet prvků  $n$ ; čím vyšší  $n$ , tím nižší kritická hodnota  $r_k$ .)

**Tabulka 6. Korelace mezi vybranými ukazateli KVS u souboru trénovaných žen (autorská tabulka)**

korelace	<u>WKGZC</u>		<u>Tren.ženy</u> n = 19			
<u>W<sub>1</sub>KGZC</u>	0,8847	<u>W<sub>1</sub>KGZC</u>				$r_k = 0,4555$
<u>KS</u>	NS	NS	<u>KS</u>			$r_k = 0,5751$
<u>KOMPL</u>	0,8654	0,7676	NS	<u>KOMPL</u>		$r_k = 0,6932$
<u>S<sub>1</sub></u>	NS	NS	NS	-0,5778	<u>S<sub>1</sub></u>	
<u>S<sub>2</sub></u>	NS	NS	NS	NS	NS	<u>S<sub>2</sub></u>
<u>N</u>	NS	0,4840	NS	NS	NS	NS



**Tabulka 7. Korelace mezi vybranými ukazateli KVS ve skupině netréovaných mužů**  
(Stejskal, Hejnová, 1994, s. 41-49)

korelace	WKGZC	Netren.muži n = 36				
<u>W<sub>1</sub>KGZC</u>	0,7617	<u>W<sub>1</sub>KGZC</u>				
<u>KS</u>	0,6411	NS	<u>KS</u>			
<u>KOMPL</u>	0,6432	0,7334	0,7003	<u>KOMPL</u>		
<u>S<sub>1</sub></u>	NS	-0,4621	NS	NS	<u>S<sub>1</sub></u>	
<u>S<sub>2</sub></u>	NS	NS	NS	NS	-0,4799	<u>S<sub>2</sub></u>
<u>N</u>	NS	NS	0,3607	NS	0,5390	0,5981

**Tabulka 8. Korelace mezi vybranými ukazateli KVS ve skupině netréovaných žen**  
(Stejskal, Hejnová, 1994, s. 41-49)

korelace	WKGZC	Netren.ženy n = 46				
<u>W<sub>1</sub>KGZC</u>	0,8170	<u>W<sub>1</sub>KGZC</u>				
<u>KS</u>	0,7498	0,5416	<u>KS</u>			
<u>KOMPL</u>	0,9447	0,8029	0,7837	<u>KOMPL</u>		
<u>S<sub>1</sub></u>	0,3929	-0,4957	-0,5975	-0,4926	<u>S<sub>1</sub></u>	
<u>S<sub>2</sub></u>	NS	NS	0,3098	NS	NS	<u>S<sub>2</sub></u>
<u>N</u>	-0,4159	NS	-0,5676	-0,4072	0,2990	-0,6398

Vysvětlivky: Tren. ženy=trénované ženy; Netren. ženy=netréované ženy; Netren. muži=netréování muži.

#### 5.4 Charakteristika cílové skupiny pro stanovení AU a TU

Vyšetření moči probíhalo z jiného počtu probandek (n=23) a proto zde uvádím tabulku průměrných ukazatelů hodnot pro tento soubor (Tabulka 9; individuální hodnoty vyšetřovaných viz. příložené CD, list 1).

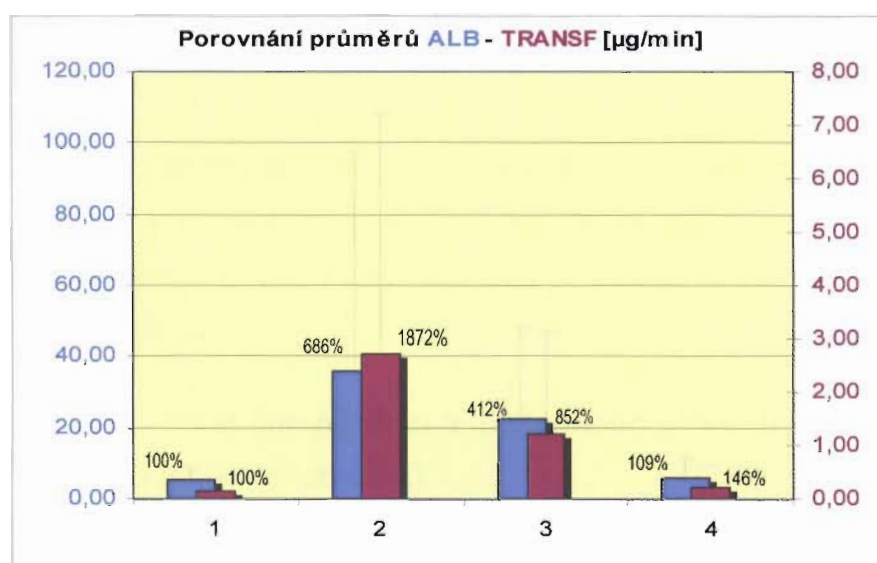
**Tabulka 9. Průměrné hodnoty (x) a směrodatná odchylka (SD) vybraných ukazatelů probandek určených k vyšetření proteinurie (autorská tabulka)**

Vyšetřovaný soubor:	Trénované ženy (n = 23)	
	x	SD
<b>Věk (roky)</b>	23,19	2,38
<b>Výška (cm)</b>	166,39	7,32
<b>Hmotnost (kg)</b>	60,83	8,77
<b>BMI</b>	21,85	1,64
<b>Povrch těla (m<sup>2</sup>)</b>	1,68	0,15

## 5. 5 Vyhodnocení naměřených hodnot AU a TU

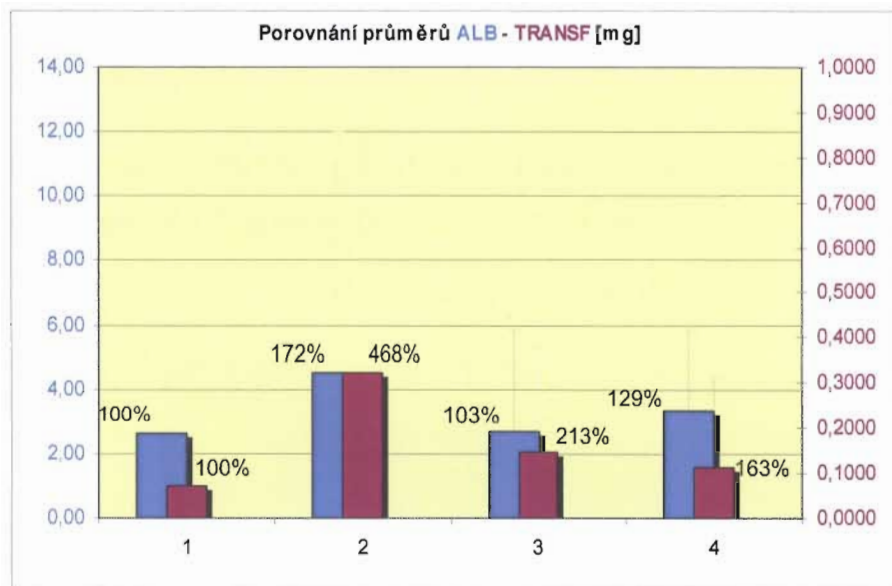
V naměřených hodnotách AU a TU byla přítomna významná korelace ( $p < 0,01$ ) (Vítová et al., 2010). Průměrná hodnota naměřené AU byla zaznamenána ve standardních jednotkách [ $\mu\text{g}/\text{min}$ ] a to v klidových hodnotách  $5,45 \mu\text{g}/\text{min}$  (Me  $4,88 \mu\text{g}/\text{min}$ ,  $\text{SD} \pm 3,00$ ). Průměrná hodnota klidové TU byla naměřena  $0,144 \mu\text{g}/\text{min}$  (Me  $0,103 \mu\text{g}/\text{min}$ ,  $\text{SD} \pm 0,217$ ). Pozátěžové hodnoty byly naměřeny pro AU průměrně  $35,8 \mu\text{g}/\text{min}$  (Me  $18,7 \mu\text{g}/\text{min}$ ,  $\text{SD} \pm 62,0$ ) a pro TU  $2,7 \mu\text{g}/\text{min}$  (Me  $0,7 \mu\text{g}/\text{min}$ ,  $\text{SD} \pm 4,5$ ). Ve 3. vzorku po zátěži hodnoty klesly a ve 4. vzorku se vrátily téměř k výchozím hodnotám. Procentuální vyjádření je znázorněno níže (Obrázek 14).

