

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI

FAKULTA PEDAGOGICKÁ

KATEDRA TĚLESNÉ A SPORTOVNÍ VÝCHOVY

**KARDIORESPIRAČNÍ KAPACITA HRÁČŮ EXTRALIGOVÉHO
MUŽSTVA V KOPANÉ**
DIPLOMOVÁ PRÁCE

Bc. Matěj Strejček

Učitelství pro 2. stupeň ZŠ, obor TV-GE

Vedoucí práce: MUDr. Jaroslav Novák

Plzeň, 2014

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně
s použitím uvedené literatury a zdrojů informací.

V Plzni 1. června 2014

.....
vlastnoruční podpis

Tímto bych rád poděkoval zejména vedoucímu práce, panu MUDr. Jaroslavu Novákovi, za odbornou pomoc, vstřícný přístup a trpělivost při vypracování této diplomové práce, a také oponentovi práce, panu Prof. MUDr. Václavovi Zemanovi, CSc., za podnětné připomínky. Dále pak profesoru Ing. Milanu Štorkovi, CSc. za odbornou pomoc při elektronickém zpracování dat výsledků testování.

Bc. Matěj Strejček

ZDE SE NACHÁZÍ ORIGINAL ZADÁNÍ KVALIFIKAČNÍ PRÁCE.

OBSAH

1	ÚVOD	7
2	TEORETICKÁ ČÁST	9
2.1	POHYBOVÉ SCHOPNOSTI JAKOŽTO KOMPONENTY VÝKONNOSTI FOTBALISTY	9
2.1.1	Vytrvalost, vytrvalostní schopnosti	10
2.1.2	Síla, silové schopnosti	12
2.1.3	Rychlost, rychlostní schopnosti	14
2.1.4	Koordinační pohybové schopnosti	16
2.1.5	Pohyblivost (flexibilita)	18
2.2	FYZIOLOGICKÉ CHARAKTERISTIKY SPORTOVNÍHO VÝKONU	20
2.2.1	Srdečně-cévní systém	20
2.2.1.1	Srdeční (tepová) frekvence – [SF, TF]	22
2.2.1.2	Krevní tlak [TK]	23
2.2.1.3	Systolický objem srdeční [Qs]	25
2.2.1.4	Minutový objem srdeční [Q]	25
2.2.1.5	Tepový kyslík	26
2.2.2	Dýchací systém	26
2.2.2.1	Mrtvý prostor	27
2.2.2.2	Dechové objemy	28
2.2.2.3	Minutová ventilace	29
2.2.3	Nervosvalový systém	31
2.2.4	Centrální nervový systém (CNS)	33
2.2.5	Metabolismus, energetické zajištění sportovního výkonu	34
2.3	ZÁTĚŽOVÉ VYŠETŘENÍ A KOMPLEXNÍ TĚLOVÝCHOVNÉ LÉKAŘSKÉ PROHLÍDKY	38
2.3.1	Indikace zátěžového vyšetření	40
2.3.2	Kontraindikace zátěžového vyšetření	41
2.3.3	Metody a protokoly zátěžových vyšetření	41
2.3.3.1	Vystupovací testy	42
2.3.3.2	Ergometrie	42
2.3.3.3	Testy bipedální lokomoce	43
2.3.3.4	Spiroergometrie	44
2.3.3.5	Určení energetického výdeje	45
2.3.3.6	Další metody zátěžových vyšetření	46
3	CÍLE, ÚKOLY A HYPOTÉZY	48
3.1	CÍLE	48
3.2	ÚKOLY	48
3.3	HYPOTÉZY	48
4	METODIKA PRÁCE	49
4.1	VÝZKUMNÝ SOUBOR	49
4.2	METODA ZÍSKÁNÍ DAT	49
4.3	ORGANIZACE VÝZKUMU	49
4.4	METODA ZOBRAZENÍ DAT	50
5	PRAKTICKÁ ČÁST	51
5.1	VÝSLEDKY	51
5.1.1	útočníci	51
5.1.2	záložníci	52
5.1.3	obránci	54
5.2	SROVNÁNÍ	55

5.2.1	Laktátová křivka a metoda stanovení ANP	60
6	DISKUZE	61
7	ZÁVĚR	63
8	SOUHRN	64
9	SUMMARY	65
10	SEZNAM LITERATURY	66
11	SEZNAM OBRÁZKŮ	69
12	SEZNAM TABULEK	70
13	SEZNAM GRAFŮ	71
14	PŘÍLOHY	72

1 ÚVOD

V současnosti fotbal prošel a neustále prochází celou řadou všemožných a velmi významných změn. Neustále se zvyšují nároky kladené nejen na samotné hráče a jejich připravenost k podání maximálního výkonu během zápasů a tréninků, ale i na trenéry, jejich asistenty i všechny ostatní členy realizačních týmů. Neustále se zdokonalují a vymýšlejí nové tréninkové metody a formy, které se snaží hráče na výkon ideálně připravit. Jednou z významných podmínek k tomu, aby se fotbalista dokázal prosadit v nabyté konkurenci profesionálního fotbalu, je mimo jiné i potřeba rozvíjet jeho pohybové schopnosti, jejichž nadprůměrná úroveň je pro dlouhodobé podávání kvalitních výkonů nezbytná. V profesionálních mužstvech je dnes již běžnou praxí, že trenéři pracují při sestavování tréninkových cyklů (makrocyklů, mezocyklů i mikrocyklů) s individuálními fyziologickými charakteristikami jednotlivých hráčů, které získávají testováním ve specializovaných lékařských zařízeních.

Předkládaná diplomová práce se zabývá převážně touto tematikou. V úvodní, teoretické části práce, se snažím charakterizovat a přiblížit jednotlivé parametry ovlivňující výkon fotbalisty. Převážně pak charakteristiku jednotlivých pohybových schopností a fyziologických parametrů. Přibližuji i stručnou charakteristiku zátěžových vyšetření a komplexních tělovýchovných lékařských vyšetření. V druhé části, praktické, pak porovnávám fyziologické a antropometrické parametry prvoligových (extraligových) fotbalistů FC Viktoria Plzeň, kteří pravidelně absolvují své předsezónní testování v Ústavu tělovýchovného lékařství na Lékařské fakultě UK v Plzni. Fotbalisté Viktorie jsou testováni vždy dvakrát ročně, na začátku zimního a letního přípravného období. Výsledky testování jsou v této diplomové práci porovnávány, a to se zaměřením převážně na kardiorespirační fyziologické parametry a antropometrické parametry u vybraných hráčů, kteří jsou vybráni dle určitých kritérií.

Vypracováním této práce bych chtěl zároveň přispět i k častějšímu využívání takovýchto lékařských metod trenéry a členy realizačním týmu mužstev, a to nejen na úrovni vrcholového sportu, ale i sportu rekreačního a amatérského. Vyšetření u tělovýchovného lékaře totiž neslouží pouze pro potřeby sportovní přípravy, ale jeho

prostřednictvím se dají odhalit různé zdravotní komplikace, které by mohly sportovce výrazně omezovat, a to nejen ve sportu, ale i v běžném životě.

2 TEORETICKÁ ČÁST

Úvodní kapitola práce charakterizuje jednotlivé pohybové schopnosti, jež jsou stěžejním faktorem při snaze dosahovat dlouhodobě vysoké výkonnosti sportovce, a s nimiž jsou velmi úzce spjaty jednotlivé fyziologické zákonitosti výkonnosti sportovce, které jsou hlavním předmětem zkoumání této práce.

2.1 POHYBOVÉ SCHOPNOSTI JAKOŽTO KOMPONENTY VÝKONNOSTI FOTBALISTY

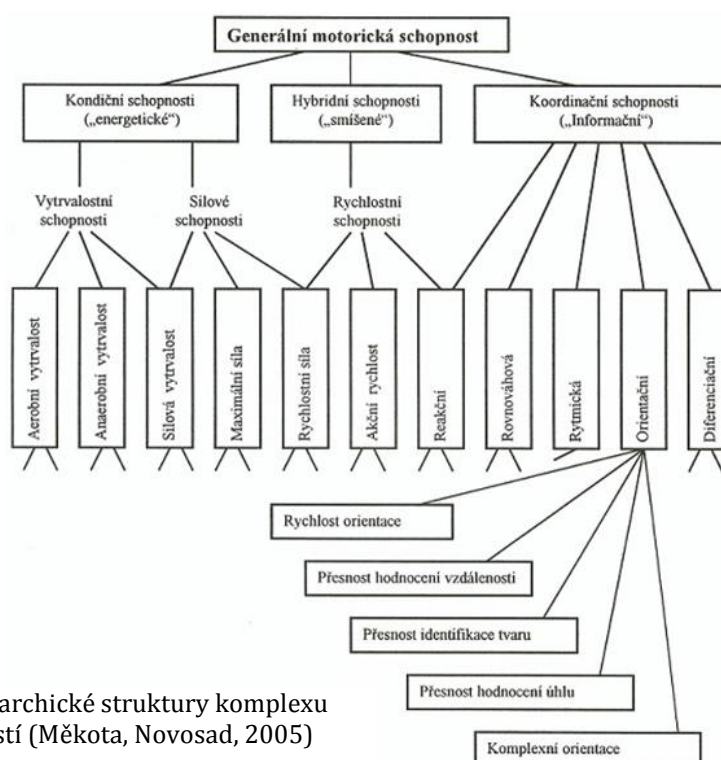
Pohybové schopnosti jsou relativně samostatné soubory vnitřních předpokladů lidského organismu k pohybové činnosti, v ní se také projevují, považují se za kondiční faktory sportovních výkonů. Současné poznatky o pohybových schopnostech se zakládají na znalostech anatomie, fyziologie, biochemie, biomechaniky aj. (Dovalil a kol., 2008)

Základní dělení pohybových schopností dle Měkoty a Novosada (2005) :

Kondiční (energetické) - jsou podmíněny metabolickými procesy a dominantně souvisejí se získáním a přenosem energie pro vykonání pohybu.

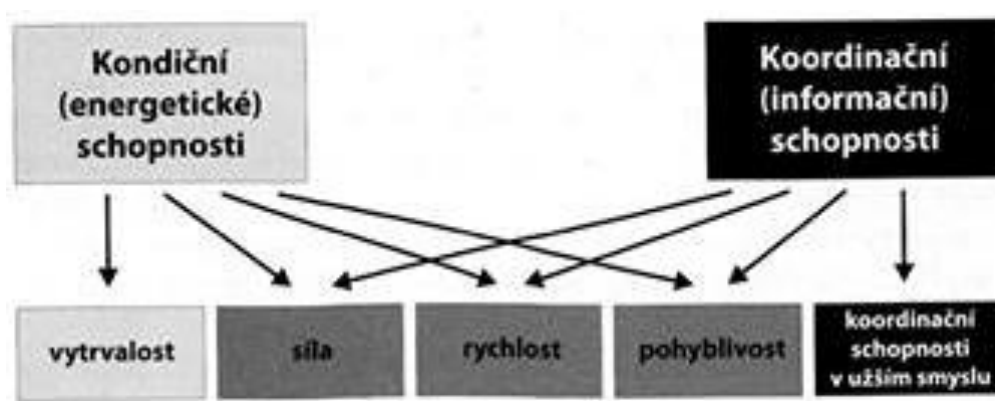
Hybridní (smíšené) - souvisejí s procesy metabolickými i s procesy regulace a řízení pohybu pomocí CNS.

Koordinální (informační) - souvisejí s procesy regulace a řízení pohybu v CNS. Jedná se o schopnost organismu konat časoprostorové pohybové vzorce.



Obrázek 1 - Model hierarchické struktury komplexu pohybových schopností (Měkota, Novosad, 2005)

Setkáváme se však i s jinými možnostmi dělení pohybových schopností. Například Hohmann a kol. (2010) ve své publikaci uvádí takové dělení pohybových schopností, které vypouští hybridní (smíšené) schopnosti a uvádí pouze schopnosti kondiční (energetické) a koordinační (informační), ovšem samozřejmě s přihlédnutím k tomu, že některé konkrétní schopnosti je možno zařadit do obou možností. V podstatě se nejedná o významný rozdíl, avšak pokládám za důležité tuto skutečnost zmínit jakožto variantu, se kterou se spíše ztotožňuji. Pro lepší představu a pochopení přikládám obrázek s grafickým znázorněním tohoto rozdělení.



Obrázek 2 - Systematika kondice a koordinace s přihlédnutím k vzájemným souvislostem (Hohmann a kol., 2010)

2.1.1 VYTRVALOST, VYTRVALOSTNÍ SCHOPNOSTI

Jansa a Dovalil (2007) definují vytrvalost jako mnohé pohybové projevy, které se uskutečňují po delší dobu – od několika minut až po hodiny bez přerušení nebo s dílčími pauzami. V závislosti na požadovaném čase (například délka utkání, závodu atd.) se mění intenzita činnosti a výkon je limitován únavou. Dalo by se tedy říci, že se jedná o komplex předpokladů provádět činnost s požadovanou intenzitou co nejdéle nebo ve stanoveném čase s co nejvyšší intenzitou, tj. v podstatě schopnost odolávat únavě.

Rozeznáváme dva druhy příznaků únavy. Subjektivní příznaky, jako je například hučení v uších, mžítka před očima, dušnost, nevolnost, vyčerpanost, apatie k vnějším podnětům a svalové bolesti. Objektivní příznaky, například snížené sportovní výkony, svalový třes, poruchy koordinace a další. (Hohmann a kol., 2010)

Rozeznáváme čtyři základní druhy vytrvalosti:

- dlouhodobá
- střednědobá
- krátkodobá
- rychlostní

Dlouhodobá vytrvalost – je definována jako schopnost organismu vykonávat pohybovou činnost odpovídající intenzity déle než 10 minut. Hlavním způsobem energetického krytí je aerobní úhrada energie – za přístupu kyslíku se využívá glykogenu, později se využívá i tuků. Hlavní příčinou únavy je vyčerpání energetických zdrojů.

Střednědobá vytrvalost je schopnost organismu vykonávat pohybovou činnost intenzitou odpovídající nejvyšší možné spotřebě kyslíku, tj. 8 - 10 minut. Limitující je přitom doba využití individuálně nejvyšších aerobních možností, průběžně je projev tohoto typu zajišťován i aktivací LA (laktátového) systému. Hlavním energetickým zdrojem je glykogen, jeho vyčerpání je v tomto případě hlavní příčinou únavy.

Krátkodobá vytrvalost je schopnost organismu vykonávat činnost s co možná nejvyšší intenzitou po dobu po 2 – 3 minut. Dominantním energetickým systémem je anaerobní glykolýza, tj. uvolňování energie – štěpení glykogenu – bez využití kyslíku. Za hlavní příčinu únavy v tomto případě je považována rychlá kumulace kyseliny mléčné (laktátu).

Rychlostní vytrvalost znamená schopnost organismu vykonávat pohybovou činnost absolutně nejvyšší intenzitou co možná nejdéle, tj. přibližně 20 – 30 vteřin. Energeticky je podložena aktivací tzv. ATP-CT (adenosintrifosfát-kreatinfosfát) systému, převažujícím zdrojem energie je kreatinfosfát štěpený bez využití kyslíku. Kromě energetických limitů omezuje dobu činnosti i nervová soustava. (Dovalil a kol., 2002)

Vytrvalost však můžeme rozdělit i dle způsobů energetického krytí organismu na tři základní typy. O *aerobní vytrvalosti* hovoříme u výkonů, které trvají déle než 10 minut, 80 procent i více energie se tedy zajišťuje oxidačně. *Anaerobní vytrvalost* dominuje do trvání zátěže v délce dvou minut. Mezi 2 – 8 minutami se nacházejí smíšené aerobně anaerobní formy vytrvalosti. Rovněž vytrvalost v situacích s proměnlivou intenzitou zatížení, jako

jsou například sportovní hry, se označuje jako *aerobně – anaerobní vytrvalost*. (Hohmann a kol., 2010)

Dovalil a kol. (2002) uvádí následující význam vytrvalosti:

- udržení vysokého tempa při hře
- pozdější nástup únavy (větší soustředěnost, lepší technika, menší chybovost)
- možnost absolvovat větší tréninkový objem
- rychlejší průběh zotavných procesů

2.1.2 SÍLA, SILOVÉ SCHOPNOSTI

Silové schopnosti vyjadřují komplex integrovaných vnitřních vlastností vedoucích k překonávání odporu vnějších a vnitřních sil v daném okamžiku. Dominantně se na nich podílejí izometrické svalové kontrakce. (Kučera, Dylevský a kol., 1999)

Dle Dovalila a kol. (2008) je však potřeba rozlišovat mezi silou, jako základním pojmem mechaniky – tj. fyzikální veličinou, a mezi silou, jakožto pohybovou schopností, tj. schopností člověka vázanou na fyziologické vlastnosti svalů, o které pojednáváme.

Kučera, Dylenský a kol. (1999) rozděluje silové schopnosti:

- amortizačně silová
- dynamicko silová
- staticko silová
- explozivně silová
- reaktivně silová
- startovně silová

Amortizačně silová schopnost je schopnost, která má za úkol oslabovat působení vnějších sil, jakými jsou například skoky, doskoky, odhody, nárazy atp. V současnosti se s rozvojem fitcenter setkáváme s touto schopností i v některých formách posilování.

U oslabených nebo u nedostatečně připravených jedinců se může velmi rychle stát zdrojem různých složitých klinických syndromů.

Dynamicko silová schopnost souvisí s izotonickou kontrakcí. Překonává odpor vnějšího prostředí. Zároveň je vždy ve vazbě na další schopnosti a patří k základním pohybovým projevům. Je založena na vzájemné koordinaci agonistických a antagonistických svalů.

Staticko silová schopnost překonává vnější odpor pomocí deformace nebo minimálního pohybu tělesa či udržení v určité poloze (antigravitace). Je charakterizována převahou prováděné práce (flekční, extenční, rotační apod.).

Explozivně silová schopnost je schopnost, která limituje maximální zrychlení pohybu tkáně nebo orgánu. Někdy ji známe také pod pojmem „explozivní síla“. Je souhrnem správně zapojovaných pohybových vzorců, je na nich závislá a je jimi i limitována.

Reaktivně silová schopnost předkládá elasticitu svalové tkáně. Závisí na stavu jednotlivých svalových snopců i celkové schopnosti vzájemné koordinace agonistických a antagonistických svalů a na prokrvení a nervové zásobení. Jedná se o schopnost odpovědět na výraznou silovou aktivitu. Její hlavní funkcí jsou například brzdící mechanismy.

Startovně silová schopnost spouští volným podnětem silovou akci. Je to vždy prakticky konstantní vlastnost, která je v souladu s obecnou výkonností jedince. Jedná se spíše o subkategorii předchozího typu silové schopnosti (explozivní síly), avšak se značným podílem nervové složky. Patří sem například tzv. předstartovní stav.

Dovalil a kol. (2002) dělí silové schopnosti na tři skupiny:

- Absolutní síla (maximální)
- Rychlá a výbušná síla (explozivní)
- Vytrvalostní síla

Absolutní síla je schopnost spojená s nejvyšším možným odporem, realizovaná jak při dynamické svalové činnosti, tak i při té statické.

Rychlá a výbušná síla je schopnost spojená s překonáváním nemaximálního odporu vysokou až maximální rychlostí, která může být realizována při dynamické svalové činnosti.

Vytrvalostní síla je schopnost překonávat nemaximální odpor opakovaním pohybu v daných podmínkách nebo dlouhodobě odpor udržovat. Realizována může být jak ve statické, tak i v dynamické složce svalové činnosti.

Pro jednoduchý přehled a srovnání uvádím tabulku.

