



**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**  
**3. LÉKAŘSKÁ FAKULTA**  
**100 00, Praha 10, Ruská 87**

**Bakalářská práce –**

*„ Mají obézní lidé sníženou fyzickou zdatnost? “*  
*„ Do obese people have reduced physical fitness? “*

**VEŘEJNÉ ZDRAVOTNICTVÍ**  
**Akademický rok 2006/2007**  
**Vedoucí práce:**  
**Doc. MUDr. Vladimír Štich**

**Vypracovala:**  
**Nikola Hamplová**  
**3. ročník**



### **Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci zpracovala samostatně pouze za odborného vedení mého konzultanta Doc. MUDr. Vladimíra Šticha a veškeré použité podklady a zdroje literatury jsem uvedla v seznamu literatury.



### **Poděkování:**

Ráda bych touto cestou poděkovala za cenné připomínky, trpělivost a ochotu, kterou mi svým časem věnoval vedoucí mé bakalářské práce Doc. MUDr. Vladimír Štich. Rovněž bych chtěla poděkovat MUDr. Jindřišce Hejnové, která též asistovala při počáteční tvorbě práce a poskytla mi potřebné informace.

RNDr. Bohumíru Procházkovi z oddělení biostatistiky SZÚ bych ráda poděkovala za konzultaci statistických dat a pomoc při jejich zpracování.

Mé díky patří také rekondičnímu centru v Salmovské ulici, které mi poskytlo možnost účastnit se základních vyšetření, poznat metodiku zátěžových testů a komunikaci s pacienty.

Dále bych poděkovala sportcentru YMCA, které mi umožnilo spolupráci nejen s kondičními cvičenci, ale právě i s obézními jedinci, kteří se podrobili redukčnímu tréninku a úpravě svého jídelníčku. Tím jsem mohla lépe pochopit problematiku obezity a získat více informací o pohybové aktivitě obézních. Též jsem mohla nalézt rozdíly mezi přístupem lékařů ve zdravotnických či rekondičních zařízeních s trenéry ve fitnesscentrech.

MUDr. Ivě Málkové děkuji za umožnění vedení kurzů snižování nadváhy s pomocí tance, které mi umožní poznat roli cvičitele a vidět výsledky pacientů.



## Obsah

I.	Úvod .....Nahlédnutí do problematiky obezity .....	6
II.	Obezita .....	8
1.	Výskyt obezity ve světě a u nás .....	8
2.	Patofyziologie a charakteristika onemocnění .....	9
3.	Příčiny vzniku obezity .....	10
4.	Faktory podílející se na vzniku onemocnění.....	10
4.1.	Genetické dispozice .....	11
4.2.	Metabolické vlivy .....	12
4.3.	Vliv výživy a potravních zvyklostí .....	17
4.4.	Nedostatek pohybové aktivity.....	21
4.5.	Léky .....	21
4.6.	Hormonální vlivy .....	21
5.	Vznik obezity a určení stupně obezity .....	22
6.	Zdravotní rizika a komplikace obezity.....	25
7.	Doporučení ve výživě pro redukci nadváhy .....	26
7.1.	Složení stravy.....	26
7.2.	Pravidelná strava.....	27
7.3.	Pitný režim.....	27
7.4.	Omezení příjmu alkoholu.....	27
7.5.	Péče o správnou funkci a motilitu střev .....	27
7.6.	Odlehčovací dny .....	28
7.7.	Podávání vitamínů a minerálních látek .....	28
7.8.	Odpovídající pohybový režim.....	28
7.9.	Duševní rovnováha .....	28
8.	Léčba obezity .....	28
III.	Pohybová aktivita a fyzická zdatnost.....	31
1.	Pohybová aktivita - základní definice a rozdělení .....	31
2.	Fyziologická účinnost a energetická náročnost jednotlivých pohybových aktivit .....	33
3.	Pozitivní účinky pohybové aktivity .....	34
4.	Reakce a adaptace organismu na fyzickou zátěž .....	34
5.	Svalová práce .....	38
6.	Frekvence, trvání a intenzita zatížení.....	39
7.	Funkční zdatnost a odolnost organismu.....	42
8.	Svalová únava .....	42
9.	Hypokineze .....	44
10.	Nové trendy a doporučení pohybové aktivity .....	46
IV.	Zátěžová a funkční diagnostika.....	47
1.	Charakteristika a použití v praxi .....	47
2.	Indikace a kontraindikace .....	47
3.	Faktory podílející se na výsledcích testů .....	49
4.	Metodika .....	49
5.	Hodnocení zátěžových testů.....	51
V.	Vlastní studie.....	52



---

1.	Cíl studie a hypotéza .....	52
2.	Charakteristika souboru .....	52
3.	Výsledky studie .....	54
VI.	Diskuse a závěr .....	56
VII.	Přílohy .....	58
1.	Seznam tabulek .....	58
2.	Seznam obrázků .....	61
3.	Grafy .....	61
VIII.	Informační zdroje .....	63
IX.	Souhrn .....	66



## I. Úvod .....Nahlédnutí do problematiky obezity

### *„MAJÍ OBÉZNÍ LIDÉ SNÍŽENOU FYZICKOU ZDATNOST ?“*

Každý člověk se jistě někdy zamyslel nad podstatou svého života, svými prioritami, plány a svým životním stylem. Určitě alespoň jednou zapřemýšlel o svém vzhledu, ne jedenkrát stoupl na váhu a každý den vykonává určitý druh pohybu, ať už je to cíleně zaměřený pohyb nebo jen běžná denní aktivita. Nikdo si ale příliš neuvědomuje, jak tyto běžné činnosti zdaleka nemusejí být tak samozřejmé, jak se na první pohled zdá. Zkoušel někdy každý přemýšlet nad spojitostí těchto myšlenek?

Jak například fyzický vzhled a naměřená hmotnost nemusí být čistě estetickou záležitostí a předmětem módního trendu, ale také důležitý faktor ovlivňující naše zdraví? V současné populaci jsou lidé, kteří riskují své zdraví nepřiměřenými dietami s cílem dosáhnout módní štíhlosti, na straně druhé jsou lidé, kteří upřednostňují uspokojení svých chuťových buněk, běžná chuze je pro ně nadlidský výkon a zdravý životní styl pouze abstraktním pojmem, nemluvě o složitějších otázkách jako je obezita.

Přestože třetina světové populace trpí obezitou, málokdo se zajímá o problémy a zdravotní rizika spojená s tímto onemocněním.

Všude jen slyšíme o „zázračných“ pilulkách na hubnutí, o „zázračných“ cvičebních strojích, které člověka během několika týdnů či dokonce dnů dostanou do ideálních křivek, ale nikde se nemluví o skutečné závažnosti obezity, využití reálných řešení obezity nebo ještě lépe o schopnosti obézních lidí využít svou vůli a fyzickou aktivitu ke zlepšení svého stavu.

Apatie lidí ke svému zdraví, zdravé výživě, zlepšování fyzické kondice a vůbec k celému zdravému životnímu stylu, mě nutí zabývat se tímto tématem.

Předmětem mého zájmu bude nejen snaha o vysvětlení problematiky týkající se obezity, základních souvislostí mezi zdravím a obezitou, ale také souvislost mezi obezitou a fyzickou zdatností člověka, právě z důvodu uvědomování si základních potřeb člověka, mezi které fyzická zdatnost jistě patří.

Pro pochopení celého složitého problému nazývaného souhrnně slovem **obezita** je důležité uvědomit si, že naše zdraví je ovlivňováno různými faktory od prenatalního vývoje až do konce života.

Již v prenatalním období se utváří vše, co ovlivňuje náš budoucí život. Po celé toto složité období vývoje plodu je samozřejmě velmi důležitý nepřetržitý přísun energie. Každá dietní chyba matky může významně ovlivnit budoucí život dítěte. Vedle mentálního či fyzického postižení plodu může nesprávné stravování matky předat dítěti již v tomto období špatné vzorce potravního chování nebo například averzi vůči některým potravinám. Po úspěšném průběhu prenatalního období přicházejí další složitá období vývoje člověka. Jelikož dítě samo nemá příliš velkou moc ovlivňovat své chování v oblasti zdravého životního stylu, bylo by velmi žádoucí dosáhnout v této oblasti takové informovanosti dospělé populace, která by ovlivňovala dítě již od raného věku. Domnívám se, že právě nesprávná výživa, psychická i fyzická pasivita dítěte a především rodičů, je hlavní hrozbou rozvoje obezity. Obézní jedinci nejsou schopni regulovat své špatné stravovací



a pohybové návyky, jestliže jsou od útlého věku přizpůsobeni nízké aktivitě a špatné životosprávě. Podle mého názoru je toto velmi opomíjený fakt, který by mohl pomoci snížit výskyt obezity. Pokud nemluvíme přímo o případech dětské obezity, veškerá snaha o zlepšení stavu obézních lidí začíná až v období dospělosti, kdy je obezita již v rozvinutém stadiu. Měli bychom na obezitu nahlížet jako na kterékoli jiné onemocnění. Tak jako u onkologických onemocnění je důležitá prevence, neboť při metastázách nádoru již není příliš nadějí na zlepšení stavu, stejně tak u obezity při zanedbání fixace správného chování ještě v ranném věku není prognóza příliš pozitivní. Je samozřejmě mnohem více nadějí než u onkologického pacienta, ale je velmi obtížné přetransformovat dosavadní životní styl pacienta a vyžaduje velmi vysoké nároky na jeho spolupráci a vůli setrvat v novém režimu, který musí být bohužel víceméně doživotní. Přestože si to lidé mnohdy neuvědomují, problém ještě více zhoršuje neustále se zrychlující pokrok vědy, což je na straně jedné velké pozitivum, ale na straně druhé je vlastně zcela zřejmé, že hlavním cílem moderní techniky je co nejvíce zjednodušit každodenní život. Každý den se objevují nové způsoby zjednodušení lidské práce a stále přicházejí nové metody automatizace šetřící energii člověka.

Co to znamená pro obezitu a naši pohybovou aktivitu?

Kombinace tohoto nevědomého snižování energetického výdeje spolu se špatnými vzorci zdravého chování v oblasti výživy a zdravého životního stylu, jsou pomalu jistou záhubou lidstva. V životě procházíme určitými stádii vývoje a každé období je jinak náročné na kvalitu a kvantitu konzumovaných potravin v závislosti na různě velké fyzické a energetické potřebě člověka. Podle toho je důležité volit a ovlivňovat na straně jedné přísun energie a na straně druhé naši fyzickou aktivitu. Pokud stále ubývá množství a četnost naší fyzické aktivity a příjem energie zůstává stejný, tělo se přemění na schránku shromažďující energii a funkční svalová tkáň se začne nahrazovat tkání tukovou. Zdá se logické, že s tímto mechanismem úbytku pohybové aktivity spolu s pozitivní energetickou bilancí, musí zákonitě souviset nižší fyzická zdatnost organismu. A s nižší fyzickou zdatností a přibýváním tělesné hmotnosti jistě ubývá biopsychosociální pohoda člověka, nebo-li zdraví ( definice podle Světové zdravotnické organizace ).

Cílem mých myšlenek a názorů na obezitu je snaha prokázat sníženou fyzickou zdatnost u obézních jedinců a přeměnit své domněnky v pravdivá fakta podložená výsledky z testů provedených na rizikové skupině. Tím se mi, doufám, podaří přesvědčit alespoň část populace o negaci obezity na jejich kvalitu života.



## II. Obezita

### 1. Výskyt obezity ve světě a u nás

Zatímco v dřívějších dobách lidé při nedostatku potravy za současně větší fyzické práci umírali na následky hladu, dnes je tomu přesně naopak. Nebudeme-li tedy mluvit o chudých zemích, které ačkoli bychom neměli, přehlížíme.

Vedle jiných velmi významných nepříjemných epidemií se začíná mluvit o epidemii 3. tisíciletí a tou je právě obezita.

Výskyt obezity kolísá v celosvětovém měřítku podle několika faktorů:

**Věk populace** – výskyt obezity kulminuje ve věku kolem 50 až 60 let. ( graf č.1 ). Vzhledem k tomu, že obezita věk zkracuje, její výskyt v pozdějším věku je nižší.

**Pohlaví** – ženy jsou ve všech populacích více obézní než muži. ( je to zřejmě dáno fyziologicky vyšší hladinou tuku )

**Etnické vlivy** – je obtížné v různých zemích rozlišit, zda se jedná o vliv etnický nebo např. jiné klimatické podmínky, prostředí, ...

nejlépe prokazatelné jsou např. v USA, kde je velké zastoupení různých etnických skupin za současně stejných podmínek prostředí a životního stylu.

Výskyt obezity je vyšší u černošské a mexické populace, nejnižší u bělošské populace.

**Vzdělání a sociální zázemí** – nižší vzdělání a nižší příjmy jsou doprovázeny častějším výskytem obezity, možná souvislost s nižším zájmem o vzdělávání se v oblasti zdravé výživy, nižší zájem o své zdraví ..

**Dietní zvyklosti** – každá země má jinou kulturu a s ní jsou spojeny i odlišné styly v oblasti gastronomie a stravování.

**Alkohol** – mírná konzumace alkoholu vede k vzestupu alkoholu, pokud přejde až do chronického užívání, dochází k úbytku váhy.

**Fyzická aktivita** – nedostatek pohybu vede k vzestupu tělesné hmotnosti.

### VÝSKYT OBEZITY V EVROPĚ

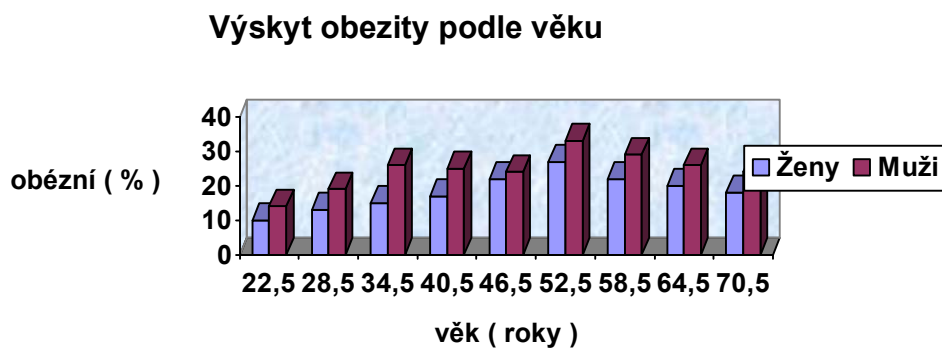
Prevalence obezity u dospělých je 10 až 25 % ve většině zemích západní Evropy . Situace je horší ve východní Evropě, kde obezitou trpí 40 % žen ( Malta, Rusko..) a dále ve státech Středozeří. je to způsobeno tzv. šetrnými geny, u nichž se obezita v podmínkách nedostatku stravy vyvíjí obzvlášť rychlým tempem. Nad 30 % v Jižní Itálii, v části Čech, nad 20 % v některých krajích Polska, Německa, Finska.

Do 10 % např. jižní část Švédska.

Ve výskytu obezity stále dochází k rostoucímu trendu, každých 10 let o 10 – 40 %.



Graf 1: Obezita u mužů a žen v závislosti na věku [ Svačina 2003 ]



## VÝSKYT OBEZITY V ČR

ČR se v počtu obézních propracovala na přední místo v celé Evropě. V ČR je 21 % mužů a 31 % žen obézních. Pokud dokonce sečteme obezitu dohromady s nadváhou, vyjde nám velmi alarmující číslo 68 % žen a 72 % mužů ( tab.1 ).

Tabulka 1: Výskyt obezity v Evropě a ČR [Svačina 2003 ]

	Nadváha ( % )	Obezita ( % )	Nadváha + obezita ( % )
<b>Ženy</b>	34	21	56
<b>Muži</b>	48	15	64
<b>ženy ČR</b>	37	31	68
<b>muži ČR</b>	51	21	72

## 2. Patofyziologie a charakteristika onemocnění

Obezita je metabolické onemocnění hromadného výskytu charakterizované zvýšením tělesné hmotnosti, podmíněné zmnožením podkožního nebo nitrobřišního tuku ukládáním triacylglycerolů v adipocytech nad určitou fyziologickou hodnotu. Obezitologové označují



obezitu za multifaktoriální onemocnění podmíněné metabolickou poruchou, kde má svůj vliv také individuální geneticky podmíněná náchylnost k hromadění tukových zásob při pozitivní energetické bilanci.

Podíl tuku by se u žen měl pohybovat v hodnotách kolem 25-30 %, u mužů 20-25 %.

Fyziologické rozmezí počítá s množstvím tuku 10 až 20 % ideální váhy.

Obezitu je však třeba pojímat z více hledisek. Velmi často je mezi veřejnou populací chápána a subjektivně vnímána jako problém spíše estetický, než zdravotně významný, ale je nutné si uvědomit všechny přítomné, závažné zdravotní důsledky. Nejedná se totiž jen o poruchu týkající se nevhodného složení těla, ale souvisí s mnoha nebezpečnými komplikacemi, někdy až život ohrožujícími, v závislosti na stupni obezity. Velmi složitou otázkou jsou také změny myšlení a emocí obézních, které hrají velmi významnou a složitou roli při léčbě obezity.

Jednou ze stěžejních komplikací obezity je neschopnost těchto pacientů dodržovat léčebný program. Základním požadavkem obézních je totiž relativně přirozeným a nerizikovým způsobem snížit svoji hmotnost s co nejmenším osobním úsilím a minimálními ekonomickými a časovými investicemi. Život většiny obézních se skládá z období absolutní kontroly, kdy nasadí nevhodně radikální dietu a v krátkém období ji vystřídají nadměrným příjmem potravy.

Je tedy patrné, že je velmi důležitá nejen klinická léčba, ale také podpora psychologa a rodinného zázemí pacienta.

### **3. Příčiny vzniku obezity**

Obezita vzniká multifaktoriálně, interakcí genetických dispozic, zevního prostředí, nedostatku pohybové aktivity, neadekvátně nevyvážené výživy, typem a frekvencí stravování, působením stresových faktorů, zvláště pak prolongovaný stres, změny zevní teploty, stop kuřáctví a z nepatrné části i neurohumorálně. Samozřejmě existují určitá období, která jsou pro rozvoj obezity velmi významná jako například u dívek období dospívání (změna rozložení tělesného tuku působením estrogenu), těhotenství, všeobecně období snížené fyzické aktivity, působením stresových faktorů, často dochází k ochabování svalové tkáně, která je nahrazena tkání tukovou. Ke změnám složení těla obvykle dochází pozvolným způsobem bez výraznějších problémů a postupně přecházejí ve stále závažnější komplikace.

Prvními příznaky bývá zvýšená únava, špatné držení těla, snížená fyzická kondice, bolesti zad a kloubů, nízké sebevědomí ovlivňující psychickou pohodu člověka, úbytek tělesné i duševní energie a především zhoršená kvalita života. Riziko změněné kvality života v pozdějších etapách života by mělo být velmi důrazným mementem nejen při vzniku těchto komplikací.

### **4. Faktory podílející se na vzniku onemocnění**

O příčinách obezity jsou vedeny dlouhé diskuse, ale obecně by se dalo mluvit o následujících zevních a vnitřních faktorech:



## 4.1. Genetické dispozice

Vrozené genetické poruchy se projevují narušením biochemických procesů organismu. Všechny vrozené metabolické poruchy jsou způsobeny abnormální funkcí specifického enzymu, vyvolanou defektem jediného genu. Jednotlivé poruchy se ve svých účincích liší, v některých případech je abnormální enzym absolutně nefunkční, v jiných zůstává alespoň reziduální (zachovává si zbytkovou aktivitu). Existuje přes 30 genů zodpovědných za náchylnost k obezitě. Proto můžeme vidět extrémní případy obezity i při nízkém energetickém příjmu. Genetické faktory ovlivňují základní energetický výdej, termogenezi i spontánní pohybovou aktivitu. Geneticky podmíněna je i náchylnost ke zvýšení hmotnosti po vyšší konzumaci tuků, spolu s tím redukce tukových zásob a odpověď na redukční režim.