Obrázek 14. Graf AU a TU [ $\mu\text{g}/\text{min}$ ] ve vztahu k zatížení organismu (autorský obrázek)



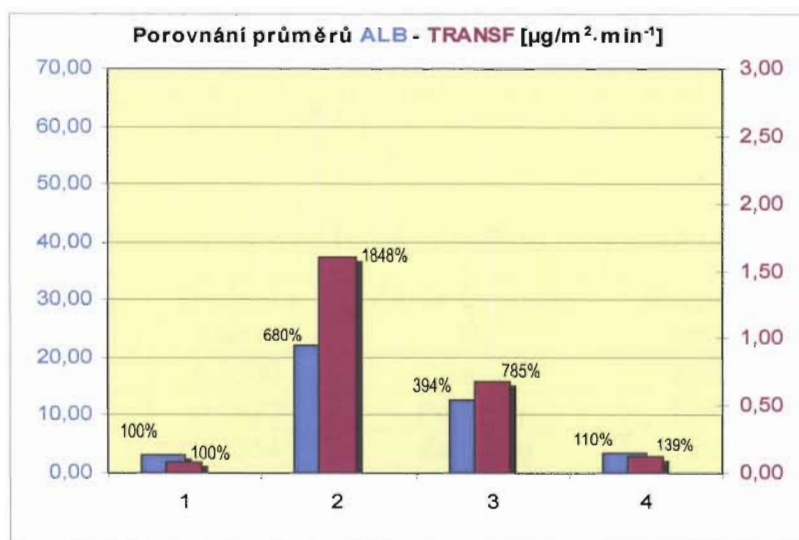
Dále jsem naměřené hladiny analytů znázornila v absolutním množství [mg] a to v průměrných klidových hodnotách pro AU  $2,62 \text{ mg}$  (Me  $2,34 \text{ mg}$ ,  $\text{SD} \pm 1,42$ ) a pro TU  $0,069 \text{ mg}$  (Me  $0,049 \text{ mg}$ ,  $\text{SD} \pm 0,104$ ) a v pozátěžových hodnotách pro AU  $4,49 \text{ mg}$  (Me  $2,32 \text{ mg}$ ,  $\text{SD} \pm 7,55$ ) a pro TU  $0,324$  (Me  $0,085$ ,  $\text{SD} \pm 0,543$ ). Pozátěžový procentuální vzestup AU v absolutním množství byl o 72% a u TU o 368% (Obrázek 15). Zvýšení AU [mg] bylo u některých probandek zaznamenáno ještě 4 hodiny po zátěži, v drtivé většině se však jednalo o úplný návrat k výchozím hodnotám (průměrně se jednalo +3% klidových hodnot). TU však i 4 hodiny po zátěži vykazovala ještě +113% klidových hodnot.

**Obrázek 15. Graf procentuálního nárůstu a následného poklesu AU a TU [mg] v moči po zátěži (autorský obrázek)**



Pro zajímavost uvádím naměřené hodnoty vztahované k povrchu těla jednotlivých probandek (Obrázek 16). Procentuální vzestup a pokles je však téměř totožný s prvním znázorněným grafem (Obrázek 14), jelikož povrchy těl probandek byly velmi podobné (individuální hodnoty viz příložené CD, list 1).

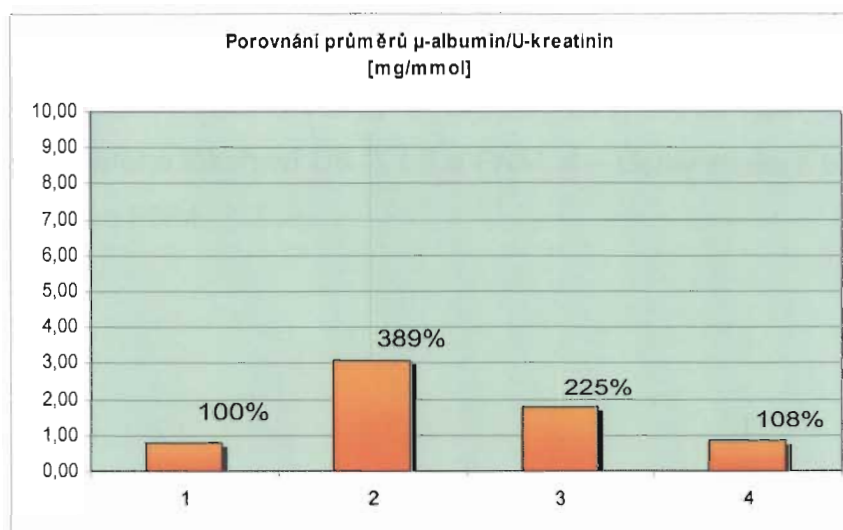
**Obrázek 16. Graf procentuálního nárůstu a následného poklesu AU a TU [ $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{min}^{-1}$ ] v moči po zátěži (autorský obrázek)**



Pro přesnost výsledků dosažené AU jsem použila indexu: albumin [mg]/kreatinin [mg]. V absolutním poměru těchto hodnot vyšly následující výsledky: Průměrná klidová hodnota 0,79 mg/rmmol (Me 0,58, SD±0,59), pozátěžová 3,08 (Me 1,75, SD±6,35), tedy

nárůst o 289% oproti klidovým hodnotám (Obrázek 17). Ve 3. sběru jsem zaznamenala průměrnou hodnotu 1,79 mg/mmol (Me 1,61, SD±1,32), tedy stále ještě o 115% více než klidové hodnoty. Průměrné hodnoty ze 4. vzorku byly zaznamenány téměř totožně jako hodnoty předzátěžové (+8%).

**Obrázek 17. Graf procentuálního nárůstu a poklesu AU v indexovém poměru mikroalbumin/U-kreatinin [mg/mmol] (autorský obrázek)**



Dále jsem pro vyjádření rozdílu předzátěžových a pozátěžových hodnot použita T-test. Položila jsem hypotézu  $H_0$ : střední hodnoty jednotlivých analytů se rovnají. Zvolila jsem obvyklou hladinu významnosti 0,05 (koeficient významnosti 95%). Sledovala jsem rozptýlení hodnot vybraných analytů před zátěží a po zátěži (Tabulka 10).

Všechny hypotézy  $H_0$  byly zamítnuty s výjimkou pro vyjádření rozptýlení předzátěžových a pozátěžových hodnot mikroalbuminu v jednotkách absolutního množství [mg].