<i>Druh silové schopnosti</i>	<i>Velikost odporu</i>	<i>Rychlost pohybu</i>	<i>Opakování (trvání) pohybu</i>
Absolutní	maximální	malá	krátce
Rychlá (výbušná)	nemaximální	maximální	krátce
Vytrvalostní	nemaximální	nemaximální	dlouho

Obrázek 3 - Velikost odporu, rychlost pohybu a trvání pohybu při klasifikaci silových schopností (Dovalil a kol., 2002)

2.1.3 RYCHLOST, RYCHLOSTNÍ SCHOPNOSTI

Rychlost je schopnost organismu vykonávat pohybovou činnost maximálním volným úsilím, maximální intenzitou, kterou energeticky zásobuje ATP-CP systém (adenosintrifosfát-kreatinfosfát systém). Délka trvání je tedy logicky velmi krátká a pohybuje se do 10 – 15 vteřin. Všeobecně se takto vymezené pohybové činnosti považují za projev kondičních (hybridních) předpokladů. (Dovalil a kol., 2002)

Hohmann a kol. (2010) definují rychlost jako schopnost motoricky reagovat a/nebo jednat za podmínek prostých únavy v maximálně krátké době.

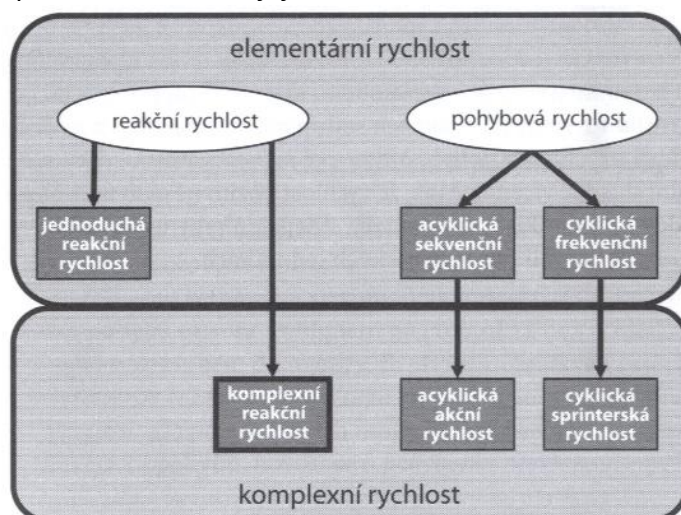
Čelíkovský a kol. (1979) zpravidla dělí rychlostní schopnosti na:

- *Reakční rychlost* - schopnost reagovat v co nejkratším čase na určitý podnět, při hodnocení reakční rychlosti je nezbytné hodnotit dobu reakce a schopnost anticipace (předvídaní). Při jejím měření je důležitá doba mezi vydáním podnětu a počátkem pohybového aktu.

- *Akční (pohybová, realizační) rychlost* - akční rychlost pohybu (cyklická či acyklická) je výsledkem rychlosti svalové kontrakce a činnosti nervosvalového systému. Rozumíme jí schopnost člověka provést daný pohybový úkol v co nejkratším čase (od započetí pohybu) nebo maximální frekvenci.
- *Cyklická* - je hodnocena při pohybu, který se z biomechanického hlediska vyznačuje dvoufázovostí. Nejčastěji je úroveň této schopnosti hodnocena při sprinterských disciplínách, proto je dále specifikována jako sprinterská rychlost. Jednotlivým fázím sprintu můžeme přiřadit i jednotlivé druhy rychlosti, které ovlivňují výsledek (výsledný čas). (Kalich, 2010)
 - *Acyklická* - se týká jednorázového provedení pohybu s maximální rychlostí proti malému odporu. Příkladem uplatnění je pohyb paže při prudkém úderu nebo smeči, pohyb nohy při energickém kopu anebo jen elementární pohyb končetiny (v jednom kloubu), popřípadě rychlá změna polohy celého těla (ze stoje dřep). (Kalich, 2010)

Hohmann a kol. (2010) řadí výše zmíněné skupiny rychlostních schopností do jedné velké skupiny, kterou nazývá elementární rychlostí. Kromě elementární rychlosti však rozlišuje ještě rychlost komplexní. Komplexní rychlostní schopnosti všeobecně představuje reakční, akční a sprinterská rychlost komplexní a danou disciplínou ovlivněné schopnosti, které se většinou objevují v kombinaci s jinými schopnostmi.

Pro snazší pochopení přikládám tabulku jejího dělení.



Obrázek 4 - Všeobecná schopnostní struktura rychlosti (Hohmann a kol., 2010)

2.1.4 KOORDINAČNÍ POHYBOVÉ SCHOPNOSTI

Jak vyplývá z obrázků číslo 1 a 2, na výkonu sportovců se významnou rolí podílejí kromě kondičních (případně i hybridních), také koordinační schopnosti. Koordinační schopnosti jsou vázané na řízení a regulaci pohybu. Dovalil a kol. (2002) hovoří o koordinačních schopnostech jako o schopnostech „informačního“ rázu. Uvádí, že v případech sportů, ve kterých se objevují nároky na dokonalejší sladění pohybů, na rytmus, rovnováhu, na odhad vzdálenosti, orientaci v prostoru, přizpůsobení se na přesnost provedení atp. je primární funkce centrálního nervového systému a nižších řídicích center. Energetický základ pohybové činnosti hraje až druhotnou roli. Dříve se pro takovéto schopnosti používalo označení tzv. obratnostní schopnosti. Dnes se prosazuje spíše označení koordinační schopnosti.

Koordinační schopnosti umožňují vykonávat pohybovou činnost tak, aby průběh pohybů těla anebo jeho částí měl z hlediska pohybové úlohy nejúčelnější časovou, prostorovou a dynamickou strukturu. (Kasa, 2003)

Klasifikace jednotlivých koordinačních schopností není nikterak ucelená a různí autoři rozlišují přibližně 5 až 15 jednotlivých schopností. Pro potřeby této práce bude dostatečné uvést a popsat jen některé:

Rovnováhové schopnosti – předpoklad udržet tělo nebo předmět v relativně stabilní (respektive vratké) poloze (např. malá oporná plocha, velké, náhlé změny těžiště, rotační pohyby a jejich zakončení).

Rozlišujeme tři druhy rovnováhových schopností:

- Statická rovnováhová schopnost - uplatňuje se, je-li tělo téměř v klidu a prakticky nedochází ke změně místa.
- Dynamická rovnováhová schopnost - uplatňuje se při pohybu, zejména v situacích, kdy dochází k rozsáhlým, často rychlým změnám polohy a místa v prostoru.
- Schopnost balancování předmětu - projevem rovnováhové schopnosti je nejen ovládnutí vlastního těla, ale i schopnost udržet v rovnováze jiný, vnější předmět. (Kalich, 2010)

Rytmické schopnosti - schopnosti postihnout a motoricky vyjádřit rytmus daný z vnějšku nebo obsažený v samotné pohybové činnosti.

Rytmickou schopnost lze členit na schopnost rytmické percepce a schopnost rytmické realizace (schopnost vnímat a rozlišovat rytmické vzorce přijímané akusticky, opticky, taktilně). Rytmus je důležitý pro racionálnost pohybu, zahrnuje jak schopnost pohyb řídit, přizpůsobovat a přeorganizovat (střídat cyklické a acyklické pohyby), tak schopnost motorické docility. Rytmická schopnost je významně geneticky podmíněna. Nejintenzivnější rozvoj je možný u dívek ve věku 9-11, u chlapců 9-13 let. V 15. roce se rozdíl mezi pohlavími vyrovnávají. (www.is.muni.cz)

Reakční schopnosti - schopnost zahájit účelný pohyb na daný jednoduchý nebo složitý podnět v co nejkratším čase. Indikátorem je reakční doba.

Reakční schopnost je v podstatě totéž, co reakční rychlost. Souvisí s všeobecnou koordinací a se schopností rovnováhou. Reakční schopnost se v jednoduchých reakcích projevuje vcelku nespecificky, bez ohledu na způsob podnětu, část těla, stranu těla atd. Se vzrůstající složitostí reakce jednoduchá reakce pozbývá svého významu.

Reakční dobu ovlivňuje řada činitelů, např. intenzita či významnost podnětu, kontrast vzhledem k pozadí aj. Horní končetina reaguje obvykle po kratší době než končetina dolní. (www.is.muni.cz)

Orientační schopnost – schopnost určovat a měnit polohu a pohyb těla v prostoru a čase, a to vzhledem k akčnímu poli nebo pohybujícímu se objektu, je to schopnost dokonalého hodnocení prostorových vztahů, respektive schopnost určit a adekvátně změnit postavení a pohyb těla v prostoru.

Umožňuje okamžitou reakci a koordinaci pohybů v souladu s řešeným pohybovým úkolem. Projevuje se např. vnímáním prostorů sportoviště (hřiště), postavení a pohybu spoluhráčů, rychlosti, směru a rotace míče. U některých hráčů se projevuje určitá úroveň anticipace - předvídání (vystihnutí přihrávky soupeře). Tato schopnost se utváří v procesu motorického učení od dětského věku, (vzhledem k dominantnímu významu optické

informace pro pohybové jednání) a je v koordinačně náročných sportech nenahraditelná. (ww.is.muni.cz)

Schopnost sdružování - schopnost navzájem propojovat dílčí pohyby těla (končetin, hlavy, trupu) do prostorově, časově a dynamicky sladěného celkového pohybu, zaměřeného na splnění cíle pohybového jednání.

Jedná se tedy o schopnost účelně organizovat pohyby jednotlivých segmentů těla, kombinovat je a spojovat. Organizace musí umožnit zakomponování vztahů vzhledem k použitému náčiní, ke spoluhráči, k soupeřům, kteří svým působením obtížnost zvyšují. Projevem schopnosti sdružování je způsobilost např. provádět složité pohyby a současně ovládat náčiní (míč). (ww.is.muni.cz)

Schopnost přestavby – schopnost adaptovat či přebudovat pohybovou činnost podle měnících se podmínek (vnitřních i vnějších), které člověk v průběhu pohybu vnímá nebo předjímá.

Změnu přináší např. činnost soupeře, mění se kvalita terénu, povětrnostní podmínky, ale i přicházející únava. Ve hře často změna situace vyvolává změnu pohybového zadání (přechod z činnosti útočné do obranné). Schopnost přestavby je ovlivněna rychlostí a přesností vnímání, schopností anticipace (předvídání) změny. V tomto případě nabývá na důležitosti pohybová (herní) zkušenost. Schopnost přestavby je úzce spojena se schopností orientační a reakční. Předpoklad je tedy komplexní a lze jej vyjádřit pojmem *herní schopnost*. (ww.is.muni.cz)

2.1.5 POHYBLIVOST (FLEXIBILITA)

Pohyblivost neboli flexibilita je pohybová schopnost, která bývá většinou autorů ponechána poněkud osamoceně stranou. Avšak někteří autoři se přiklánějí spíše k možnosti, že pohyblivost je schopnost, kterou bychom měli řadit do schopností koordinačních. (Čelikovský, 1979)

Jedná se o schopnost člověka vykonávat pohyby s požadovanou amplitudou. Z funkčně-anatomického hlediska jsou jejím základem kloubní pohyblivost a protažitelnost. (Hohmann a kol., 2010)

Kloubní pohyblivost vymezuje rozsah pohybu v jednotlivých kloubech. Je geneticky determinována a zároveň i podmíněna individuální odlišností stavby lidského těla. Kloubní rozsah určuje v první řadě druh a tvar daného kloubu.

Protažitelnost chápeme jako fyzikální vlastnost jednotlivých tkání, a to zejména jejich délkové změny při uplatnění síly.

U běžné populace pohyblivost přirozeně vzrůstá až do 16 – 19 let, u osob pohybově činných se maxima dosahuje kolem 23 let. S přibývajícím věkem se kloubní rozsah přirozeně zmenšuje.

Význam flexibility ve sportu: (Měkota, Novosad, 2005)

- úspěšné ovládnutí techniky pohybu
- větší ekonomičnost pohybů
- menší pravděpodobnost postižení či zranění
- estetická forma pohybového projevu v některých sportech
- ovlivnění ostatních motorických schopností
- zábrana defektů v držení těla
- (bezproblémové) pohybové aktivity každodenního života

2.2 FYZIOLOGICKÉ CHARAKTERISTIKY SPORTOVNÍHO VÝKONU

Následující podkapitola této práce se zabývá jednotlivými fyziologickými charakteristikami, se kterými se při zvýšené sportovní aktivitě shledáváme. Sportovní výkony kladou vysoké nároky na jednotlivé části lidského těla, a v něm tak musí docházet k určitým změnám, a to nejen k změnám adaptačním, ale například i ke změnám morfologickým a psychologickým.

Fyziologické funkce a jejich adaptační změny vlivem tréninku umožňují organismu (v rámci daných genetických předpokladů) optimálně reagovat na zatížení. Jednotlivé systémy člověka zde plní různě podstatnou úlohu v rámci celkové odpovědi. Jedná se zejména o následující systémy: (Dovalil a kol, 2002)

- srdečně-cévní systém
- dýchací systém
- nervosvalový systém
- centrální nervový systém (CNS)
- metabolismus, energetické zajištění sportovního výkonu

Zvýšená pozornost je logicky věnována prvním dvěma systémům, jak název diplomové práce uvádí. Současně zde budou i definice jednotlivých fyziologických charakteristik, se kterými se v průběhu komplexního tělovýchovného lékařského vyšetření setkáváme, a jejich vysvětlení je mimo jiné nezbytné pro potřeby praktické části práce.

2.2.1 SRDEČNĚ-CÉVNÍ SYSTÉM

Srdečně-cévní systém je funkčně velmi úzce spojen se systémem dýchacím. Komplex těchto dvou systémů se souhrnně nazývá kardiorepirační systém. Tento systém má řadu velmi důležitých funkcí: podílí se na zajištění přísunu živin do činných svalů lidského těla a následně odvádí zplodiny látkové přeměny (katabolity – např. kyselina mléčná, amoniak), má vliv i na termoregulaci, zajišťuje stálost vnitřního prostředí, imunitu a další děje. (Bartůňková, 2007)

Jednotlivé parametry kardiopulmonálního systému vykazují vlivem pohybového zatížení v průběhu cíleného tréninku jak změny reaktivní (přímá odpověď na zatížení), tak i změny adaptační (trénink dlouhodobého charakteru).

V krvi se jedná o hodnoty hematokritu, které vyjadřují procentuální poměr mezi tekutou složkou krve (krevní plazmou) a pevnými částmi (např. erytrocyty a leukocyty). Hodnota hematokritu zpravidla v souvislosti s pohybovou aktivitou stoupá jako projev zahuštění krve v důsledku odvodnění (dehydratace) organismu, která souvisí zejména s pocením. Hodnoty hematokritu se tak z průměrných 45% mohou zvýšit na 48% i více. Zátěžová či pozátěžová dehydratace není ovšem prostá ztráta vody, téměř vždy je doprovázena i ztrátou minerálů (sodíku, hořčíku, draslíku aj.), dochází k osmotickým změnám, jejich zevními projevy jsou bolesti a křeče svalů.

V některých případech zatížení anaerobního laktátového typu se objevuje tzv. pracovní metabolická acidóza (zakyselení krve vlivem zvýšené koncentrace - např. kyseliny mléčné-laktátu). Zvýšená acidóza (více než 6 – 8 mmol/l krve) má nepříznivý vliv na průběh a pokračování pohybu a je tak narušena koordinace pohybu. Hraniční hodnoty acidózy pak neumožňují pokračovat v pohybové činnosti. Průběžně se proto doporučuje doplňovat v pitném režimu i látky podílející se na alkalické rezervě krve (bikarbonát sodný, hydrogenufosforečnany sodné, atp.). Tím se aktivně předejde dalšímu poklesu pH. Udržení míry hydratace a iontového stavu tak patří k základním principům stálosti vnitřního prostředí. V krevním obraze se v souvislosti s pohybovou aktivitou většinou zvyšuje počet červených krvinek. Celkový počet bílých krvinek při zatížení též stoupá (pracovní leukocytóza). Je to důsledek zvýšené funkce sympatiku na začátku činnosti, kdy se začnou leukocyty vyplavovat zejména ze sleziny, lymfatických uzlin, z kostní dřeně. Krevní destičky nevykazují v důsledku zatížení výraznější změny. (Dovalil a kol, 2002)

Při pohybové činnosti dochází ke značným změnám v jednotlivých ukazatelích krevního oběhu (mnohé z nich jsou důležitým diagnostickým činitelem při kontrole tréninkového efektu a intenzity zatížení). Patří sem:

- srdeční (tepová) frekvence – [SF, TF]
- krevní tlak [TK]

- systolický objem srdeční [Qs]
- minutový objem srdeční [Q]
- tepový kyslík

2.2.1.1 Srdeční (tepová) frekvence – [SF, TF]

Tepová frekvence patří k jednomu z hlavních funkčních ukazatelů trénovanosti a zdravotního stavu člověka. Měření tepové frekvence je jedním z nejrozšířenějších a nejjednodušších způsobů při určování správného zatížení organismu. Puls se považuje za objektivní ukazatel srdečně-cévního systému.

Běžné hodnoty tepové frekvence jsou kolem 72 úderů/min., přičemž platí, že u netrénovaných jedinců pracuje srdce méně ekonomicky, úderů jsou rychlejší a také po slabším tělesném zatížení tepová frekvence prudce stoupá. U vrcholových sportovců dosahují tyto hodnoty frekvence i 30 úderů za minutu. Změny hodnot TF jsou charakteristickým a současně nejznámějším projevem adaptace srdečně-cévního systému na dlouhodobou fyzickou zátěž. V prevenci zdraví je velmi důležitá kontrola TF během zatížení, aby se předcházelo nepříznivým vlivům přetížení organismu, a zároveň poskytuje důležitý poznatek o udržení si optimální intenzity cvičení. (www.fitcoach.cz)

Maximální tepová frekvence [TF_{max}] dosahuje u netrénovaného jedince téměř stejné hodnoty jako u trénovaného závodníka, tréninkovým procesem bývá velmi málo ovlivněna. Její hodnoty se pohybují zhruba kolem 170 – 210 tepů/min. Záleží na typologii jedince. Znamená to, že maximální tepová frekvence nezávisí na stavu trénovanosti. Můžeme ji zjistit pouze speciálním testem, kterému musí předcházet dostačující odpočinek, protože maximální tepová frekvence je závislá na celkové únavě. S přibývajícím věkem dochází k postupnému snižování hodnot maximální tepové frekvence.

Klidová tepová frekvence [KTF]. Klidová tepová frekvence může být pravidelným tréninkovým zatížením ovlivněna. Netrénovaný člověk má klidovou tepovou frekvenci v rozmezí 70–80 tepů/min. Správně vedeným vytrvalostním tréninkem se klidová tepová frekvence postupně snižuje až na 40–50 tepů/min. KTF je nejlepší měřit ráno po klidném,

pohodovém samovolném probuzení. Ženy mají klidovou TF asi o 10 tepů/min. vyšší než muži, což platí i pro maximální TF.