Obezita je podmíněna geneticky minimálně z 50%. Pokud jsou oba rodiče obézní, pravděpodobnost výskytu stejného problému u jejich potomka je 80%. Tato genetická nevýhoda se dá však změnit zvýšeným úsilím při dodržování správných stravovacích návyků a dostatkem pohybové aktivity.

Index tělesné hmotnosti (BMI) je nejvíce geneticky ovlivněn v období dospívání. Existuje 80% pravděpodobnost modelace stejného typu postavy jako mají rodiče. Některé studie prokazují pro přenos genů významnější úlohu matky než otce. Pokud si v pubertálním období udržíme optimální hmotnost, s postupem věku vliv genů klesá a pravděpodobnost, že se naše postava přiblíží postavě rodičů klesá na 20 – 37%.

Velkou měrou je geneticky kódována nejen naše hmotnost, ale také rozložení tělesného tuku. Žena, která má matku s androidním typem obezity, má 66% předpoklad stejného rozložení tuku. U mužů je to pouze 46%.

Ke vzniku obezity na straně jedné přispívají geny obezitogenní, na straně druhé obezitě brání geny leptogenní.

### Šetřící gen

Přítomnost tohoto genu je často připisována zvýšenému výskytu obezity u národů žijících v oblastech nedostatku potravy. Můžeme zmínit např. Tichomoří či v některých arabských zemích. Zmíněný gen je součástí genetické výbavy každého z nás, je to způsobeno obdobími dlouhých hladomorů v dřívějších dobách, kdy tělo přizpůsobilo svoji genetickou výbavu pro toto období tak, aby jeho energetické nároky byly co nejnižší. Naopak v období hojnosti jídla bylo schopno převážnou část energie transportovat do tukových zásob. Tento mechanismus měl svůj význam v dobách nedostatku potravy, bohužel v současné době přispívá pouze k rozvoji obezity. Tedy v období, kdy snížíme náš energetický příjem se tento šetřící gen aktivuje, naše tělo sníží rychlost spalování (bazální metabolismus) a tím se současně zpomaluje rychlost hubnutí. Omezíme-li drasticky příjem potravy a nutných živin, např. při nevhodně sestaveném dietním režimu, dostaneme se do situace, kdy tělo jen velmi pracně a pomalu hubne. V okamžiku, kdy začneme jíst normálně, postava se opět neúměrně obalí tukem. Bohužel ani rychlost hubnutí nemůžeme příliš ovlivnit, neboť je také geneticky podmíněná. Je to dáno genetickým rozložením a množstvím našich hormonů, enzymů a receptorů ovlivňujících rychlost trávení, štěpení a transport živin, jejich resorpci a v neposlední řadě i rychlost spalování naší tukové vrstvy.



## 4.2. Metabolické vlivy

Energetické nároky organismu určuje tělesná hmotnost, pohlaví, věk, geneticky kódované faktory, výše bazálního metabolismu, správná funkce GIT, některé fyziologicky náročnější stavy, jako je např. těhotenství, dětský růst, stav nemoci, aj.

Pro každou buňku lidského těla je pro její práci důležitá energie, kterou tělo získává přeměnou základních živin. Celý tento složitý proces v živé hmotě představuje komplexní chemické děje, které nazýváme jako **metabolismus - látková přeměna**. Skládají se z mnoha intermediárních metabolismů, vzájemně koordinovaných a na sobě časově závislých.

Metabolické pochody je možno rozdělit do tří typů:

### 1. Anabolismus (biosyntéza)

Děje vedoucí ke vzniku nových sloučenin za současného spotřebování energie.

Jedná se o syntézu živé hmoty „de novo“, reparace poškozených struktur, tvorba energetických zásob (v našem případě bychom mluvili o tvorbě depotního tuku), dále sem patří syntéza hormonů, enzymů, mediátorů. K tomu všemu tělo využívá energii získanou katabolickými procesy.

### 2. Katabolismus

Rozkladné reakce, získávající volnou energii. Dochází k rozkladu zásobních nebo přijatých živin, jejich přeměnami získává tělo energii ve formě ATP, redukční ekvivalenty NADPH a substráty pro biosyntézu látek organismu vlastních.

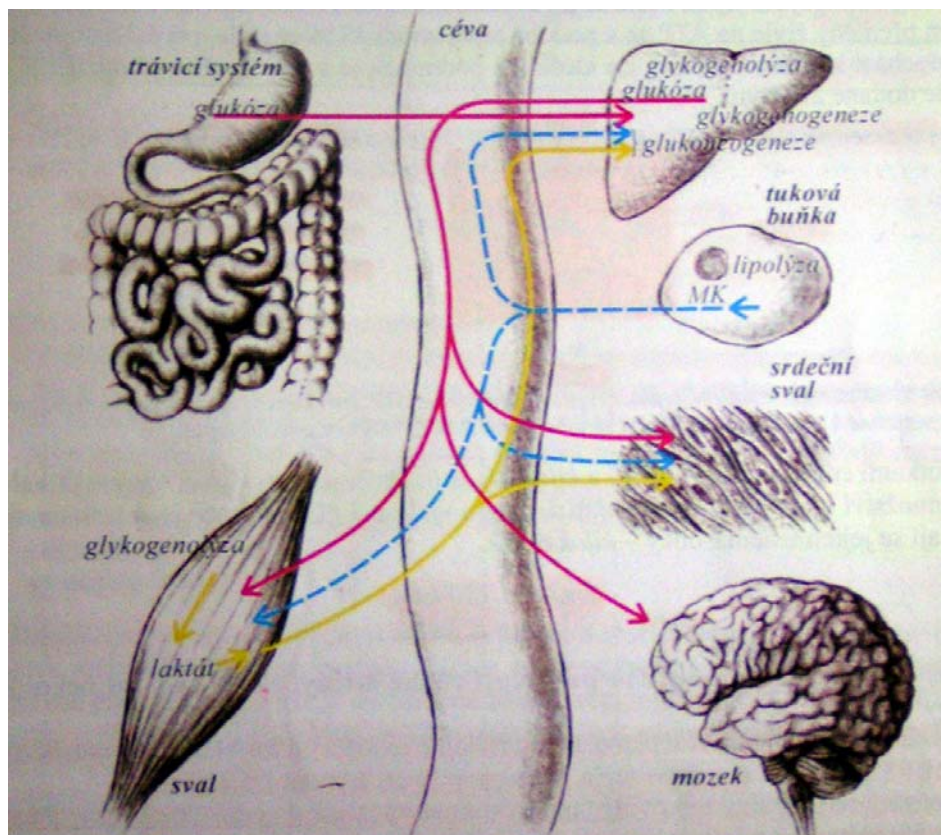
Mezi hlavní katabolické reakce patří:

- a) hydrolytické trávicí reakce štěpící složitější molekuly na jednodušší
- b) glykolýza rozkládající glukózu na pyruvát a následně na acetylkoenzym A
- c)  $\beta$ -oxidace mastných kyselin, kde vzniká opět acetylkoenzym A
- d) rozklad aminokyselin a basí nukleových kyselin
- e) citrátový cyklus do kterého vstupuje acetylkoenzym A
- f) dýchací řetězec

### 3. Amfibolismus

„Křižovatka“ mezi anabolismem a katabolismem. Např. cyklus kys. citronové-Krebsův cyklus. Stručné schéma metabolických drah představuje obr.1.

Obrázek 1: Schéma jednotlivých metabolických drah [ Rokyta 2000 ]



## VÝŠKA HLADINY KLIDOVÉHO ENERGETICKÉHO VÝDEJE

Podle vědeckých studií je nárůst tělesné hmotnosti ovlivněn hladinou klidového energetického výdeje, znamená to tedy, že je závislé na rychlosti a schopnosti metabolických procesů. Nastavení energetického metabolismu je složité a podílí se na něm již zmiňované genetické predispozice, hormonální faktory, centrální nervová soustava, enzymatická výbava a v nemalé míře i složení přijímané stravy (specifickodynamický účinek potravy na metabolismus).

Energetický metabolismus je metabolismus, ve kterém z chemické energie živin vzniká energie biologická ve formě makroergních fosfátových vazeb. Tyto vysoce energetické vazby váží za standardních podmínek 30,6 kJ, které mohou být využity např. pro svalovou práci. ATP je bezprostředním zdrojem energie, která ale i trénovanému jedinci vydrží při maximálním zatížení sotva na tři vteřiny. Z toho vyplývá, že molekuly ATP musí být v metabolismu neustále vytvářeny.

Makroergní vazby jsou obsaženy ve sloučenině ATP (adenozintrifosfát) v mitochondriální matrix buňky za přítomnosti enzymů a kyslíku. Tomuto procesu říkáme dýchací řetězec. Složky respiračního řetězce jsou zabudovány v mitochondriální membráně spolu s enzymy pro produkci ATP, který je syntetizován během aerobní fosforylace. V mitochondriální matrix jsou uloženy také enzymy Krebsova cyklu.



Makroergní vazby jsou takové vazby, které obsahují velké množství energie, která se snadno štěpí a uvolňuje.

Zjednodušené schéma molekuly ATP :

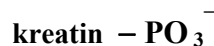


Při spotřebě ATP se rozštěpí makroergní vazba, uvolní se energie a vzniká ADP (adenozindifosfát), jehož koncentrace je přímoúměrná aktivitě buňky. Část se přemění na AMP (adenozinmonofosfát) a dále na cAMP (cyklický adenosinmonofosfát), který aktivuje enzym fosforylázu, spustí se glykogenolýza a glykogen se rozštěpí na glukózu. Glukóza se degraduje na pyruvát, vstupuje do mitochondrií a začíná nový cyklus tvorby energie.

Hladina AMP tak řídí intenzitu metabolismu živin.

Pokud je naopak nadbytek energie, glykogen se neštěpí vůbec, nebo se štěpí pomaleji a ATP se přechodně ukládá ve formě kreatinfosfátu.

Zjednodušené schéma molekuly kreatinfosfátu :



Při rozštěpení na kreatin a fosfátový iont se uvolní dokonce větší množství energie než při rozštěpení ATP. Kreatin fosfát proto může snadno rekonstruovat makroergní vazby ATP. Celá reakce trvá jen zlomek sekundy a ve svalů je kreatinfosfátu poměrně velké množství, proto slouží jako zásoba energie.

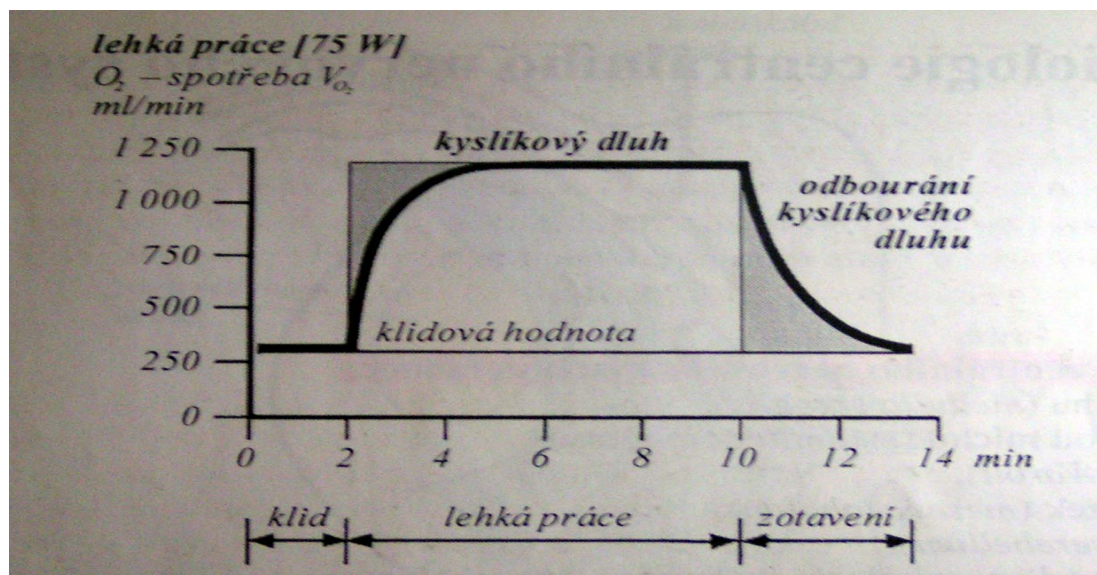
Kromě glykogenu a glukózy mohou sloužit jako zdroj energie také mastné kyseliny z tuků, ale jejich zpracování je složitější a méně pohotové a nejpomaleji využitelnou rezervou jsou aminokyseliny z bílkovin. Aminokyseliny slouží ale pouze jako nouzový zdroj energie při dlouhodobějším hladovění nebo nedostatku energie z glykogenových zásob.

Pro všechny tyto chemické reakce je potřebné aerobní prostředí, tedy přítomnost kyslíku. Při jeho nepřítomnosti nebo nedostatku probíhá tvorba ATP také, ale jiným způsobem a pouze omezenou dobu. Glukóza se sice metabolizuje na pyruvát, ale bez přítomnosti kyslíku není schopná vstoupit do mitochondrií a dále se přeměňuje na kyselinu mléčnou (laktát). Tento mechanismus přeměny glukózy na ATP je sice rychlejší, ale energeticky nevýhodnější, neboť ze stejného množství substrátu vzniká menší množství využitelné energie. Kyselinu mléčnou je schopno jako zdroj energie využívat srdce, ale její hromadění v organismu posunuje pH tělesných tekutin na kyselou stranu a způsobuje svalovou únavu a bolest.

K tomuto ději dochází například při vyšší fyzické námaze, kdy tělo není schopné dodávat dostatečné množství energie a pracuje na tzv. kyslíkový dluh. Při práci se zvyšuje spotřeba kyslíku potřebného v energetickém metabolismu, pokud jeho dodávka nestačí, je sval schopen po krátkou dobu pracovat na kyslíkový dluh. Po ukončení práce je kyslíkový dluh odbourán (obr.č.2). Odstraňování kyslíkového dluhu probíhá ve dvou fázích.

První (rychlá) fáze je spojena s obnovou zásoby energetických fosfátů (kreatinfosfát) a rychlou obnovou zásobníku pro přenos kyslíku (myoglobin a hemoglobin). Druhá (pomalejší) fáze v průběhu odstraňování kyslíkového dluhu, je zaměřena na metabolizaci vytvořených laktátů.

Obrázek 2: Práce na kyslíkový dluh [ Rokyta 2000 ]



Bohužel při přeměně živin na ATP není výroba a spotřeba stoprocentně účinná a při každé přeměně se část energie ztrácí ve formě tepla. Za ideálních podmínek je tělo schopno využít přibližně 27% energie dodané živinami.

Zjednodušeně by se dalo říci, že chemické zpracování živin probíhá v lidském těle ve třech fázích:

- 1) Nejprve se musí složité živiny rozštěpit hydrolytickými reakcemi na jednoduché vstřebatelné složky. Znamená to tedy, že sacharidy se štěpí na monosacharidy, tuky na mastné kyseliny a glycerol, bílkoviny na aminokyseliny.
- 2) Po přestupu jednoduchých složek do cytoplazmy buněk dochází k další degradaci. Z glukózy vzniká pyruvát, z mastných kyselin a aminokyselin kyselina acetoctová. Nejsnáze a nejrychleji probíhá přeměna glukózy, u které se už v této fázi uvolňuje energie.
- 3) Vzniklá kyselina acetoctová a pyruvát jsou dále odbourávány v mitochondriích na společný meziprodukt – acetylkoenzym A, který je posléze klíčovým meziproduktem Krebsova cyklu a dýchacího řetězce. Dochází v něm k úplné oxidaci za vzniku energie využitelné při syntéze ATP a konečných produktů vody a oxidu uhličitého.

Množství uvolněné energie se dá vyjádřit několika způsoby:

**1. Spalné teplo** je množství tepla vzniklé při úplné oxidaci živin. Měří se přímou kalorimetrií a zjišťuje se množství tepla uvolněné z 1g živiny.



Jednotkami energie jsou **jouly (J) a kilojouly (kJ)**. Další jednotky jsou **kalorie (cal)**, kdy 1kalorie představuje množství tepla potřebného k ohřátí 1g vody o 1°C a protože jsou příliš malé, používáme jejich tisícinásobky-kilokalorie (kcal).

$$1\text{kJ} = 0,239 \text{ kcal}$$

$$1\text{kcal} = 4,19 \text{ J}$$

**2. Energetický ekvivalent** je množství tepla, které se uvolní při oxidaci živin se spotřebou 1litru kyslíku.

**3. Respirační kvocient (RQ)** je poměr objemu vyloučeného oxidu uhličitého k objemu spotřebovaného kyslíku během přeměny určité živiny.

$$\text{RQ} = \text{CO}_2 / \text{O}_2$$

Tabulka 2: Spalné teplo živin

Spalné teplo živin (na 1g)	Kcal	kJ
Cukry	4,1	17
Tuky	8,1-9,3	38
Bílkoviny	5,65	23

Tabulka 3: Energetický ekvivalent živin

Energetický ekvivalent živin	Kcal	kJ
Cukry	5,02	21,1
Tuky	4,69	19
Bílkoviny	4,40	18





**Tabulka 4: Respirační kvocient**

RQ	hodnota respiračního kvocientu
Cukrů	1,0
Tuků	0,7
Bílkovin	0,8

U obezity často nalézáme v souvislosti s metabolickými změnami onemocnění nazývané **metabolický syndrom**.

Mluví se zde o jisté souvislosti s obezitou, o tzv. syndromu hyperplastické obezity. Dnes označováno spíše pojmem androidní obezita, která je často přítomna u metabolického syndromu.

V 80. letech se hovořilo o smrtícím kvartetu, kterým byla spolu dohromady obezita, DM nepotřebující léčbu inzulinem, hypertenze a hyperlipoproteinémie. Onemocnění je výrazně modifikováno zevními faktory, jako je složení stravy, kouření, psychosociální podmínky, stres a další neméně důležité faktory.

### **4.3. Vliv výživy a potravních zvyklostí**

#### **NEPOMĚR MEZI PŘÍJMEM A VÝDEJEM ENERGIE**

*„Potřebuje-li něco zvíře, ví, kolik potřebuje. Potřebuje-li něco člověk, nepozná to.“*

*Demokritos*

Dnešní moderní doba nabízí široký sortiment a dostupnost potravin, což je u řady lidí příčinou přejídání a nerovnováhy mezi příjmem a výdejem energie.

Hypermarkety s přetékajícími regály plnými lákavých potravin, bistra a stánky lákající na každém kroku svou vůní svádějí lidi k pohodlnosti, přestává být běžnou praxí příprava plnohodnotné stravy a dodržování pravidelného stravování rovnoměrně po celý den. Vedle toho lidé preferují nezdravé potraviny s vysokým obsahem živočišných tuků, soli, jednoduchých cukrů, upravované nejčastěji smažením, pro dodržování důležitého pitného režimu volí místo neslazených vod raději přeslazené limonády, kofeinové nápoje či dokonce alkohol. To vše je v mnoha případech doplněné vynecháváním snídaně a přejídáním se hlavně v pozdních večerních hodinách. Tyto velmi nevhodné návyky jsou přitom destruktivním nástrojem pro naše zdraví.



## DYSBALANCE MEZI PŘÍJMEM A VÝDEJEM ENERGIE JSOU HLAVNÍMI BEHAVIORÁLNÍMI FAKTORY, JEŽ HRAJÍ HLAVNÍ ROLI PŘI VZNIKU A PŘETRVÁVÁNÍ OBEZITY.