**Tabuľka 10. Výsledné hodnoty provedeného t-testu (autorská tabulka)**

Analyt [jednotky]	Hodnota t-testu	Závěr hypotézy $H_0$	Rozptýlení hodnot
AU [ $\mu\text{g}/\text{min}$ ]	0,0300	Zamítám	Liší se
AU [mg]	0,2622	Potvrzuji	Neliší se
AU [ $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{min}^{-1}$ ]	0,0354	Zamítám	Liší se
TU [ $\mu\text{g}/\text{min}$ ]	0,0171	Zamítám	Liší se
TU [mg]	0,0452	Zamítám	Liší se
TU [ $\mu\text{g}/\text{m}^2 \cdot \text{min}^{-1}$ ]	0,0202	Zamítám	Liší se

Před zátěžovým vyšetřením měly všechny probandky fyziologickou AU, v 1. sběru po zátěži 10 z nich vykazovalo MA a jedna makroalbuminurii.

Abstrakt s částí výsledků byl zaslán v únoru 2010 komisi Studentské vědecké konference 2. lékařské fakulty. Za účelem prezentace má práce název: Albuminurie a transferinurie ve vztahu k fyzické zátěži. Konference se bude konat ve dnech 7.-8. 4. 2010.

Na výzkumu se podíleli autoři: Vítová L. (1,2), Šturmová A. (2), Matoušovic K. (1,2), Radvanský J. (2,3), Zadina J. (4), Kvapil M. (1, 2). Afiliace za účelem získání výsledných dat proběhla mezi: 1 - Interní klinika UK 2. LF a FNM, 2 - 2.LF UK v Praze, 3 – Klinika rehabilitace a tělovýchovného lékařství UK 2. LF a FNM, 4 – Ústav klinické biochemie a patobiochemie UK 2. LF a FNM.

## 6 DISKUSE

### 6.1 CHR-test

Doba mého testování byla stanovena na 30 minut. V metodickém postupu se nabízela i možnost 45-ti minutového testování. Tento časový úsek by možná byl vhodnějším pro testování vytrvalostních sportovkyň, ale jelikož záměrem práce bylo srovnat absolutní hodnoty jednotlivých ukazatelů s předešlou prací, musela jsem zvolit délku testu totožnou. Navíc autoři předešlé studie totiž uvádějí, že při kratším vyšetření mohou být ukazatele výkonnosti oběhu mírně vyšší, což znesnadňuje srovnávání absolutních hodnot jednotlivých ukazatelů při stanovení rozdílné délky testování.

Při volbě délky testu také musíme zohlednit časové možnosti jednotlivce, proto je doba pro testování volena co nejkratší, avšak za podmínky zachování plné účinnosti testu. (Stejskal, Hejnová, 1994, s. 41-49)

Autoři mé srovnávací studie (Stejskal, Hejnová, 1994, s. 41-49) v metodice uvádějí, že max.TF jejich probandů byla stanovena podle průměrných populačních hodnot, což mohlo ovlivnit ZC u jednotlivých jedinců. Srovnání hodnot základních ukazatelů ( $W_{1}KGZC$ ,  $W_{1}KGZC$ ) a komplexního ukazatele s mým souborem tak mohlo být tímto faktem ovlivněno.

Autoři studie uvádějí, že kratší doba rozcvičení může negativně ovlivnit ukazatel stability reakce oběhu (KS), díky rychlému nárůstu TF. Za optimální hodnotu  $T_i$  považují rozpětí 3 až 5 minut, přičemž se jim podařilo se přiblížit k dolní hranici tohoto rozpětí, což považují za nedostačující. Délka testování mých probandů byla průměrně o 3,5 minuty delší než horní hranice rozmezí považovaného za optimum. Doba určená pro rozcvičení ( $T_i$ ) byla tedy průměrně 2,5 krát delší než v předchozí studii. To je tedy zřejmě jedním z důvodů tak markantního rozdílu mezi ukazateli KS u mého (trénované ženy) a srovnávacího souboru (především netrénovaní muži).

Nutně se nabízí otázka, do jaké míry ovlivňuje špatný odhad dosažené hodnoty  $VO_{2max}$  optimální intenzitu zatížení ve srovnávací studii. Radim Jurča ve své disertační práci z roku 2000 (název: CHR-test jako metodika vyšetření výkonnosti kardiovaskulárního systému) uvádí: „Zjistili jsme, že jednotlivé ukazatele CHR-testu nejsou v rozsahu intenzity zatížení od 40% do 80% MTR závislé na použité intenzitě zatížení“. Já jsem se chybnému zadání hodnoty  $VO_{2max}$  vyhnula díky stanovení intenzity zátěže v procentech ZC. Jelikož se CHR-test prokázal použitelný i za předpokladu špatného odhadu  $VO_{2max}$

(Jurča, 2000, s. 128), nedošlo v mé ani srovnávací studii (když  $VO_2\text{max}$  odhadovali podle tabulkových hodnot průměrů populace) v tomto ohledu k chybám, které by ovlivnily hodnoty výsledných ukazatelů.

Při provádění CHR-testu by mělo být zajištěno kvalitní snímání EKG. Při naší práci však bohužel tato podmínka nebyla zcela dodržena a tak se v průběhu záznamu vyskytovali artefakty. Tento fakt nebyl způsoben chybným umístěním elektrod či elektrodového pásu, nýbrž špatnými kontakty uvnitř vysílače, což bylo odhaleno až v závěru testování. Pokud se artefakty v podobě vysoké TF vyskytovaly v enormní šíři, muselo být vyšetření přerušeno, popřípadě z výsledků vymazáno ( $n=6$ ). Pokud se artefakty vyskytly třeba jen na pár sekund v průběhu testu, byla tato hodnota TF, společně s příslušnou hodnotou zatížení z testu vystřižena ( $n=4$ ) a v časovém průběhu nahrazena hodnotami předešlými tak, jakoby test s těmito hodnotami kontinuálně pokračoval. K ovlivnění výsledných ukazatelů tímto nedostatkem tak snad došlo jen v minimálním rozsahu.

Shodně s předchozími výsledky jsem zjistila, že testování byla nejlépe vyhodnocena základními ukazateli  $W_1\text{KGZC}$  a  $W_1\text{KGZC}$ . Svědčí o tom především vysoká hodnota korelačního koeficientu mezi těmito parametry. Rovněž ukazatel KS prokazuje vysokou míru diferenciaci. U věkově a výkonnostně homogenní skupiny sportovkyň vykazoval poměrně stejnou hodnotu a také největší odlišení společně s počtem změn zatížení během testu ( $N$ ) od netrénovaných jedinců. Na rozdíl od předešlé práce (Stejskal, Hejnová, 1994, s. 41-49) se mi podařilo prokázat slabou korelaci mezi  $N$  a základním ukazatelem  $W_1\text{KGZC}$ , zatímco mezi KS a  $N$  tento vztah potvrzen nebyl, což s dosavadními poznatky nedokážu uspokojivě objasnit.