Ranní klidová tepová frekvence je velmi významným ukazatelem aktuálního stavu organismu po náročném předchozím tréninku. Když je zvýšená o více než 8 – 10 pulsů oproti obvyklým hodnotám, je nutné uvažovat o nedostatečné regeneraci z předchozího dne nebo nastupující nemoci. Oba případy vyžadují úpravu tréninkového plánu, tzn. zařadit méně intenzivní až odpočinkový trénink. (www.fitcoach.cz)

Monitorování tepové frekvence je nejjednodušší pomocí palpační, případně auskultační metody. Je však nejméně přesná a používá se většinou jen při sebekontrolě a vzácně v terénních podmínkách. Auskultačně lze měřit i při některých zátěžích, palpačně však jen v klidu, ihned po skončení zátěže (ideálně měřit počet tepů za 10 vteřin a násobit šesti). Nejvhodnější metodou je EKG záznam, uplatňuje se jak v laboratoři, tak i v terénu (telemetrie). Systémy pro monitorování a záznam TF (tzv. sporttestery) mají vysokou přesnost i spolehlivost při tělesném pohybu. Zpravidla se skládají z kódovaného vysílače se zabudovanými elektrodami, připevněného na hrudník pomocí elastického popruhu a z náramkového přijímače s displeji. (Placheta a kol., 2001)

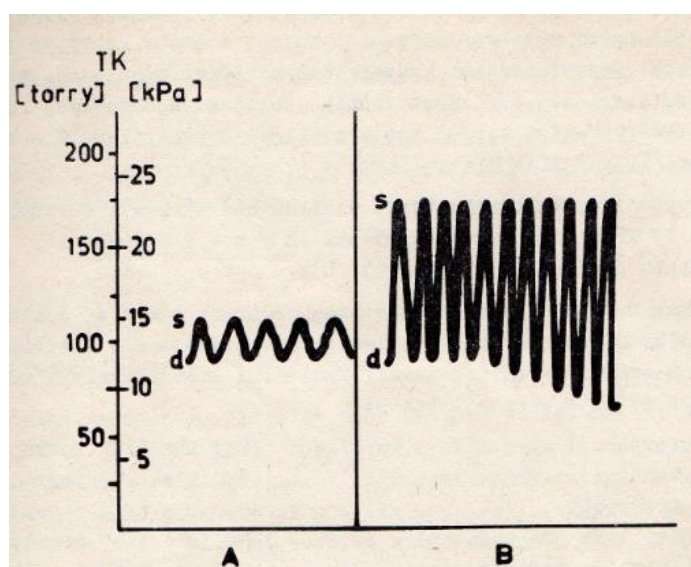
2.2.1.2 Krevní tlak [TK]

Krevní tlak je pohonnou silou, která udržuje cirkulaci krve. Krevním tlakem obvykle rozumíme krevní tlak v tepnách (tlak arteriální), měřený ve velkých tepnách blízko u srdce. (Seliger, Vinařický, 1980)

Rozeznáváme tlak maximální (systolický) a tlak minimální (diastolický). Rozdíl mezi systolickým a diastolickým tlakem definujeme jako tlak pulsový (tepová, diferenční, tlaková amplituda). Někdy se také udává tzv. střední krevní tlak, ležící mezi tlakem systolickým a diastolickým. Vypočítává se součtem hodnoty diastolického tlaku a 1/3 tlakové amplitudy. K vyjádření velikosti krevního tlaku používáme rtuťového manometru. Výšku sloupce rtuti v manometru, popřípadě výšku vodního sloupce při měření krevního tlaku v žilách, odčítáme v kilopascálech nebo v torrech. Obvykle označujeme tlak tak, že

píšeme v podobě zlomku tlak systolický a tlak diastolický: TK 16/11 kPa (120/80 torrů). (Seliger, Vinařický, Trefný, 1983)

Vlivem zatížení dochází postupně ke zvyšování tlaku, a to zejména systolického, diastolický tlak se zvyšuje mírně, či dokonce lehce klesá, závisí na druhu zatížení. Je-li zatížení jedince enormní, mohou dokonce oba tlaky prudce klesat a může hrozit i nebezpečí kolapsu (mdloby). Nejvyšší hodnoty krevního tlaku se zjišťují většinou u cvičení submaximální intenzitou (cca 220/100 torrů i více), při maximální intenzitě zatížení nejsou takové hodnoty zpravidla tak vysoké. (Dovalil a kol, 2002)



Obrázek 5 - Schematické znázornění oscilací krevního tlaku v klidu (A) a při práci (B) mezi tlakem systolickým (s) a diastolickým (d). (Seliger, Vinařický, 1980)

Měření krevního tlaku – Placheta a kol. (2001) rozeznává přímé a nepřímé měření krevního tlaku. Nepřímé měření je prováděno zpravidla pomocí rtuťového, aneroidního, popřípadě digitálního tonometru s manžetou (auskultační metoda). Tento způsob je nejdostupnější, a proto se i nejčastěji používá. Dále zahrnujeme pod nepřímé měření tzv. poloautomatické a automatické měření, kontinuální měření metodou tep po tepu a dlouhodobé monitorování TK. Přímé (invazivní) měření se provádí pouze na specializovaných pracovištích ve vybraných indikacích v diagnostice i terapii a ve výzkumné činnosti. Dodává, že při použití obou metod u jednoho pacienta je nutné srovnání přímého a nepřímého měření, protože se výsledky (obzvláště v hodnotách DTK) mohou vzájemně lišit.

Věk (roků)	systolický tlak		diastolický tlak		tepová frekvence (tepů/min)
	(kPa)	(torry)	(kPa)	(torry)	
3	13,3	100	8,9	67	108
5	13,6	102	8,3	62	98
10	13,7	103	9,2	69	87
15	14,9	112	10,0	75	85
20	16,4	123	10,1	76	71
25	16,7	125	10,4	78	72
30	16,8	126	10,5	79	72
40	17,1	129	10,8	81	72
50	18,0	135	11,1	83	72
60	18,9	142	11,3	85	72

Obrázek 6 - Krevní tlak a tepová frekvence v závislosti na věku. (Seliger, Vinařický, 1980)

2.2.1.3 Systolický objem srdeční [Qs]

Systolický (tepový, pulsový) objem srdeční je množství krve vypuzené srdcem jednou systolou jedné komory. Jeho velikost kolísá v klidu mezi 60 až 80 ml, při tělesné práci se zvyšuje na 100 až 150 ml, výjimečně i více. Zvýšení tepového objemu je možné proto, že srdce se jednak při zátěži dokonaleji vyprazdňuje, takže po systole zbývá pravidelně menší množství krve v komorách než v klidu, jednak proto, že se při diastole plní komory mohutněji. Možnost dokonalejšího vyprázdnění v systole a většího naplnění v diastole představuje důležitou rezervu, použitelnou pro zvětšení tepového objemu, je-li toho zapotřebí. (Seliger, Vinařický, Trefný, 1983)

2.2.1.4 Minutový objem srdeční [Q]

Minutový objem srdeční je množství krve, které je srdcem vypuzeno za jednu minutu. Minutový objem je tedy určen systolickým (tepovým, pulsovým) objemem a počtem srdečních tepů, tepovou frekvencí:

$$Q = Q_s \times TF$$

Minutový objem srdeční je za klidových podmínek určen převážně klidovou výší spotřeby kyslíku. Při tělesné práci stoupá úměrně se zvyšující se spotřebou kyslíku jako

výraz toho, že dodávka kyslíku krevní cestou ke tkáním je jednou z nejnaléhavějších potřeb organismu. Spotřeba kyslíku je pak úměrná intenzitě látkové přeměny. Kromě srdeční frekvence se podílí na vytváření minutového objemu srdečního roztažitelnost a stažitelnost svalstva komor, žilní návrat krve a v menší míře i tlak krve v tepnách. Proto se například snižuje minutový objem srdeční při statických cvičeních, při vysokém krevním tlaku atp. (Seliger, Vinařický, Trefný, 1983)

Velikost minutového objemu srdečního je přibližně 3 litry na 1 m² povrchu těla. Při $Q_s = 70$ a $TF = 72$ je $Q = 70 \times 72 = 5,040$ l/min. Nejvyšších hodnot dosahuje minutový objem při tělesné práci (20 – 30 litrů), kdy stoupá systolický objem i tepová frekvence. Při $Q_s = 150$ a $TF = 180$ vypočteme, že $Q = 150 \times 180 = 27$ l/min. Od jisté hodnoty zvýšení tepové frekvence (tzv. kritické hodnoty) však tepový objem začíná klesat, takže nakonec přestává stoupat, popř. klesá objem minutový. Příčinou poklesu Q_s je takové zkrácení diastoly, že vážně plnění komor krví. (Seliger, Vinařický, 1980)

Dovalil a kol (2002) uvádí, že klidové hodnoty minutového objemu srdečního se pohybují okolo 4–5 litrů za minutu, při fyzické činnosti se mohou několikanásobně zvýšit, a to na 25 až 35 litrů u vysoce trénovaných jedinců.

2.2.1.5 Tepový kyslík

Hodnota tepového kyslíku je vyjádřena množstvím spotřebovaného kyslíku připadajícího na jeden srdeční tep. Tepový kyslík je důležitým ukazatelem transportní kapacity oběhového systému. Hodnota tepového kyslíku se zjišťuje ze spotřeby kyslíku a srdeční frekvence (VO_2/SF). Většinou se z výchozích hodnot kolem 5 ml kyslíku zvyšuje při submaximálním zatížení na 15 i více ml kyslíku. (Bartůňková, 2007)

U vytrvalostních sportovců s velkým srdečním objemem (veslaři, lyžaři, běžci atp.) dosahuje tepový kyslík hodnot až 30-35 ml kyslíku.

2.2.2 DÝCHACÍ SYSTÉM

Dýchací systém se funkčním propojením se srdečně cévním systémem účinně podílí na dýchacích (okysličovacích) procesech tkání, odvádí metabolity (CO_2). Řízení obou

systémů je ekonomicky sladěné a spolupodílí se na něm prodloužená mícha a centrální nervový systém. Při činnostech, které vyžadují složitější regulaci (např. předstartovní stavy, emotivní chování atp.), je zřejmá hlavně úloha centrální nervové soustavy.

Pro trénované jedince je typická vysoká ekonomizace funkcí dýchacího systému (např. snížené uplatňování mrtvého prostoru dýchacích cest, vyšší stropové hodnoty některých ukazatelů atp.). Řada sportovců dokonce nacvičuje speciální dýchací techniky, při kterých uplatňují například vyšší podíl efektivnějšího bráničního dýchání (často dochází k vazbě dýchání na pohybový rytmus, k dočasnému zadržení dechu při některých výkonech). (Dovalil a kol., 2002)

Seliger, Vinařický a Trefný (1983) zařazují jednotlivé parametry dechové soustavy do tří skupin:

- mrtvý prostor
- dechové objemy
- minutová ventilace

2.2.2.1 Mrtvý prostor

Pro plicní ventilaci a využití kyslíku z atmosférického vzduchu je nutné si uvědomit, že k výměně plynů nemůže být využit veškerý vzduch, ale pouze ta část respiračního vzduchu, která je ve styku s plicním alveolárním epitelem. Z hlediska plynové výměny je to totiž vzduch, který je v dýchacích cestách nepotřebný a naplňuje tzv. mrtvý prostor.

Anatomický mrtvý prostor zahrnuje všechny dýchací cesty až po respirační bronchioly. U dospělého člověka je jejich obsah přibližně 150 ml. Anatomický mrtvý prostor má praktický význam a vždy s ním tedy musíme počítat: dechový objem 500 ml se může využít pro dodávku kyslíku do tkání v množství $500 - 150 = 350$ ml vzduchu, mrtvý prostor tedy zabírá o něco více než $1/3$ dechového objemu při klidném dýchání. Při dechovém objemu 300 ml se využívá jen $300 - 150 = 150$ ml vzduchu a mrtvý prostor

zaujímá plnou 1/2 dechového objemu. Při tělesné práci je tedy účelnější dýchat hlouběji. (Seliger, Vinařický, Trefný, 1983)

Fyziologický mrtvý prostor zahrnuje anatomický mrtvý prostor, objem vdechnutého plynu do plicních sklípků, které nedostávají žádnou krev, a objem vdechnutého plynu, který převyšuje objem potřebný k nasycení krve v plicních kapilárách kyslíkem. U zdravého člověka v klidu však jsou tyto dva přídatné objemy zanedbatelné a anatomický a fyziologický prostor jsou při dýchání v klidu stejné. (Seliger, Vinařický, Trefný, 1983)

2.2.2.2 Dechové objemy

Objem vzduchu, který se při dýchání dostává do plic, se může v značném rozsahu měnit, proto rozeznáváme celou řadu tzv. dechových objemů.

Dechový (respirační) objem [Vt] – je množství vzduchu, které se vydechne jedním dechem a jedná se o velmi proměnlivou hodnotu. V klidu se pohybuje mezi 300 – 500 ml, při tělesné práci mezi 2 až 3 litry. (Seliger, Vinařický, Trefný, 1983)

Inspirační rezervní objem [IRV] – Vedle dechového objemu při klidovém dýchání můžeme nad klidový vdech nadechnout do plic ještě další část vzduchu (IRV). Můžeme se tedy nadechnout i po normálním nádechu a ještě usilovně vdechnout objem asi 3 l vzduchu. (www.wikiskripta.eu)

Expirační rezervní objem [ERV] – Podobně jako u IRV je tomu i u ERV. Člověk má po výdechu stále normální možnost vydechnout usilovně, a tím ze sebe dostat dýchací plyny o objemu kolem 1,1 l. (www.wikiskripta.eu)

Reziduální objem [RV] – je vzduch, který nám stále ještě zbývá v plicích i po maximálním výdechu (ERV). Je složen z části zvané vzduch kolapsový, který z plic unikne během mrštění (kolapsu) plic vlivem pružnosti plicní tkáně (např. při pneumotoraxu), a z části zvané vzduch minimální, který v plicích zůstává i pak uzavřením drobných průdušek. (Seliger, Vinařický, 1980)

Vitální kapacita plic [VC] – je maximální množství vzduchu, které po největším vdechnutí vypudíme z plic největším výdechem. Vitální kapacita plic je měřítkem maximálních možností plicní ventilace. Hodnoty se udávají ve vztahu k povrchu těla: u mužů se náležitá hodnota vitální kapacity udává jako 2,5 násobek, u žen 2 násobek povrchu těla. U mužů tedy přibližně 4,5 l a u žen 3,5 l. VC se měří pomocí spirometrů nebo spirografů. (Seliger, Vinařický, 1980)

Součet složek vzduchu, které tvoří respirační objem, inspirační a expirační rezervní objem, vytváří vitální kapacitu plic. Připočtením reziduálního objemu k vitální kapacitě plic dostáváme **celkovou (totální) plicní kapacitu [TC]**. Vzduch, který v plicích zůstává na konci výdechu (ERV + RV), **nazýváme funkční reziduální kapacita plic [FRC]**. Množství vzduchu, které po klidném výdechu můžeme maximálně vdechnout, nazýváme **inspirační kapacita plic [IC]**. (Seliger, Vinařický, 1980)

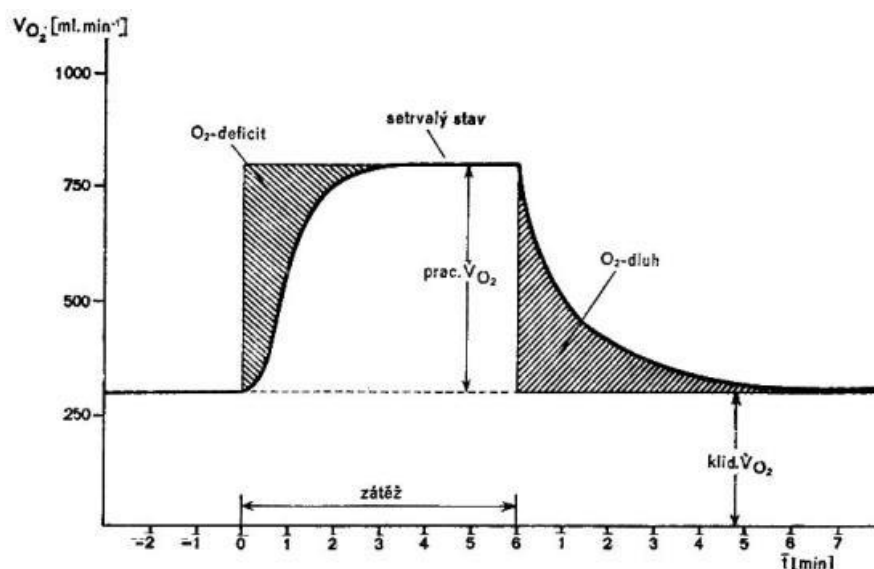
2.2.2.3 Minutová ventilace

Dechová frekvence je u dospělých lidí v klidu rovna 16 dechům za minutu u mužů a 18 dechům za minutu u žen, přičemž u trénovaných jedinců bývá nižší (např. až 8 -10 dechů za minutu). U dětí je dechová frekvence asi 26 a u novorozenců až 44 dechů za minutu. Při tělesné zátěži stoupá průměrně na 30–50 dechů za minutu. Dechovou frekvenci stanovíme počítáním, a to pohledem na hrudník (tzv. aspexí), nebo vypočteme frekvenci z grafického zápisu dechové frekvence zachycené pneumografem. (Seliger, Vinařický, Trefný, 1983)

Minutová ventilace [V] je množství vzduchu, které projde plícemi za minutu. Je určena počtem dechů za minutu (dechovou frekvencí) a hloubkou dechu. Obě tyto složky i výsledná minutová ventilace jsou samozřejmě proměnlivé podle potřeby organismu dodat tkáním kyslík. (Seliger, Vinařický, 1980)

Dechová rezerva je ventilační rezerva organismu, tj. údaj, v jakém poměru může dýchací systém zvětšit maximální minutovou ventilaci proti té klidové. Vypočteme ji podílem maximální a klidové minutové ventilace (V_{max}). (Seliger, Vinařický, 1980)

Maximální spotřeba kyslíku [VO_{2max} , $VO_{2max/kg}$] je cenným ukazatelem zejména při hodnocení vytrvalostních schopností. Její velikost se určuje většinou bicyklovou či běhátkovou ergometrií (viz níže) a vyjadřuje maximální aerobní výkon jedince. U žen se hodnoty zpravidla pohybují okolo 35 ml/kg/min, u mužů jsou pak hodnoty vyšší, a to kolem 45 ml/kg/min. U trénovaných jedinců s převažujícím aerobním zaměřením tréninku (silniční cyklisté, triatlonisté, lyžaři běžci atp.) mohou tyto hodnoty maximální spotřeby kyslíku nabývat výše až 80 ml/kg/min i více. (Dovalil a kol., 2002)



Obrázek 7 - Kyslíkový dluh a kyslíkový deficit (Jančík, Závodná, Novotná, 2006)

Kyslíkový dluh charakterizuje anaerobní procesy. Vyjadřuje nadspotřebu kyslíku po skončení cvičení převážně aerobního typu. Úzce souvisí s hodnotou **kyslíkového deficitu**, který vzniká při anaerobním zatížení, a vyjadřuje nepoměr mezi potřebou a aktuální dodávkou kyslíku tělesným tkáním (obr. 7). Hodnoty kyslíkového dluhu mohou u trénovaných jedinců dosahovat 15 – 18 litrů, u netrénovaných jedinců kolem 5 – 6 litrů. (Dovalil a kol., 2002)

2.2.3 NERVOSVALOVÝ SYSTÉM

Nervosvalový systém s nadřazenou funkcí centrálního nervového systému a regulační funkcí jednotlivých analyzátorů hraje při sportovním výkonu zásadní roli. Svalová činnost je řízena z primární korové oblasti mozku pyramidovou drahou končící ve svalových vláknech na nervosvalové ploténce. Volní činnost kosterních svalů je tak těsně propojena s motorickou oblastí kůry mozkové a je doladována vzruchovou aktivitou z proprioreceptorů, jejichž činnost souvisí s extrapyramidovými drahami. Tyto dráhy se podílejí zejména na koordinaci svalového pohybu a udržení svalového tonu. (Dovalil a kol., 2002)

Dovalil a kol. (2002) zmiňuje za tyto hlavní složky nervosvalového systému:

Komplexní analyzátor je souhrnný pojem pro celek všech analyzátorů člověka, tj. kožního, svalového, zrakového, sluchového atd. S jeho správnou funkcí je úzce spojena veškerá vzruchová aktivita zpřesňována reflexními zpětnými vazbami, jimiž se zabezpečuje dokonalé provedení pohybu.

Nervový systém funkčně podmiňuje proces motorického učení, vytváření složitých pohybových vzorců na úrovni centrální nervové soustavy (CNS je nejvyšší integrační a koordinační centrum organismu).

Vegetativní nervový systém zajišťuje nervové regulace prostřednictvím nervových vláken sympatiku a parasympatiku. Tyto nervové regulace úzce souvisejí s hormonální regulační aktivitou organismu (energetický metabolismus, tkáňové okysličení, anabolické a katabolické děje).