V našem případě mluvíme o tzv. POZITIVNÍ ENERGETICKÉ BILANCI

Prakticky to znamená, že energetický příjem je vyšší než energetický výdej. Nebo-li množství energie přijaté potravou je vyšší než je tělo schopno zpracovat a uvolnit. Při dlouhodobé pozitivní energetické bilanci se nadbytek energie ukládá ve formě tuku.

Pro zajištění optimálních výživových podmínek organismu je nutné, aby celková energie získaná užitím energetických substrátů v potravě (zejména tuků a sacharidů) byla při vyrovnané energetické bilanci rovna celkovému energetickému výdeji.

### **Aktuální energetický výdej organismu :**

Aktuální energetický výdej organismu je dán součinem několika relativně samostatných částí :

$$\text{Aktuální energetický výdej organismu} = \text{BEV} \times \text{SF} \times \text{TF} \times \text{FA} (\times \text{TEP})$$

**BEV = bazální energetický výdej ( bazální metabolismus )**

**SF = stresový faktor ( IF = injury factor )**

**TF = teplotní faktor – korekce na zvýšenou tělesnou teplotu**

**FA = faktor aktivity – energie pro pokrytí fyzické a duševní aktivity**

**TEP = termický efekt potravy ( specifickodynamický účinek )**

### **Bazální energetický výdej ( BEV )**

je minimální množství energie potřebné pro udržení nezbytně nutných životních funkcí. Zejména energie pro nepřetržitý transmembránový přenos iontů zajišťující nervosvalový přenos. Lidské tělo přeměňuje energii ze 45 % na práci, přičemž rozlišujeme práci vnější (svalová práce) a vnitřní ( respirační pochody, syntetické procesy, iontové přenosy...) z 55 % na teplo.

Vnitřní práce se v konečném důsledku také transformuje ve formě tepla.

Bazální energetický výdej a tedy i bazální energetickou potřebu organismu proto můžeme stanovit na základě uvolněného tepla. Tyto tepelné ztráty můžeme změřit v klidovém stavu pomocí tzv. **přímé kalorimetrie**.

## PŘÍMÁ KALORIMETRIE



- je velmi nákladná a složitá metoda, která vyžaduje použití ekonomicky náročného zařízení a podmínek. Vyšetřovaný pacient musí být v naprostém klidu, v prostředí izolované komory. Proto je toto vyšetření pro běžnou praxi nepoužitelné a používá se pouze pro experimentální účely.

Na řadě klinických pracovišť je častým a velmi používaným způsobem určování BEV je NEPŘÍMÁ KALORIMETRIE.

- principem této metody je určení tzv. **respiračního kvocientu – RQ** ( tab.4 ).

Metoda měří množství spotřeby kyslíku a uvolněného oxidu uhličitého při oxidačních procesech zpracování živin. Během měření vyšetřovaný pacient vdechuje čistý kyslík z rezervoáru a uvolňuje oxid uhličitý. Po celou dobu je v termoneutrálním prostředí a izolován od vnějšího vzduchu.

Pokles objemu plynu je přímoúměrný spotřebě  $O_2$ .

$$RQ = \text{objem exspirovaného } CO_2 / \text{objem spotřebovaného } O_2 \text{ za časovou jednotku}$$

Na základě těchto objemů můžeme vypočítat bazální energetický výdej ( **EV** ) organismu.

<b>Bazální energetický výdej</b>	<b><math>EV ( \text{kJ}/\text{čas} ) = ( 3,9 \times V_{O_2} + 1,1 \times V_{CO_2} )</math></b>
----------------------------------	--

Bazální energetický výdej závisí na:

- věku
- pohlaví
- množství aktivní tělesné hmoty
- genetické dispozici

Tabulka 5: Bazální energetický výdej v závislosti na věku, pohlaví ( kJ /kg/den )

Věk	18 – 25 let	26 – 60 let	Nad 60 let
<b>Muži</b>	<b>105 kJ ( 25 kcal )</b>	<b>96 kJ ( 23 kcal )</b>	<b>88 kJ ( 21 kcal )</b>
<b>Ženy</b>	<b>96 kJ ( 23 kcal )</b>	<b>88 kJ ( 21 kcal )</b>	<b>79 kJ ( 19 kcal )</b>

Pro snazší počítání nám orientačně postačí průměrná hodnota BEV ve všech věkových kategoriích **96 kJ / kg / den** [Podle MUDr. Dalibor Musil, PhDr. Klinická výživa a metabolická péče, Univerzita Palackého v Olomouci, 2002].

### Stresový faktor (SF)

Aktuální energetický výdej se musí upravovat v závislosti na fyziologickém stavu organismu.

Každé narušení homeostázy organismu ovlivňuje energetické nároky a výdej organismu.

Existují proto vzorce pro korekci aktuálního výdeje v závislosti na velikosti stresového faktoru ( tab. 6 ).



**Tabulka 6: Korekce na míru stresu a katabolismu - stresový faktor ( SF )**

BEV x 0,9	BEV x 1,0	BEV x 1,1 – 1,2	BEV x 1,3 – 1,5	BEV x 1,6 a více
umělá ventilace, analgosedace	kóma, stabilizovaný pacient	operace, lehké trauma, většina interních pacientů	seps,peritonitida, trauma CNS,steroidy	polytrauma + seps, popáleniny nad 40 %

### Teplotní faktor ( TF )

Při zvýšení tělesné teploty nad 37 ° C musíme na každý ° C navýšit bazální energetickou potřebu o 10 % ( tab.7 ). Na teplotě těla závisí všechny biochemické pochody v lidském těle. Metabolické procesy se v závislosti na teplotě zrychlují nebo zpomalují. Normální tělesná teplota lidského těla je 35,8 – 37 ° C. Při snížení tělesné teploty na 28 ° C se bazální metabolismus sníží až na polovinu normální hodnoty.

**Tabulka 7: Korekce bazální energetické potřeby v závislosti na teplotě**

Tělesná teplota	korekce o 10 %
38 ° C	BEV x 1,1
39 ° C	BEV x 1,2
40 ° C	BEV x 1,3
41 ° C	BEV x 1,4

### Faktor aktivity ( FA )

Jedním z hlavních faktorů ovlivňujících bazální energetický výdej a tedy i energetickou potřebu je fyzická aktivita jedince ( tab.8 ). Při fyzické aktivitě se úměrně k intenzitě fyzického zatížení zvyšuje tepová frekvence a v závislosti na ní se mění i hodnota energetické potřeby organismu.

**Tabulka 8: Korekce bazální energetické potřeby v závislosti na fyzické aktivitě**

Navýšení BEV o 10 %	BEV x 1,1	BEV x 1,2	BEV x 1,3	BEV x 1,6
Tělesná aktivita nemocného	klid na lůžku	relativní klid	chodící pacient	ambulant
Tělesná aktivita u zdravé populace	mírná fyzická aktivita	střední fyzická aktivita	vysoká fyzická aktivita	velmi vysoká fyzická aktivita



### **Energetická potřeba organismu:**

Člověk vydává energii především na udržení životně důležitých funkcí, jak už bylo uvedeno výše, jedná se o bazální energetický výdej ( BEV ).

K úhradě energetických potřeb člověka slouží energie obsažená v chemických vazbách potravin.

Energetický obsah potravin lze experimentálně zjistit kalorimetrem, ( viz. nepřímá kalorimetrie, str.19 ), kde se uvolňuje stejné množství energie jako při jejich oxidaci v lidském těle. Výjimku tvoří bílkoviny, u kterých se tvoří v játrech močovina. Nacházíme proto rozdíl uvolněné energie v kalorimetru a v organismu.

Energetický obsah je tedy běžně udáván v zaokrouhlených průměrných hodnotách ( tab.č.2 ).

Energetickou potřebu ovlivňuje:

- NESPRÁVNÁ SKLADBA STRAVY
- NEVHODNÉ MNOŽSTVÍ STRAVY
- NEVHODNÝ REŽIM STRAVY
- NEVHODNÉ STRAVOVACÍ NÁVYKY
- NEVHODNÝ PITNÝ REŽIM

#### **4.4. Nedostatek pohybové aktivity**

Nadměrný přísun kalorií bývá doprovázen nedostatečným výdejem energie a dochází tak k ukládání tuku. Nedostatečná pohybová aktivita je způsobena hlavně sedavým způsobem života, nedostatek sportu, tím dochází k úbytku svalové hmoty a přibývá tuková tkáň. S tím souvisí snížená výkonnost a fyzická kondice, vyšší únavnost, bolesti zad, bolesti hlavy, špatné držení těla a samozřejmě riziko vzniku obezity.

#### **4.5. Léky**

Některé léky mohou zvyšovat chuť k jídlu a tím přispívat ke konzumaci nadměrného množství jídla.

Např. antidepressiva, neuroleptika, léky na uklidnění, glukokortikoidy, gestageny...

#### **4.6. Hormonální vlivy**

Přes rozšířený názor hormonálního vlivu na obezitu je způsobeno hormonální příčinou pouze 1 % případů. Jedná se především o hypofunkci štítné žlázy nebo tzv. Cushingův syndrom (zvýšená hladina hormonů kůry nadledvin).



Obezita je multifaktoriální onemocnění, tudíž se většinou jedná o interakci všech uvedených faktorů.

Důležité tedy vždy je stanovit stupeň obezity, typ obezity, provést důkladná laboratorní vyšetření, které nám odhalí přidružené komplikace obezity, zjistit fyzický stav pacienta pomocí fyzikálních vyšetření a provedeme zátěžovou funkční diagnostiku, která nám doplňuje všechna ostatní vyšetření.

Po provedeném vyšetření seznámit pacienta se všemi komplikacemi obezity, provést řádnou edukaci touto problematikou se zavedením správné léčby, na které má nejvýznamnější podíl snaha pacienta pod odborným dohledem lékaře. Nesmíme také zapomenout, že obezita je často spojena se špatným psychickým stavem, který je podmíněn sníženým sebevědomím pacienta, často odmítaného společností, proto je velmi důležitá psychická podpora rodiny a blízkých přátel, motivace pacienta a zařazení do běžného života.

U obézních osob je příjem mnohdy zvýšen v závislosti na zevních signálech a emoční situaci. Konzumace jídla bývá reakcí na osamělost, deprese, frustrace, napětí, dlouhé chvíle, stres...

## 5. Vznik obezity a určení stupně obezity

Tuková tkáň je z energetického hlediska zásobní, ale při nadbytku způsobuje vážné problémy. Zatěžuje organismus po stránce mechanické, ale i metabolické.

Normální obsah tukové tkáně v lidském těle představuje u mužů 10-25 %, u žen je dán fyziologicky vyšší podíl tuku, a sice 18-30%. U obézních mužů přesahuje tuk 25% a u žen 30% tělesné váhy.

Podíl tuku v lidském těle je určován pohlavím, věkem, etnickým původem populace.

Měřením složení těla můžeme stanovit obsah tuku v těle, beztukovou tělesnou hmotnost, vodu a další složky těla.

Nejjednodušší metodou ke stanovení obsahu tukové tkáně je antropometrické měření, tzv. **kaliperace**. Množství podkožního tuku se hodnotí měřením kožních řas jednoduchým přístrojem kaliperem. Kaliper je přístroj podobný kleštím, který uchopí kožní řasu a podle měřítka odečteme její tloušťku. Vychází se z měření tloušťky 10 kožních řas (podle Pařízkové) a hodnotíme buď absolutní hodnotu součtu řas nebo podle tabulek či regresivních rovnic v závislosti na pohlaví a věku. Po odečtení všech potřebných řas vypočítáme podle vzorce celkový obsah tuku. Výsledky jsou zde velmi snadno ovlivnitelné nezkušeností odborného personálu nebo chybným výpočtem. Velkou roli hraje při měření také individuální rozložení podkožního tuku.

O množství tuku v těle se můžeme orientačně přesvědčit měřením bioelektrické impedance.

**Bioelektrická impedanční analýza** využívá slabých elektrických impulsů vysílaných do těla prostřednictvím elektrod, které jsou umístěny na zápěstí a kotnících. Tok elektrického proudu je ovlivněn množstvím vody v těle. Přístroj vyhodnocuje rozdíly v elektrické vodivosti tukové tkáně a tkání ostatních. Tuk má vysoký elektrický odpor, tedy nízkou elektrickou vodivost. Svalová tkáň obsahuje hodně vody, je proto vodivější. Měření pomocí bioimpedance je jednoduché, přístroj je přenosný a snadno použitelný. Výsledky jsou zde ale opět spíše orientační. Pouze u složitějších zařízení můžeme docílit proměření všech tkání v těle a určit tak přesnější výsledky. Výsledky měření mohou být ovlivňovány dehydratací, proto není vhodné měřit po namáhavém

výkonu, v nadměrně teplém prostředí, po větší konzumaci alkoholu. Dále po větší konzumaci sacharidů, soli, jelikož se zadržuje voda v těle a získáme nesprávné výsledky.

Výsledky jsou vždy přepočítávány na celkový obsah vody v těle 73 %. Vzhledem k tomu, že mladí lidé obsahují 77 % a staří lidé 73 %, výsledky jsou opět negativně ovlivněny.

**Infračervená reaktance** měří pomocí přístroje tloušťku tuku principem absorpce a odrazu světla. Přístroj vysílá infračervený paprsek, který je přiložen k paži ( nejčastěji bicepsu ) a měří množství světla absorbované svalovou a tukovou tkání. Měření je opět méně přesné, jelikož je prováděno pouze na paži a snižuje tak přesnost přepočtu na celkové rozložení tuku.

### Podvodní vážení

Při vážení pod vodou testovaná osoba musí vydechnout všechny vzduch z plic a následně je zvážena zcela ponořená v nádrži s vodou. Jedná se o nepřímou metodu, kdy není měřen přímo podkožní tuk, ale hustota těla. Podkožní tuk se následně vypočítává podle matematického vzorce. Nejpřesněji se dá vypočítat množství tuku pro standardního muže. Znamená to tedy pro muže s normálním množstvím svalové hmoty a se zdravou kostní tkání. Výsledky může ovlivňovat také stav související se zadržováním vzduchu v těle. Odhaduje se možnost ovlivnění výsledků na 60 ml zadrženého vzduchu o 3 – 5 %. [Podle Nancy Clarc, *Sportovní výživa, Grada Publishing, spol. s r. o. , Praha, 2000*]. K tomu dochází při špatném provedení testu, kdy pacient nedostatečně vydýchne vzduch z plic nebo např. plynatost střev. Hustotu těla ovlivňuje také pohlaví, věk, rasa,..

Spolehlivé informace lze také získat pomocí některých zobrazovacích metod ( magnetická rezonance, počítačová tomografie, DEXA = dual X – ray absorptiometry ). Tyto metody jsou ale ekonomicky náročnější, proto se v běžné praxi pro určení tuku nepoužívají.

Obrázek 3: Variabilita metod měření tělesného tuku [ Clark 2000, str. 216 ]

metoda měření	průměr (% tuku)	použitelné rozmezí (% tuku)
vážení pod vodou	15	4,4–34,5
kaliperace	12,5	4,5–26,5
Futrex 5000	14	4,5–32,5
Futrex 1000	18,5	10,0–37,0
bioelektrická impedance	18	9,0–31,0

Zdroj: J.Stout, J. Eckerson, T. Housh, G. Johnson a N. Betts, 1994, Validity of body fat estimation in males, *Med Sci Sports Exerc* 26(5): 262.

Vedle těchto metod existují také různé orientační vzorce pro přibližný odhad množství tuku v těle, které se v praxi běžně používají. Nejčastější rovnicí je tzv. body mass index = BMI, označován též hmotnostní index nebo také Queteletův index.

$$\text{BMI} = \text{váha} / \text{výška} ( \text{m}^2 )$$

Vzhledem k tomu, že tento vzorec operuje pouze s celkovou váhou, nebere ohled na podíl svalové a tukové hmoty. Nerozděluje tedy obezitu podle množství tukové tkáně, ale podle celkové váhy.

Tělesnou hmotnost podle BMI klasifikujeme takto:

Obrázek 4: Rozdělení obezity podle BMI [ Málková 2005, str. 14 ]

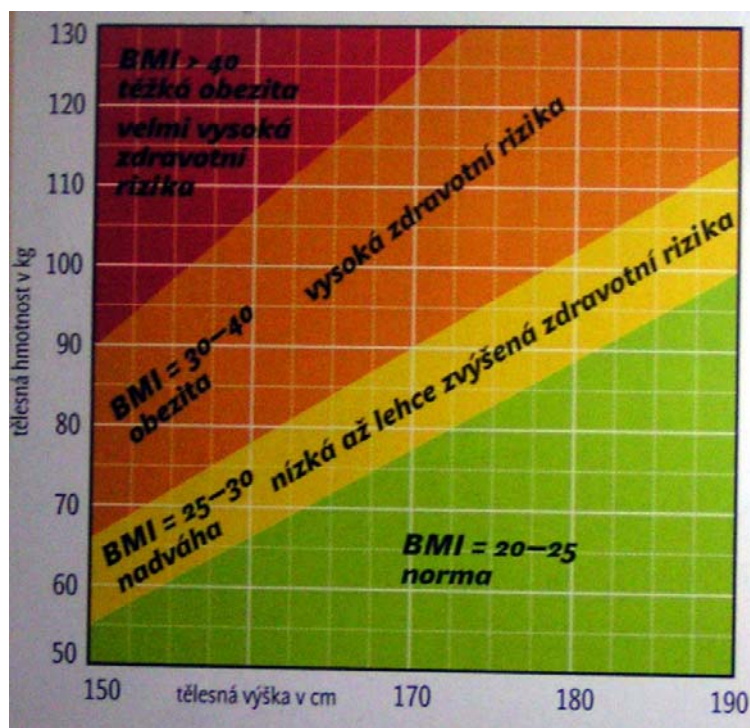
ZDRAVOTNÍ RIZIKA PODLE KATEGORIÍ BMI		
BMI	Kategorie podle WHO	Zdravotní rizika
18,5–24,9	normální rozmezí	minimální
25,0–29,9	nadváha	nízká až lehce zvýšená
30,0–34,9	obezita I. stupně (mírná)	vysoká
35,0–39,9	obezita II. stupně (střední)	vysoká
40 a více	obezita III. stupně (těžká)	velmi vysoká

Poznámka: WHO je zkratka World Health Organization – Světové zdravotnické organizace.

Hodnotu BMI můžeme tedy vypočítat podle vzorce, nebo existuje řada pomůcek, které užívají např. nutriční terapeuti pro posouzení stupně obezity.

BMI můžeme určit i podle grafu ( viz obr. 5), který znázorňuje na ose x výšku, na ose y hmotnost a propojením těchto dvou údajů získáme pásmo ve kterém se BMI pohybuje.

Obrázek 5: BMI graf [ Málková 2005, str. 14 ]







Vizuálně můžeme rozlišit obezitu podle ukládání tuku na androidní a gynoidní typ obezity.

Androidní typ obezity nejčastěji představují muži, neboť tento typ inklinuje ukládání tuku v oblasti břišní dutiny, což je hlavně u mužů. Naopak gynoidní ukládání tuků je charakteristické pro ženské pohlaví, kdy se tuk ukládá v oblasti stehen a hýždí. Androidní typ obezity je výrazně kritičtější pro vznik srdečně cévních onemocnění.