Pro prezentaci výsledků jsem musela vytvořit převodní systém v podobě tzv. SSD (statistical significance of the difference). Tato funkce znamená standardizaci mezi hodnotou daného ukazatele a průměrem na směrodatnou odchylku testované skupiny. Tento způsob srovnání byl použit v předešlé studii a jeho aplikace mi zajistila lepší vyhodnocení při porovnání výsledků. Nemohla jsem bohužel použít jinou, možná spolehlivější metodu pro posuzování rozdílu (př. t-test), jelikož jsem neznala jednotlivé hodnoty ukazatelů v předešlé studii, ale pouze jejich hodnoty určené k prezentaci výsledků (průměr, SD, SSD, korelační analýzu).

V předešlé studii se podařilo prokázat negativní vztah mezi ukazatelem  $S_1$  a  $W_1\text{KGZC}$  (především ve skupině netrénovaných žen). Důvodem tohoto vztahu je podle autorů významně větší hodnota ukazatele  $S_1$  u žen než u mužů. Mohu konstatovat, že při

mém měření tato negativní korelaci prokázána nebyla, i když u trénovaných žen byla naměřena významně nižší hodnota  $S_1$  než u mužů a téměř totožné hodnoty  $W_1KGZC$ . Toto vyvrací teorii, že tento negativní vztah je ovlivněn výhradně většími hodnotami  $S_1$ .

Naopak se podařilo prokázat, že  $W_1KGZC$  více vypovídá o silových schopnostech jedinců, a to o něco vyšší průměrnou hodnotou u mužů, kde se tento výsledek ve srovnání se sportujícími ženami předpokládal. Totéž se předpokládalo o druhém základním ukazateli, ale v opačném významu: tzn., že tento ukazatel vypovídající o výkonnosti oběhu při dlouhodobém zatížení bude o něco vyšší u trénovaných žen, což se potvrdilo.

Nepodařilo se mi prokázat pozitivní vztah mezi ukazateli výkonnosti KVS a KS, negativní vztah mezi KS a N, negativní vztah mezi KS a  $S_1$  ani pozitivní mezi N a  $S_1$ , jak tomu bylo v předešlé studii. To vyvrací teorii, že čím menší zdatnost jedinec prokazuje, tím menší je stabilizace jeho reakce oběhu, tím méně je adaptovaný na dané zatížení, tím se vícekrát změní intenzita zátěže, udržující clamp.TF a tím menší je pokles  $S_1$  (tedy nárůst hodnoty). Nelze však tuto teorii vyvrátit úplně, jelikož při individuálním posouzení nalézám výjimky.

V souboru trénovaných žen nebylo prokázáno mnoho vztahů, které byly zjištěny v dřívější studii (především ve skupině netrénovaných žen). Pokud se zaměřím na silné a střední korelační koeficienty souboru netrénovaných mužů, které u mé skupiny prokázány nebyly, mohu jmenovat korelace mezi: KS-WKGZC, KOMPL-KS, N- $S_1$ , N- $S_2$ ,  $S_1$ - $W_1KGZC$ ,  $S_1$ - $S_2$ , tedy celkem 6. U netrénovaných žen bylo prokázáno ještě více statisticky významných korelací narozdíl od mé skupiny: KS- $W_1KGZC$ ,  $S_1$ - $W_1KGZC$ ,  $S_1$ -KS, N-KS,  $S_1$ -WKGZC, N-WKGZC, N-KOMPL a shodně s netrénovanými muži ještě: KS-WKGZC, KOMPL-KS a N- $S_2$  (celkem tedy 10).

Zdá se, že mezi jednotlivými ukazateli je nejvyšší počet korelací u nejméně zdatného souboru testovaných jedinců (10 korelací), střední počet u "středně zdatného souboru" netrénovaných mužů (6 korelací) a nejnižší počet u nejvíce zdatného souboru (4 korelace). Zdá se tedy, že průkaznost vztahů mezi ukazateli a tím i celého vyšetření CHR-testem je v jisté závislosti vyšší u méně testovaných jedinců, než u zdatných. Tento fakt je určitě zajímavým zjištěním a snad se do budoucna stane i námětem některé další práce.



## 6.2 Porovnání výsledků AU a TU se současnými studii

V Kanadské studii (Karen et al., 2009) byla naměřena klidová hodnota poměru albumin/kreatinin [mg/mmol] u žen ( $n = 14$ ) 0,5 mg/mmol ( $SD \pm 0,3$ ). Bezprostředně po cvičení (15-20min maximální zátěže) se hodnota zvýšila na 5,6 mmol/l ( $SD \pm 9,7$ ). Dvanáct z 30 jedinců (tedy 40% probandů-i s muži) dosáhlo prahové hodnoty pro mikroalbuminurii. Do 24 hodin se však u všech jedinců vrátila hladina k normálu a během dalších 48 hodin nedošlo ke změnám.

V naší studii byla u žen ( $n=23$ ) zaznamenána podobná klidová hodnota tohoto poměru, a to 0,79 mg/mmol ( $SD \pm 0,59$ ), ze sběru po cvičení však byla zaznamenána průměrná hodnota o necelou polovinu nižší (3,08 mg/mmol), což je zřejmě dáno vlivem sub-maximálního zatížení organismu. Ale i přesto pozátěžové hodnoty stouply o 289% oproti klidovým. V naší studii byla zaznamenány hodnoty pozátěžové mikroalbuminurie u 10 probandek, což je považováno za patologii. V této souvislosti se však jedná pravděpodobně pouze o změny související se změnou hemodynamiky a redistribucí krve v ledvinách (Vítová et al., 2010). V procentuální vyjádření tohoto stavu dosáhlo 46% procentů ze všech vyšetřených, tedy téměř totožně se studií předešlou. Po srovnání s touto studií se tedy zdá, že pozátěžová mikroalbuminurie je v populaci přítomna průměrně u 43% jedinců. Pokles pozátěžových hodnot TU (4.vzorek) byl do 24 hodin v obou studiích zaznamenán shodně, tzn. návrat k předzátěžovým hodnotám.

Korelace mezi TU a AU byla prokázána slabší ( $p < 0,01$ ), než ve studii (Vítová et al., 2008, s. 56-90) předešlé ( $p < 0,001$ ). Nutno zmínit, že tento výzkum byl proveden na probandech s časným postižením ledvin (glomerulární léze). V naší studii však v některých ohledech došlo k podobným zjištěním:

1. U probandek, u kterých byla zjištěna slabá pozátěžová mikroalbuminurie - do 100  $\mu\text{g}/\text{min}$  ( $n=9$ ), byla průměrně prokázána 8,3-krát vyšší hodnota vyloučeného transferinu než u probandek, u kterých pozátěžová mikroalbuminurie naměřena nebyla ( $n=12$ ).

2. Pouze u jedné probandky byla prokázána silná (nad 100  $\mu\text{g}/\text{min}$ ) pozátěžová mikroalbuminurie (142  $\mu\text{g}/\text{min}$ ), a také u ní bylo zaznamenáno výrazně vyšší vyloučení transferinu (9  $\mu\text{g}/\text{min}$ ), tj. 3,1-krát více, než u probandek se slabou mikroalbuminurií ( $n=9$ ; průměrně vyloučeno 2,91  $\mu\text{g}/\text{min}$ ).

3. U jedné probandky byla zaznamenána pozátěžová makroalbuminurie (295  $\mu\text{g}/\text{min}$ ) a pouze u ní byla přítomna absolutně nejvyšší hodnota transferinurie 20,3  $\mu\text{g}/\text{min}$ , což je 5,8-krát více, než byly průměrné hodnoty transferinu u všech probandek se slabou či silnou mikroalbuminurií ( $n=10$ ).