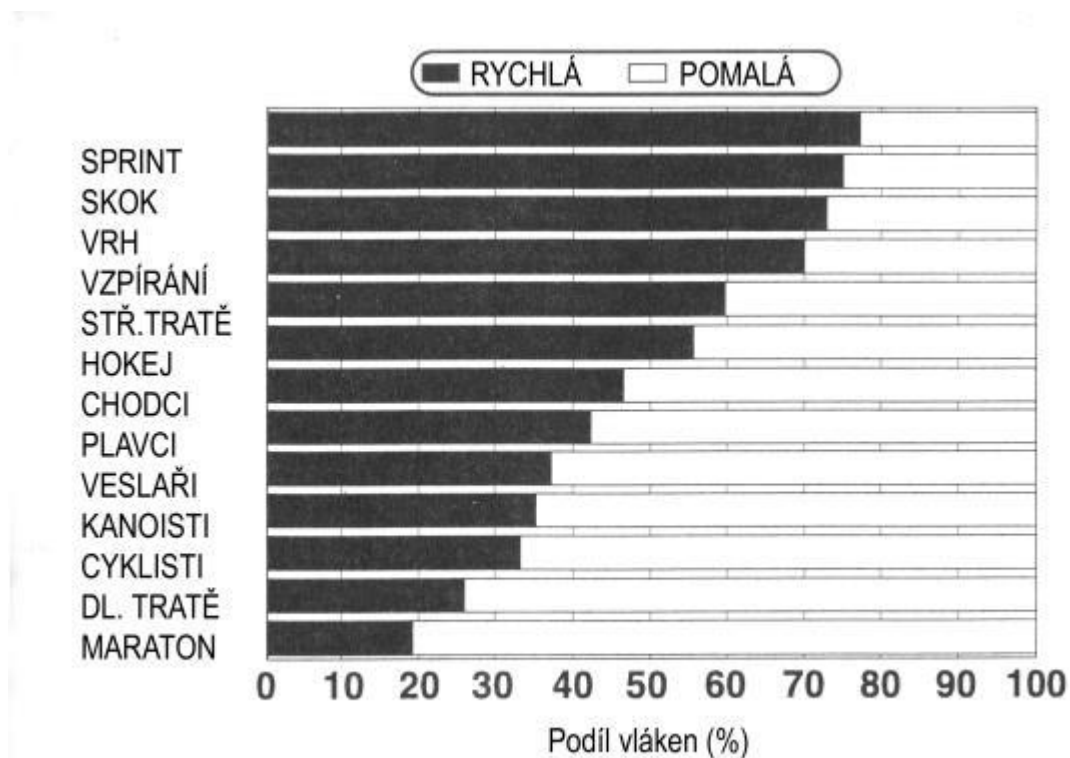
Svaly - činné svaly jsou strukturálně tvořeny svalovými vlákny, jejichž procentuální zastoupení je do jisté míry determinováno geneticky. Svalová vlákna se typologicky dělí na vlákna červená, přechodná a bílá.

Placheta (1995) charakterizuje jednotlivé typy vláken následovně:

Červená vlákna (SO – z angl. slow oxidative) jsou pomalá oxidační vlákna s vysokým obsahem myoglobinu, velkou oxidační kapacitou a pomalou unavitelností, uplatňují se především při vytrvalostních zátěžích nižší intenzity.

Přechodná vlákna (FOG – fast oxidative-glycolytic) jsou rychlá oxidační glykolytická vlákna se střední oxidační kapacitou, vysokou glykolytickou kapacitou, rychlou kontrakcí a středně rychlou unavitelností, uplatňují se při zátěžích střední až submaximální intenzity, provází aerobní i anaerobní způsob úhrady energie.

Bílá vlákna (FG – fast glycolytic) - rychlá glykolytická vlákna s nízkou oxidační kapacitou, nejvyšší kapacitou glykolytickou, rychle se kontrahující, ale rychle unavitelná, jsou zapojena při silových a rychlostních výkonech maximální intenzity s převahou anaerobního energetického metabolismu



Obrázek 8 - Podíl pomalých a rychlých vláken u sportovců různých specializací (Meško, Komandel a kol., 2005)

Charakterizujeme-li nervosvalový systém, pokládám za důležité se zmínit i o **svalových nerovnováhách (dysbalancích)**. **Svalové nerovnováhy** jsou u fotbalistů velmi častým jevem, kdy se setkáváme převážně se zkrácenými tonickými svaly dolních končetin. Tyto nerovnováhy ovlivňují i výkon v utkání, sval zkrácený je rychleji unavitelný.

Příčiny nežádoucích změn v kosterním svalstvu spočívají v odlišnostech svalů s převážnou tonickou činností (mají převážně posturální funkci, tendenci k hyperaktivitě, hypertonii a zkracování) od svalů s převážně fázickou činností (mají tendenci k hypoaktivitě, hypotonii a k oslabení). Některé svaly jsou však do těchto skupin obtížně zařaditelné, setkáváme se se svaly, které mají tendence jak k oslabení, tak ke zkrácení. Dalšími příčinami může být např. úraz nebo nemoc či pohybová chudost a jednostrannost moderního způsobu zatěžování. (Kabelíková, Vávrová, 1997)

2.2.4 CENTRÁLNÍ NERVOVÝ SYSTÉM (CNS)

S pohybovou činností úzce souvisí funkce některých částí centrálního nervového systému, který je nejvyšším integračním a koordinačním centrem organismu.

Prodloužená mícha – podílí se na regulaci dýchání, krevního oběhu a trávení (např. polykání, zvracení). Společně se středním mozkem a mozečkem udržuje tělesnou rovnováhu a normální pohyby.

Mozeček – podílí se na udržování stoje a rovnováhy, svalového napětí kosterního svalstva a koordinaci pohybů. Společně s bazálními ganglii se podílí na vlastním řízení motoriky.

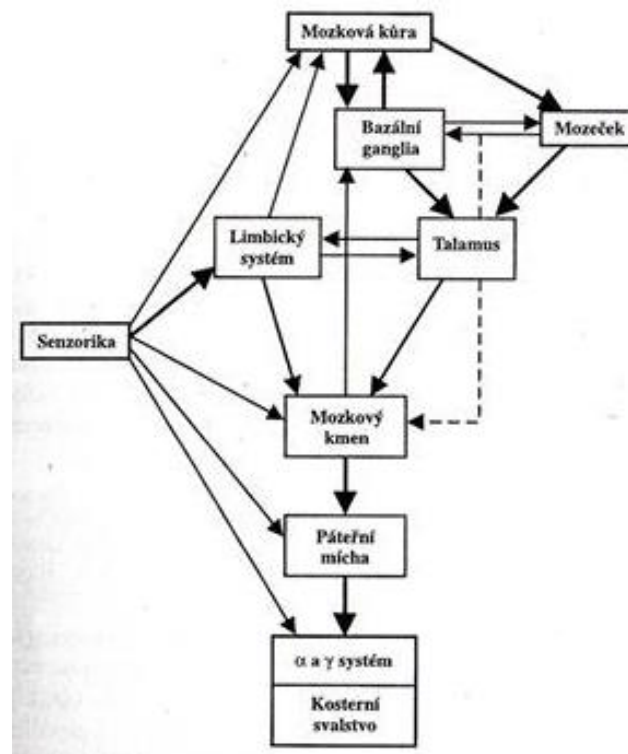
Střední mozek – funguje v rámci extrapyramidových drah, čímž se podílí na koordinaci pohybů a svalovém napětí.

Mezimozek – částí je také spojen se senzitivními drahami a částí se podílí na řízení vegetativního nervstva (sympatikus, parasympatikus), hormonální činnosti, termoregulaci, metabolických funkcí a funkcí některých analyzátorů (zrak a sluch).

Bazální ganglia – i ta jsou funkčně spojena s extrapyramidovými drahami, podílejí se tedy také na koordinaci pohybů a na svalovém napětí. Při jejich poškození se snižuje hybnost a zvyšuje napětí, nebo se naopak zvyšuje hybnost a snižuje napětí. Významné

jsou i pro posturální svalstvo. Společně s mozečkem se podílejí na vlastním řízení motoriky. (Myslivoček, Myslivečková - Hassmanová, 1989)

Důležitá je i činnost tzv. **limbického systému**, který řídí emotivní a instinktivní chování jedince. Výrazně aktivuje nesespecifickým způsobem činnost mozkové kůry (myšlení, paměť) a současně také činnost vegetativních orgánů (metabolismus, endokrinní systém. (Dovalil a kol., 2002)



Obrázek 9 - Schéma řízení motoriky člověka (Dovalil a kol., 2002)

2.2.5 METABOLISMUS, ENERGETICKÉ ZAJIŠTĚNÍ SPORTOVNÍHO VÝKONU

V organismu probíhá soubor biochemických procesů, které nazýváme přeměna látek (metabolismus). V zásadě probíhá dvěma směry: vytváření složitějších látek z látek jednodušších – anabolismus (asimilace), rozpad složitých látek na jednoduché je katabolismus (disimilace). Oba tyto děje probíhají současně vedle sebe, přičemž dochází k přeměně energií. (Seliger, Vinařický, Trefný, 1983)

Hlavními energetickými zdroji pro výkon jsou makroergní fosfáty (adenosintrifosfát – ATP, kreatinfosfát – CP) a makroergní substráty (tj. živiny – cukry, tuky a bílkoviny). V klidu nebo při málo intenzivní práci je energie čerpána vcelku rovnoměrně ze všech uvedených živin. Při intenzivní pohybové činnosti jsou hlavním zdrojem energie cukry a s déle trvající činností roste energetický podíl tuků. Bílkoviny jsou látky převážně strukturního charakteru. (Dovalil a kol., 2002)

Cukry (sacharidy) – jsou v organismu tvořeny glykogenem, a to jaterním a svalovým. Zásoby glykogenu v těle vystačí přibližně na 2 – 4 hodiny sportovní činnosti.

Tuky (lipidy) – jsou vhodné jako zdroj energie převážně při déletrvající pohybové činnosti. V lidském těle je energetická rezerva lipidů dostatečná (přibližně 5 – 20 kg, uložených převážně v podkožním tuku).

Bílkoviny (proteiny) – slouží energetickým potřebám organismu pouze zcela výjimečně (mají hlavně strukturní funkci – stavba tkání). Jejich energetický podíl se zvyšuje v období regenerace sil po zatížení a při déle trvajících zatíženích.

Zdroje energie pro práci svalů se využívají cestou aerobních a anaerobních reakcí:

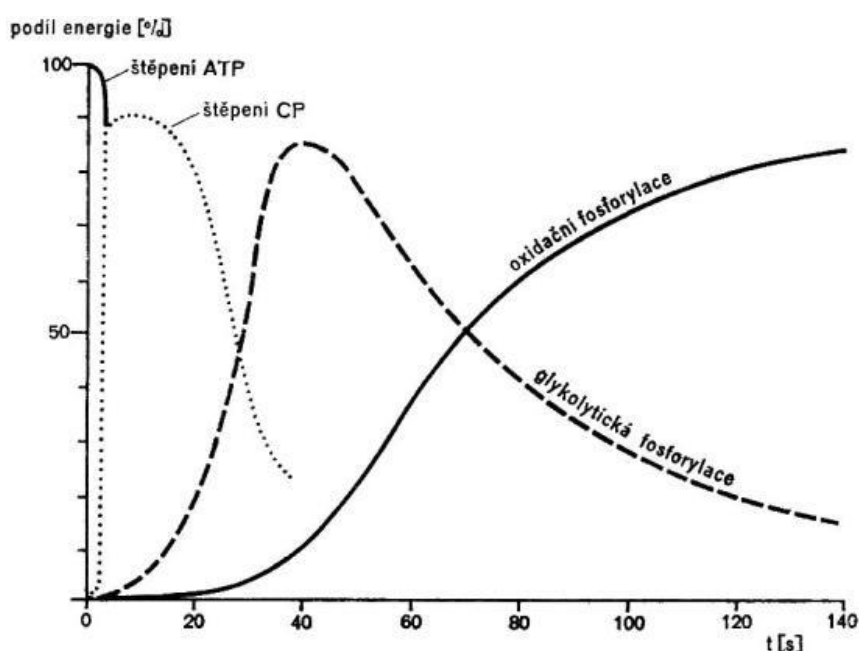
Aerobní způsob získávání energie je charakterizován možností svalových buněk vykonávat mechanickou práci při využívání energie uvolněné bez účasti kyslíku. Anaerobní zdroje energie využívá organismus v situacích, kdy není schopen zabezpečit dostatek energie efektivnějším aerobním způsobem. (Jančík, Závodná, Novotná, 2006)

Aktuální potřeba energie přesahuje rychlost mobilizace aerobních procesů (daných především funkcí transportního systému) na začátku zátěže, při náhlém zvýšení intenzity svalové práce nebo při vysoké intenzitě svalové práce po překročení maximálního množství kyslíku, které je systém schopný využít. (Meško, Komandel a kol., 2005)

Anaerobní způsob získávání energie je způsob získávání ATP, který je dominantní při tělesných aktivitách vytrvalostního charakteru trvajícího déle než 2–3 minuty. (Meško, Komandel a kol., 2005)

Úroveň aerobních schopností je ovlivněna dědičností (80%). Aerobní schopnosti jsou limitujícím faktorem výkonnosti ve vytrvalostních disciplínách a o její úrovni nás informuje vrcholová spotřeba kyslíku. (Jančík, Závodná, Novotná, 2006)

Podle převažujícího zdroje energie se anaerobní systém získávání energie dělí na způsob anaerobní alaktátový – energie je uvolněna z ATP a CP (kreatinfosfát) bez účasti anaerobní glykolýzy a tvorby laktátu (ATP-CP systém) a způsob anaerobně laktátový, kdy je energie získána z anaerobní glykolýzy s tvorbou laktátu.



Obrázek 10 - Podíl zdrojů energie na její celkové úhradě v závislosti na čase při maximálních výkonech různého trvání (Jančík, Závodná, Novotná, 2006)

Podle Dovalila a kol. (2002) se uvolňování energie v zásadě uskutečňuje třemi rozdílnými a přitom vzájemně závislými způsoby:

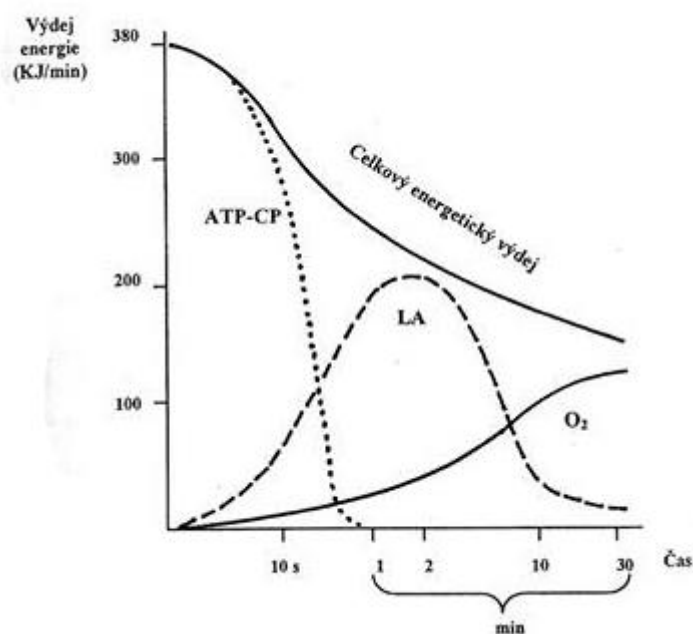
ATP – CP systém představuje anaerobní způsob získávání energie z přítomných energeticky bohatých fosfátů, které jsou uloženy v každé buňce. Při štěpení ATP se současně aktivují i reakce, které zajišťují resyntézu ATP z rezerv CP. Aktivace nastává velmi rychle, protože rezerva zdrojů vystačí pouze na 10 – 15 vteřin práce maximální intenzitou.

LA systém je taktéž anaerobní způsob energetického krytí. Energie se získává štěpením glykogenu. Konečným produktem reakcí této anaerobní glykolýzy je kyselina

mléčná (laktát). LA systém přebírá úlohu energetického krytí po ATP – CP systému při činnosti konané maximální (submaximální) intenzitou. Použitelnost systému je ve srovnání s předchozím systémem pomalejší, neumožňuje tak vysokou intenzitu činnosti, ale lze ji provádět po delší dobu (1–2 min.).

Svalový glykogen se štěpí jen pro potřeby daného svalu a vzniklá glukóza se do krve nedostává, ale je metabolizována jako zdroj energie pro svalovou práci.

O₂ systém funguje při štěpení cukrů, tuků a bílkovin za přítomnosti kyslíku, přičemž konečnými produkty reakcí jsou oxid uhličitý a voda, které organismus bez problému vylučuje. O₂ systém se stává hlavním energetickým dodavatelem při činnosti delší než 2 minuty. Zdrojem energie jsou svalový glykogen, triglyceridy kosterního svalu, glukóza obsažená v krvi, volné mastné kyseliny a extrémně i bílkoviny.

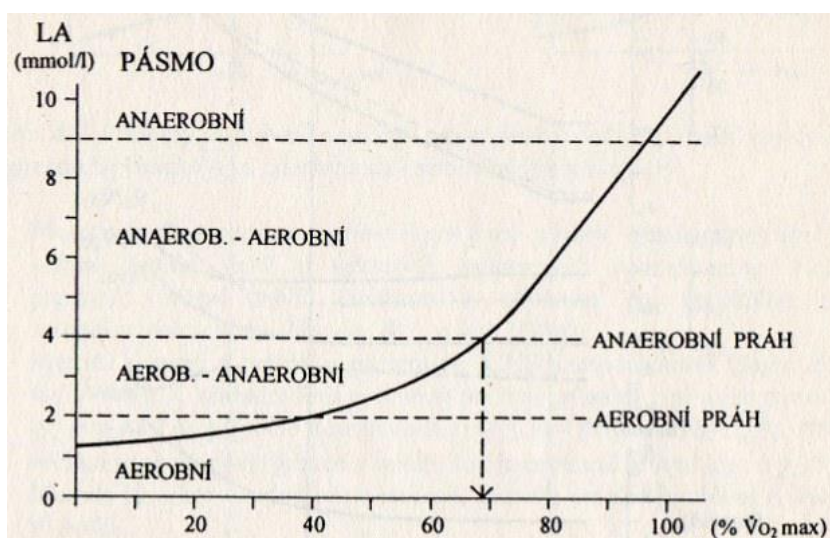


Obrázek 11 - Průběh energetického výdeje a podíl jednotlivých systémů energetické úhrady ve svalu v závislosti na době trvání zatížení (Heller, Pavliš, 1998)

Pro potřeby zátěžových vyšetření je důležité se zmínit i o tzv. **anaerobním prahu**. **Anaerobní práh** (neboli stresový práh či metabolický přechod) je předěl mezi převážně aerobním a anaerobně-aerobním krytím energetických nároků. Jedná se o hraniční intenzitu zátěže, při jejímž překročení začíná zprudka narůstat podíl neoxidační úhrady

energie spolu s hromaděním krevního laktátu. Během tohoto procesu zároveň dochází k molárnímu poklesu hydrogenuhličitanů a pH krve.

Obvykle se udává hranice anaerobního prahu 4 mmol/l, přičemž je potřeba počítat s individuální variabilitou přibližně mezi 3 – 5 mmol/l. Hlavním významem anaerobního prahu je v zátěžové diagnostice určení horní hranice „bezpečné“ zatžitelnosti, po jejíž překročení by mohlo dojít k rozvoji metabolické acidózy a k poškození pacienta. (Placheta a kol., 2001)



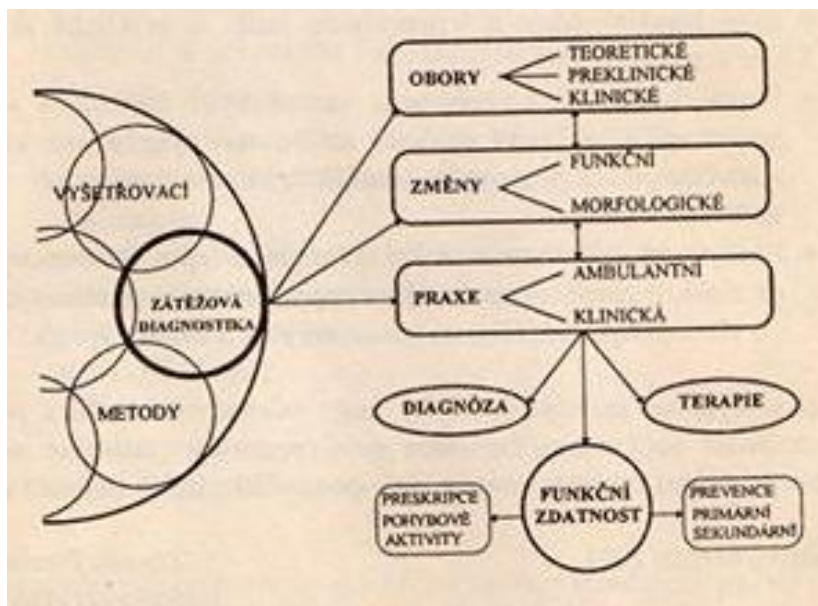
Obrázek 12 - Princip vzniku "anaerobního prahu" (Placheta a kol., 2001)

2.3 ZÁTĚŽOVÉ VYŠETŘENÍ A KOMPLEXNÍ TĚLOVÝCHOVNÉ LÉKAŘSKÉ PROHLÍDKY

Zátěžová diagnostika se zabývá vyšetřováním fyziologické a patologické reakce a adaptace organismu jako celku i jednotlivých orgánových systémů na různé druhy zatížení.