## **6. Zdravotní rizika a komplikace obezity**

GIT a jaterní potíže:

- gastroezofageální reflux
- tvorba žlučových kamenů
- pankreatitida
- hiátová hernie
- jaterní steatóza

Kardiovaskulární systém:

- hypertenze
- ICHS
- hypertrofie a dilatace levé komory srdeční

- snížená kontraktilita myokardu
- arytmie
- cévní mozkové příhody

Nádorová onemocnění:

- tlustého střeva a konečníku
- dělohy a vaječníků
- prsu
- žlučníku
- žlučových cest
- pankreatu



- jater
- prostaty
- ledvin

Pohybový aparát:

- zátěž kloubů a páteře, zejména kloubů dolních končetin, kyčlí

Psychosociální komplikace:

- diskriminace ve společnosti
- malé sebevědomí
- deprese, úzkost
- poruchy příjmu potravy

Kožní komplikace:

- ekzém
- strie
- celulitida
- hypertrichóza

Gynekologické komplikace:

- poruchy cyklu
- amenorhea

## **7. Doporučení ve výživě pro redukci nadváhy**

### **7.1. Složení stravy**

Měli bychom v první řadě, jak už bylo řečeno výše, dbát na rovnováhu mezi energetickým příjmem a výdejem. V praxi to znamená omezit nadměrný energetický příjem stravy skládající se především z potravin s vysokým glykemickým indexem a živočišných tuků.

Základem je tedy minimalizovat stravu s obsahem jednoduchých cukrů, které se navíc rychle uvolňují ve střevě a zvyšují hladiny některých metabolických hormonů, především inzulínu, který následně podpoří ukládání tuků do tukové vrstvy. Redukovat nadměrné slazení a příjem cukrovinek, nápojů s vysokým obsahem glukózy a vydatných příloh. Vhodné je přidat do jídelníčku zdroje přirozené vlákniny (ovoce, zelenina, vlákninové přípravky) několikrát denně samostatně nebo jako součást běžné stravy.



## 7.2. Pravidelná strava

Je důležité nejen celkové množství přijaté stravy (energetická nálož) a podíl jednotlivých živin v nich, ale záleží také na časovém odstupu podávané stravy a velikosti podávaných živin v jednom jídle. Je to důležité především pro tvorbu nových návyků, kdy dbáme na konzumaci několika menších porcí rovnoměrně rozdělených do celého dne. Tímto způsobem se nám podaří předejít velkému hladu, zrychlíme metabolismus a naše tělo nebude mít pocit přísné diety a hladovění. Naučíme se naše chutě překonávat vhodnou formou zasyčení chuťových buněk (neenergetické pochutiny, hořká čokoláda, aromatické čaje). Postupně v rámci celého dne se má energetická hodnota stravy snižovat. Poslední jídlo bychom měli zkonzumovat nejpozději dvě hodiny před spaním.

## 7.3. Pitný režim

Je nutné dodržovat odpovídající pitný režim v závislosti na fyzické aktivitě, věku, klimatických podmínkách, přidruženém typu onemocnění..., *Nedostatečný příjem tekutin nebo nadměrné ztráty vody pocením omezují schopnost maximálně využít výkonnostní potenciál.* [ Clark N. 2000, str. 131]. Přednost dáváme neenergetickým tekutinám (čaje, minerální vody) a nebo nápojům s nulovým obsahem energie. Doporučujeme omezit příjem „šumivých“ minerálních vod a tekutin obohacených kyslíčným uhlíkem, který dráždí žaludeční sliznici při jeho uvolňování v žaludku. Doporučený denní příjem by měl být alespoň 2,5 l tekutin dle pohybové aktivity. Pohybová aktivita, zvláště pak aerobního charakteru, klade velké nároky na stabilitu vnitřního prostředí. Nedostatečný příjem nebo nadměrné ztráty vody a minerálů narušují acidobazickou rovnováhu, tím se snižuje objem tělesných tekutin a může dojít až k dehydrataci organismu. Při pohybové aktivitě vzrůstá rychlost metabolických dějů s cílem zvýšit potřebný přísun energie, ale současně spotřebovává tělo vodu a ionty. K tomu se voda spolu s minerály ztrácí profúzním pocením, taktéž hyperventilací ve vydechovaném vzduchu. Vedoucím klinickým příznakem hypertonické ztráty tekutin je žízeň, objevující se již při ztrátách tekutin odpovídajících 2 % tělesné hmotnosti. Pokles tělesných tekutin pod 10 % je již známkou dehydratace!

## 7.4. Omezení příjmu alkoholu

Nadměrná konzumace alkoholu s sebou přináší především zvýšení hladiny transportních tukových části triacylglycerolů, které jsou nepřímo odpovědné za vznik aterosklerózy, zatěžují metabolicky játra a usnadňují bezprostřední ukládání energetických substrátů do tukových rezerv. Sporadická konzumace malého množství vína může poskytnout i pozitivní výsledek díky svému obsahu flavonoidů, což jsou významné antioxidanty pomáhající v boji proti civilizačním chorobám.

## 7.5. Péče o správnou funkci a motilitu střev

Nesprávná funkce GIT se může podílet na abnormálních způsobech vstřebávání jednotlivých živin a metabolických procesů. Správná funkce střev a pravidelná defekace je důležitým předpokladem pro redukci nadváhy, neboť zde dochází k největší resorpci jednotlivých živin a podílí se tak na správném chodu metabolických dějů. Důležitý je tedy dlouhodobý příjem



nerozpustné vlákniny, která zvyšuje náplň střev, tím snižuje pocit hladu a současně zlepšuje peristaltiku střev. Protektivní účinek má na střevní mikroflóru příjem probiotik a pravidelný tělesný pohyb.

### **7.6. Odlehčovací dny**

Jednou až dvakrát za týden při intenzivní redukci hmotnosti zařazujeme odlehčovací dny. Jedná se o realizaci zeleninových, mléčných dnů s příjmem stravy s nízkým glykemickým indexem i nízkou glykemickou náloží a někdy i s velmi nízkokalorickou stravou a vybraných nápojů. Dodržování uvedeného režimu, ale musí být jen výjimečně, nikdy ne dlouhodobě a slouží ke změně adaptačních mechanismů. Při krátkodobém hladovění, což je méně než 24 hodin dochází ke zvýšení bazálního metabolismu, což může příznivě podpořit redukční systém.

### **7.7. Podávání vitamínů a minerálních látek**

Při zahájení redukčního režimu s příchodem nových stravovacích návyků dochází k omezení některých potravinových komodit, které byly doposud významným zdrojem vitamínů a minerálních látek. Proto je vždy nutné dbát, aby nedošlo k absenci těchto složek ve výživě a podávat případně ve formě nutričních doplňků. Svůj význam má podávání kyseliny askorbové a pro nízký příjem tuků také vitamíny rozpustné v tucích.

### **7.8. Odpovídající pohybový režim**

Viz. kapitola III.

### **7.9. Duševní rovnováha**

Deprese, stres, duševní rozladění, neuspokojení a jakékoli jiné negativní emoce vedou k neúspěchu redukčních programů. Psychická pohoda, podpora ze strany rodiny, přátel, psychologa, skupinová terapie je významným faktorem pro zvládnutí nového životního stylu. Jedná se o podstatný faktor redukce. Důležitá je zde motivace, tedy chuť a snaha o změny dosavadního systému života, pohybových aktivit a stravování. Jestliže nenalezne pacient a lékař individuální cestu k optimalizaci duševního zdraví a motivaci, jak řešit situaci, pak nelze dosáhnout úspěchu redukce.

## **8. Léčba obezity**

Česká obezitologická společnost již dlouhá léta prosazuje koncepci komplexní péče o obézní pacienty. Jedná se o týmovou spolupráci praktických lékařů, internistů, pediatrů, nutričního týmu v obezitologických ambulancích, obezitologických a rekondičních centrech. Přípravují se taktéž kurzy snižování nadváhy a poradny výživy. Systém komplexní léčby byl v ČR vypracován již v roce 1991 a Česká obezitologická společnost se ho snaží zavést do praxe.



Jak uvádí Iva Málková: „V ČR připadá na jednoho obvodního lékaře 220 obézních pacientů s BMI v rozmezí 30 – 35 a na specializovaného odborníka až 2800 obézních.“ [ Málková 2005, str.206 ]. Vzhledem k takto vysokému počtu obézních pacientů je individuální léčba obtížná, přesto by měl pacient v první řadě navštívit svého praktického lékaře. Ten by měl být schopen zhodnotit stav výživy nemocného, jeho klinické komplikace a na základě výsledků podat pacientovi základní rady v oblasti výživy, přiměřeného tělesného pohybu a případně dát doporučení na specializované pracoviště nebo odborníky v oblasti obezity. Základní způsob léčby v obezitologických ambulancích je založen na pravidelných návštěvách a spolupráci s pacientem. Obvykle pacient dochází v intervalech 4 – 6 týdnů, pouze u velmi komplikovaných případů je možnost doporučit specializovaná lůžka interních oddělení nebo klinik. Pro zajímavost v ČR můžeme vyjmenovat následující pracoviště:

3. interní klinika 1. LF UK VFN, Praha 2 – Ambulance pro obézní

Endokrinologický ústav , Praha 1 – Ambulance pro obézní

2. interní klinika Fakultní nemocnice Královské Vinohrady, Praha 10 – Ambulance pro obézní

Centrum pro léčbu obezity Iscare, Praha 7

Ve všech krajích ČR jsou dostupné poradny výživy, jsou pořádány kurzy snižování nadváhy, hlavní organizací pro tuto činnost je společnost STOB ( Stop obezitě ). Tyto kurzy mají své výhody především v oblasti skupinové terapie, kde si pacienti vzájemně pomáhají.

**Tabulka 9: Přehled léčby podle stupně obezity [ Málková 2005, str. 207 ]**

STUPEŇ OBEZITY	VHODNÁ LÉČBA	KDE LÉČIT
<b>Nadváha BMI 25 – 30</b>	Omezení energetického příjmu Vhodná skladba jídla Zvýšení pohybu Změna nevhodných stravovacích a pohybových návyků	Kurzy snižování nadváhy Poradny výživy
<b>Mírná obezita bez zdravotních komplikací BMI 30 – 35</b>	Přísnější omezení energetického příjmu	Kurzy snižování nadváhy Poradny výživy
<b>Mírná obezita se zdravotními komplikacemi BMI 30 - 35</b>	Nízkoenergetické bílkovinné diety Farmakologická léčba	Obezitologické ambulance a centra
<b>Střední obezita BMI 35 – 40</b>	Možnost chirurgické léčby Bandáž žaludku	Specializovaná chirurgická oddělení
<b>Těžká obezita BMI nad 40</b>	Chirurgická léčba	Specializovaná chirurgická oddělení



V centrech pro diagnostiku a léčbu obezity probíhá následující vyšetření pacientů:

- Rodinná anamnéza se zaměřením na výskyt obezity, kardiovaskulárních a metabolických onemocnění. Dále se zjišťují faktory ovlivňující rozvoj obezity. Zapisují se hmotnostní změny pacienta a zadávají do grafu.
- Zaznamenávání jídelníčku po dobu jednoho týdne přesně podle instrukcí. Ten je dále počítačově vyhodnocen.
- Vyplňování psychologických dotazníků, které posuzují jídelní zvyklosti, přítomnost deprese, případně poruchy příjmu potravy.
- Vstupní komplexní fyzikální interní vyšetření.
- Komplexní biochemické vyšetření zahrnující vyšetření kardiovaskulárních a metabolických rizik. Základní hormonální vyšetření v rámci diferenciální diagnostiky.
- Určení tělesného složení a rozložení tuku.
- Vyšetření klidového energetického výdeje a spalování energetických zdrojů.

Na základě vyšetření se doporučí optimální příjem energie, vhodná pohybová aktivita, případně farmakologická nebo chirurgická léčba.

Farmakologická léčba je uvedena v kapitole 4.5.

Chirurgická léčba je dnes nedílnou součástí komplexní léčby. Je vhodným řešením váhového úbytku s dlouhodobým efektem a nízkým rizikem u těžkých případů obezity.

O indikaci chirurgické léčby rozhoduje celý tým lékařů, kde kromě internistů, obezitologů, chirurgů nechybí ani psycholog či psychiatr. Součástí doporučení chirurgické léčby je také gastroenterologické vyšetření a rozhovor s dietní sestrou.

Hodnotící kritéria pro indikaci chirurgické léčby jsou následující:

- Základní podmínkou je zdravotní stav pacienta dovolující podstoupit celkovou narkózu.
- BMI vyšší než 35.
- Absolvování předešlé klasické léčby, která byla neúčinná.
- Pacient musí splňovat psychologické požadavky na chirurgický zákrok.
- Nesmí trpět žádnou chorobou GIT.

Nejčastěji prováděnou chirurgickou operací je bandáž žaludku. Jedná se o zavedení manžety, která způsobí stažení horní části žaludku, čímž se sníží plnicí schopnost žaludku (objem žaludku).

Rozlišujeme dva typy bandáže. Adjustabilní typ, který umožňuje celkem jednoduchou regulaci průměru žaludku i po operaci. Zatímco u druhého typu, neadjustabilního, se po operaci průměr žaludku nastavit nedá. Důsledkem této operace je tedy rychlejší nástup sytosti i po konzumaci menšího objemu stravy. V mnoha případech se dá tato operace provést laparoskopicky, což má mnohem snazší průběh. U všech pacientů je však stejně důležitý pooperační režim. Je důležité nezatěžovat horní část žaludku, aby nedošlo k vážným zdravotním komplikacím.

Po bandáži žaludku dochází k pozvolnému úbytku na váze.



### III. Pohybová aktivita a fyzická zdatnost

#### 1. Pohybová aktivita - základní definice a rozdělení

„Pravidelná fyzická aktivita a sport jsou nezbytnou podmínkou dobrého zdraví a základní prevencí vzniku nadváhy a obezity...“ [ Fořt 1999, str. 29 ].

Nedostatečná pohybová aktivita patří mezi jeden z nejvýznamnějších rizikových faktorů civilizačních chorob.

Každá pohybová aktivita by měla splňovat kvalitativní i kvantitativní požadavky.

*KVALITATIVNÍ KRITERIA:*

Musíme zvolit vždy vhodnou pohybovou aktivitu s ohledem na způsobilost jedince (pohybové schopnosti), klinické a laboratorní nálezy, některé funkční hodnoty zjištěné v klidu, podle typu onemocnění, podle výsledku zátěžových testů. Musíme vždy přihlížet k fyziologické účinnosti pohybové aktivity.

Důležité je doporučit vhodnou INTENZITU, FREKVENCI, TRVÁNÍ ZATÍŽENÍ a OBJEM POHYBOVÉ AKTIVITY.

Společnost sportovní medicíny doporučuje obecně jako kritérium kvality u dospělých osob:

INTENZITU zátěže na úrovni 60-90% maximální tepové frekvence nebo 50-85% maximální spotřeby kyslíku (VO<sub>2</sub> max.), kterou je možno stanovit pomocí spiroergometrie

FREKVENCI 3-5 tréninků týdně

TRVÁNÍ ZATÍŽENÍ 20 až 60 minut

OBJEM POHYBOVÉ AKTIVITY pomáhá určit tzv. anaerobní práh.

Budeme-li cvičit jen 3x týdně 20 minut, pak by se intenzita zátěže měla pohybovat kolem 80% našeho maxima. Naopak cvičíme-li 5x týdně 40 minut, měla by stačit intenzita zátěže kolem 60% maxima.

Vhodnější je druhá varianta, tzn. cvičit častěji alespoň 30 minut, aby intenzita cvičení nemusela být tak vysoká. U netrénovaných jedinců můžeme přidávat pohybovou aktivitu pozvolna.

Znamená to tedy cvičit postupně nejprve pouze 3x týdně o nižší intenzitě a postupně zvyšovat frekvenci i intenzitu. Po zlepšení fyzického stavu jedince začlenit cvičení o vyšší intenzitě 5x týdně.

Pro přesné stanovení intenzity zátěže je nutné spiroergometrické vyšetření (zátěžový test, při kterém se stanoví maximální spotřeba kyslíku). Z maximální spotřeby kyslíku je tělovýchovný lékař schopen určit optimální tréninkovou intenzitu a objem zátěže pro zdravé osoby i pacienty trpící různým onemocněním.

V současné době je moderní tréninková intenzita zátěže na úrovni anaerobního prahu. Anaerobní práh je určitý krátký časový úsek v průběhu stupňovaného zatížení, kdy je dodrženo rovnováhy mezi tvorbou a odbouráváním laktátů ve svalecth, které jsou příčinou bolesti a únavy svalů po



tréninku. Anaerobní práh je velmi široce použitelný ukazatel. Nachází uplatnění u velmi širokého spektra osob od vrcholových sportovců přes netrénované osoby až po nemocné. U zdravých osob má význam především jako neúčinnější intenzita tréninku pro zvyšování zdatnosti organismu. U nemocných osob má význam jako horní limit bezpečné zatížitelnosti, po jehož překročení přichází prudká svalová únava.

Pohybová aktivita by měla být pravidelná, pokud možno stejnoměrné intenzity, nestresující a měla by mít příznivý psychogenní vliv. Měla by se stát důležitou součástí nového životního režimu.

Pro vytvoření optimálních podmínek doplňujících pohybovou aktivitu je vhodné:

- spojit pohybovou aktivitu s vhodným jídelníčkem a dodržovat vhodný pitný režim
- vyvarovat se poškození pohybového aparátu, zvláště páteře a kloubů dolních končetin
- neprovádět pohybovou aktivitu v horkém a vlhkém prostředí, abychom zamezili zbytečným ztrátám tekutin a iontů, navíc hrozí nebezpečí přehřátí a dehydratace organismu
- respektovat všechny kontraindikace fyzické zátěže
- předcházet vzniku akutních rizik při pohybové činnosti, obzvláště pak u starých osob neprovádět pohybovou aktivitu za každé situace
- musíme pozorovat zdravotní a funkční stav organismu
- při každé cvičební jednotce musíme nejprve tělo připravit, znamená to tedy nejprve pomalu zahřát a protáhnout svaly, teprve potom započít intenzivní aktivitu
- na konci cvičení přejít nejprve do volnějšího tempa až úplného zastavení a cvičební jednotku zakončí důkladný strečink
- vedle dodržování cvičebního režimu musíme dbát také na dostatečnou regeneraci a relaxaci organismu s optimální denní dobou spánku
- vhodný a velmi důležitý je u začínajících cvičenců odborný dohled



## 2. Fyziologická účinnost a energetická náročnost jednotlivých pohybových aktivit

Obrázek 6: Přehled energetického výdeje při různé hodinové aktivitě [ Fořt 2005, str.117]

Orientační hodnoty výdeje energie při různých aktivitách za 60 minut		
druh zatížení	kcal (kJ) za hodinu	čas potřebný ke spálení 250 kcal (1050 kJ)
rekreační bruslení	354 (1487)	45 minut
chůze rychlostí 7 km za hodinu	400 (1680)	37 minut
rekreační tenis	425 (1785)	35 minut
plavání rychlostí 40 metrů za minutu	530 (2226)	30 minut
rekreační sjezdové lyžování	585 (2457)	27 minut
tenisový zápas	600 (2520)	25 minut
jogging rychlostí 9 km za hodinu	650 (2730)	22 minut
cyklistika rychlostí 21 km za hodinu	850 (3570)	18 minut

Orientační hodnoty výdeje energie při různých aktivitách – další data			
typ činnosti	výdej energie v kcal za minutu	typ činnosti	výdej energie v kcal za hodinu
chůze do schodů	15–16	běh na střední tratě	900–1000
chůze po rovině rychlostí 4 km za hodinu	3	běh na dlouhé tratě	700–800
chůze po rovině rychlostí 6 km za hodinu	4	maraton	650–700
chůze po rovině rychlostí 8 km za hodinu	10	mírná cyklistika	300–400
běh na lyžích rychlostí 15 km za hodinu	12	cyklistika střední obtížnosti	500–600
plavání rychlostí 50 metrů za minutu	10	krasobruslení	500–600
plavání rychlostí 100 metrů za minutu	100 (!)	košíková	500–600
		gymnastika	400–500
		tenis – dvouhra	400–600
		tenis – čtyřhra	300–400
		rekreační kopaná	300–400



### **3. Pozitivní účinky pohybové aktivity**

- 1) zlepšuje kardiovaskulární systém, posiluje srdce, zvyšuje adaptaci oběhu na zátěž, tím se sníží spotřeba kyslíku v srdci a srdce je tím méně namáháno a šetří se jak v klidu, tak při zátěži.
- 2) zvyšuje energetický výdej, tím redukuje nadváhu a zmírňuje obezitu.
- 3) snižuje množství tělesného tuku za udržení beztukové tělesné hmoty.
- 4) zmnožení svalových vláken a snížení obsahu tuku ve svalu.
- 5) zlepšuje profil lipidů v krvi, tím snižuje riziko vzniku aterosklerózy a tím i ICHS :
  - zvýšení HDL cholesterolu
  - snížení celkového cholesterolu
  - snížení LDL cholesterolu
- 6) zlepšení metabolismu cukrů.
- 7) zvyšuje citlivost tkání na inzulin.
- 8) snižuje pozitivně glykemii nejen u diabetiků.
  