Procentuální vzestup AU po zátěži byl v absolutním množství o 72% a u TU o 368%. Zvýšení AU [mg] bylo u některých probandek zaznamenáno ještě 4 hodiny po zátěži, v drtivé většině se však jednalo o úplný návrat k výchozím hodnotám (průměrně se jednalo +9% klidových hodnot). TU však i 4 hodiny po zátěži vykazovala +113% klidových hodnot. Zdá se tedy, že TU vykazuje výrazně vyšší procentuální nárůst po zátěži než AU, ale zároveň v časové ose nižší schopnost návratu ke klidovým předzátěžovým hodnotám. Proto se TU nejeví být specifictějším ukazatelem poškození glomerulu proti AU.

## 7 ZÁVĚRY

- Trénované ženy měly průměrné hodnoty základních ukazatelů velmi podobné se souborem netrénovaných mužů, což s jistým omezením svědčí pro podobnost tělesné zdatnosti těchto souborů. Mezi základními ukazateli byl u všech tří souborů prokázán nejtěsnější vzájemný vztah, což ještě utvrzuje velkou směrodatnost těchto dvou ukazatelů.
- U trénovaných žen byla statisticky významně vyšší průměrná adaptabilita (KS) na zvolené zatížení cirkulace (to bylo v průměru o 13% vyšší než u srovnávaných souborů) než u netrénovaných jedinců a také statisticky nižší pokles intenzity zatížení během testu ( $S_1$ ). U těchto vedlejších ukazatelů CHR-testu tedy byla prokázána předpokládaná závislost na diferencované výkonnosti testovaných souborů.
- Hodnoty ukazatele trendu časového průběhu adaptace kardiovaskulárního systému na zatížení ( $S_2$ ) byly u trénovaných žen výrazně nižší než u srovnávaných souborů, a navíc relativně blízko nule, což svědčí jednak (v porovnání s ostatními) o nepříliš výrazném poklesu zatížení v závěru testu a navíc o stejnoměrné frekvenci změn zatížení během testu. I tento vedlejší ukazatel tedy vystihuje "absolutní" fyzickou zdatnost jedince.
- Pozátěžové hodnoty albuminu byly prokázány výrazně vyšší než klidové. Hodnoty naměřeného albuminu měly ve 3. a 4. sběru po zátěži výrazně klesající tendenci. Výrazně nižší procentuální vzestup byl zaznamenán v přepočtu na absolutní množství v mg, což potvrzuje nepřesné vyjádření těchto jednotek, které se dnes již téměř nepoužívají.
- Stanovená hypotéza  $H_0$  pro aplikaci t-testu: "hodnoty jednotlivých analytů se rovnají", byla v 5-ti případech z 6-ti zamítnuta, což svědčí pro rozptýlení předzátěžových a pozátěžových hodnot albuminurie a transferinurie. Výjimku tvořilo právě výše zmíněné vyjádření albuminurie v jednotkách mg.
- Jak AU, tak TU po fyzické námaze vzrostly. U jedné probandky došlo po námaze k enormnímu zvýšení AU (makroalbuminurie) téměř dosahujícímu hodnot zjevné proteinurie a současně k enormnímu nárůstu TU. TU v našem měření vykazuje oproti očekávání větší procentuální vzestup než AU. TU se nejvíce jeví být specifitějším ukazatelem poškození glomerulu oproti AU. K potvrzení by bylo zapotřebí dalších studií zabývajících se touto problematikou.

## Hypotézy

- H1: Základní ukazatele dosahovaly statisticky výrazně vyšších hodnot u trénovaných, než u netrénovaných žen. Vedlejší ukazatel KS ( $p < 0,001$ ) a komplexní ukazatel KOMPL ( $p < 0,05$ ) též dosahovali statisticky průkazně vyšších hodnot. Vedlejší ukazatel  $S_1$  byl průměrně větší ( $p < 0,05$ ), což svědčí o menším poklesu zatížení. Hodnoty vedlejšího ukazatele  $S_1$  se blížily nule, což značí stejnoměrnou frekvenci změn zatížení během celého testu. Proto nelze zamítnout hypotézu H1.
- H2: Komplexní ukazatel KOMPL vykazoval statisticky výrazně vyšší hodnotu u netrénovaných mužů. Základní ukazatele WKGZC a  $W_1$ KGZC a vedlejší ukazatel KS však nikoliv. Proto zamítám hypotézu H2.
- H3: Na základě vyhodnocení ukazatele  $S_1$ , jehož průměrná hodnota byla statisticky výrazně vyšší u trénovaného souboru, usuzuji větší pokles intenzity zatížení během celého testu u netrénovaných souborů. Proto nelze zamítnout hypotézu H3.
- H4: Doba potřebná k dosažení camp. TF ( $T_i$ ) byla u netrénovaných mužů průměrně 2-krát kratší než u trénovaných žen. Proto zamítám hypotézu H4.
- H5: Průměrná hodnota pomocného ukazatele  $W_i/kg$  byla u netrénovaných mužů statisticky výrazně vyšší než u trénovaných žen, zato u pomocného ukazatele  $W_1/kg$  tomu bylo naopak. Proto zamítám hypotézu H5.
- H6: Mezi základními ukazateli se u trénovaných žen prokázala dokonce silnější korelace, než u netrénovaných jedinců. Též byla zjištěna silná korelace mezi WKGZC a KOMPL a mezi  $W_1$ KGZC a KOMPL. Korelaci mezi WKGZC a KS se prokázat nepodařilo. Proto zamítám hypotézu H6.
- H7: Na rozdíl od předešlé studie byla prokázána slabá korelace mezi  $W_1$ KGZC a N. Dále shodně pouze se souborem netrénovaných žen v předešlé studii byla zjištěna korelace mezi KOMPL a  $S_1$ . Nebyla prokázána korelace mezi KOMPL a KS jako v předešlé studii. Proto zamítám hypotézu H7.
- H8: Mezi AU a TU byla přítomna korelace ( $p < 0,01$ ). Proto nelze zamítnout hypotézu H8.

H9: Na základě výsledků t-testu došlo k potvrzení rozptýlení předzátěžových a pozátěžových střených hodnot albuminurie a transferinurie [ $\mu\text{g}/\text{min}$ ]. Proto nelze zamítnout hypotézu H9.

H10: Pozátěžové hodnoty transferinu zaznamaly významnější procentuální vzestup oproti hodnotám albuminurie. Klesání TU po zátěži však nebylo tak strmé jako u AU. Navrácení TU k výchozím hodnotám tak trvalo delší časový úsek. Proto zamítám hypotézu H10.

H11: Z totožných výchozích informací jako u H10 se transferinurie nejeví být specifitějším ukazatelem poškození glomerulu než albuminurie. Proto zamítám hypotézu H11.

H12: Ve 2. sběru moče 12 sportovkyň nedosahovalo hodnot zjevné mikroalbuminurie. Ze zbylých 11 probandek jich 10 vykazovalo MA a jedna probandka dokonce makroalbuminurii. Proto nelze zamítnout hypotézu H12.

H13: Ze všech procentuálních vyjádření stoupla pozátěžová albuminurie průměrně o 381%, což je 10-krát méně, než vzestup transferinurie. Proto zamítám hypotézu H13.