- Jedná se o speciální součást komplexu metod a postupů v diagnostice různých poruch a nemocí.
- Opírá se o znalosti z celé řady teoretických, preklinických i klinických oborů.
- Zjišťuje a posuzuje funkční i morfologické změny, které jsou vyvolané určitou zátěží.
- Získané poznatky přispívají v praxi (např. k posouzení závažnosti nemoci či poruchy, k posouzení funkční zdatnosti a fyzické výkonnosti a schopnosti

k pohybové aktivitě, k primární i sekundární prevenci řady nemocí a poruch, k doporučení vhodné pohybové aktivity jako součásti životního režimu, terapie i prevence, atd.). (Placheta a kol., 2001)



Obrázek 13 - Charakteristika zátěžové diagnostiky (Placheta a kol., 2001)

Cinglová (2002) rozlišuje při testování sportovců dva cíle:

- Zjistit zdravotní způsobilost k prováděnému sportu.
- Posoudit úroveň trénovanosti, dle které se má ověřit kvalita tréninkového procesu a předvádět úspěšnost v závodě (soutěži).

Konkrétnější cíle zátěžového vyšetření uvádí Bartůňková (1999):

- Stanovení energetické náročnosti jednotlivého pohybového výkonu, sportovního tréninku či běžné denní aktivity pomocí různých dotazníkových metod.
- Stanovení funkční (energetické) náročnosti daného pohybového výkonu některými dobře měřitelnými funkčními nebo biochemickými ukazateli. Nejčastěji používané jsou některé kardiopulsační parametry (např. SF, VO_2 apod.) či koncentrace některých látek v krvi nebo v moči (laktát, urea, ionty, hormony ad.).

- Sledování různých reaktivních a adaptačních fyziologických změn v organismu v závislosti na čase (před, při nebo po výkonu), na charakteru zatížení (cyklická a acyklická činnost, dynamická a statická práce, různá intenzita zatížení atd.).
- Testování jedince (posouzení funkčních a biochemických změn), které doprovázejí určitý standardní pohybový výkon, doplněný srovnáním se známými populačními normami (netrénovaných osob) či s výsledky jedinců trénovaných.

2.3.1 INDIKACE ZÁTĚŽOVÉHO VYŠETŘENÍ

Zátěžová vyšetření mají velmi široký indikační rozsah, protože jsou užitečná nejen v klinické medicíně, ale i v celé řadě preventivních a praktických oborů. Lékaři i pracovníci, na kterých se tato vyšetření provádějí, však musejí důsledně dbát na dodržení zásadních zásad:

- Bezpečnost – předejít ohrožení pacienta omezením nebo vyloučením zátěží a metod, které by mohly vést k provokaci závažných patologických reakcí.
- Účelnost – posoudit, zda vyšetření může přinést očekávaný výsledek důležitý pro zhodnocení závažnosti poruchy či nemoci, vyloučení či potvrzení diagnózy, prognózu, terapii atd.
- Hospodárnost – předejít plýtvání časem a ekonomickými prostředky.
(Placheta a kol., 2001)

Placheta a kol. (2001) rozlišuje:

Diagnostické indikace - posouzení funkčního stavu jednotlivých orgánových systémů i organismu jako celku (zdatnost, výkonost), schopnost k pohybové aktivitě, její vhodnost pro zdravé, ohrožené i nemocné jedince. Doplnkové vyšetření zjevných symptomů a nemocí (např. angina pectoris, obezita, diabetes mellitus atp.). Diagnóza asymptomatických onemocnění (např. ICHS, dysrytmie, hypertenze atp.).

Kontrolní (pohybové) indikace - hodnocení vlivu pohybové aktivity a ověření správnosti jejího doručení i provádění. Posuzování výsledků neinvazivní terapie (např.

dietní aj.), ale i invazivní (např. operace na chlopních aj.). Kontrola výsledků rehabilitace a lázeňské léčby.

Prognostické indikace – předpověď průběhu onemocnění a případných recidiv nebo komplikací. Predikce účinnosti předpokládaných intervencí (včetně operačního rizika). Předpověď fyzické zdatnosti a výkonnosti s posouzením budoucí schopnosti k výkonu povolání atp.

2.3.2 KONTRAINDIKACE ZÁTĚŽOVÉHO VYŠETŘENÍ

S kontraindikacemi musí být seznámeni nejen lékaři zátěžové laboratoře, ale i všichni členové jejího personálu. V praxi se totiž stává, že k vyšetření jsou odesíláni i nemocní, u nichž je zátěžový test kontraindikován, což vede k ekonomickým a mnohdy i k iatrogenním (způsobeným lékařem) škodám.

Placheta a kol. (2001) rozlišuje:

Absolutní kontraindikace – akutní onemocnění (zejména hořčnatá), závažné poruchy srdečního rytmu, klinické příznaky oběhové, dechové a metabolické nedostatečnosti, akutní plicní embolizace, cévní příhody, pokročilá aortální stenóza, maligní hypertenze (s TK více jak 240 mmHg, dTK více jak 120 mmHg), těžká plicní hypertenze, aktivní chronická onemocnění jater, ledvin, štítné žlázy apod., těžká ortopedická či neurologická poškození.

Relativní kontraindikace - nestabilní angina pectoris, méně závažné poruchy srdečního rytmu a vedení, některé stavy po infarktu myokardu, některé nevládnutelné metabolické poruchy (např. závažný diabetes mellitus), neochota pacienta ke spolupráci.

2.3.3 METODY A PROTOKOLY ZÁTĚŽOVÝCH VYŠETŘENÍ

Výsledky vyšetřování jsou samozřejmě ovlivňovány různými metodologickými postupy. Rozhodující úlohu přitom sehrává hlavně intenzita, frekvence, trvání a typ tělesné zátěže.

V následující kapitole jsou charakterizovány jednotlivé metody testování a uvedené některé, většinou ty nejužívanější protokoly.

2.3.3.1 Vystupovací testy

U tohoto druhu testů se sleduje jasná výchozí odpověď vyjádřená rychlým poklesem tepové frekvence či krevního tlaku ve fázi zotavení. Čím rychleji se tyto parametry vrátí na normální hodnoty, tím je daný jedinec zdatnější. Slouží tedy především k posouzení odezvy organismu na zátěž, k posouzení tělesné zdatnosti a případně i k provokaci některých patologických reakcí. V současnosti má převážně jen orientační význam pro vyšetření na terénních pracovištích, dosud nevybavených moderní technikou. (Placheta a kol., 2001)

Pravděpodobně nejznámějším vystupovacím testem je tzv. **Masterův test**, dále pak například Schneiderova a Letunovova zkouška a také známý step test v různých modifikacích.

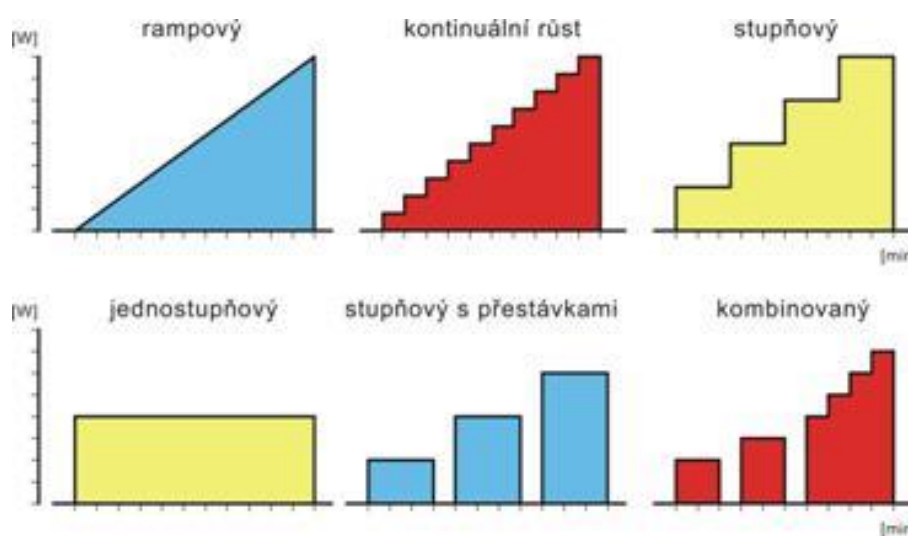
2.3.3.2 Ergometrie

K nejužitečnějším a pravděpodobně i nejčastějším zátěžovým testům patří **bicyklová ergometrie**. Jejími výhodami je, že umožňuje přesně dávkované a reprodukovatelné zatížení, poskytuje informace o fyzické zdatnosti a výkonosti, vyvolává měřitelnou reakci většiny funkčních hodnot (viz kapitola 2.2), podobně jako vystupovací testy také i k provokaci některých patologických reakcí, které se v klidu neprojevují a přispívá nejen k posouzení funkčního stavu, ale i ke stanovení diagnózy, určení vhodné terapie i kontrole její účinnosti a v neposlední řadě také k ordinaci správné a účelné pohybové aktivity. (Placheta a kol., 2001)

Základní protokoly (formy testů) rozeznáváme:

- jednostupňový test
- test s kontinuálním zvyšováním zátěže (rampový)
- test s téměř kontinuálním zvyšováním zátěže

- stupňovaný test bez přestávek
- stupňovaný test s přestávkami
- kombinovaný test
- speciální test – tzv. test W_{170}



Obrázek 14 - Základní protokoly bicyklové ergometrie (www.is.muni.cz)

U pohybově hendikepovaných pacientů se používá tzv. **kliková ergometrie**. Její výhody jsou zřejmé, využívají ji například pacienti po amputaci dolních končetin nebo s paraplegií. Protokoly mohou být podobné jako u bicyklové ergometrie, avšak je potřeba respektovat některé zvláštnosti (délka kliky, výška hřídele od podložky atp.).

2.3.3.3 Testy bipedální lokomoce

Pohyb těla po obou dolních končetinách, ať už chůzí či různými způsoby běhu, se označuje pojmem bipedální lokomoce. Nejtypičtějším takovým testováním a hojně využívaným je **test na pohybovém pásu („běhátku“)**. Tento test má mnoho společného s bicyklovou ergometrií, ale má určité výhody při vyšetřování některých nemocných osob a malých dětí.

Protokoly vyšetřování se odvíjejí od dvou základních schopností běhátka, a to od možnosti zvyšovat rychlost pásu a úhel jeho sklonu. Rozeznáváme následující protokoly:

- nemění se rychlost pásu, zvyšuje se úhel sklonu (např. Balkeův protokol)
- zvyšuje se rychlost pásu i jeho sklon (např. Bruceův protokol)
- některé méně využívané protokoly (např. Naughtonův, Ellestadůd či Weberův atd.)

Do testů bipedální lokomoce patří logicky i **testy chůzí**. Jejich výhodou je bezesporu to, že nekladou žádný nárok na složité technické a přístrojové vybavení a mohou se provádět jak na chodbě, tak i ve venkovním prostředí. Nevýhodou je nepřesná reprodukovatelnost a někdy i obtížná kvantifikace absolvované zátěže.

Řadíme sem například klaudikační test (kladikace = kulhání, křečové bolesti v lýtkách). Subjektivní odhad vzdálenosti ušlé bezbolestně, případně s klaudikačními bolestmi, udávaný pacientem v anamnéze, se totiž mnohdy výrazně liší od skutečnosti. Kromě vzdálenosti ušlé bez bolesti se tedy hodnotí například i celková ušlá vzdálenost, rychlost chůze, čas a podle možností a potřeby i SF, TK a EKG.

Protokoly vyšetření jsou nejčastěji test chůzí limitovaný časem a test chůzí limitovaný vzdáleností.

2.3.3.4 Spiroergometrie

Spiroergometrie je zátěžové vyšetření, které zpravidla probíhá na bicyklovém ergometru či na pohybovém pásu. Za pomoci speciální masky, která je upevněna na obličej a pomocí které dochází k měření spotřeby kyslíku a vydechovaného oxidu uhličitého, samozřejmě během tělesné zátěže. Spiroergometrie je nezbytným doplňkem diagnostiky nejen v kardiologii a pneumologii, ale i v celé řadě dalších oborů, například i v rehabilitaci. (Placheta a kol., 2001)

Protokol měření se většinou provádí pomocí symptomy limitovaných testů, většinou s progresivní zátěží. Například rampový test, test s téměř kontinuálním

zvyšováním zátěže (např. každých 60 vteřin zvýšíme zátěž o 10–30 W tak, aby bylo maxima omezeného symptomy dosaženo do 10 minut), stupňovaný test bez přestávek (např. zvyšovat zatížení o 25–50 W každé 3 minuty tak, aby byl test ukončen nejdéle do 15 minut) a kombinované formy testů. (www.fno.cz)

2.3.3.5 Určení energetického výdeje

Slouží k odhadu energetického výdeje nepřímým způsobem, který je nezbytným doplňkem u některých vyšetřovacích metod v celé řadě klinických oborů, ale i ve fyziologii a patofyziologii tělesné zátěže.

Placheta a kol. (2001) uvádí několik odlišných metod určení energetického výdeje:

Nepřímá energometrie (kalorimetrie) – tato metoda je založena na příjmu kyslíku a určování výdeje oxidu uhličitého. Takto zjištěné hodnoty pak umožňují relativně přesný odhad velikosti energie spotřebované v klidu či při zatížení během určitého časového úseku.

Funkční hodnoty se získávají spiroergometrickém vyšetřením, dříve se získávaly také tzv. vakovou metodou (vyšetřovaný s nosní svorkou vydechuje do speciálního plastického vaku, z kterého se následně dají hodnoty zjistit).

Odhad z tabulek a nomogramu je další možností odhadu energetického výdeje. Tato metoda logicky poskytuje méně přesné výsledky, ale je nenáročná na technické vybavení, a hodí se tedy především pro činnost v terénu.

Akcelerometrie je metoda využívající lehké a cenově dostupné zařízení (akcelerometr) k měření pohybů ve vertikálním i horizontálním směru. Informace zjištěné touto metodou lze využít k odhadu výdeje energie převážně při nižších a středních zátěžích.

Jednotek, které se pro energii udávají, rozeznáváme více. Pravděpodobně tou nejznámější jsou jouly [J], resp. kilojouly [KJ]. Hojně využívané jsou i kalorie [cal], resp. kilokalorie [Kcal]. Při měření energetického výdeje se používá jednotky MET neboli tzv. metabolický ekvivalent. $1 \text{ MET} = 3,5 \times \text{tělesná hmotnost [kg]} \text{ VO}_2 \text{ [ml/min]}$. (www.fsps.muni.cz)

2.3.3.6 Další metody zátěžových vyšetření

V této podkapitole už si pouze stručně přiblížíme další metody zátěžových vyšetření, které jsem se rozhodl necharakterizovat už tak podrobně, jako předešlé, a to z důvodu jejich komplikovanosti. První skupinou jsou metody související převážně s kardiovaskulární soustavou:

Zátěžová elektrokardiografie je metoda posuzující změny elektrického potenciálu způsobené srdeční aktivitou (zkráceně EKG) při fyzické zátěži. EKG je tedy výrazem elektrických dějů v srdci během jeho podráždění a může nás informovat o jeho poloze, frekvenci, rytmu, původu a šíření podráždění bez ohledu na to, zda jsou původu anatomického, mechanického, metabolického či oběhového. (Silbernagl, Despopoulos, 1993)

Vyšetření je prováděno pomocí měřících elektrod, které jsou nalepené na povrchu těla. Toto vyšetření umožňuje zhodnotit celou řadu parametrů. Nejčastější má za úkol prozradit nám přítomnost ischemických změn na EKG při zátěži, ale zjistíme i maximální tepovou frekvenci (pokud test bude skutečně vyčerpávající) a zda se při zátěži neobjeví arytmie. (www.kardiologie-chomutov.cz)

Dlouhodobé monitorování kardiovaskulárních hodnot je užitečným doplňkem ambulantních a klinických výsledků vyšetření, ale lze jej zařadit i mezi metody zátěžové diagnostiky, protože umožňuje sledování oběhových hodnot na nejrůznější psychické i fyzické zátěže v průběhu delších období (až 48 hodin, někdy i 7 dní). Zároveň přispívá i k odhalení hraničních i patologických změn, které by jinak nemohly být zjištěny. (Placheta a kol, 2001)

Zátěžová echokardiografie – jedná se o vyšetření, které se nejčastěji používá k odhalení poruchy prokrvení srdečního svalu při zátěži (tzn. k získání informace, zda vyšetřovaný trpí ischemickou chorobou srdeční). U této nemoci jsou věnčité tepny (cévy přivádějící krev do srdečního svalu) zúžené aterosklerotickými pláty. (www.kard.fnplzen.cz)

K objektivizaci pozátěžového zúžení průdušek při hyperaktivitě dýchacích cest se využívá tzv. **Bronchoprovokační test s fyzickou zátěží**. Jeho smyslem je určit přítomnost a stupeň dráždivosti průdušek a podle výsledku testu přizpůsobit případnou léčbu.

Poslední metody, které bych chtěl zmínit, jsou tzv. **testy autonomních nervových regulací**.

Řadíme mezi ně: (Placheta a kol., 2001)

- Schellongův test – má význam při diagnostice kolapsových stavů, bezvědomí a ortostatických poruch TK a SF.
- Test na nakloněné rovině – má za úkol hodnotit reakci TK a SF na ortostatický stres.
- Izometrický zátěžový test (tzv. hangrip) – v poslední době poněkud pozbyl svého významu, avšak používá se stále, např. při řešení některých závažnějších problémů v diagnostice a léčbě arteriální hypertenze.
- Testy variability srdečního rytmu
- Baroreflexní senzitivita – charakterizuje do jisté míry funkci baroreceptorů a vyjadřuje úroveň aktivity nervového systému.

3 CÍLE, ÚKOLY A HYPOTÉZY

3.1 CÍLE

Na základě analýzy získaných dat srovnat vybrané fyziologické a antropometrické parametry hráčů A mužstva FC Viktoria Plzeň. Provést srovnání hráčů na jednotlivých postech (obránci, záložníci a útočníci).

3.2 ÚKOLY

- rešerše dosavadních poznatků a teoretických východisek
- sběr dat z výsledků komplexního tělovýchovného lékařského vyšetření v laboratorních podmínkách
- stanovení hypotéz
- vyhodnocení výsledků a ověření pravdivosti předpokládaných hypotéz

3.3 HYPOTÉZY

H1: Nejvyšších antropometrických hodnot tělesné výšky, hmotnosti a množství podkožního tuku budou dosahovat útočníci, dále pak obránci a nejnižších hodnot budou dosahovat záložníci.

H2: Nejhodnotnějších výsledků fyziologických parametrů souvisejících s výkonností sportovce (zejména VO₂max/kg) budou dosahovat záložníci, následují obránci a útočníci.