- 9) má krátký anorektický efekt – odstraňuje pocit hladu
- 10) zlepšuje funkce trávicího traktu
- 11) snižuje riziko tvorby trombů, které jsou příčinou vzniku infarktu myokardu, mozkových příhod..
- 12) zlepšuje psychický stav – zlepšuje koncentraci, snižuje stres, zvyšuje sebevědomí, zlepšuje sebekontrolu.
- 13) zvyšuje imunitní odolnost organismu
- 14) přispívá k prevenci nádorových onemocnění

### **4. Reakce a adaptace organismu na fyzickou zátěž**

Reakce organismu na tělesnou zátěž je bezprostřední odpovědí řady orgánových systémů na svalovou práci, jejíž kvalitativní i kvantitativní hodnota závisí na druhu, intenzitě, délce trvání zátěže a postupně může být ovlivňována adaptací.

Reakce organismu podle jednotlivých systémů:

#### **TRANSPORTNÍ SYSTÉM**

- systém, který zajišťuje zvýšený přísun kyslíku a energetických zdrojů do tkání účastnících se svalové práce. Současně odvádí CO<sub>2</sub> a vzniklé metabolity.



Kapacita transportního systému je udávána **maximální spotřebou kyslíku**. ( tab. 10. )

Může být negativně ovlivněna onemocněním nebo poškozením kteréhokoliv článku transportního systému :

- např. plice – obstrukce, restrikce, zánět, deformity hrudníku
- plicní cirkulace – tromboembolie, vaskulitidy, primární hypertenze
- srdce – koronární nemoci, chlopenní nemoci, kardiomyopatie, dysarytmie, ICHS
- krev - anémie
- periferní cirkulace - hypertenze, ateroskleróza, vazoneurózy
- sval – atrofie, dystrofie, malnutrice

## DÝCHACÍ SYSTÉM

Reakce na postupně zvyšovanou zátěž se projevuje zpočátku lineárním vzrůstem:

$V_E$  = plicní ventilace,

$V_{CO_2}$  = výdeje oxidu uhličitého,

$R$  = výměnného respiračního poměru spolu se vzestupem  $V_{O_2}$  = spotřebou kyslíku .

Při určité intenzitě fyzické zátěže se můžeme dostat do fáze, kdy dochází k poklesu utilizace kyslíku a všechny tři parametry, ( $V_{CO_2}$ ,  $V_E$ ,  $R$ ) vzrůstají rychleji než  $V_{O_2}$ . Tento zlomový bod nazýváme anaerobním prahem = **ANP**.

Při dlouhotrvající práci pod úrovní anaerobního prahu se po iniciálním vzestupu a úměrném zatížení, udržují některé hodnoty v rovnovážném stavu. Pravidelná a vhodná pohybová aktivita může vést k řadě příznivých adaptačních procesů. Zvýší se utilizace kyslíku, aktivita aerobních i anaerobních enzymů, koncentrace myoglobinu, zvýšení anaerobního prahu. Dále se zlepší většina statických a dynamických funkcí plic i celého transportního systému.

Tabulka 10: Průměrné maximální hodnoty spotřeby  $O_2$  a tepového kyslíku

Věk ( roky )	$VO_2$ max. ( $l O_2$ )		$VO_2$ max. $kg^{-1}$ ( $ml O_2$ )		$(VO_2 : SF)$ max. ( $ml O_2$ )	
	MUŽI	ŽENY	MUŽI	ŽENY	MUŽI	ŽENY
12	1,81	1,51	50,1	38,9	9,6	7,7
15	2,83	1,94	48,2	37,9	14,5	10,1
18	3,20	2,10	46,5	37,9	16,2	10,7
25	3,24	2,15	43,2	34,8	16,6	10,9
35	3,01	2,06	39,3	31,6	16,1	10,7
45	2,75	1,93	35,8	28,4	15,5	10,6
55	2,49	1,80	32,6	25,2	14,8	10,5



## KARDIOVASKULÁRNÍ SYSTÉM

Rozhodující veličinou pro kapacitu transportního systému je minutový srdeční objem =  $Q^o$ .

Jedná se o množství krve, které proteče aortou nebo plicnicí za jednu minutu. Mluvíme tedy o srdečním výdeji, který je určen velikostí systolického tepového objemu a tepovou frekvencí. Systolický objem se může u zdravých osob působením pohybové aktivity zvýšit z 55 % na 85 % a současně s tím se zvyšuje i srdeční výdej. Diastolický tlak se většinou udržuje na přibližně stejné hodnotě nebo jen lehce kolísá, vzrůstající tendenci mívá někdy na konci práce.

V periférii dochází k redistribuci krve ve prospěch pracujících svalů, zůstává zachován pouze průtok krve myokardem a mozkem.

### Adaptace periferie

Projevuje se zvýšením kapilarizace činných svalů, aktivity oxidativních enzymů, tím zvětšení utilizace nabízeného kyslíku i energetických zdrojů, současně se zvětší také plocha a počet mitochondrií.

### Adaptace srdce

Působení dynamické vytrvalostní zátěže provází morfologické a funkční změny. Dochází k fyziologickému zvětšení srdce, pod vlivem regulativní dilatace. Srdce se přizpůsobí na zátěž vyšší kontraktilitou, vyšší ejekční frakcí, což znamená, že je schopno rychleji a lépe vypudit potřebnou krev ze srdce, dále lépe využívá laktát jako zdroj energie a klade podstatně nižší nároky na dodávku kyslíku při stejné tepové frekvenci.

Shrňme – li tedy pozitivní účinky pohybové aktivity na kardiovaskulární systém :

ZLEPŠENÍ - kontraktility a výkonnosti myokardu

- perfúze myokardu

ZVÝŠENÍ - ejekční frakce + minutového srdečního výdeje

- celkového povrchu kapilár v periférii

- fibrinolytické aktivity

- antitrombinového účinku

SNÍŽENÍ - spotřeby kyslíku a energetických nároků myokardu

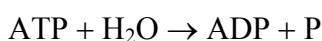
- srdeční frekvence v klidu

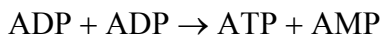
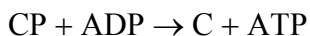
## ENERGETICKÝ METABOLISMUS

Reakce energetického metabolismu je podmíněna intenzitou a trváním tělesné zátěže.

Organismus využívá při tělesné zátěži několik způsobů pro získání energie.

a) **Bezprostřední zdroje**





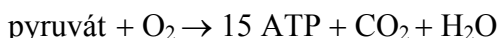
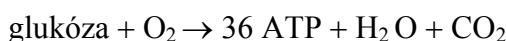
ATP = adenosintrifosfát, ADP = adenosindifosfát, CP = creatinfosfát, AMP = adenosinmonofosfát, H<sub>2</sub>O = voda

Bezprostřední zdroje znamenají, že je tělo schopno takový zdroj energie využít hned na počátku zátěže, ale bohužel jsou rychle vyčerpány, ( během 20 – 30 s ).

#### b) Glykolytická fosforylace

Podílí se na resyntéze a svého maxima dosahuje asi po 40 – 50 s intenzivní práce, s pokračováním zátěže klesá. Při vyšší intenzitě, nad 60 – 70 % maxima, tento způsob přeměny přetrvává společně s již rozvinutou oxidační fosforylací.

#### c) Oxidační = aerobní fosforylace



Oxidační fosforylace převládá i při dlouhodobé zátěži spalováním glukózy, volných mastných kyselin a některých aminokyselin.

Oxidační přeměna je podstatně pomalejší, jelikož využívá depotní zdroje energie, může proto probíhat na stejné úrovni poměrně dlouhou dobu, je tedy ekonomičtější.

## VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ A ACIDOBAZICKÁ ROVNOVÁHA

Reakce vnitřního prostředí a acidobazická rovnováha poskytuje důležité informace v průběhu zátěže jak pro organismus, tak pro zátěžovou diagnostiku při interpretaci výsledků i při kontrole provádění doporučené pohybové aktivity.

Jedná se především o ztráty vody a iontů, vznikající acidózu způsobenou uvolňováním laktátu a významný může být i úbytek krevní plazmy.

Nízká až střední intenzita do 50 - 60 % VO<sub>2</sub> max. při krátkodobém působení vyvolá pouze nepatrné změny, které je tělo schopno kompenzovat. Při dlouhodobém působení této zátěže je možný úbytek tělesné hmotnosti, převážně tekutin.

Vysoká intenzita zátěže nad úrovní anaerobního prahu způsobí výrazné ztráty iontů a vody, ale také krevní plazmy až o 16 % !

## POHYBOVÝ SYSTÉM

Reakce pohybového systému na zatížení je ovlivněna morfologickým a funkčním stavem organismu ( věk, pohlaví, genetické dispozice, zdravotním stavem, výživou,...).

Adaptace pohybového systému je důležitá nejen pro výsledky zátěžových testů, ale především pro správné provedení zátěžových testů a následně také doporučení vhodné pohybové aktivity.



Velký význam má nejen stavba kostí a kloubů, ale především diferenciací svalových buněk, jejich enzymatické vybavení, neuromuskulární dráždívnost, svalová síla a energetický metabolismus buňky adaptující se na zátěž.

## 5. Svalová práce

Svalová tkáň je složena z buněk schopných reagovat na podráždění elektrickými, humorálními nebo mechanickými podněty změnou své délky nebo napětí. V našem případě budeme hovořit o souboru mnoha buněk tvořících dohromady příčně pruhovanou svalovou tkáň (kosterní svaly), umožňující organismu pohyb a udržování určité polohy v prostoru. Kosterní svalovina představuje v lidském těle přibližně 40 % tělesné hmotnosti.

Struktura svalového vlákna:

Svalové vlákno je ohraničeno membránou, tzv. sarkolemou, obsahující transverzální tubuly umožňující rychlejší přestup akčního potenciálu do buněk. Vlastním aparát zajišťujícím kontrakci svalu jsou myofibrily, což jsou dlouhá aktino – myozinová vlákna uložena v sarkoplazmě. Funkční jednotkou příčně pruhovaného svalu je sarkomera. Po vzniku akčního potenciálu, který se přenesl až do svalové buňky, dochází ke zkrácení sarkomery a tím i svalovému stahu. Svalové vlákno je velmi elastické a je možné zkrátit svou délku na 50 – 70 % nebo naopak prodloužit až na 180 % klidové délky.

Soubor svalových snopců funkčně závislých na jednom motoneuronu je nazýván motorická jednotka. Soubor 3 – 8 vláken je tzv. malá motorická jednotka, důležitá pro velmi jemné a rychle působící svaly, např. oko-hybné.

Naopak velká motorická jednotka, tvořená až 2000 svalovými vlákny, slouží k udržování svalového tonu, např. zajištění vzpřímené polohy těla. Obvykle svaly obsahují oba typy motorických jednotek, ale vždy jeden typ převládá.

Výsledkem činnosti svalu je svalový stah, který je charakterizován jako svalová síla působící po určité dráze.

Svalový stah může být izotonický nebo izometrický. Izotonický značí stále stejný tonus, nebo – li napětí vláken za současné změny délky vlákna. Naproti tomu izometrický znamená, že se nemění délka svalového vlákna, ale mění se svalové napětí.

Svalová síla je maximální hmotnost, kterou je sval schopen udržet proti působení gravitační síly.

Svalová síla působící po určité dráze je nazývána **svalovou prací**, jejíž jednotkou je 1 Joule. Práci můžeme rozdělit na statickou, u které dochází k izometrickému stahu a na kinetickou, kde dochází k izotonii svalu. Svalovou práci vykonanou za určitou časovou jednotku nazýváme svalový výkon.



## 6. *Frekvence, trvání a intenzita zatížení*

Frekvence a trvání zatížení závisí na druhu a intenzitě fyzické aktivity, spolu s individuálními zvláštnostmi pacienta a v závislosti na předpokládaném účelu fyzické aktivity.

Jsou ovlivněny životním stylem, sociálními podmínkami, zdravotním stavem pacienta.

Intenzita zatížení musí být vždy přiměřeně přizpůsobena druhu, frekvenci a trvání pohybové aktivity tak, aby zajistila dostatečnou fyziologickou účinnost a současně neměla negativní účinky na zdraví jedince. Můžeme ji hodnotit kvalitativně podle různých ukazatelů nebo kvantitativně podle zjištěných, obvykle naměřených hodnot.

Kvalitativní hodnocení je subjektivně ovlivňováno, proto není přesné. Kvantitativní hodnocení se opírá o změřené, příp. vypočítané funkční hodnoty. Patří sem především tepová frekvence, spotřeba kyslíku, svalový výkon, naměřený obsah kyseliny mléčné či acidobazická rovnováha.

Často používaným ukazatelem správné intenzity cvičení je srdeční tepová frekvence. ( obr. 7)

Používá se palpační zjištění přímo v místě hmatatelného tepu nebo ji můžeme sledovat pomocí měřičů tepové frekvence. Nejznámějším přístrojem je tzv. Sporttester, který tepovou frekvenci neustále zaznamenává v průběhu celého cvičení. Cvičící se musí naučit reagovat na signály svého těla a sportovat na úrovni, která vyhovuje právě jemu. Je-li tep moc rychlý, je třeba zmírnit pohybovou aktivitu a pokud je naopak pomalý, je nutné zvýšit intenzitu. Dobrým hrubým ukazatelem intenzity je také dýchání. Pohybuje-li se cvičící v pásmu aerobního tréninku, mělo by být dýchání zrychlené a prohloubené.

Zcela jednoduchým testem je také test hovoru. Pokud jedinec dýchá normálně a nemá při cvičení problémy souvisle mluvit, pak se pravděpodobně nachází v pásmu snížené intenzity. Pokud dýchá zhluboka, schopnost mluvit je velmi snížena, ale ještě nelapá po dechu, pak se pravděpodobně vyskytuje v optimálním pásmu intenzity. Pokud dojde k lapání po dechu a jedinec není schopen vyslovit více než tři slova, pak se dostal do příliš intenzivního cvičení a je již v anaerobním pásmu, které je často doprovázeno svalovou bolestí a únavou.

**Pro zvyšování fyzické zdatnosti je doporučována intenzita cvičení těsně pod anaerobním prahem.** Čím vyšší je fyzická zdatnost, tím výše je umístěný anaerobní práh a tudíž i intenzita.

Společnost sportovní medicíny doporučuje obecně jako kritérium kvality u dospělých osob intenzitu zátěže na úrovni **60-90%** maximální tepové frekvence, přičemž maximum tepové frekvence se odvozuje ze vzorce :

$$TF_{MAX} = 220 - věk$$

nebo 50 - 85% maximální spotřeby kyslíku (  $VO_2$  max. ), kterou je možno stanovit pomocí spiroergometrie.

Spiroergometrie využívá zátěžový test, při kterém se stanoví maximální spotřeba kyslíku. Z maximální spotřeby kyslíku je pak tělovýchovný lékař schopen určit optimální tréninkovou intenzitu a objem zátěže pro zdravé osoby i pacienty trpící různým onemocněním.

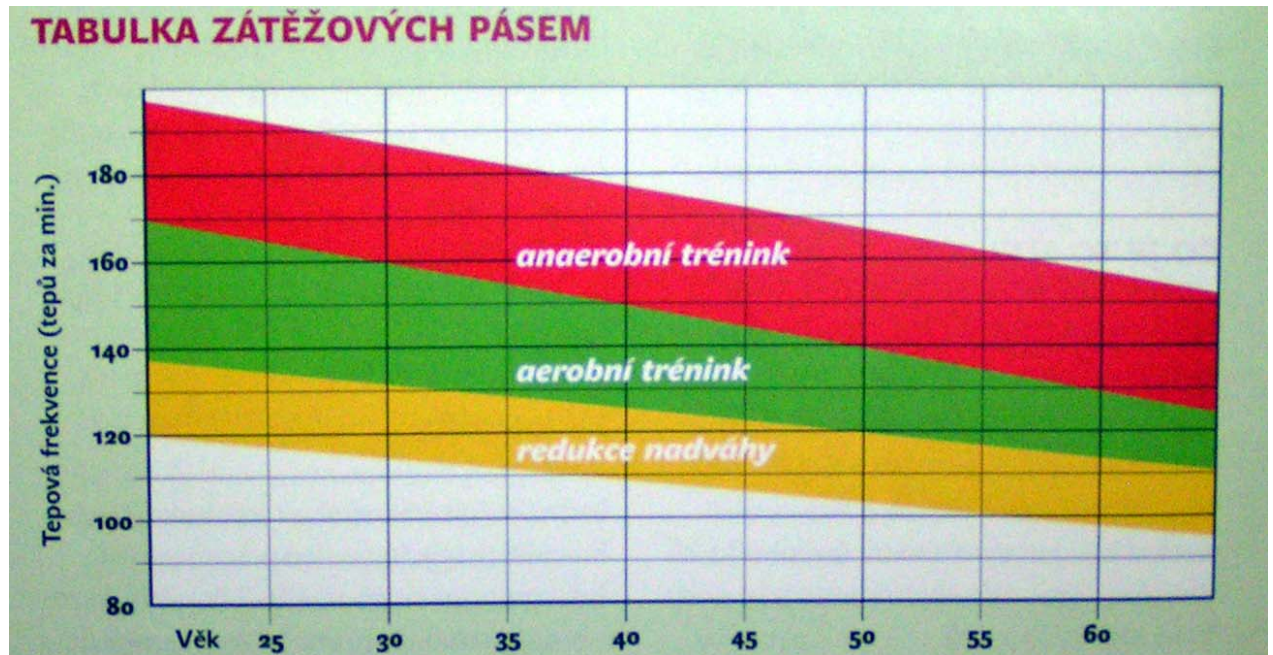
V současné době je moderní tréninková intenzita zátěže na úrovni anaerobního prahu.

**Anaerobní práh** je určitý krátký časový úsek v průběhu stupňovaného zatížení, kdy je dodrženo rovnováhy mezi tvorbou a odbouráváním laktátů ve svalech, které jsou příčinou bolesti a únavy

svalů po tréninku. Anaerobní práh je velmi široce použitelný ukazatel. Nachází uplatnění u velmi širokého spektra osob od vrcholových sportovců přes netréované osoby až po nemocné. U zdravých osob má význam především jako nejučinnější intenzita tréninku pro zvyšování zdatnosti organismu. U nemocných osob má význam jako horní limit bezpečné zatížitelnosti, po jehož překročení přichází prudká svalová únava.

Aerobní charakter má pohybová aktivita střední intenzity, která je představována cyklickým stahováním a uvolňováním svalů.