Závěrem práce bych chtěla říct, že CHR-test je dobrým prostředkem pro stanovení KVS výkonnosti jedince. Dá se z něho vyčíst mnoho souvislostí, které jiné testy nenabízejí v tak široké míře. Nepodařilo se mi však prokázat některé dříve zjištěné vztahy mezi jednotlivými ukazateli, z čehož usuzuji, že test není nejvhodnější metodou pro určování výkonnosti KVS vytrvalostních sportovců. Možná je chyba v nastaveném hraničním procentu MTR pro tento test, možná v technickém zázemí. Otázkou zůstává, zda by výsledky skutečně nebyli ovlivněny, kdyby tato výchozí hodnota byla nastavena níže. Na zodpovězení této otázky by však bylo třeba daleko většího počtu vyšetření, společně s konfrontací již proběhlých jiných typů vyšetření na zkoumaných sportovcích.

Test však skrz svá pozitiva může nalézt řadu uplatnění, která byla vyjmenována v průběhu této práce. Z vlastních zkušeností mohu uvést vědecké účely, za kterými jsem ho osobně použila při zjišťování obsahu proteinů v moči. Nebylo sice dosaženo takových pozátěžových hodnot zkoumaných analytů jako v předchozích studiích, kde užili maximálního zatížení, ale pro zjištění efektu ovlivnění ledvin zátěží CHR-test plně postačoval. Přínosným poznatkem je, že se menší kolísání exkrece transferinu do moči v porovnání s albuminem neprojevovalo, tudíž se nejeví být jako spolehlivějším ukazatelem

poškození glomerulu. Bylo však zjištěno mnoho zajímavých souvislostí, které jistě dají podněty k plošnějším sledování této problematiky do budoucnosti.

## 8 REFERENČNÍ SEZNAM

- BROD, J. *Ledviny. Fysiologie, klinická fysiologie, klinika*. 1. vyd. Praha: Státní zdravotnické nakladatelství, 1962. 1043 s. Kap. Vlastnosti moče a jejich změny, s. 331-333. ISBN, 08-095-62.
- BRUNTON, L.; LAZO, J.; PARKER K. *Goodman & Gilman's The Pharmacological Basis of Therapeutics*. 3rd ed. New York: Pergamon press New York, 1990. 1811 p. Chap. 1, Biotransformation of drugs, p. 18-20. ISBN 0-80-040296-8.
- CAHALIN, L. P.; MATHIER, M. A.; SEMIGRAM, M. J.; DEC, G. W.; DiSALVO, T. G. The six-minute walk test predicts peak oxygen uptake and survival in patients with advanced heart failure. *Chest* [online]. 2003, vol. 110, no. 2, s. 325-333 [cit. 2010-03-08]. Dostupný z WWW: <<http://chestjournal.chestpubs.org/content/110/2/325.full.pdf+html>>. ISSN 0012-3692.
- DIMEA GROUP, s. r. o. *Mikropočítačový systému určený pro neinvazivní vyšetření variability srdeční frekvence typ VarCor PF 7: Uživatelský manuál* [CD-ROM]. Olomouc: Speciální přístrojová a lékařská technika, 2007. 49 s.
- ENGLIŠ, M. *Proteinurie*. 1. vyd. Pardubice: Stapro, 1993. 162 s. Kap. 2, Funkční morfologie glomerulární filtrace a tubulární resorpce plasmatických bílkovin, s. 11-31. ISBN neuvedeno.
- JANSKÝ, L. Reakce a adaptace člověka na zátěž v horku. *Med Sport Bohem&Slov*. 2003, roč. 12, č. 3, s. 97-103. ISSN 1210-5481.
- JURČA, Radim. *CHR-TEST jako metodika vyšetření výkonnosti kardiovaskulárního systému*. Olomouc, 2000. 172 s. Disertační práce (Ph.D.). Univerzita Palackého v Olomouci, Fakulta tělesné kultury.

- KAREN, L. H.; MERNE P. V.; DALE W. Q.; THOMAS W. W. Prevalence and duration of exercise induced albuminuria in healthy people [abstrakt]. *Clinical and investigative medicine* [online]. 2009, vo. 32, no.10 [cit. 2010-03-03] Dostupný z WWW: <http://www.biomedsearch.com/nih/Prevalence-duration-exercise-induced-albuminuria/19640328.html>> ISSN 1488-2353.
- KRIZ, W.; KAISLING, B. Structure Organisation of the Mammalian Kidney. In: SELDIN, D. W.; GIEBISH, M. D. *The KIDNEY Physiology and pathology*. 2nd ed. New York: Raven Press New Your, 1992. p. 715-737. ISBN 0-88167-773-6.
- KUČERA, M.; Dylevský I. a kol. *Sportovní medicína*. 1. vyd. Praha: Grada, 1999. 280 s. Kap. 2.5, Reakce a adaptace na tělesnou zátěž, s. 55-70. ISBN 80-7169-725-7.
- LATZKA, W. A.; SAWKA M. N.; MONTAIN S. J.; SKRINAR, G. S.; FIELDING, R. A.; MATOTT, R. P.; PANDOLF, K. B. Hyperhydration: tolerance and cardiovascular effects dutiny uncompensable exercise-heat stress. *J. Appl. Physiol.* [online]. 1998, vol. 84, no. 6, s. 1858-1864 [cit. 2010-03-25]. Dostupný z WWW: <<http://jap.physiology.org/cgi/reprint/84/6/1858>>. ISSN 1522-1601.
- LEE, M. G.; SEDLOCK, D. A.; FLYN, M. G.; KAMIMORI G. H. Resting metabolic rate after endurance exercise training. *Med. Sci. Sports Exercise* [online]. 2009, vol. 41, no. 7, s. 1444-1451 [cit. 2010-03-03]. Dostupný z WWW: <<http://www.acsm-msse.org> (accessed March 03, 2010)> ISSN 1530-0351.
- LEWIT, K. *Manipulační léčba v myoskeletální medicíně*. 5. vyd. Praha: Nakladatelství sdělovací technika, spol. s. r. o., 2003. 411 s. Kap. 7.9.7, Ledviny, s. 321. ISBN 80-86645-04-5.
- MASOPUST, J. *Klinická biochemie: požadování a hodnocení biochemických vyšetření - část I*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 1998. 429 s. Kap. 2.3.2, Testy odrážející převážně tabulární dysfunkce, s. 237. ISBN 80-7184-648-1.
- MASSRY, S. G.; GLASSOCK, R. J. *Textbook of Nephrology*. 1. vyd. Baltimore: Williams and Williams, 1988. 1858 s. Kap. 2, Renal Circulation, s. 44-55. ISBN 0-683-05620-4.