4 METODIKA PRÁCE

4.1 VÝZKUMNÝ SOUBOR

Zkoumaným souborem jsou profesionální vrcholoví hráči A mužstva FC Viktoria Plzeň, kteří byli členy A mužstva v době testování, a to v průběhu ledna roku 2014. Konkrétně se jedná o 22 hráčů, z toho 4 útočníci, 9 záložníků a 9 obránců. Při určování pozic některých hráčů může docházet k určitým rozporům, např. zdali se jedná o obránce či záložníka, proto při tomto určení vycházím z pozice, kterou mají hráči určenou na oficiálních internetových stránkách klubu.

4.2 METODA ZÍSKÁNÍ DAT

Data potřebná k vypracování praktické části práce byla získána výzkumnou technikou testování ve specializovaném zařízení v Ústavu tělovýchovného lékařství při Lékařské fakultě UK v Plzni, se kterou A mužstvo plzeňské Viktorie dlouhodobě spolupracuje a pravidelně 2x ročně ho navštěvuje při předsezónních testováních. Konkrétně pracuji s daty získanými v průběhu ledna 2014.

Jedná se o kvantitativní formu výzkumu, vyžaduje tedy vysokou míru standardizace, je založen na deduktivním přístupu (z teorie jsou vyvozovány hypotézy, které jsou poté prostřednictvím sebraných dat testovány) a zároveň jsou sbírána především data, která potřebujeme k ověření hypotéz. (Disman, 2000)

4.3 ORGANIZACE VÝZKUMU

Hráči nejprve absolvují základní antropometrické vyšetření, které slouží převážně ke zjištění tělesné výšky a hmotnosti a stanovení procentuálního podílu tukové tkáně. Měří se také klidové hodnoty krevního tlaku, vitální kapacita, vteřinová vitální kapacita, posuzují se klidové hodnoty EKG a kontrolně se měří biochemicky moč. Ke zjištění dalších fyziologických parametrů slouží zátěžový test na běhátku.

Tento test probíhá tak, že testovaný nejprve běží po dobu 5 minut rychlostí 7 km/h, následuje 30 vteřin pauza a odběr kyseliny mléčné, poté se zvýší rychlost na 9 km/h po

dobu 3 minut, po minutové pauze se zvýší rychlost na 11 km/h a běží se opět 3 minuty a následuje odběr. V této fázi se na běhátku nastaví 5% sklon stoupání a ponechá se rychlost 11 km/h. Každých 30 vteřin se zvýší rychlost o 1 km/h (případně o 0,5 km/h při ukončování zatížení) až do maxima testovaného. 3 minuty po skončení testování se provede poslední odběr. Maximální rychlosti, kterých hráči dosahují, jsou různé, ti nejlepší dosahují až 20 km/h.

4.4 METODA ZOBRAZENÍ DAT

Použitá data jsou představena pomocí tabulačního a grafického znázornění. Grafické znázornění umožňuje vytvořit přehlednější zobrazení kvalitativních výsledků dat a užití tabulek slouží především pro počáteční přehled získaných dat. V tomto výzkumu jsou do jisté míry využity oba tyto zmíněné typy zobrazení. (Hendl, 2009)

5 PRAKTICKÁ ČÁST

5.1 VÝSLEDKY

Výsledky jsou zpracovány dle pozic hráčů v mužstvu, a jsou tedy rozdělené do podkapitol útočníci, záložníci a obránci. V každé podkapitole se vždy nacházejí dvě tabulky, první je zaměřená na antropometrické údaje (věk, tělesná výška a hmotnost, procento podkožního tuku) a druhá na vybrané fyziologické ukazatele (VO₂max [l/min], VO₂km - tj. VO₂max/kg [ml/min], V_{max} - jakou nejvyšší rychlostí na běhátku běželi, KTF a TF_{max}). V další podkapitole se nachází srovnání a v poslední podkapitole je ukázána laktátová křivka u vybraného hráče s vyznačením metodiky stanovení ANP.

5.1.1 ÚTOČNÍCI

Hráč	věk	Tělesná výška [cm]	Tělesná hmotnost [kg]	% tuku
Ú1	31	185	81	14,3
Ú2	26	183	74	14,1
Ú3	24	182	82	11
Ú4	24	190	91	14
Aritmetický průměr	26,25	185	82	13,35

Tabulka 1 - Antropometrické charakteristiky útočníků

Hráč	VO ₂ max [l/min]	VO ₂ max/kg [ml/min]	V _{max} [km/h]	KTF	TF _{max}
Ú1.	5,2	63,94	18	59	181
Ú2	5,1	68,64	18	68	190
Ú3	6	73,14	20	73	183
Ú4	5,8	63,47	17,5	60	191
Aritmetický průměr	5,53	67,23	18,38	65	186,25

Tabulka 2 - Fyziologické charakteristiky útočníků

Z tabulky srovnávající antropometrické charakteristiky vyplývá, že průměrný věk útočníků je 26,25 let, průměrná tělesná výška 1,85 metru při průměrné hmotnosti 82 kg. Útočníci mají průměrně 13,35 % podkožního tuku.

Z tabulky, která popisuje fyziologické parametry útočníků, vyplývá, že průměrná hodnota VO₂max u útočníků je 5,53 l/min. Směrodatnější je ovšem průměrná hodnota VO₂max/kg, která je u útočníků rovna 67,23 ml/min. Průměrná rychlost dosažená na běhátku byla 18,38 km/h při 5% sklonu stoupání a průměrné hodnoty klidové a maximální tepové frekvence jsou rovny 65, respektive 186,25 tepů za minutu.

5.1.2 ZÁLOŽNÍCI

Hráč	věk	Tělesná výška [cm]	Tělesná hmotnost [kg]	% tuku
Z1	26	187	76	7,8
Z2	39	178	91	22,8
Z3	26	181	70	9,6
Z4.	22	174	66	7,7
Z5	29	181	79	10,9
Z6	26	182	77	13,2
Z7	31	171	64	9,1
Z8	25	172	64	7,2
Z9	21	172	73	10,9
Aritmetický průměr	27,22	177,55	73,33	9.91

Tabulka 3 - Antropometrické charakteristiky záložníků

Hráč	VO2max [l/min]	VO2max/kg [ml/min]	Vmax [km/h]	KTF	TFmax
Z1.	5,7	74,37	20	51	187
Z2	4,8	52,7	16	46	160
Z3	4,9	70,75	19	52	180
Z4.	4,7	71,57	18	53	190
Z5	5,6	70,94	18	52	183
Z6	5,6	72,67	19,5	53	193
Z7	4,6	72,83	18	58	185
Z8	4,4	70,24	18	61	192
Z9	5,7	77,91	17,5	74	192
Aritmetický průměr	5,11	70,44	18,22	55,55	184,66

Tabulka 4 - Fyziologické charakteristiky záložníků

Z tabulky srovnávající antropometrické charakteristiky záložníků vyplývá, že průměrný věk záložní řady je 27,25 let, průměrná tělesná výška 177,55 centimetrů při průměrné hmotnosti 73,33 kg. Záložníci mají průměrně 9,91 % podkožního tuku.

Z tabulky, která popisuje fyziologické parametry záložníků, vyplývá, že průměrná hodnota VO2max u záložníků je 4,4 l/min. Avšak průměrná hodnota VO2max/kg je u záložníků rovna 70,24 ml/min. Průměrná rychlost dosažená na běhátku byla 18 km/h při 5% sklonu stoupání a průměrné hodnoty klidové a maximální tepové frekvence jsou rovny 61, respektive 192 tepů za minutu.

5.1.3 OBRÁNCI

Hráč	věk	Tělesná výška [cm]	Tělesná hmotnost [kg]	% tuku
O1	35	184	83	13,5
O2	24	188	82	8,9
O3	30	192	84	7,2
O4	20	183	72	8,7
O5	21	181	69	7,2
O6	31	179	82	14,4
O7	30	185	84	12,8
O8	28	179	82	14,6
O9	25	182	80	10,6
Aritmetický průměr	27,11	183,66	79,77	10,88

Tabulka 5 - Antropometrické charakteristiky obránců

Hráč	VO2max [l/min]	VO2max/kg [ml/min]	Vmax [km/h]	KTF	TFmax
O1	4,5	63,94	17	53	198
O2	5,4	65,72	18	67	187
O3	5,5	65,39	19	48	183
O4	4,9	68,09	18	78	190
O5	5,4	78,87	19	52	186
O6	5,2	62,93	18	61	183
O7	5,8	71,37	19	46	193
O8.	5,2	63,85	18	60	195

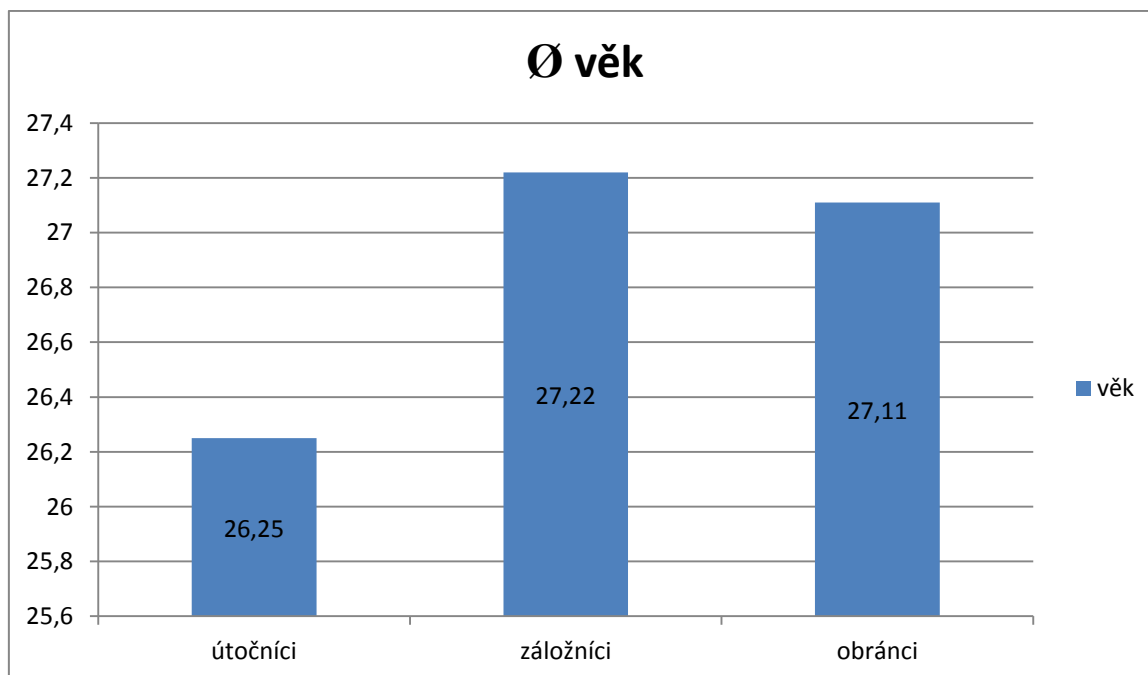
O9	5,4	67,83	19	52	193
Aritmetický průměr	5,26	67,55	18,33	57,44	189,78

Tabulka 6 - Fyziologické charakteristiky obránců

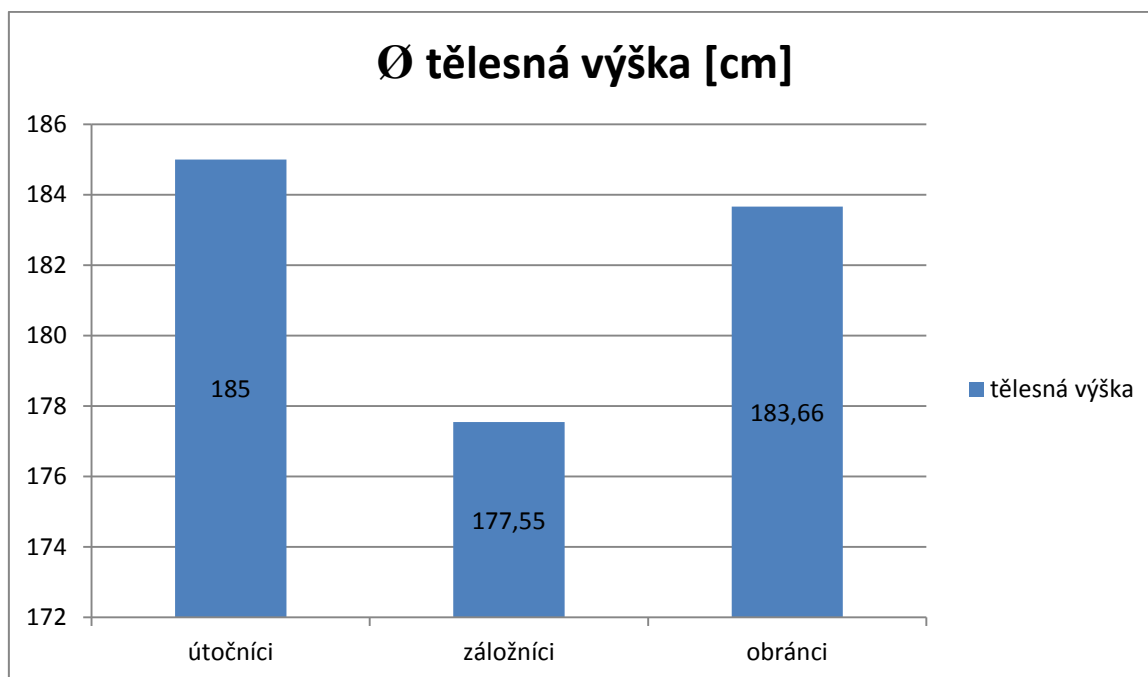
Z tabulky srovnávající antropometrické charakteristiky obránců vyplývá, že průměrný věk obranné řady je 27,11 let, průměrná tělesná výška 183,66 centimetrů při průměrné hmotnosti 79,77 kg. Obránci mají průměrně 10,88 % podkožního tuku.

Z tabulky, která popisuje fyziologické parametry obránců, vyplývá, že průměrná hodnota VO₂max u záložníků je 5,26 l/min. Průměrná hodnota VO₂max/kg je u obránců rovna 67,55 ml/min. Průměrná rychlost dosažená na běhátku byla 18,33 km/h při 5% sklonu stoupání a průměrné hodnoty klidové a maximální tepové frekvence jsou rovny 57,44, respektive 189,78 tepů za minutu.

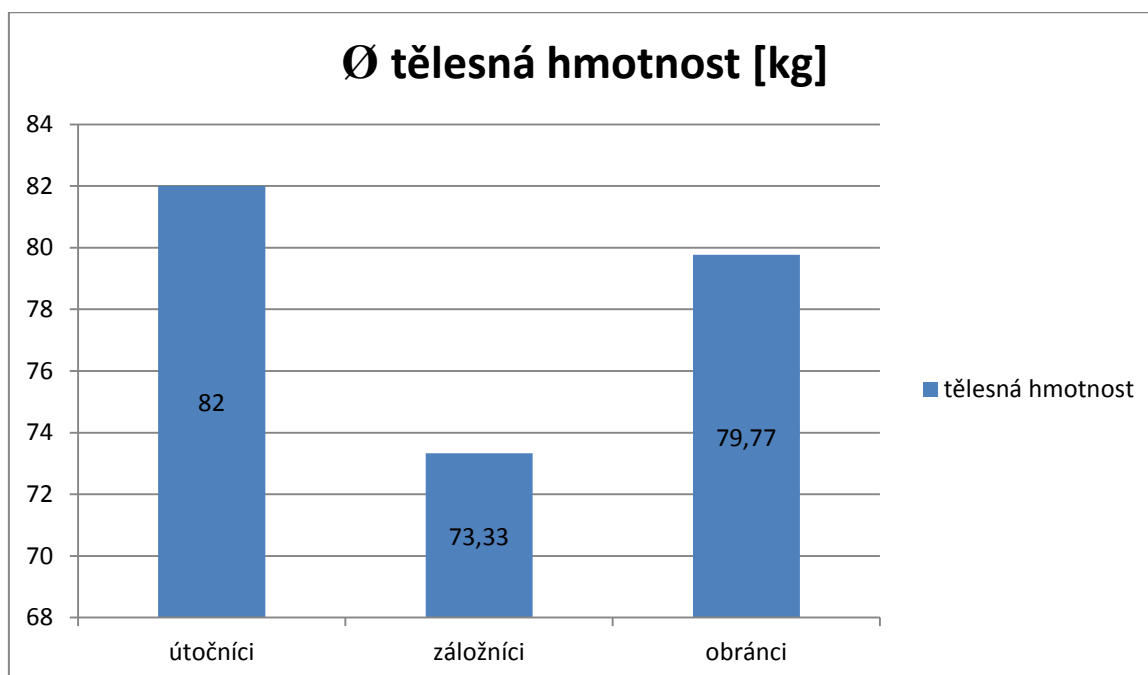
5.2 SROVNÁNÍ



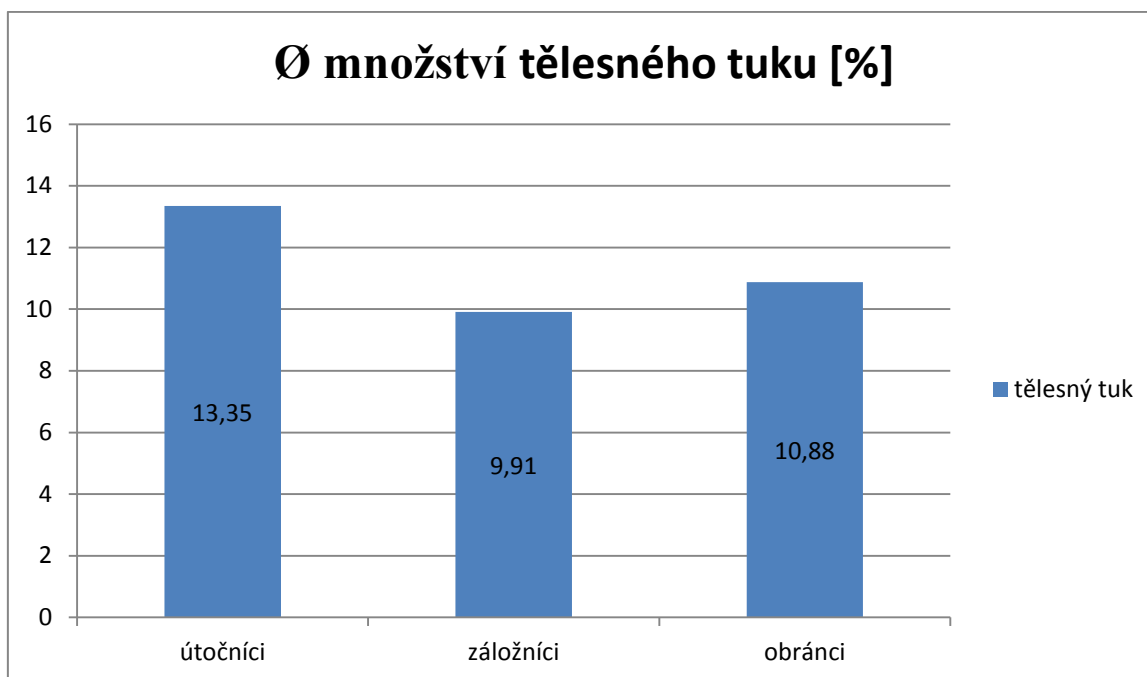
Graf 1 - Srovnání průměrného stáří hráčů dle postů