Obrázek 7: Zátěžová pásma ve vztahu k tepové frekvenci [ Málková 2005 ]



Každá pohybová aktivita by měla být přizpůsobena schopnostem jedince, jeho konstitučnímu složení těla, tedy např. stupni obezity, ale i věku, předchozí trénovanosti a přítomnosti komplikujících onemocnění. Má-li obézní nějaké zdravotní potíže, je vhodné, aby se poradil s lékařem zda, a jaký pohyb je vhodný. Pohyb by měl být šetrný vůči páteři a kloubům, které jsou již přetěžovány a opotřebovány vlivem nadměrné váhy.

Podle optimální doporučené frekvence 3 x týdně 20 minut, by se intenzita zátěže měla pohybovat kolem 80% našeho maxima. Naopak cvičíme - li 5x týdně 40 minut, měla by stačit intenzita zátěže kolem 60% maxima.

Vhodnější je druhá varianta, tzn. cvičit častěji alespoň 30 minut, aby intenzita cvičení nemusela být tak vysoká. U netréovaných jedinců můžeme přidávat pohybovou aktivitu pozvolna. Znamená to tedy v praxi cvičit nejprve pouze 3x týdně o nižší intenzitě a postupně zvyšovat frekvenci i intenzitu. Po zlepšení fyzického stavu je jedinec schopný začlenit cvičení o vyšší intenzitě až 5x týdně.





Pohybová aktivita by měla být pravidelná, pokud možno stejnoměrné intenzity, nestresující a měla by mít příznivý psychogenní vliv. Je také velmi důležitá nejen pravidelnost, ale také dlouhodobost, tzn. stát se důležitou součástí nového životního režimu. Velkou chybou je nasazení krátkého časového úseku pohybové aktivity, který nemůže splnit očekávání jedince ke zlepšení jeho fyzické zdatnosti, ani zmírnění obezity. A pokud ano, tak jen velmi krátkodobě a po vysazení pohybu, spolu s návratem k původnímu životnímu stylu, dochází současně k návratu na původní váhu (jojo efekt).

Vhodnou pohybovou aktivitou obézních pacientů bývá označováno:

- plavání a aquaerobik ( cvičení ve vodě ) ve vyhřátém bazénu zapojující celé svalové skupiny bez zatížení páteře a nosných kloubů dolních končetin, které současně zlepšuje dechovou kapacitu. Je vhodné dbát na teplotu vody, neboť pobyt ve studené vodě může mít i negativní účinky. Organismus se brání dlouhému pobytu ve studené vodě ukládáním podkožního tuku (termoizolace).
- turistika, pro většinu obézních je vhodná chůze ve svižném tempu ( s výjimkou těch, kteří mají postižení nosných kloubů ).
- běh na lyžích zaměstnávající svalstvo trupu a rukou, který taktéž nezatěžuje klouby jako normální běh.
- jízda na kole, případně rotopedu nepřetěžuje klouby.
- cvičení s hudbou, lze cvičit i v kolektivu pod odborným vedením cvičitelky, což je často přínosné, jelikož tito lidé sami nejsou schopni dosáhnout optimální intenzity. Je nutné vybrat si vhodnou intenzitu s ohledem na kondici ( nejlépe cvičení pro obézní nebo speciální rehabilitační cvičení ). Je možné i zařazení nejrůznějších pomůcek ( míče , tyče , posilovací gumy, lehké činky , ... ). Klasický aerobik ve fitcentrech je většinou vyšší intenzity a obsahuje velké množství poskoků, které jsou pro obézní cvičence nevhodné.
- cvičení doma s použitím magnetofonových kazet či videokazet je vhodné např. pro osoby s nízkým sebevědomím, kterým stud brání sportovat na veřejnosti.
- míčové hry jsou vhodné až po částečné redukci váhy a po zlepšení svalové koordinace - jinak hrozí možnost poranění.
- je dobré zařadit vedle aerobní aktivity také posilovací cvičení k formování postavy, které stimuluje zmnožení aktivní svalové hmoty.

Před každým tréninkem, ať už posilovacím nebo aerobním je důležité zahřátí a protažení těla. Nesmí se zapomínat na strečink po každé cvičební jednotce, který zabraňuje zkracování jednotlivých svalů a současně snižuje riziko bolesti svalů.

Pro vytvoření optimálních podmínek doplňujících pohybovou aktivitu je vhodné:

- 1) spojit pohybovou aktivitu s vhodným jídelníčkem
- 2) během celé cvičební jednotky dodržovat vhodný pitný režim a tím zajistit stabilitu vnitřního prostředí těla. Viz kapitola I.7.3.
- 3) vyvarovat se poškození pohybového aparátu, zvláště páteře a kloubů dolních končetin
- 4) neprovádět pohybovou aktivitu v horkém a vlhkém prostředí, abychom zamezili zbytečným ztrátám tekutin a iontů, navíc hrozí nebezpečí přehřátí a dehydratace organismu!
- 5) respektovat všechny kontraindikace fyzické zátěže
- 6) předcházet vzniku akutních rizik při pohybové činnosti, obzvláště pak u starých osob



- 7) neprovádět pohybovou aktivitu za každé situace, musíme pozorovat zdravotní a funkční stav organismu
- 8) při každé cvičební jednotce musíme nejprve tělo připravit, znamená to tedy nejprve pomalu zahřát a protáhnout svaly, teprve potom započít intenzivní aktivitu.
- 9) na konci cvičení přejít nejprve do volnějšího tempa až úplného zastavení a cvičební jednotku zakončit důkladným strečinkem
- 10) vedle dodržování cvičebního režimu musíme dbát také na dostatečnou regeneraci a relaxaci organismu s optimální denní dobou spánku
- 11) vhodný a velmi důležitý je u začínajících cvičenců odborný dohled

## 7. **Funkční zdatnost a odolnost organismu**

### FUNKČNÍ ( FYZICKÁ ) ZDATNOST A ODOLNOST ORGANISMU

( pozn. Physical fitness, anglický výraz vyjadřující stav úrovně fyzické zdatnosti ).

Schopnost organismu reagovat přiměřeně na různé podněty zevního prostředí nazýváme tělesná zdatnost.

Je podmíněna tělesnou konstitucí, pohlavím, věkem, stupněm adaptace a stavem zdraví.

Jak již bylo v kapitole III.4. popsáno, každý jednotlivec reaguje na zatížení rozdílně a je rozhodující jakými parametry se budeme zabývat. Lze provádět zatížení kardiovaskulárního systému, pohybového aparátu..V naší studii budeme hodnotit fyzickou zdatnost podle měření maximálního množství kyslíku, tzv. VO2 max. v závislosti na obezitě, neboli BMI.

Měla by se prokázat závislost nižšího BMI s vyššími hodnotami VO2 max.

Specifické funkční schopnosti jednotlivých systémů se vzájemně ovlivňují a doplňují. Podmiňují schopnost podat měřitelný výkon v určité oblasti. Tuto schopnost nazýváme výkonnost.

Fyzický výkon každého jedince je podmíněn aktivační úrovní CNS, která závisí na synchronizaci korových a podkorových funkcí, vegetativních a humorálních rytmů. Tato souhra je výsledkem složitého procesu adaptace na běžné fyzické denní aktivity a na konkrétní fyzickou zátěž.

Pro fyzickou charakteristiku výkonnosti jsou důležité zejména dva vztahy:

- 1) Rozvoj funkční zdatnosti jednotlivých systémů v průběhu života, tzn. rozdílná schopnost k výkonu v různých životních situacích.
- 2) Biologický rytmus, jedná se o funkční kolísání aktivity během dne či během ročních období. Rozdílná pohotovost k výkonu během dne, ale i roku.

Funkční zdatnost a odolnost organismu může výrazně ovlivnit únava!

## 8. **Svalová únava**

Dlouhá a silná nebo neúměrně opakovaná svalová kontrakce může vyvolat svalovou únavu. Únava je proces zahrnující funkční odezvy organismu na různé druhy zatížení a jejím výsledkem je snížení výkonnosti . Počáteční změny se projeví v CNS jako vyčerpání energetických rezerv. Dojde ke snížení zásob glykogenu, ke zvýšení obsahu kyseliny mléčné, snížení pH ve tkáni a



změně prokrvení. Dochází k narušení centrálních regulačních mechanismů, které zaručují účelnou souhru všech psychických a fyziologických funkcí. Díky tomu jeví funkční odpověď na zátěž rozkolísání. Svalová únava je alarmující signál pro přerušení práce, než dojde k úplnému vyčerpání až poškození svalu. Odolnost proti svalové únavě se dá značně zvyšovat tréninkem, kdy postupně dochází k přizpůsobení metabolismu na vyšší fyzickou zátěž.

Podle [ Práško 2006, str. 131 ]. *“Akutní únava je často signálem k ukončení nebo snížení fyzické aktivity. Na straně druhé, inaktivita, zejména dlouhodobá, vede k rozvoji chronické únavy.”*

**Akutní únava** úplně odeznívá po běžném odpočinku a spánku normální délky.

Pokud se jedná o vyšší fyzickou zátěž nebo oslabeného jedince, běžný odpočinek nestačí a únava přetrvává a hromadí se. K odeznění je potřeba delší spánek nebo několikadenní odpočinek.

**Chronická únava** je vyvolána dlouhodobým nepřiměřeným zatížením, nesprávnou volbou fyzické aktivity, nesprávným provedením fyzické aktivity, nedostatečnou regenerací, může k ní dojít z akutní únavy, pokud nedodržíme dostatečný odpočinek. Při chronické únavě dochází k poruše v senzorycké i motorické oblasti. Objevuje se tedy porucha paměti, monotónní nebo nesouvislá řeč, nesoustředěnost, pocit spavosti, apatie, bolest hlavy, psychická labilita až duševní tupost, pomalé a nejisté pohyby.

V některých případech může dojít dokonce až k patologickému stavu schvácení (překročení fyzických schopností organismu) nebo k úplnému vyčerpání. K zotavení zde pomůže pouze léčba.

Pozor na nadměrné jednostranné zatížení! Dlouhodobě zvýšené svalové napětí může vést k přetěžování svalových úponů. Zvýšení napětí nepříznivě ovlivňuje průtok krve svalem a může dojít až ke svalové ischemii (špatné prokrvení svalu). Tím dojde k metabolickým změnám, které mohou vyvolat svalové křeče až vznik mikroruptur (přetržení) svalových vláken. Ischemie a mikrotraumata vedou k nadměrné tvorbě vaziva a tím k vazivové degeneraci svalu, která může výrazně snížit schopnosti svalu, tedy i fyzickou zdatnost jedince. Důležité je si uvědomit, že síla a funkční schopnosti svalu jsou spojeny s věkem a pohlavím. Maximální svalová síla je u mužů mezi 20 a 29 rokem, v dalším věku se postupně snižuje. Z těchto důvodů je zřejmé, že s přibývajícím věkem zdatnost klesá a tudíž fyzický výkon v dřívějších dobách naprosto přirozený, se najednou stává neúnosným.

Průběh odpovědi organismu na podnětovou situaci popisuje adaptační syndrom.

## ADAPTAČNÍ SYNDROM

Každá změna z vnějšího prostředí vyvolá v organismu charakteristickou reakci označovanou jako stres. Tato reakce může představovat pro organismus zátěž, ale pokud dojde k adaptaci, nemusí působit škodlivě.

### 1) POPLACHOVÁ (ALARMOVÁ) REAKCE

Jedná se o změnu vnitřního prostředí v závislosti na zevním prostředí. Organismus reaguje prudkou výchytkou úrovně vnitřních funkcí tak, aby bylo zachováno stálé složení prostředí organismu (homeostáza).



## 2) FÁZE REZISTENCE (ODOLNOSTI)

Reakce organismu na podnět narušující vnitřní prostředí organismu se zmírňuje a začínají se ztrácet nadbytečné reakce, které byly podnětem vyvolány. Vytváří se přirozená specifická adaptace na podnět.

## 3) STADIUM VYČERPÁNÍ

Dlouhodobé působení nebo nadměrná intenzita podnětu může vyvolat až vyčerpání organismu. Organismus není schopen reagovat na podněty v dostatečné míře a snaží se zapojit i systémy, které by jinak zůstaly nepoužity. Ty mění svou funkci, případně vytvářejí až hyperfunkci ke kompenzaci dané situace. Proto nazýváme tuto fázi jako kompenzatorní.

V některých případech ale nemusí dojít ke kompenzaci, nýbrž dekompenzaci. Ztrácí se adaptační schopnost organismu a průběh reakcí začíná probíhat patologicky. Vyčerpání je provázeno snížením odolnosti organismu až degenerativními změnami ve tkáních.

# 9. *Hypokineze*

Nedostatek pohybové aktivity = hypokineze, patří k základním rizikovým faktorům přispívajícím ke vzniku hromadných, společensky významných nemocí ( tzv. civilizačních chorob - závažné kardiovaskulární nemoci, především ICHS a aterosklerózy, poruchy výživy a metabolismu, neuróz, různých ortopedických vad a nemoci pohybového systému ) .

Ochota k pravidelnému provádění sportovní aktivity s cílem udržení dobrého zdravotního stavu je v současné době velmi nízká. Přičemž přiměřená pohybová aktivita může výrazně pozitivně ovlivňovat rizikové faktory.

Tyto rizikové faktory můžeme rozdělit na:

Konstituční rizikové faktory :

a) *konstituční rizikové faktory*

věk  
pohlaví  
etnický původ  
somatické zvláštnosti  
vrozená zátěž  
typ chování



b) *vnitřní rizikové faktory*

hypertenze  
diabetes mellitus  
poruchy lipidového metabolismu  
obezita  
hyperurikemie  
inzulinová rezistence

c) *zevní rizikové faktory*

kouření  
nadměrné užívání alkoholu  
nadměrné pití kávy a jiných kofeinových nápojů  
nesprávná výživa - nadměrný kalorický příjem  
- nadměrné solení  
- nepravidelná životospráva  
- velké množství nasycených tuků

nedostatek odpočinku a spánku  
stresová zátěž  
zvolený druh pohybové aktivity  
intenzita a frekvence pohybové aktivity

Projevy hypokineze:

CNS:

- Zvýšená sekrece katecholaminů (adrenalinu a noradrenalinu)
- stimulace sympatické části neurovegetativního systému
- pokles produkce beta-endorfinů při tělesné zátěži, které tlumí bolest a přinášejí příjemný pocit
- pokles parasimpatikotonie v klidu
- snížená účinnost inzulínu při práci

Transportní systém:

- snížení jeho kapacity
- snížení dechového objemu
- zvýšení dechové frekvence
- nižší provzdušnění plicních sklípků a prokrvení plic (perfuze)
- nižší příjem kyslíku a výdej oxidu uhličitého



- nižší saturace krve kyslíkem
- nižší kapilarizace svalů
- hypotrofie a nižší stažlivost (kontraktilita) srdečního svalu
- pokles kapacity transportního systému pro kyslík - snížená maximální utilizace kyslíku

#### Metabolizmus:

- nižší kapacita
- horší využití tuků jako zdrojů energie
- větší podíl anaerobního hrazení energetických potřeb při pohybu
- nižší endogenní antioxidační kapacita, např. superoxiddismutázy (pro likvidaci volných kyslíkových radikálů)
- omezení kapacity pro hospodaření s vodou a minerály a termoregulační kapacity.

#### Pohybový systém:

- snížení svalové síly i stavby
- oslabení struktury a odolnosti šlach, vazů, a kostí
- omezení pohybové výkonnosti
- pokles výkonnosti
- změny ve složení svalu – pravděpodobně snížení kapilarizace a množství myoglobinu

## **10. Nové trendy a doporučení pohybové aktivity**

Snaha o zlepšení fyzické zdatnosti, soulad fyzické a duševní krásy našly své kořeny již ve Starém Řecku. Bohužel v posledních letech se začíná fyzická aktivita od původní starořecké filozofie vzdalovat. Na straně jedné najdeme jedince, kteří jsou silně hypokinetičtí a na straně druhé sledujeme jedince, kteří neznají míru optimální fyzické zátěže a své tělo vystavují extrémním podmínkám tréninku.

Každý sport byl na svém počátku především o "fair play" a to ve všech směrech. Přesněji řečeno šlo o férové jednání nejen ke svým protivníkům, ale především k vlastnímu zdraví. Sport byl sice jistou dávkou dravosti, ale znal své meze, na rozdíl od současnosti. Typickým příkladem může posloužit současný trend kulturistiky. Téměř s jistotou lze říci, že by se mezi účastníky kulturistických závodů nenašel jediný závodník bez užívání steroidních preparátů. Toto téma je sice již jinou samostatnou tematikou, ale je na něm typické myšlení dnešní společnosti. Je důležité zamyslet se nad extrémním chováním současné populace, kdy jsou lidé lhostejní ke svému zdraví a spoléhají na zkušené lékaře, kteří většinu neduhů lidí zachrání pokrokem vědy v oblasti medicíny. Podle RNDr. Petra Fořta *...,nejde pouze o to, mít jen dokonalou fyzickou kondici, ale také disponovat velmi dobrým zdravím a psychickou odolností.*“ [ Fořt 2002, str.45 ].



## IV. Zátěžová a funkční diagnostika

### 1. Charakteristika a použití v praxi

#### Zátěžová a funkční diagnostika

„ Zátěžová diagnostika se zabývá vyšetřováním fyziologické a patologické reakce a adaptace organismu jako celku i jednotlivých orgánových systémů na různé druhy zatížení.“ [ Placheta 1992, str.15 ]. Tzn. zjišťuje a posuzuje funkční i morfologické změny vyvolané určitou zátěží, reakce a adaptace kardiopulmonálních, metabolických a jiných fyziologických a patologických funkcí.

Je speciální součástí celého komplexu funkčních zkoušek, které se provádí ve vnitřním lékařství.

Získané poznatky jsou důležité pro:

- doplnění dalších klinických a laboratorních nálezů
- rozhodnutí o vhodném terapeutickém postupu
- posouzení účinnosti léčby
- primární i sekundární prevenci některých vnitřních onemocnění
- zjištění a posouzení funkčních a morfologických změn vyvolaných zátěží
- posouzení závažnosti nemocí
- primární i sekundární prevenci řady nemocí

Zátěžové funkční vyšetření by mělo být součástí celého komplexu metod a postupů v diagnostice celé řady vnitřních nemocí.

### 2. Indikace a kontraindikace

Indikace zátěžové diagnostiky

Zátěžová diagnostika nachází své uplatnění nejen v klinické medicíně, ale taktéž ve sportovním lékařství, pracovním lékařství, celá řada praktických a preventivních oborů, v posudkové činnosti, apod.

Diagnostické indikace:

- posouzení funkčního stavu jednotlivých orgánových systémů
- posouzení celkové zdatnosti a výkonnosti organismu
- schopnost k pohybové aktivitě a vhodnost pohybové aktivity pro zdravé i nemocné jedince
- určení vhodné intenzity a zatížení



- doplňkové vyšetření zjevných symptomů a nemocí, např. při podezření ICHS, stavy po IM, asthma bronchiale, diabetes mellitus, **obezita**, poruchy pohybového aparátu, odchylky neuromuskulárního systému
- diagnóza asymptomatických onemocnění nebo potvrzení předpokládané diagnózy ( ICHS, ICHDK, srdeční insuficience, autonomní neuropathie, hypertenze, respirační poruchy

#### Kontrolní indikace:

- hodnocení vlivu pohybové aktivity a ověření správnosti jejího doporučení
- posuzování výsledků terapie
- kontrola výsledků rehabilitace a lázeňské léčby
- Prognostické indikace:
  - prognóza průběhu onemocnění a případných recidiv
  - prognóza fyzické zdatnosti a výkonnosti, posouzení schopnosti pacienta absolvovat rehabilitační program
- predikce účinnosti předpokládaných intervencí

#### Kontraindikace zátěžové diagnostiky

V zátěžové diagnostice je kladena určitá zátěž na pacienta, který musí být schopen tuto zátěž zvládnout. Nejedná se o zvládnutí ze strany fyzické zdatnosti, ale z hlediska zdravotního stavu. Proto musí být nejen ošetřující lékař, ale také personál zátěžové laboratoře.