- MIKUS, C. R.; EARNEST, C. P.; BLAIR, S. N.; CHURCH, T. S. Heart rate and exercise intensity during training: observations from the DREW study [abstrakt]. *Br J Sports Med* [online]. 2009, vol. 43, no. 10, s. 750-755 [cit. 2010-02-26]. Dostupný z WWW: <<http://bjsm.bmj.com/>> ISSN 1473-0480.
- PLACHETKA, Z. *Submaximal exercise testing*. 1. vyd. Brno: Univerzita J. E. Purkyně v Brně, 1988. 268 s. Kap. II. 2.1.1, Introduction, s. 32-33. ISSN 55-985-88.
- PROCHÁZKA, M.; RADVANSKÝ, J.; JANDA, J. Fyzická zátěž, pohybová aktivita a onemocnění ledvin u dětí a dorostu. *Postgraduální medicína*. 2008, roč. 10, č. 5, s. 50-55. ISSN 1212-4184.
- RADVANSKÝ, J.; MATOUŠ, M. Zátěžové testování dětí a adolescentů: nejčastěji používané odvozené parametry. *Med Sport Bohem&Slov*. 1999, roč. 8, č. 2, s. 40-43. ISSN 1210-5481.
- RYCHLÍKOVÁ, E. *Manuální medicína*. 3. vyd. Praha: Maxdorf, 2004. 530 s. Kap. 9.24.9, Onemocnění ledvin a vývodných cest močových, s. 475. ISBN 80-7345-010-0.
- TEPLAN, V. a kol. *Metabolismus a ledviny*. 1. vyd. Praha: Grada, 2000. 412 s. Kap. 8, Metabolismus vitamínů a stopových prvků, s. 121. ISBN 80-7169-731-1.
- TICHÝ, M. *Dysfunkce kloubu VII: řetězení a viscerovertebrální vztahy*. 1 vyd. Praha: Miroslav Tichý, 2009. 92 s. Kap. 4.2.4, Břicho, s. 62. ISBN 80-254-3963-0.
- SCHŮCK, O.; TESAŘ, X.; TEPLAN, V. *Klinická nefrologie*. 1 vyd. Praha: Medprint, 1995. 397 s. Kap. 1.1.2, Průtok plasmy a krve ledvinami, s. 12-13. ISBN 80-902036-0-4.
- STEJSKAL P. Preskripce trvání tréninku, jeho energetické výdeje a týdenní frekvence v rámci aerobní části programu tělesné aktivity. *Med Sport Bohem&Slov*. 1993, roč. 2, č. 3, s. 93-98. ISSN 1210-5481.
- STEJSKAL, P.; HEJNOVÁ, J. Vyšetření výkonnosti kardiovaskulárního systému pomocí CHR-testu. *Med Sport Bohem&Slov*. 1994, roč. 3, č. 2, s. 41-49. ISSN 1210-5481.
- ŠRÁMEK, P. Pitný režim s ohledem na zátěž v horku. *Med Sport Bohem&Slov*. 2003, roč. 12, č. 3, s. 126-132. ISSN 1210-5481.

VÍTOVÁ, L.; ZADINA J.; KVAPIL M.; MATOUŠOVIC K.; DOUPOVCOVÁ J.; KRÁLOVÁ D.  
Transferinurie, albuminurie a tubulární dysfunkce při časném postižení ledvin  
[abstrakt]. *Aktuality v nefrologii* [online]. 2008, no. 2 [cit. 2010-03-05]. Dostupný  
z WWW: <[http://www.tigis.cz/AVN/documents/04\\_abstrakta.pdf](http://www.tigis.cz/AVN/documents/04_abstrakta.pdf)>. ISSN 1213-3248.

VÍTOVÁ, L.; ŠTURMOVÁ, A.; MATOUŠOVIC, K.; RADVANSKÝ, J.; ZADINA, J.;  
JANATOVÁ, J.; KVAPIL, M. *Albuminurie a transferinurie ve vztahu k fyzické zátěži*.  
Praha, 2010. Abstrakt. Univerzita Karlova, 2. lékařská fakulta.

Internetové zdroje:

Fakulta tělesné kultury *Fyziologie zátěže: CHR-test* [online]. Olomouc: 2002.  
[cit. 2010-02-19]. Dostupný z WWW: <[http://www.upol.cz/fileadmin/user\\_upload/FTK-dokumenty/Katedra\\_fyziologie/CHRtest\\_02.ppt](http://www.upol.cz/fileadmin/user_upload/FTK-dokumenty/Katedra_fyziologie/CHRtest_02.ppt)>.

KAJINOVÁ, Petra. *Vyšetřovací metody: Nádory ledvin* [online]. 2007- [cit. 07. března  
2010]. Dostupný z WWW: <<http://www.nemjbc.cz/cs/o-nemocech/nadory-ledvin.html>>.

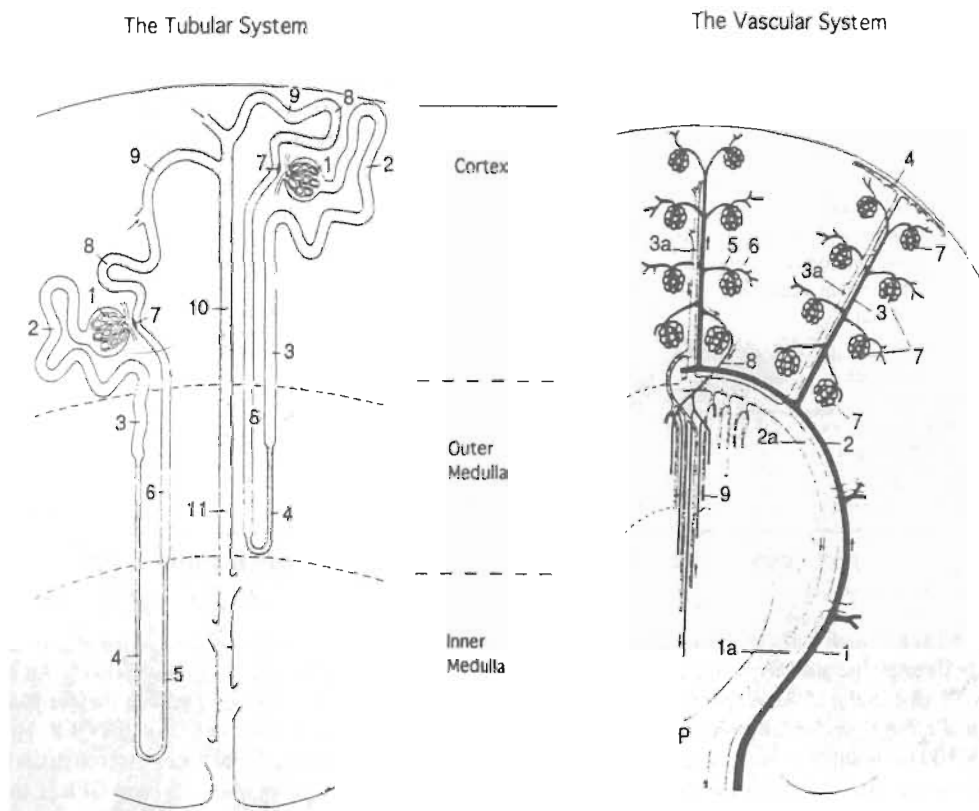
SUCHÝ J; SLABA, R. *Charakteristika sledování funkčních parametrů talentovaných  
triatlonistů zařazených ve sportovních centrech mládeže ČSTT* [online]. Praha:  
Fakulta tělesné výchovy a sportu Univerzity Karlovy, 2000. [cit. 2010-03-19].  
Dostupný z WWW: <<http://www.beeda.net/doc/funkcniparametry.pdf>>.

*Wikipedia the free encyclopedia* [online databáze]. Bruce Protocol. 2009- [cit. 2010-03-15].  
Internetová encyklopedie. Dostupný z WWW:  
<[http://en.wikipedia.org/wiki/Bruce\ \\_Protocol](http://en.wikipedia.org/wiki/Bruce\_%5C_Protocol)>.