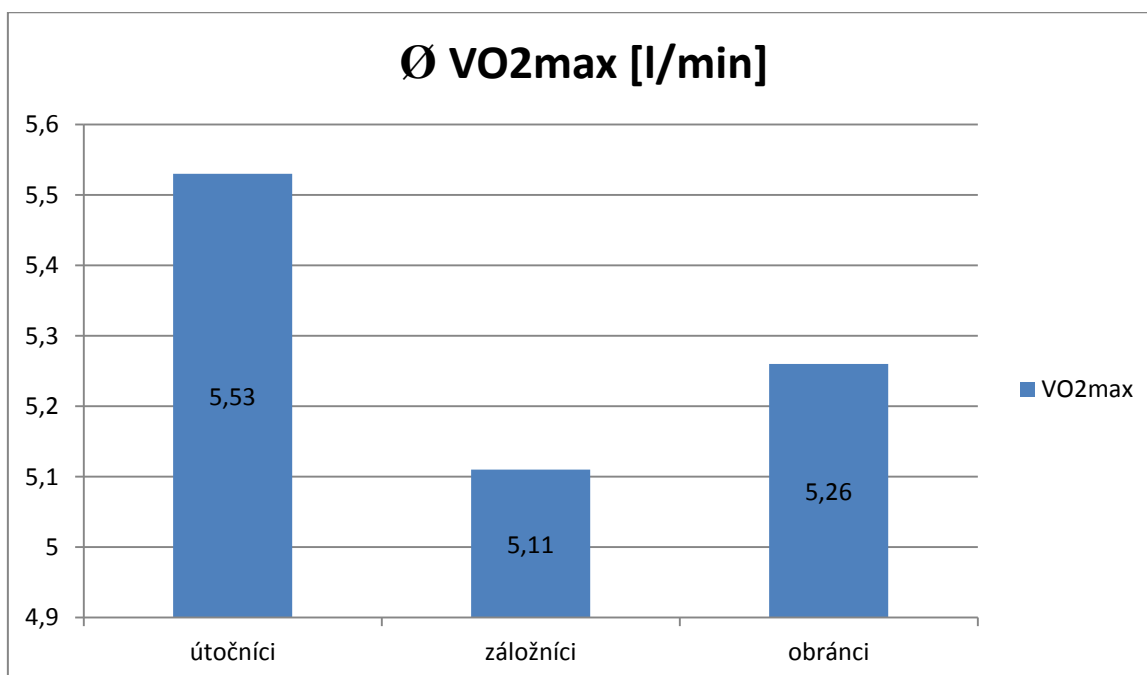
Graf 2 - Srovnání průměrné tělesné výšky hráčů dle postů



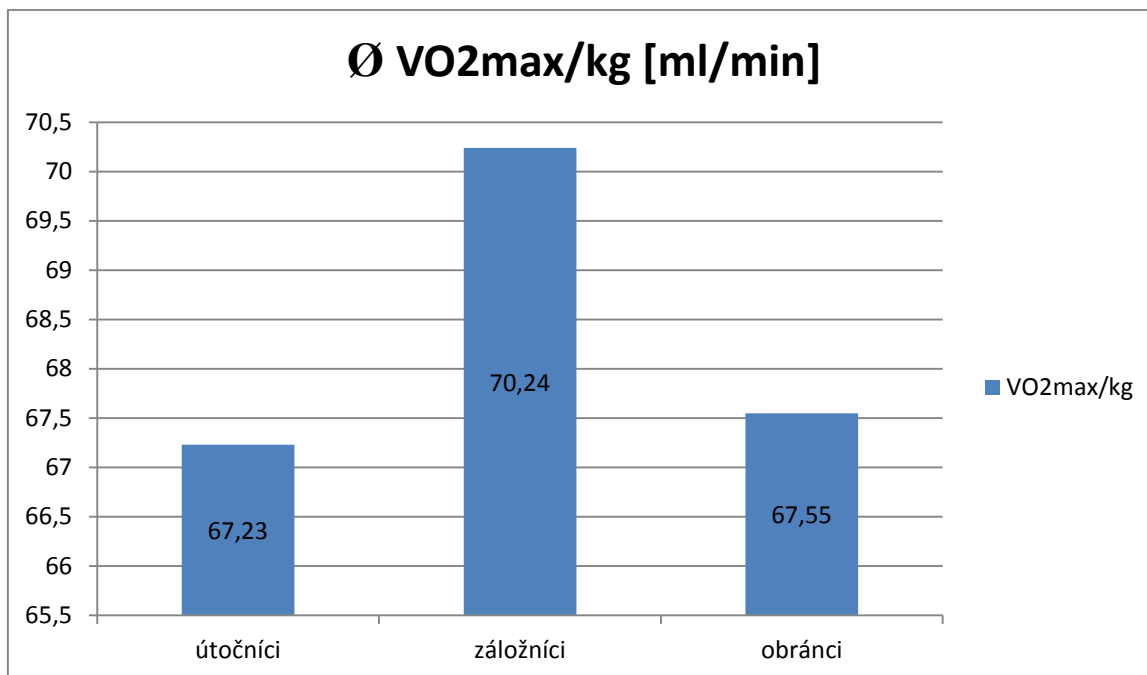
Graf 3 - Srovnání průměrné tělesné hmotnosti hráčů dle postů



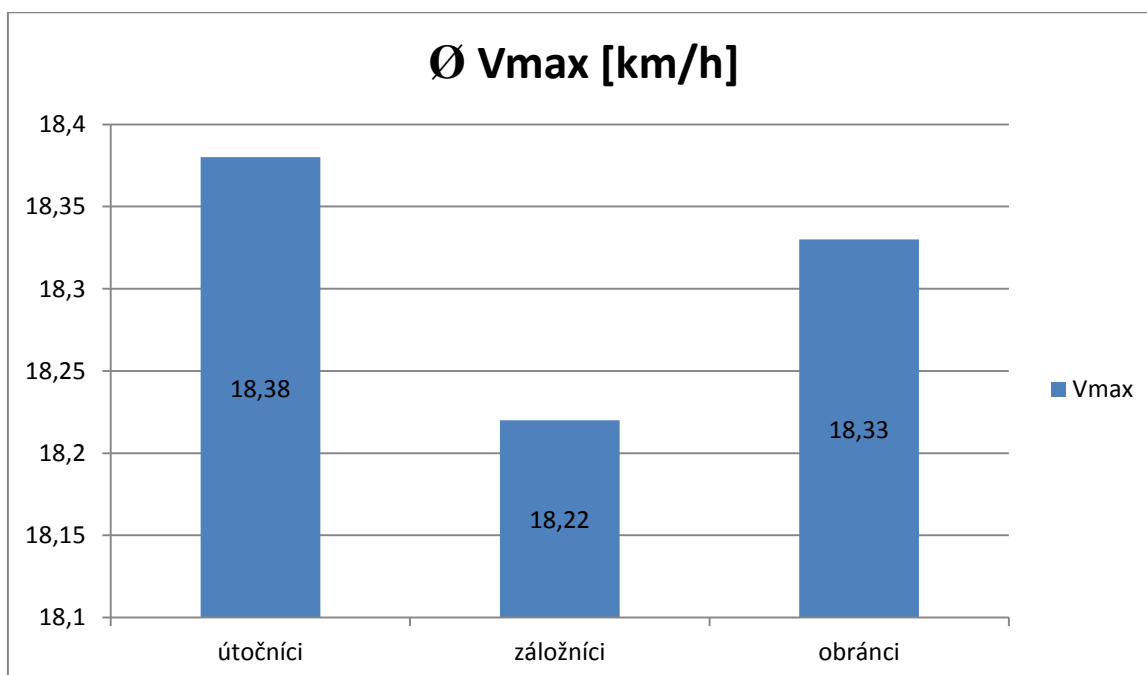
Graf 4 - Srovnání průměrného množství podkožního tuku hráčů dle postů



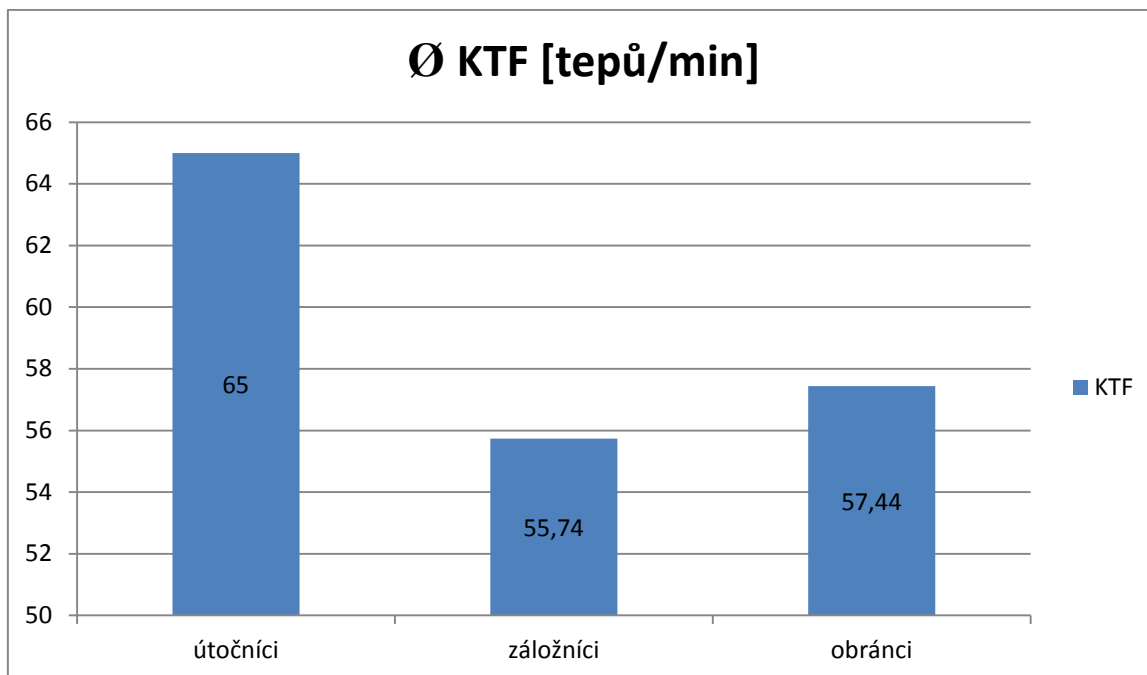
Graf 5 - Srovnání průměrných hodnot VO2max hráčů dle postů



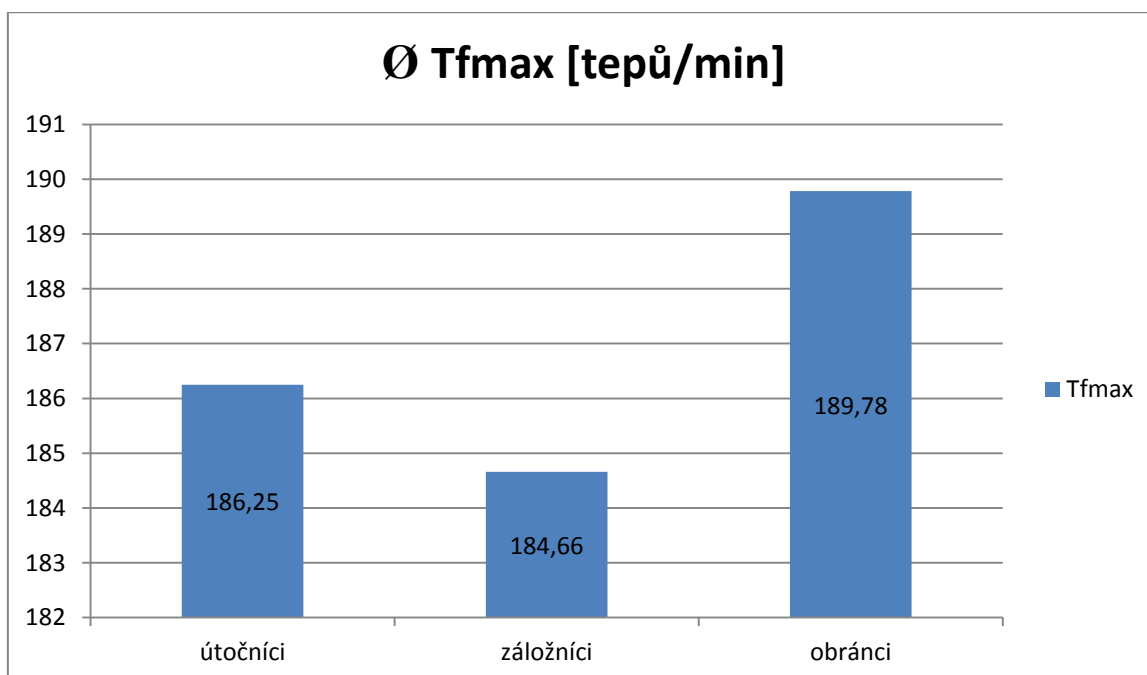
Graf 6 - Srovnání průměrných hodnot VO2max/kg hráčů dle postů



Graf 7 - Srovnání průměrné maximální rychlosti dosažené na běhátku dle postů



Graf 8 - Srovnání průměrné klidové tepové frekvence hráčů dle postů

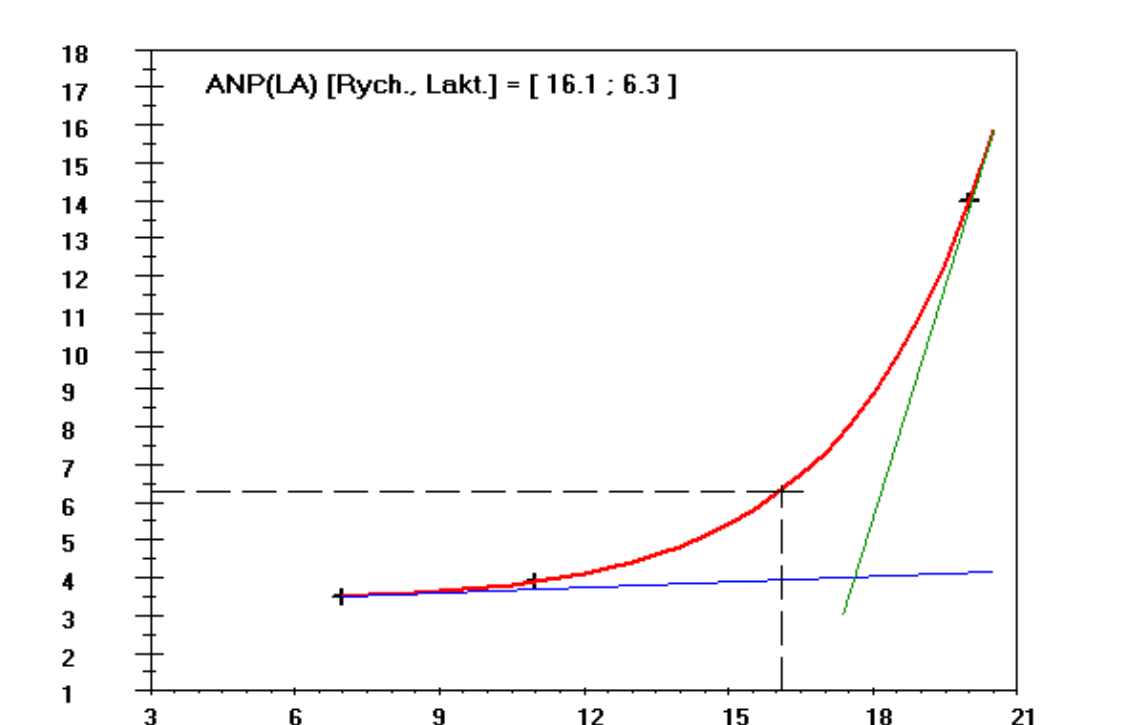


Graf 9 - Srovnání průměrné maximální tepové frekvence hráčů dle postů

5.2.1 LAKTÁTOVÁ KŘIVKA A METODA STANOVENÍ ANP

Pro ukázkou laktátové křivky, která bývá standardně sestavována při komplexním tělovýchovném lékařském vyšetření, byl vybrán útočník s označením U3, jehož fyziologické charakteristiky patřily k nejlepším v daném souboru.

Metoda stanovení ANP – v průběhu stupňovaného zatížení se provádí odběr kapilární krve z bříška prstu po první a třetí submaximální zátěži a ve třetí minutě po dosažení maximální zátěže.



Obrázek 15 - Laktátová křivka u U3

6 DISKUZE

Komplexní tělovýchovné lékařské vyšetření se v současnosti již stalo nedílnou součástí tréninkového stereotypu ve vrcholné, profesionální kopané. Toto, mezi fotbalisty velmi neoblíbené vyšetření, je nezbytným nástrojem převážně pro trenéry a realizační týmy jednotlivých mužstev, jakožto ukazatel sportovní připravenosti a výkonnosti. Vyšetření tohoto typu má však i preventivní a diagnostickou funkci, slouží i k léčbě osob, které vykonávají tělesnou zátěž. Při preventivní prohlídce bývají nejčastěji objeveny srdeční poruchy nebo vadné držení těla, poruchy kyčelních kloubů, svalové dysbalance, neurologické problémy atp. Toto vyšetření je dokonce povinné pro určité sporty. Ze zákona se musí nechat vyšetřit každý, kdo se chce věnovat technickým sportům, jako je například sportovní létání, střelba nebo automobilové sporty. Prohlídky jsou rozšířené a pro každé odvětví speciálně uzpůsobené.

V předložené praktické části diplomové práce jsem se zabýval převážně vybranými antropometrickými a fyziologickými charakteristikami, ne však všemi charakteristikami, které se sledují při zátěžovém vyšetření a jsou popsány v práci teoretické. Zároveň jsem si vědom, že testovaný soubor není nikterak obsáhlý, ale je dostatečný pro potřeby mé diplomové práce. Dokázal bych si představit rozsáhlejší výzkum napříč celou nejvyšší českou fotbalovou ligou, který by měl dozajista větší vypovídající hodnotu.

U antropometrických charakteristik je zajímavé srovnání výsledků našeho výzkumu s výzkumem probíhajícím v sezóně 2001/2002, který je uveden v publikaci *Sportovní geny* (Grasgruber, Cacek, 2008, str. 255). Jsou zde zkoumány hodnoty tzv. BMI indexu, což není nic jiného než podíl hmotnosti v kilogramech a druhé mocniny výšky v metrech. V této publikaci jsou uvedené hodnoty u útočníků 23,22, u záložníků 22,90 a u obránců 23,11. Po přepočítání námi zjištěných výsledků docházím k prakticky totožným hodnotám 23,96, 23,26 a 23,65. Nedochozí zde k výrazným diferencím a drobné rozdíly lze považovat za zanedbatelné. Uvádí se, že ideální hodnota se pohybuje v rozmezí mezi 18,5 – 25, samozřejmě je potřeba si též uvědomit, že BMI index je do jisté míry pouze orientační údaj a může být zavádějící.

U fyziologických charakteristik je zajímavé srovnání výsledků našeho výzkumu s údaji, které jsou publikovány v publikaci *Fotbal – kondiční trénink* (Psotta, 2006, str. 17), autor

zde uvádí, že profesionální hráči fotbalu dosahují oproti netrénovaným jedincům relativně vysokých hodnot VO_{2max}/kg a to 56 – 69 ml/min, v nejvyšší české fotbalové soutěži pak uvádí průměrnou hodnotu 61 ml/min. Výsledky námi zkoumaných hráčů ovšem dosahují vyšších hodnot, a to průměrně 67,23 ml/min u útočníků, 70,24 ml/min u záložníků a 67,55 ml/min u obránců. Poměrně významně se tedy nacházejí nad hranicí průměru české nejvyšší soutěže, což může být i ukazatelem jejich dobrých výsledků v poslední době.

Grasgruber a Cacek také uvádějí, že u špičkových fotbalistů by v současnosti měla být minimem hranice 60 ml/min. Průměry elitních týmů svědčí o tom, že optimální hodnoty se pohybují mezi 65-70ml/kg. U českých špičkových fotbalistů bylo zjištěno, že po stránce fyzické kondice si ve srovnání se světem vedou velmi dobře. Na základě informací od trenérů dosahují solidně trénované české kluby standardně VO_{2max} kolem 65 ml/kg a nejlepší týmy až 70 ml/kg, což plně potvrzují námi získané výsledky.

Co se týče úrovně anaerobního prahu, měl by u fotbalistů odpovídat průměrné intenzitě hry, která činí cca 70-80 % VO_{2max} . Vyšší optimum pak pozorujeme u záložníků, kde úroveň anaerobního prahu odpovídá až 85 % VO_{2max} . (Grasgruber, Cacek, 2008)

Při zhodnocení dostupné literatury je potřeba konstatovat, že pro potřeby teoretické části práce není problém s dostupností mnoha různorodých informačních zdrojů. Touto problematikou se zabývá celá řada odborníků, kteří publikují velké množství různých literárních pramenů. Menší problém se vyskytl při rešerši literárních pramenů vhodných pro potřeby praktické části práce. Takovýchto pramenů není mnoho, ale je možné vycházet od výše zmíněných autorů či z mnoha zahraničních studií, které se zabývají obdobnými tématy.