#### Absolutní kontraindikace:

- akutní fáze IM
- myokarditida
- perikarditida
- tromboflebitida
- horečnaté stavy
- sepsa
- nestabilní angina pectoris
- srdeční selhání
- závažné dysrytmie
- aortální či mitrální stenóza
- plicní hypertenze
- těžké ortopedické poškození

#### Relativní kontraindikace:





- některé vrozené nebo získané chlopenní vady
- méně závažné poruchy rytmu
- stabilizované stavy po IM
- některé psychické poruchy
- závažné systémové poruch

### **3. Faktory podílející se na výsledcích testů**

Faktory ovlivňující výsledky:

Významným faktorem jsou vlastnosti pacienta: věk, pohlaví, výška, hmotnost, zdravotní stav, zdravotní stav ( přítomnost onemocnění, jeho závažnost), psychický stav, pohybová anamnéza, dieta, oděv, užívání léků může prokázat falešně negativní výsledek.

Dalším důležitým faktorem jsou metodické podmínky: teplota a vlhkost prostředí, proudění vzduchu, denní doba, druh zatížení, technická a funkční úroveň vybavení laboratoře, poloha těla.

Všechny podmínky ovlivňující výsledek zátěžových testů je nutné si uvědomit před vykonáním testu a dbát na bezpečnost během celého testování. Ukončení zátěže je důležitým momentem většiny vyšetření, neboť ovlivňuje bezpečnost pacienta a zároveň správnost výsledků. Předčasně ukončení testu může snížit validitu výsledků způsobenou nedosažením předpokládané zátěže a příslušných reakcí organismu. Na straně druhé opožděné ukončení může ovlivnit zdraví pacienta vyšší zátěží, což může vést až k náhlým příhodám.

### **4. Metodika**

Druhy a zdroje zatížení :

DYNAMICKÉ

a.) Bicyklový ergometr – nejčastější zdroj zatížení, základním principem výkonu je odpor mechanické nebo elektromagnetické brzdné síly a frekvence otáček.

Je zde přesná dávkovatelnost zátěže zajišťující přesnost výsledků. Navíc ergometr obsahuje display, na kterém se zobrazují po celou dobu ukazatele otáček i výkonu, což je důležité jak pro pacienta tak pro lékaře.

Součástí může být také počítat spolu s tiskárnou pro okamžité výsledky, neboť ergometr je kompatibilní s ostatními složkami přístroje ( tonometr, EKG, spirometr,..) .

Je zde také výhodou snadné nastavení optimální polohy pro cvičení ( vzdálenost sedla, řídítek.. ).

Je nenáročný na prostor, údržbu, nehluký, malé pohyby hlavy, trupu, není zde tak vysoká kloubní zátěž, jako např. u běhu.

Existuje řada typů ergometrů tak, aby byla možnost vybrat vhodný postup u každého jednotlivce.



- b.)** Stupně – např. výstup na schodiště, speciální schůdky,.. použití obzvláště v době zotavení, není zde možnost konkrétního dávkování zátěže, což opět neumožňuje přesnou reprodukovatelnost výsledků.
- c.)** Vlastní pohyby těla – lehká proveditelnost, ale těžko produkovatelné, slouží pouze ve výjimečných případech jako orientační ukazatel jednoduchých cirkulačních parametrů, případně EKG
- d.)** Pohyblivý pás – principem je " nekonečný pás " , kdy pacient běhá nebo chodí proti pohyblivému pásu se zvolenou zátěží, která je obvykle dána rychlostí nebo sklonem pásu.

Rychlost pohybu může vzrůstat až na 30 km/h , pro nemocné obvykle stačí do 10 km/h.

Výhodou je přirozený pohyb pacienta, oproti klasickému běhání pás mírně tlumí nárazy a tím šetří kloubní aparát, projeví se zde dynamické zatížení na velkých svalových skupinách. Je zde možnost dosažení maximálních hodnot spotřeby kyslíku.

Nevýhodou je pouze vysoká cena, hlučnost méně kvalitních přístrojů a především nebezpečí pádu.

## STATICKÉ

Jedná se zde o izometrickou zátěž, kdy se koná svalová kontrakce proti odporu za současné absence zkrácení svalu. Měření se uvádí v procentech maximální volní kontrakce a ovlivněny jsou nejen příčně pruhované svaly, ale také funkce srdce, cév, nadledvin.

- a.)** Ruční dynamometr – slouží pro stisk ruky, který ale v některých případech může být bolestivý.
- b.)** Balónkový dynamometr
- c.)** Izometrické kontrakce pomocí speciálních cviků – kontrakce svalových skupin při různých držených polohách částí těla. Zde je možnost zvyšování odporu např. závažím, pružinami, apod.

## ELEKTRICKÉ

Má použití hlavně v kardiologii, testuje zatížení srdce zvýšením srdeční frekvence a spotřebou O<sub>2</sub>. Tento test může odhalit anginu pectoris, srdeční dysrytmie, slouží též ke kontrole terapie.

## FARMAKOLOGICKÉ

Nejčastější použití u pacientů s neschopností pohybu. Užívají se preparáty, které zvyšují srdeční dráždivost, kontrakci, zvyšují tepovou frekvenci ..

## CHLADOVÉ

Vystavením kůže chladu dochází k podráždění chladových receptorů a tím k vasokonstrikci cév, zvýšení tlaku krve a tím opět zatížení myokardu

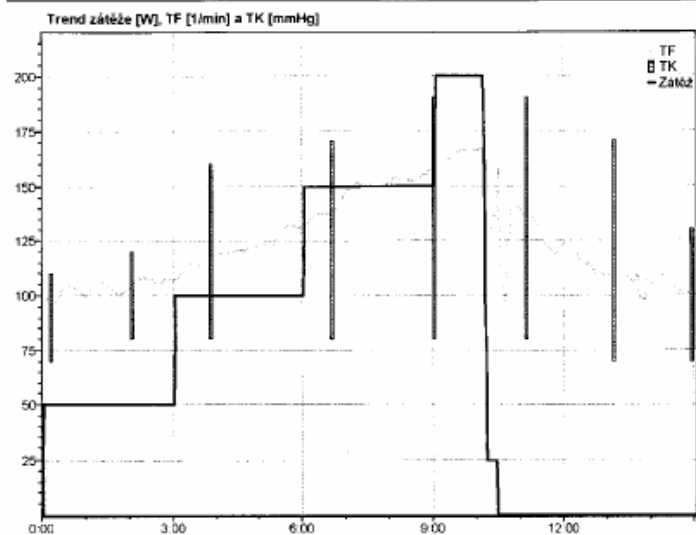


## 5. Hodnocení zátěžových testů

Zátěžovými testy získáme řadu funkčních ukazatelů, z jejichž hodnot můžeme grafickým, matematickým nebo jiným způsobem určit různé parametry důležité pro posouzení reakce organismu na zátěž. Např. viz. obr. 8:

Obrázek 8: Lékařská zpráva s výsledky zátěžové diagnostiky u pacienta s podezřením na IM [ Fakultní Thomayerova nemocnice]

### ● Souhrnná zpráva z vyšetření



Věk:	54	Doba vyšetření:	15:03
Pohlaví:	muž	Celková práce:	68.48 kJ
Hmotnost:	80 kg	Maximální zátěž:	200 W
Výška:	170 cm	Maximální TF:	167 l/min
Body Mass Index:	28	TFmax x TKsys:	31730
TK v klidu:	-	METS	9.29
TF v klidu:	93		

Ergometr: Kettler FX1, MX1 (v2.1)  
Zátěžový protokol: Bruce 50-180

#### Závěr vyšetření

pac. bez medikace

pac. toleroval zátěž 50-100-150W a 3 min., 200 W cca 1,5 minuty. pac. dosáhl TF pro arbitrární VO2 max.

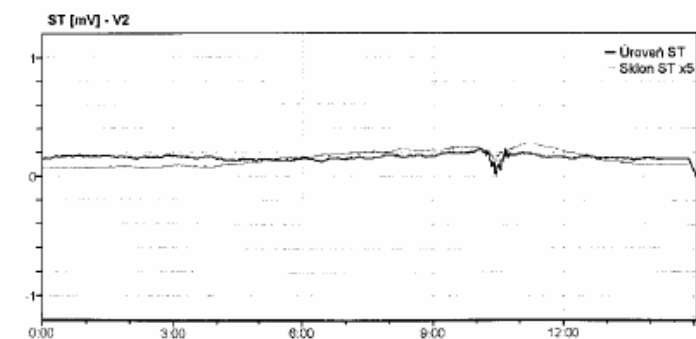
během vyšetření pac. bez bolestí na hrudi, bez dušnosti.

na zachyceném ekg záznamu bez signifikantních denivelací ST-T segmentu, bez dysrytmii.

normální tlaková reakce na zátěž.

re. negativní test pro ICHS

Kremlička Jan dr. 690





## V.Vlastní studie

### 1. Cíl studie a hypotéza

Cílem studie bylo prokázat závislost mezi stupněm obezity a fyzickou zdatností, přesněji přítomnost nižší fyzické zdatnosti u obézních pacientů. Vzhledem k tomu, že v souboru nebyli pacienti s normálním BMI, ale všichni účastníci měli BMI v pásmu obezity, porovnávali jsme závislost BMI a maximální spotřeby kyslíku objemu  $O_2$  ( $VO_2 \text{ max.}$ ).  $VO_2 \text{ max.}$  je ukazatelem kardiovaskulární zdatnosti, respektive ukazatelem kapacity transportních systémů kyslíku.

Výsledky této studie lze vyjádřit několika způsoby, kdy nejvýznamnějším bude statistické zpracování dat pomocí lineární regrese a přehled výsledků v grafovém vyjádření.

Lze graficky vyjádřit závislost mezi BMI po tréninku a  $VO_2 \text{ max.}$  po tréninku, stejně tak jako závislost rozdílů hodnot před a po tréninku, ale v takovém případě se musíme ohlížet na účinek fyzické aktivity tréninku. Nehodnotíme totiž vliv fyzické aktivity na fyzickou zdatnost s ohledem na BMI, ale pouze přímou závislost fyzické zdatnosti ( $VO_2 \text{ max.}$ ) na BMI. Nepotřebujeme proto ani kontrolní skupinu, která by potvrdila účinnost zvoleného tréninku.

Jelikož jedním z ukazatelů fyzické zdatnosti je  $VO_2 \text{ max.}$  (viz.kapitola III.7 ), očekáváme vyšší hodnoty  $VO_2 \text{ max.}$  v závislosti na nižším BMI. Tento předpoklad vychází z obecného vysvětlení problematiky obezity, fyzické aktivity obézních pacientů, komplikací vyskytujících se u obezity.

Jak už bylo zmíněno, neohlížíme se v našem případě na fyzickou aktivitu pacientů, ale zpracujeme pouze závislost mezi BMI a  $VO_2 \text{ max.}$  před tréninkem.

### 2. Charakteristika souboru

Pro posouzení fyzické zdatnosti jsme použili soubor 67 žen ve věku 25 až 56 let, s BMI od hodnot 29,0 až 39,9 kg/m<sup>2</sup>. Každá z nich podstoupila 3 měsíční aerobní trénink. Na počátku a konci tréninku byl proveden stupňovaný maximální zátěžový test na bicyklovém ergometru a změřena váha, výška a procenta tělesného tuku pomocí bioimpedance.

Doporučená intenzita tréninku byla 60%  $VO_2 \text{ max.}$  Tuto intenzitu si účastnice kontrolovaly pomocí sledování tepové frekvence během cvičení. Individuální tréninková tepová frekvence odpovídající 60%  $VO_2 \text{ max.}$  byla určena při vstupním maximálním zátěžovém testu a sdělena každé z žen. Účastnice byly dále vybaveny měřiči tepové frekvence (Sport tester), pomocí nich sledovaly tepovou frekvenci během cvičení a dbaly na to, aby se pohybovaly v pásmu blízkém stanovené tréninkové frekvenci.

Pohybová aktivita byla prováděna celkem 5x týdně po dobu 30 - 45 minut, z toho 2x týdně společné cvičení typu aerobik pod vedením instruktorů a 3x týdně pohybová aktivita doma na bicyklovém ergometru.

Všem účastnicím bylo doporučeno, aby během tréninkového programu neměnily své stravovací zvyklosti. 3denní jídelníček účastníků byl kontrolován během programu dietní sestrou.



U 6 pacientek nebylo VO<sub>2</sub> max. naměřeno a tak je nebylo možné zahrnout do celkového hodnocení.

Použitá data ze studie jsou uvedeny v kapitole přílohy.

### 3. Výsledky studie

Hodnocení výsledků studie bylo provedeno analýzou dat v programu Microsoft Excel, jedná se o korelační studii, kde korelace představuje vzájemný vztah mezi dvěma veličinami.

Graf č.2 znázorňuje na ose X hodnoty BMI vis.2, na ose Y naměřené hodnoty VO<sub>2</sub> max.vis.2. (vis.2 značí hodnotu před započítáním tréninku). Metodou nejmenších čtverců byla v grafu určena regresní přímka VO<sub>2</sub> max. na BMI.

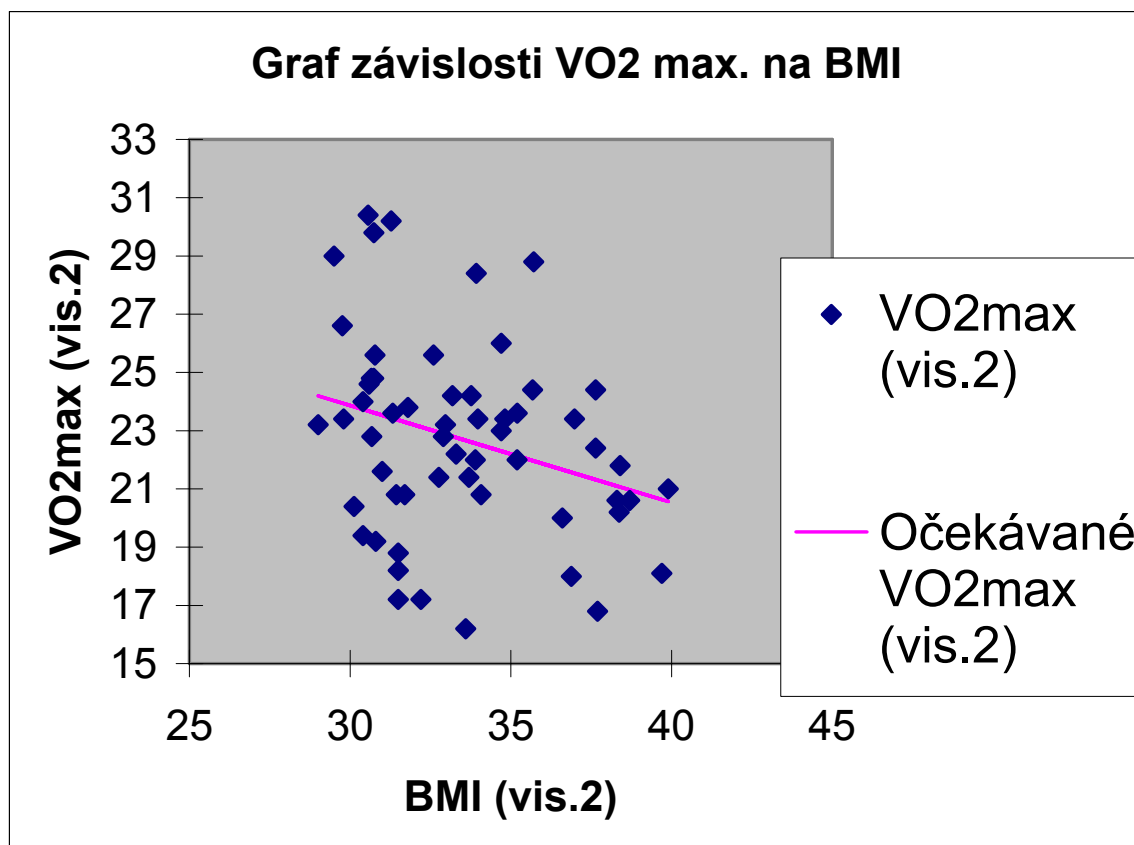
Korelační koeficient vyjadřuje závislost jedné veličiny na druhé. Hodnota korelačního koeficientu  $-1$  značí zcela nepřímou závislost, tedy čím více se zvětší hodnoty v první skupině znaků, tím více se zmenší hodnoty v druhé skupině znaků.

V našich výsledcích nalézáme hodnotu korelačního koeficientu  $-0,2904$ , znamená to tedy čím je vyšší hodnota VO<sub>2</sub> max., tím je nižší hodnota BMI, což je patrné i z grafového znázornění. Díky tomuto výsledku můžeme potvrdit původní hypotézu výskytu nižších hodnot VO<sub>2</sub> max. u vyšších hodnot BMI a tím prokázat nižší fyzickou zdatnost u osob s vyšším BMI.

Podle výsledku statistické analýzy je hodnota VO<sub>2</sub> max. závislá na hodnotě BMI při hladině významnosti  $\alpha = 0,05$ .

Hodnota  $P = 0,028425$ , tzn. je nižší, než námi zvolená hladina významnosti do 5%, závislost je tedy statisticky významná.

Graf 2: Závislost BMI a VO<sub>2</sub> max. [Excel]





Z této statistické analýzy však nejsme schopni predikovat hodnoty  $VO_2$  max. na základě hodnot BMI.

V ideálním případě bychom našly hodnoty  $VO_2$  max. těsně v oblasti přímky. Interval spolehlivosti udává rozpětí, ve kterém se mohou hodnoty pohybovat, abychom je považovali za statisticky významné ( bodový odhad parametru neumožňuje přímo zjistit, jak blízko leží skutečný parametr k odhadu, je proto potřebné zjistit oblast, kde se skutečný parametr s velkou pravděpodobností nachází, tento rozptyl určuje interval spolehlivosti a v našem případě nabývá hodnot 23,89447 až 43,81981  $VO_2$  max..



## VI. Diskuse a závěr

Ve sledovaném souboru jsme měli hodnoty měřené před tréninkovým obdobím i po jeho ukončení, ale významnější jsou při položené otázce „Mají obézní lidé nižší fyzickou zdatnost?“ hodnoty sledované před zahájením fyzické aktivity. Máme – li podle stanovené hypotézy prokázat nižší fyzickou zdatnost u obézních lidí, je pro tuto skupinu jedinců charakteristická nízká fyzická aktivita, převážně sedavý způsob života a při zahájení nezvyklého fyzického tréninku dochází k výrazným změnám fyzického a zdravotního stavu. Fyzická aktivita ovlivňuje nejen metabolické a antropologické parametry, ale samozřejmě i právě oblast spirometrickou, tedy hodnoty  $VO_2$  max.. Určitě by bylo zajímavé hodnotit i výsledky konečné, ale u necvičících jedinců by nebyly výsledky relevantní, neboť právě nezvyklou zátěží se mohou změnit neočekávaně. Roli v neočekávaných výsledcích hraje několik přidružených faktorů, které by výsledky negativně ovlivňovaly.

Důležitý je stresový faktor, který je zastoupen fyzickou zátěží. Pacientky při své pohybové aktivitě nebyly kontrolovány, tudíž neznáme přesnou intenzitu cvičení, stejně tak jako stravovací režim doprovázející cvičení. U několika žen dokonce došlo na konci období ke snížení  $VO_2$  max., ke zhoršení BMI. U některých hodnoty nebyly naměřeny vůbec.