## 9 PŘÍLOHY

### Příloha 1. Schematické znázornění nefronu (upraveno)

(převzato z: Kriz, Kaisling In: Seldin, Geibish, 1992, s. 715)

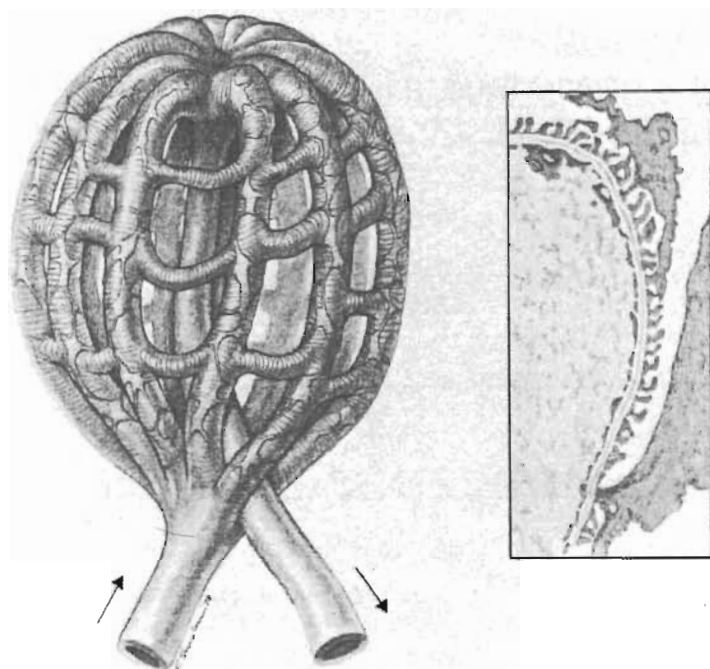


Vysvětlivky: Vlevo nefron s glomeruly (1) a tubuly (2-11).

Vpravo krevní zásobení nefronu se znázorněním vas efferens, které se rozpadá v kapilární síť glomerulu. Z glomerulu odtéká krev ve vas efferens a rozpadá se v kapilární síť obklopující tubuly (1-9).

Cortex=kůra ledviny; Outer Medulla=vnější dřeň ledviny; Inner Medulla= vnitřní dřeň ledviny.

**Příloha 2. Morfologie glomerulu** ( převzato z: Massry, Glassock, 1988, s. 55)



Vysvětlivky: Vlevo vas efferens a vas afferens a kapilární síť glomerulu. Vpravo ultrastruktura glomerulární kapiláry.

### Příloha 3. Formulář s pokyny určenými probandkám pro zaznamenání údajů o sběru moči

#### STUDIE VYŠETŘENÍ TRANSFERINURIE A ALBUMINURIE PŘED A PO ZÁTĚŽI V SITUACI DEN PO VYTRVALOSTNÍM TRÉNINKU, VS. PO DOSTATEČNÉ REGENERACI

jméno:

rodné číslo:

datum testu:

#### **Pokyny ke sběru moči:**

**1. vzorek** - 8-hodinový sběr moči přes noc před zátěží (t.j. ve 22,00 vymočení se do záchodu, veškeré další vzorky sbírat do nádoby, v 6,00 se vymočit = poslední porce moči sběru)

**Těsně před zátěží se testovaný vymočí do záchodu, v tuto chvíli začíná sběr 2. vzorku moči (zaznamenat čas = X)!**

#### **Definovaná fyzická zátěž na ergometru od - do:**

**2. vzorek** - 2-hodinový sběr od vymočení se do záchodu před zátěží

**3. vzorek** - 2-hodinový sběr od ukončení sběru 2. vzorku (poslední objem započítaný do objemu 2. vzorku nepřipočítáváme)

**4. vzorek** - 8-hodinový sběr moči přes noc po zátěží (postup viz. předchozí noční sběr)

(1. VZOREK 22,00-6,00, 2. VZOREK čas od X do X+2h, 3. VZOREK čas od X+2h do X+4h, 4. VZOREK 22,00-6,00.....objem v čase „OD“ se do objemu vzorku **nezapočítává**, objem v čase „DO“ se do objemu příslušného vzorku **započítává!**)

**U každého vzorku změřit celkový objem (s přesností na 10 ml!)! Poté odebrat po jedné zkumavce (á 10 ml) k analýze.**

**Moč uchovávat v chladu** - cca při 5 st. C (chladnička, balkón, parapet - dle počasí)!

#### TESTOVÁNÍ DEN PO REGENERACI:

	DATUM, ČAS	MNOŽSTVÍ MOČI
1. VZOREK, zkumavka A1	22,00 - 6,00	ml
2. VZOREK, zkumavka B1		ml
3. VZOREK, zkumavka C1		ml
4. VZOREK, zkumavka D1	22,00 - 6,00	ml

#### TESTOVÁNÍ PO TRÉNINKU:

	DATUM, ČAS	MNOŽSTVÍ MOČI
1. VZOREK, zkumavka A2	22,00 - 6,00	ml
2. VZOREK, zkumavka B2		ml
3. VZOREK,		

zkumavka C2		ml
4. VZOREK, zkumavka D2	22,00 - 6,00	ml

**Zkumavky se vzorky označené jménem a příslušným písmenem donést jednorázově (tzn. vždy ráno po odběru 4. vzorku) s příloženými žádankami na Ústav klinické chemie a biochemie - uzel G, 2. patro dětská část.**

**Tento protokol odevzdat testujícímu.**

**V případě nedodržení časů tak, jak jsou uvedeny v tomto protokolu, zapsat přesné (na min) reálné časy sběru zde:**

#### **Příloha 4. Volba iniciálního zatížení a clamp.TF v závislosti na vstupních parametrech (autorská tabulka)**

Pohl.	Věk [roky]	Hmotnost [kg]	Výška [cm]	PA	Max.T F [l/min]	Min.TF [l/min]	Clamp.TF [l/min]	ZC [%]	Zatížení [W]
Ž	80	60	170	stř.	200	60	152	115	35
Ž	60	60	170	stř.	200	60	153	93	51
Ž	40	60	170	stř.	200	60	156	80	68
Ž	20	60	170	stř.	200	60	158	71	84
M	20	60	170	stř.	200	60	161	73	121
Ž	20	70	180	stř.	200	60	158	71	97
Ž	20	80	180	stř.	200	60	158	71	111
Ž	20	90	180	stř.	200	60	158	71	125
Ž	20	60	170	max.	200	60	161	73	96
M	20	60	170	max.	200	60	161	73	121
Ž	20	60	170	stř.	200	60	158	71	84
Ž	20	60	170	min.	200	60	157	70	71
Ž	20	60	170	stř.	200	60	158	71	84
Ž	20	60	170	stř.	180	60	143	60	84
Ž	20	60	170	stř.	160	60	130	50	84
Ž	20	60	170	stř.	200	40	151	70	84
Ž	20	60	170	stř.	200	60	158	71	84
Ž	20	60	170	stř.	200	80	164	71	84

Vysvětlivky: Pohl.=pohlaví; PA=pohybová aktivita; max.=maximální pohybová aktivita; stř.=střední pohybová aktivita; min.=minimální pohybová aktivita. Žlutě jsou označeny změněné parametry pro dané nastavení.

(Pozn.: Některé možné varianty vstupních parametrů jsou populačně se nevyskytující, až nesmyslné.

Tabulka je prezentována jen s cílem znázornění vlivu vstupních parametrů na iniciální zatížení a clamp.TF.)