7 ZÁVĚR

Hypotéza č. 1 byla potvrzena

Nejvyšší průměrné tělesné výšky, nejvyšších hodnot tělesné hmotnosti a množství podkožního tuku opravdu dosahují v testovaném souboru hráči nastupující v útoku, následují je obránci a nejnižších výše zmíněných hodnot dosahují hráči v záloze.

Hypotéza č. 2 byla potvrzena

Ačkoliv při srovnání hodnot VO₂max dosáhli nejvyšších průměrných hodnot útočníci, směrodatnější je pochopitelně z důvodu somatických odlišností vycházet z údajů průměrných hodnot VO₂max/kg, kde nejvyšších hodnot dosahují záložníci, následovaní obránci a útočníky

Během praktické části práce byly potvrzeny obě stanovené hypotézy, a došlo tak k očekávaným výsledkům. Zkoumaný soubor fotbalistů nebyl příliš obsáhlý, ale předpokládám, že obdobných výsledků bychom dosáhli i při práci s početně obsáhlejší souborem.

V první kapitole výzkumné části se zabývám charakteristikou metodiky práce. Konkrétně charakterizují výzkumný soubor, s kterým jsme pracovali, podrobně popisují metodu, kterou jsme došli k získaným datům potřebným pro tvorbu praktické části práce. Následuje detailní popis organizace výzkumu a popis metody zobrazení dat. V samotné praktické části práce dochází v podkapitole výsledky k rozdělení hráčů dle postů, na kterých nastupují, a tabulační metodou jsou vybraná data zpracována dle antropometrických a fyziologických charakteristik. V podkapitole srovnání je pak pomocí grafů uvedeno kompletní srovnání všech charakteristik dle jednotlivých postů. V závěru praktické části práce je pro představu uvedena a popsána laktátová křivka u vybraného hráče, jehož výsledky byly pravděpodobně v porovnání s ostatními členy výzkumného souboru nejlepší, s popisem metody stanovení ANP.

V závěru této kapitoly bych rád podotkl, že úkoly a cíle, které byly pro tuto práci stanoveny, byly zároveň i splněny.

8 SOUHRN

Předložená diplomová práce se skládá ze dvou hlavních částí, z části teoretické a praktické. V teoretickém východisku mé práce nejprve charakterizují jednotlivé pohybové schopnosti, které mají nesporný vliv na výkon fotbalisty. Zabývám se jejich obecnou charakteristikou, rozdělením, metodami rozvoje atp. Dále se v teoretické části práce věnuji popisu jednotlivých fyziologických charakteristik sportovního výkonu, přičemž zvýšenou pozornost samozřejmě věnuji kardiorepiračnímu systému a charakteristice jeho jednotlivých fyziologických parametrů. Poslední významná podkapitola teoretického východiska práce se zabývá detailním popisem a charakteristikou zátěžových vyšetření a komplexních tělovýchovných lékařských prohlídek. Praktická část práce srovnává úroveň vybraných fyziologických a antropometrických charakteristik u profesionálních hráčů kopané. Tyto údaje byly získány právě pomocí komplexního tělovýchovného lékařského vyšetření. Jednotlivé parametry jsou pak pomocí tabulačního a grafického znázornění v podkapitole výsledky přehledně porovnány.

9 SUMMARY

The thesis consists of two main parts - theoretical and practical. The theoretical basis of my work first characterizes individual movement skills that have an undeniable impact on the performance of a soccer player. I deal with their general characteristics, division, methods of development etc. Furthermore in the theoretical part, I describe individual physiological characteristics of sport s performance, with special attention devoted to cardiorespiratory system and the characteristics of its individual physiological parameters. The last significant subchapter of the theoretical basis of the work deals with a detailed description and characterization of the stress tests and complex medical and physical examinations. The practical part compares the level of selected physiological and anthropometric characteristics among professional football players. These data were obtained through a comprehensive medical and physical examination. The individual parameters are then clearly compared using tabular and graphical representation in the results subchapter.

10 SEZNAM LITERATURY

- 1.) BARTŮŇKOVÁ, S., *Fyziologie člověka a tělesných cvičení*. 1. vyd., Praha: UK - Karolinum, 2007. 286 s. ISBN 978-80-246-1171-6
- 2.) BARTŮŇKOVÁ, S., a kol. *Praktická cvičení z fyziologie pohybové zátěže*. Praha: Karolinum, 1999. 83 s. ISBN: 80-7184-274-5.
- 3.) ČELIKOVSKÝ, S., *Antropomotorika: Pro studující tělesnou výchovu*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1979. 259 s.
- 4.) DISMAN, M., *Jak se vyrábí sociologická znalost: příručka pro uživatele*. 3. vyd. Praha: Karolinum, 2000. 374 s. ISBN 8024601397.
- 5.) DOVALIL, J. a kol. *Lexikon sportovního tréninku*. 2. vyd. Praha: Karolinum, 2008. ISBN 978-80-246-1404-5
- 6.) DOVALIL, J. a kol. *Výkon a trénink ve sportu*. 2. vyd. Praha: Olympia, 2002. 331 s. ISBN 80-7033-760-5
- 7.) GRASGRUBER, P., CACEK, J. *Sportovní geny*. 1. vyd. Brno: Computer Press, a. s., 2008. ISBN 978-80-251-1873-3
- 8.) HELLER, J., PAVLIŠ, Z. *Využití anaerobní diagnostiky v ledním hokeji*. Trenérské listy ČSLH. Pardubice: Hockey press., 1998
- 9.) HENDL, J., *Přehled statistických metod: analýza a metaanalýza dat*. 3. přeprac. vyd. Praha: Portál, 2009. 695 s. ISBN 978-80-7367-482-3.
- 10.) HOHMANN, A., LAMES, M., LETZELTER, M., *Úvod do sportovního tréninku*. Prostějov: Sport a věda, o.s, 2010. ISBN 978-80-254-9254-3.
- 11.) JANSA, P., DOVALIL, J. *Sportovní příprava – Vybrané teoretické obory*. 1. vyd. Praha: PhDr. Bořivoj Kleník, Q-art, 2007. ISBN 80-903280-8-3
- 12.) KABELÍKOVÁ, K., VÁVROVÁ, M. *Cvičení k obnovení a udržování svalové rovnováhy - průprava ke správnému držení těla*. 1. vyd. Praha : Grada Publishing, 1997. 240 s. ISBN 80-7169-384-7.
- 13.) KASA, J., *Diagnostika pohybových předpokladov v športe*. Trenčín : TU A. Dubčeka, 2003. 127 s. ISBN : 80 – 8075 – 005 –X

- 14.) KUČERA, M., DYLEVSKÝ, I. *Sportovní medicína*. Praha: Grada, 1999. 280 s. ISBN 80-7169-725-7.
- 15.) MEŠKO, D., KOMANDEL, L. a kol. *Telovýchovnolekárske vademekum*. Bratislava : Slovenská spoločnosť telovýchovného lekárstva, 2005. 221 s. ISBN 80-969446-4-9
- 16.) MĚKOTA, K., NOVOSAD, J. *Motorické schopnosti*. 1. vyd. Olomouc: Universita Palackého, 2005. ISBN 80-244-0981-X
- 17.) MYSLIVEČEK, J., MYSLIVEČKOVÁ-HASSMANOVÁ, J. *Nervová soustava: funkce, struktura a poruchy činnosti*. 1. vyd. Praha : Avicenum, 1989. 318 s.
- 18.) PLACHETA, Z. a kol. *Zátěžové vyšetření a pohybová léčba ve vnitřním lékařství*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2001. 179 s. ISBN 80-210-2614-6
- 19.) PLACHETA, Z. a kol. *Zátěžová funkční diagnostika a preskripce pohybové léčby ve vnitřním lékařství*. 2., přeprac. vyd. Brno: Vydavatelství Masarykovy univerzity, 1995, ISBN 80-210-1170-X.
- 20.) PSOTTA, R. a kol. *Fotbal – kondiční trénink*. 1. vyd. Praha: Grada Publishing, a. s., 2006. 220 s. ISBN 80-247-0821-3
- 21.) SELIGER, V., TREFNÝ, Z., VINAŘICKÝ R. *Fyziologie člověka pro fakulty tělesné výchovy a sportu*. 1. vyd. Praha: SPN, 1983. 429 s. Učebnice pro vys. školy.
- 22.) SELIGER, V., VINAŘICKÝ, R. *Fysiologie člověka pro studující fakult tělesné výchovy a sportu*. 1.svazek. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1980. 209 s.
- 23.) SILBERNAGL, S., DESPOPOULOS, A. *Atlas fyziologie člověka*. 2. čes. vyd. Praha: Grada, 1993. 352 s. ISBN 80-85623-79-X.

Internetové zdroje:

- 1.) JANČÍK, J., ZÁVODNÁ, E., NOVOTNÁ, M., *Fyziologie tělesné zátěže* [online]. 2007 [cit. 2014-03-16]. Dostupné z:

<http://is.muni.cz/do/1499/el/estud/fsps/js07/fyziio/texty/index.html>

2.) KALICH, R. *Východiska testování pohybových schopností fotbalistů* [online]. 2010 [cit. 2014-04-10]. Dostupné z:

<https://theses.cz/id/kckjvd?info=1;issnlret=Kalich%3B;zpet=%2Fvyhledavani%2F%3Fsearch%3DKalich%26start%3D1>

3.) INFORMAČNÍ SYSTÉM MASARYKOVY UNIVERZITY [online]. Dostupné z:

<http://is.muni.cz>

4.) FITCOACH. Online trenér. [online]. [cit. 2014-03-15]. Dostupné z:

<http://www.fitcoach.cz/?p=11267>

5.) WIKISKRIPTA. *Plicní objemy*. [online]. [cit. 2014-03-21]. Dostupné z:

http://www.wikiskripta.eu/index.php/Plicní_objemy

6.) FAKULTNÍ NEMOCNICE OSTRAVA. *Zátěžové testy v pneumologii: spiroergometrie*. [online]. [cit. 2014-04-20]. Dostupné z:

www.fno.cz/documents/2006_03_28_011.pdf

7.) FAKULTA SPORTOVNÍCH STUDIÍ MU. *Výdej energie*. [online]. [cit. 2014-05-21]. Dostupné z:

<http://www.fsps.muni.cz/~tvodicka/data/reader/book-3/07.html>

8.) KARDIOLOGIE CHOMUTOV. *Zátěžová elektrokardiografie – bicyklová ergometrie*. [online]. [cit. 2014-05-10]. Dostupné z:

kardiologie-chomutov.cz/userfiles/Vysetreni/zatez_bicykl.pdf

9.) KARDIOLOGICKÉ ODDĚLENÍ FN PLZEŇ. *Zátěžová echokardiografie*. [online]. [cit. 2014-06-10]. Dostupné z:

<http://kard.fnplzen.cz/cs/node/111>

11 SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Model hierarchické struktury komplexu pohybových schopností (Měkota, 2000).....	9
Obrázek 2 - Systematika kondice a koordinace s přihlédnutím k vzájemným souvislostem (Hohmann a kol., 2010)	10
Obrázek 3 - Velikost odporu, rychlost pohybu a trvání pohybu při klasifikaci silových schopností (Dovalil, 2002).....	14
Obrázek 4 - Všeobecná schopnostní struktura rychlosti (Hohmann a kol., 2010)	15
Obrázek 5 - Schematické znázornění oscilací krevního tlaku v klidu (A) a při práci (B) mezi tlakem systolickým (s) a diastolickým (d). (Seliger, Vinařický, 1980).....	24
Obrázek 6 - Krevní tlak a tepová frekvence v závislosti na věku. (Seliger, Vinařický, 1980).....	25
Obrázek 7 - Kyslíkový dluh a kyslíkový deficit (Jančík, Závodná, Novotná, 2006).....	30
Obrázek 8 - Podíl pomalých a rychlých vláken u sportovců různých specializací (Meško, Komandel a kol., 2005)	32
Obrázek 9 - Schéma řízení motoriky člověka (Dovalil a kol., 2002).....	34
Obrázek 10 - Podíl zdrojů energie na její celkové úhradě v závislosti na čase při maximálních výkonech různého trvání (Jančík, Závodná, Novotná, 2006).....	36
Obrázek 11 - Průběh energetického výdeje a podíl jednotlivých systémů energetické úhrady ve svalu v závislosti na době trvání zatížení (Heller, Pavliš, 1998).....	37
Obrázek 12 - Princip vzniku "anaerobního prahu" (Placheta a kol., 2001).....	38
Obrázek 13 - Charakteristika zátěžové diagnostiky (Placheta a kol., 2001).....	39
Obrázek 14 - Základní protokoly bicyklové ergometrie (www.is.muni.cz)	43
Obrázek 15 - Laktátová křivka u U3	60

12 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Antropometrické charakteristiky útočníků	51
Tabulka 2 - Fyziologické charakteristiky útočníků	51
Tabulka 3 - Antropometrické charakteristiky záložníků	52
Tabulka 4 - Fyziologické charakteristiky záložníků	53
Tabulka 5 - Antropometrické charakteristiky obránců	54
Tabulka 6 - Fyziologické charakteristiky obránců	55

13 SEZNAM GRAFŮ

Graf 1 - Srovnání průměrného stáří hráčů dle postů	54
Graf 2 - Srovnání průměrné tělesné výšky hráčů dle postů	55
Graf 3 - Srovnání průměrné tělesné hmotnosti hráčů dle postů.....	55
Graf 4 - Srovnání průměrného množství podkožního tuku hráčů dle postů.....	56
Graf 5 - Srovnání průměrných hodnot VO ₂ max hráčů dle postů.....	56
Graf 6 - Srovnání průměrných hodnot VO ₂ max/kg hráčů dle postů	57
Graf 7 - Srovnání průměrné maximální rychlosti dosažené na běhátku dle postů.....	57
Graf 8 - Srovnání průměrné klidové tepové frekvence u hráčů dle postů	58
Graf 9 - Srovnání maximální tepové frekvence u hráčů dle postů	58

14 PŘÍLOHY

Kompletní výsledky získané při tělovýchovném lékařském vyšetření, které byly zpracovány profesorem Ing. Milanem Štorkem, CSc.

Příjmení/označení	Datum		Výška	Hmotnost	Věk	Tuk	KTF
	Datum naroz.	vyš.					
U1	15.4.1983	2.1.2014	185,5	81	31	14,3	59
O1	2.11.1979	9.1.2014	184	83,3	35	13,5	53
U2	1.6.1988	8.1.2014	183	73,7	26	14,1	68
Z1	19.6.1988	3.1.2014	187	76,1	26	7,8	51
O2	9.3.1990	7.1.2014	188	81,5	24	8,9	67
Z2	22.4.1975	7.1.2014	177,5	90,6	39	22,8	46
Z3	29.5.1988	8.1.2014	180,5	69,8	26	9,6	52
Z4	22.4.1992	9.1.2014	173,5	65,8	22	7,7	53
O3	6.6.1984	7.1.2014	192	84,4	30	7,2	48
O4	13.11.1994	2.1.2014	183	72,3	20	8,7	78
Z5	27.10.1985	7.1.2014	180,5	78,5	29	10,9	52
O5	8.12.1993	2.1.2014	181	68,7	21	7,2	52
Z6	19.6.1988	3.1.2014	181,5	77	26	13,2	53
O6	6.10.1983	8.1.2014	179	82	31	14,4	61
Z7	19.6.1983	8.1.2014	171	63,6	31	9,1	58
O7	8.5.1984	8.1.2014	185	81,4	30	12,8	46
O8	12.3.1986	3.1.2014	178,5	81,8	28	14,6	60
O9	20.1.1989	7.1.2014	182	79,6	25	10,6	52
Z8	31.5.1992	2.1.2014	172	63,3	22	7,2	61
U3	1.9.1990	7.1.2014	181,5	81,6	24	11	73
Z9	4.1.1993	9.1.2014	172	72,8	21	10,9	74
U4	6.3.1990	8.1.2014	189,5	91	24	14	60

Příjmení/označení	TKs	TKd	VC	FEV1	METS	km170	ANP TF
U1	129	76	5450	5120	19,3	14,7	175
O1	119	52	5370	4290	16,6	12,6	183
U2	122	80	5090	4290	19,6	12,8	179
Z1	141	76	4780	4480	21,4	15,9	172
O2	125	80	6020	4930	19,3	11,8	180
Z2	125	75	4650	3770	17,4	20,2	146
Z3	144	72	4870	4370	19,9	14,6	170
Z4	125	71	5040	4520	19,7	11,9	180
O3	121	74	7020	5480	19,6	15,4	0
O4	124	61	6060	4860	18,9	13,3	177
Z5	129	68	5040	4390	21,2	14	172
O5	125	79	4570	3430	21,6	14,4	170
Z6	147	72	5920	4490	21,3	14,8	183
O6	118	66	4380	3230	19,4	13,8	170
Z7	116	63	4490	3980	20,6	12,9	171
O7	135	74	5230	4500	21,5	13	183
O8	138	80	5760	5430	19,5	11,7	190
O9	149	65	5170	4410	20,1	15,1	171
Z8	85	60	5120	4390	19,1	12,3	185
U3	141	66	6460	4990	21,8	16,2	173
Z9	124	59	4820	4160	22,4	13,6	177
U4	133	73	5520	4290	19,4	12,1	180

Příjmení/označení	VO2max	VCO2/Lm	VO2max/KG	VO2/TFm	Rmax	VEO2m
U1	5,2	5,8	63,94	28,61	1,03	25,08
O1	4,5	5,3	53,49	22,5	1,1	30,66
U2	5,1	6,1	68,64	26,62	1,11	30
Z1	5,7	6,8	74,37	30,27	1,1	31,33
O2	5,4	6,6	65,72	28,64	1,14	29,12
Z2	4,8	5,6	52,7	29,84	1,07	28,46
Z3	4,9	5,9	70,75	27,9	1,1	35,93
Z4	4,7	5,7	71,57	24,79	1,11	25,75
O3	5,5	6,6	65,39	30,16	1,1	26,1
O4	4,9	5,8	68,09	25,91	1,08	28,99
Z5	5,6	6,8	70,94	30,43	1,13	25,41
O5	5,4	6,4	78,87	29,13	1,09	27,3
Z6	5,6	6,8	72,67	28,4	1,11	28,7
O6	5,2	6,1	62,93	28,2	1,09	27,09
Z7	4,6	5,4	72,83	25,04	1,08	26,57
O7	5,8	7	71,37	30,1	1,11	25,44
O8	5,2	5,9	63,85	26,79	1,07	28,9
O9	5,4	6,8	67,83	27,98	1,15	30,32
Z8	4,4	5,4	70,24	23,16	1,13	34,82
U3	6	7	73,14	32,61	1,07	30,39
Z9	5,7	6,8	77,91	30,01	1,1	26,8
U4	5,8	7,1	63,47	30,24	1,13	25,18

Příjmení/označení	VEO2m	VECO2m	TFmax	DFmax	ZATmax	Označení
U1	25,08	29,07	181	46	18	1
O1	30,66	30,23	198	42	17	2
U2	30	29,31	190	56	18	3
Z1	31,33	31,26	187	60	20	4
O2	29,12	23,96	187	58	18	5
Z2	28,46	27,89	160	40	16	6
Z3	35,93	38,88	180	54	19	7
Z4	25,75	27,11	190	50	18	8
O3	26,1	26,98	183	38	19	9
O4	28,99	28,64	190	48	18	10
Z5	25,41	25,49	183	48	18	11
O5	27,3	27,62	186	50	19	12
Z6	28,7	27,1	197	58	19,5	13
O6	27,09	26,61	183	52	18	14
Z7	26,57	28,65	185	48	18	15
O7	25,44	26,79	193	48	19	16
O8	28,9	31,17	195	54	18	17
O9	30,32	27,76	193	60	19	18
Z8	34,82	33,9	192	58	18	19
U3	30,39	38,75	183	52	20	20
Z9	26,8	23	189	58	17,5	21
U4	25,18	26,55	191	50	17,5	22