Nebereme zde v úvahu věkové rozdělení žen, které má také určitě nemalý vliv na výsledky  $VO_2$  max. (viz. tabulka 11).

Tabulka 11: Přehled  $VO_2$  max. v závislosti na věku

Věk ( roky )	$VO_2$ max.	
	MUŽI	ŽENY
12	50,1	38,9
15	48,2	37,9
18	46,5	37,9
25	43,2	34,8
35	39,3	31,6
45	35,8	28,4
55	32,6	25,2

Můžeme zde jistě prezentovat výsledky, které nepřímo souvisely se změnami  $VO_2$  max., kdy pro obezitu by bylo charakteristické snížení BMI v důsledku tréninku ( viz. tabulka 12 v kapitole přílohy).

Dále se v průběhu tréninku objevil významný úbytek tukové tkáně, který uvádí tabulka č.13 v kapitole přílohy.





V naší korelační studii jsme tedy pomocí lineární regrese dokázali nepřímou závislost mezi hodnotami  $VO_2$  max. a BMI, kdy se objevovaly s nižším BMI vyšší hodnoty  $VO_2$  max., tj. lepší kardiovaskulární zdatnost, ale predikovat přesnou hodnotu  $VO_2$  max. danému BMI nelze.

Korelační koeficient vyšel v naší studii  $-0,2904$ , což značí nižší nepřímou závislost, neboť významná nepřímá závislost dosahuje hodnot až  $-1$ . V souboru se vícekrát objevovaly vyšší hodnoty  $VO_2$  max. u žen s nižším BMI, proto nám vyšla vzájemná nepřímá závislost těchto proměnných, ale vyskytovalo se zde i několik žen, které měly vyšší hodnoty  $VO_2$  max. než ženy s nižším BMI.

Důležitou roli hraje také velikost souboru, kdy větší soubor jedinců by poskytl daleko přesnější výsledky. Stejně tak, jako kdybychom zvolili náhodně zvolené jedince s výrazně odlišným BMI a odlišným pohlavím. V našem případě byli vybrány pouze obézní ženy.



## VII. Přílohy

### 1. Seznam tabulek

Tabulka 1: Výskyt obezity v Evropě a ČR [Svačina 2003 ] .....	9
Tabulka 2: Spalné teplo živin.....	16
Tabulka 3: Energetický ekvivalent živin .....	16
Tabulka 4: Respirační kvocient.....	17
Tabulka 5: Bazální energetický výdej v závislosti na věku, pohlaví ( kJ /kg/den ).....	19
Tabulka 6: Korekce na míru stresu a katabolismu - stresový faktor ( SF ).....	20
Tabulka 7: Korekce bazální energetické potřeby v závislosti na teplotě .....	20
Tabulka 8: Korekce bazální energetické potřeby v závislosti na fyzické aktivitě .....	20
Tabulka 9: Přehled léčby podle stupně obezity [ Málková 2005, str. 207 ].....	29
Tabulka 10: Průměrné maximální hodnoty spotřeby O <sub>2</sub> a tepového kyslíku .....	35
Tabulka 11: Přehled VO <sub>2</sub> max. v závislosti na věku .....	56
Tabulka 12: Přehled rozdílů BMI – vis.2 = před tréninkem, vis.5 = po tréninku, delta = rozdíl ...	58
Tabulka 13: Přehled množství tukové tkáně ( % FM před a po, delta = rozdíl ).....	59

**Tabulka 12: Přehled rozdílů BMI – vis.2 = před tréninkem, vis.5 = po tréninku, delta = rozdíl**

no	Jméno	BMI (vis.2)	BMI (vis.5)	delta BMI
1	Albertýnová	30,5859375	28,7109375	-1,875
2	Blažková	35,6789684	35,20430363	-0,474664768
3	Cenknerová	30,77409913	30,41810055	-0,355998576
4	Dušejevská	36,8835034	34,61592971	-2,267573696
5	Gunzlová	35,19138846	33,04603109	-2,145357371
6	Hájková	38,30238364	38,43917787	0,136794227
7	Haškovcová	32,76400367	31,03764922	-1,726354454
8	Havlínová	30,7421875	30,5078125	-0,234375
9	Hoftová	30,12048193	28,77776165	-1,342720279
10	Hrubešová	34,81305324	32,03857841	-2,774474832
11	Huková	29,00785256	24,95607587	-4,051776686
12	Jakšová	37,63784862	34,40099364	-3,236854981
13	Kapounová	29,75954551	24,70603779	-5,053507729
14	Klosová	34,0784616	33,55105684	-0,527404763
16	Kunecová	36,97944835	36,40481341	-0,574634938
17	Lucáová	33,18853833	33,41716202	0,228623685
18	Michalcová	35,71300513	35,5695794	-0,143425723
19	Obstává	30,56193308	29,35752192	-1,204411156
20	pernicová	33,92125776	33,75611045	-0,165147311
21	Rusová	30,73454373	29,6269926	-1,107551125
22	Sadová	32,96875	32,890625	-0,078125
23	Srpová	38,37001785	37,18024985	-1,189767995
24	Straková	31,44168962	30,15610652	-1,285583104
25	Tanzerová	30,65846403	29,81341266	-0,845051379



26	Vaisová	33,76326531	33,24081633	-0,52244898
27	Vitíková	37,63784862	36,9227295	-0,715119124
28	Vojtěchová	33,97923875	32,24913495	-1,730103806
29	Vojtová	30,67637877	30,84287201	0,166493236
30	Zákravská	32,59437691	32,02980918	-0,564567729
31	kunštovní	31,2770522	29,13169483	-2,145357371
32	Psotová	31,32587805	29,0687733	-2,25710475
3	Brozová	30,4	30,7	0,3
5	Farková	31,8	27,8	-4
6	Fluxová	33,7	32,7	-1
8	Havelková	34,7	31,7	-3
9	Janusová	38,7	37,2	-1,5
10	Jirkalová	39,7	38,8	-0,9
12	Kassayová	30,8	29,3	-1,5
13	Korhelová	29,5	28,7	-0,8
14	Kortanková	31,5	30,5	-1
15	Kosiková	29,8	28,1	-1,7
16	Krejčová	37,7	35,6	-2,1
17	Krulisová	36,6	32,4	-4,2
18	Kulhanková Anna	33,6	32,3	-1,3
19	Kulhanková Kveta	31,5	30,8	-0,7
20	Loffelmannová	35,2	33,2	-2
21	Maxová	32,9	30,4	-2,5
22	Novotná	31,7	31,4	-0,3
23	Probostová	30,4	29	-1,4
24	Salová	39,9	39,2	-0,7
26	Skalová Hanna	34,7	34,4	-0,3
27	Soukupová	38,4	35,6	-2,8
28	Sibravová	33,9	33,5	-0,4
29	Steglová	31,5	29,7	-1,8
30	Vavrová	32,2	29	-3,2
31	Wolfová	33,3	30,7	-2,6
32	Zenozicková	31	29,4	-1,6

**Tabulka 13: Přehled množství tukové tkáně ( % FM před a po, delta = rozdíl )**

No	Jméno	%FM (vis.2)	%FM (vis.5)	Delta %FM
1	Albertýnová	41	38,1	2,9
2	Blažková	41	43,5	-2,5
3	Cenknerová	39,8	38,5	1,3
4	Dušejevská	46,2	44,1	2,1
5	Gunzlová	46	43,2	2,8
6	Hájková	47,6	48,7	-1,1
7	Haškovcová	40,9	39,3	1,6
8	Havlínová	36,8	35,9	0,9
9	Hořtová	39,9	37,8	2,1



10	Hrubešová	45,1	41,2	3,9
11	Huková	37,2	29,6	7,6
12	Jakšová	47	41	6
13	Kapounová	41,3	32,1	9,2
14	Klosová	41	38,5	2,5
15	Kočová	42,2	40,4	1,8
16	Kunecová	46,3	44,2	2,1
17	Lucáková	37,5	36,1	1,4
18	Michalcová	41,6	40,5	1,1
19	Obstává	37,8	36,1	1,7
20	Pernicová	43,4	43,6	-0,2
21	Rusová	37,4	36,8	0,6
22	Sadová	41,3	39,7	1,6
23	Srpová	46,3	41,6	4,7
24	Straková	42,2	40,1	2,1
25	Tanzerová	41,9	38,6	3,3
26	Vaisová	44,2	42,2	2
27	Vitíková	48,2	45,8	2,4
28	Vojtěchová	38,7	37,4	1,3
29	Vojtová	38,5	38,5	0
30	Zákravská	42,7	42,5	0,2
31	Kunštovní	39,3	34,1	5,2
32	Psotová	41,1	37,6	3,5
1	Belohoubkova	39,3	38,8	0,5
2	Broklova	43,1	33	10,1
3	Brozova	40,2	40,2	0
4	Dzakovova	43,6	40,8	2,8
5	Farkova	39,6	32,3	7,3
6	Fluxova	43,7	41,6	2,1
8	Havelkova	47,9	47,7	0,2
9	Janusova	44,5	43,3	1,2
10	Jirkalova	49,1	49,5	-0,4
11	Karpíškova	44	41,8	2,2
12	Kassayova	41,8	39,7	2,1
13	Korhelova	37,8	36,4	1,4
14	Kortankova	41,7	40,1	1,6
15	Kosikova	36,8	34,2	2,6
16	Krejčova	44,7	44,8	-0,1
17	Krulisova	47,8	43,4	4,4
18	Kulhankova Anna	40,9	39,6	1,3
19	Kulhankova Kveta	41,8	41,8	0
20	Loffelmannova	41	46,2	-5,2
21	Maxova	43,4	39,6	3,8
22	Novotna	43,1	41,6	1,5
23	Probostova	37,3	37,7	-0,4
24	Salova	48,9	45,1	3,8
25	Skalova	37,9	33,4	4,5



	Renata			
26	Skalova Hanna	41,9	41,9	0
27	Soukupova	43,7	40,4	3,3
28	Sibravova	42,9	41,2	1,7
29	Šteflová	44,6	40,7	3,9
30	Vavrova	41,9	39,8	2,1
31	Wolfova	41,7	39,8	1,9
32	Zenozickova	37,2	35,8	1,4
33	Nodlova	41,9	42,2	-0,3

## 2. Seznam obrázků

Obrázek 1: Schéma jednotlivých metabolických drah [ Rokyta 2000 ] .....	13
Obrázek 2: Práce na kyslíkový dluh [ Rokyta 2000 ] .....	15
Obrázek 3: Variabilita metod měření tělesného tuku [ Clark 2000, str. 216 ] .....	23
Obrázek 4: Rozdělení obezity podle BMI [ Málková 2005, str. 14 ] .....	24
Obrázek 5: BMI graf [ Málková 2005, str. 14 ] .....	24
Obrázek 6: Přehled energetického výdeje při různé hodinové aktivitě [ Fořt 2005, str.117] .....	33
Obrázek 7: Zátěžová pásma ve vztahu k tepové frekvenci [ Málková 2005 ] .....	40
Obrázek 8: Lékařská zpráva s výsledky zátěžové diagnostiky u pacienta s podezřením na IM [ Fakultní Thomayerova nemocnice] .....	51

## 3. Grafy

Graf 1: Obezita u mužů a žen v závislosti na věku [ Svačina 2003 ] .....	9
Graf 2: Závislost BMI a VO <sub>2</sub> max. [Excel ] .....	54
Graf 3: Závislost rozdílů BMI a VO <sub>2</sub> max. před tréninkem a po tréninku [SAS] .....	62





## VIII. Informační zdroje

1. [ **BRIFTA 2003** ] - BRIFTA, J., Zdravě jíst, Ikar, Praha 2003
2. [ **BUKOVSKÝ 1998** ] - BUKOVSKÝ, I., Hledá se zdravý člověk, Advent – Orion, Praha 1998
3. [ **CLARK 2000** ] - CLARC, N., Sportovní výživa, Grada Publishing, Praha 2000
4. [ **COLGAN 1997** ] - COLGAN, M., Nová výživa, California Fitness Bohemia, Praha 1997
5. [ **COOPER 1986** ] - COOPER, H., K., Aerobní program pro aktivní zdraví, Šport, Bratislava 1986
6. [ **DVOŘÁK 1996** ] - DVOŘÁK., R., Základy kinezioterapie, Univerzita Palackého v Olomouci 1996
7. [ **FEITOVÁ 1987** ] - FEITOVÁ, S., Tělesná zátěž, Avicenum, Praha 1987
8. [ **FOŘT 2001** ] - FOŘT, P., Obezitě odzvoněno, Ikar, Praha 2001
9. [ **FOŘT 2002** ] - FOŘT, P., Sport a správná výživa, Euromedia Group, Praha 2002
10. [ **FOŘT 2004** ] - FOŘT, P., Stop dětské obezitě, Euromedia Group, Praha 2004
11. [ **FOŘT 2005** ] - FOŘT, P., Výživa pro dokonalou kondici a zdraví, Grada Publishing, Praha 2005
12. [ **FOŘT 1999** ] - FOŘT, P., Zdravá výživa nejen pro ženy, Pragma, Praha 1999
13. [ **FRIED 2005** ] - FRIED, M., Moderní metody chirurgické léčby obezity, Grada Publishing, Praha 2005
14. [ **HAINER, KUNEŠOVÁ 1997** ] - HAINER, V., KUNEŠOVÁ, M., Obezita – Etiopatogeneze, diagnostika, terapie, Galén, Praha 1997
15. [ **HAINER, KUNEŠOVÁ 2000** ] - HAINER, V., KUNEŠOVÁ, M., Obezita: Symposium WHO. Doporučené standardní postupy. Novinky v léčbě., Panax, Praha 2000
16. [ **HAINER, KUNEŠOVÁ 1998** ] - HAINER, V., KUNEŠOVÁ, M., Doporučený standardní postup při léčbě obezity v dospělosti, DMEV , Praha 1998
17. [ **HAINER 2003** ] - HAINER, V., Obezita, 2. vydání, Triton, Praha 2003
18. [ **HAINER 1996** ] - HAINER, V., Tajemství ideální váhy , Vydání první, Grada Publishing, Praha 1996
19. [ **HAINER 2004** ] - HAINER, V. a kolektiv, Základy klinické obezitologie - 1.vydání, Grada Publishing, Praha 2004
20. [ **JIRKA 1990** ] - JIRKA, Z., Regenerace a sport, Olympia, Praha 1990



21. [ **KUČERA 1991** ] - KUČERA, M. Kapitoly z tělovýchovného lékařství, Univerzita Karlova, Praha 1991
22. [ **KUČERA 1996** ] - KUČERA, M., Pohyb v prevenci a terapii, Karolinum, Praha 1996
23. [ **KUČERA, DYLEVSKÝ** ] - KUČERA, M., DYLEVSKÝ, I., Pohybový systém a zátěž, Grada Publishing, Praha 1997
24. [ **KUNOVÁ 2004** ] - KUNOVÁ, V., Zdravá výživa, Grada, Praha 2004
25. [ **MÁLKOVÁ 1992** ] - MÁLKOVÁ, I., Jak hubnout pomalu, ale jistě, Avicenum, Praha 1992
26. [ **MÁLKOVÁ 2002** ] - MÁLKOVÁ, I., Obezita je realita aneb Hubneme s rozumem, Radioservis, Praha 2002
27. [ **MÁLKOVÁ 2005** ] - **MÁLKOVÁ, I., Hubneme s rozumem I., Smart Press, Vydání první, Praha 2005**
28. [ **MUSIL 2002** ] - MUSIL, D., Klinická výživa a metabolická péče, Univerzita Palackého v Olomouci 2002
29. [ **NEČAS 2004** ] - NEČAS, E. a spol., Patologická fyziologie orgánových systémů, část.I. Karolinum, Praha 2004
30. [ **NEČAS 2004** ] - NEČAS, E. a spol., Patologická fyziologie orgánových systémů, část.II. Karolinum, Praha 2004
31. [ **PRÁŠKO 2006** ] - PRÁŠKO, J. a kolektiv autorů, Chronická únava, Portál, Praha 2006
32. [ **RATH 1988** ] - RATH, R., Patogeneze a terapie obezity, Avicenum, Praha 1988
33. [ **ROKYTA 2000** ] Rokyta, R. a kol., Fyziologie pro bakalářská studia, ISV nakladatelství, 2000
34. [ **SCHREIBER 1985** ] - SCHREIBER a kolektiv autorů, Stres, Avicenum, Praha 1985
35. [ **SVAČINA, BRETŠNAJDROVÁ 2003** ] - SVAČINA, Š., BRETŠNAJDROVÁ, A., Cukrovka a obezita, Maxdorf, Praha 2003
36. [ **SVAČINA 2000** ] - SVAČINA, Š., Metabolická onemocnění v 3. tisíciletí, Evolving Studio, Praha 2003
37. [ **SVAČINA 2003** ] - SVAČINA, Š., Metabolický syndrom, Triton, Praha 2003
38. [ **SVAČINA 2002** ] - SVAČINA, Š., Obezita, diabetes 2. typu a jejich kvantitativní vztahy, Karolinum, Praha 2002
39. [ **SVAČINA 2002** ] - SVAČINA, Š., Obezita a psychofarmaka, Triton, Praha 2002
40. [ **SVAČINOVÁ** ] - SVAČINOVÁ, H., Role pohybové léčby a tělesné zdatnosti v prevenci a léčbě metabolického syndromu, Karolinum, Praha 2005
41. [ **PLACHETA 1992** ] - PLACHETA, Z. a kolektiv, Zátěžová a funkční diagnostika a preskripce pohybové léčby ve vnitřním lékařství, Masarykova Univerzita, Brno 1992





42. [ **ZITTLAU 2006** ] - ZITTLAU, J., Jak se léčit vhodnou stravou, Computer Press, Brno 2006
43. [ **ZADÁK 2002** ] - ZADÁK, Z., Výživa v intenzivní péči, Grada Publishing, Praha 2002



## IX. Souhrn

Ve své bakalářské práci se zabývám celosvětově aktuální problematikou obezity, o které pojednávám v úvodu svým vlastním pohledem a uvádím mnou předpokládanou souvislost obezity s fyzickou aktivitou člověka, fyzickou zdatností jedince a porovnávám vliv obezity na životní kvalitu člověka a naopak životní styl současné populace na obezitu.

Ve druhé kapitole se rozsáhlá část práce zabývá teoretickými poznatky o obezitě od vysvětlení základních pojmů, etiopatogenezi a výskytem obezity ve světě a u nás, hlavními zdravotními riziky obezity přes výživová doporučení až samotnou léčbou obezity.

Další, v pořadí třetí kapitola pojednává o pohybové aktivitě, fyzické zdatnosti, vztahu fyzické aktivity a obezity, reakce a adaptace organismu na fyzickou zátěž, důsledky hypokineze a v neposlední řadě i o nových trendech pohybové aktivity.

Pro pochopení zátěžových testů je zařazena další kapitola, vysvětlující metodiku zátěžových testů a jejich hodnocení.

Po této teoretické části přistupuje část týkající se vlastní studie, obsahující hypotézu, kdy bylo hlavním cílem prokázat závislost mezi stupněm obezity a fyzickou zdatností, přesněji přítomnost nižší fyzické zdatnosti u obézních pacientů. Uvedla jsem charakteristiku testovaného souboru, zpracovaná data studie a závislost sledovaných parametrů, kterými byly hodnoty  $VO_2$  max. a BMI.

Poslední částí práce je závěr hodnotící námi prokázanou závislost mezi sledovanými hodnotami a diskuze hodnotící výsledky a uvádějící příčiny, které mohly ovlivnit kvalitu výsledků.