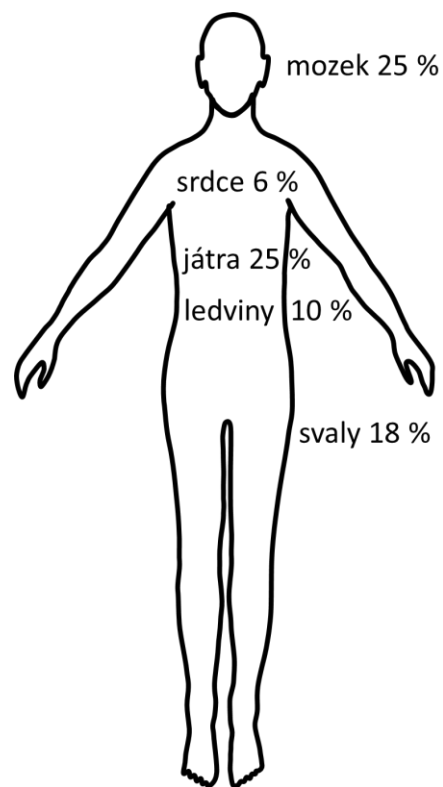


# Teoretická část

## Stanovení energetického výdeje nepřímou kalorimetrií a výpočtem

Všechny děje spjaté se životem a jeho projevy jsou vázány na energii. Množství ATP v kilogramech, které náš organismus vytvoří a spotřebuje za jeden den se rovná hmotnosti našeho těla. Měření výdeje (spotřeby) energie se využívá k řešení různých klinických stavů, kdy je potřebné znát tuto hodnotu k optimálnímu nastavení nutriční podpory. Energetický výdej organismu a tedy i potřeba příjmu kalorií se zvyšuje právě v průběhu onemocnění, pooperačních stavů, ale i při podvýživě. Snižovat naopak musíme příjem potravy u obézních lidí, kterým hrozí při přetrvávající obezitě rizika jako vysoký krevní tlak, infarkt srdce, diabetes mellitus (cukrovka), která je s obezitou často spojená nebo selhání ledvin. Diabetes je mimo jiné jednou z hlavních příčin slepoty v průmyslových zemích. Proto se terapie obezity nemůže brát na lehkou váhu. Neméně významná je i oblast nutričního poradenství u sportovců pro dosažení optimálního výkonu s ohledem na individuální rozdíly sportovce i druh zátěže. Znalost energetického výdeje je v neposlední řadě důležitá i pro každého z nás v zájmu udržení vyvážené energetické bilance (příjmu a výdeje energie) a tím podpory našeho zdraví. Abychom mohli pochopit, co všechno souvisí s měřením energetického výdeje organismu za 1 den nebo průběžně během dne, musíme si vysvětlit pojmy, jako jsou bazální, klidový a aktuální energetický výdej.



Obrázek 1: Podíl různých orgánů na bazálním metabolismu

### Bazální energetický výdej (BEE)

BEE je množství energie, kterou lidský organismus spotřebuje na základní děje nutné k životu. Můžeme si pod tím představit tepání srdce, základní metabolismus živin, dýchání, udržování stálé teploty jádra, klidového tonu svalů nebo činnost centrální nervové soustavy, která musí neustále dohlížet na udržování stálosti vnitřního prostředí. Těch činností je přirozeně mnohem víc. V mikrosvětě organismu je to především udržování klidového membránového napětí každé buňky. Bazální metabolismus představuje cca 50-70% celkové energie, kterou naše tělo spotřebuje za jeden den a tvoří tak denní minimum energie, které musíme přijmout v podobě potravy. Bazální metabolický výdej je definován jako energie spotřebovaná za jednotku času u ležící osoby za fyzické a psychické pohody, v termoneutrálním prostředí (22-26°C), minimálně po 12 hodinách hladovění a bez vlivu stimulačních látek, jako čaj, kávé, určité léky, atd. Tyto podmínky proto nejsou velmi vhodné

pro měření u hospitalizovaných pacientů. BEE ale můžeme jednak přibližně odhadnout měřením tzv. klidového energetického výdeje pomocí nepřímé kalorimetrie nebo ho odhadnout výpočtem, například na základě Harrisovy a Benedictovy rovnice.

## Klidový energetický výdej

Klidový energetický výdej je tedy přibližná BEE hodnota, měřená v nemocničních podmínkách za dodržení následujících omezení:

- Měření v ranních hodinách na lůžku, předtím jak se vyšetřovaná osoba ještě z lůžka postaví, přičemž osoba musí být v bdělém stavu
- psychická pohoda
- termoneutrální prostředí (zamezení ztrátám energie termoregulací)
- před snídaní (zabránění zvýšenému výdeji energie na trávení živin a pohyby hladké svaloviny v gastrointestinálním traktu), snížené množství bílkovin v posledním jídle (mají nejvyšší specifický dynamický účinek, čili zvýšení energetického výdeje na trávení, vstřebávání a metabolismus dané živiny)

## Aktuální energetický výdej (AEE)

AEE je energie, kterou organismus potřebuje k zajištění aktuálních energetických požadavků. Při stání je to zejména energie nutná na udržení vzpřímeného postoje, který zabezpečují antigravitační svaly. Po fyzické činnosti jsou tady zvýšené požadavky zejména srdce a plic, které ještě naplno pracují, aby ustálily vychýlenou rovnováhu organismu vzniklou při námaze. Navíc se tělo snaží zbavit zvýšené teploty jádra pocením a to vyžaduje rovněž energii. Hodnotu AEE lze vypočítat i vzorcem, který je uveden v protokolu. Další možností je výpočet na základě součtu všech komponent denní spotřeby energie, který je uveden v praktiku - Jídelníček.

## Kalorimetrie

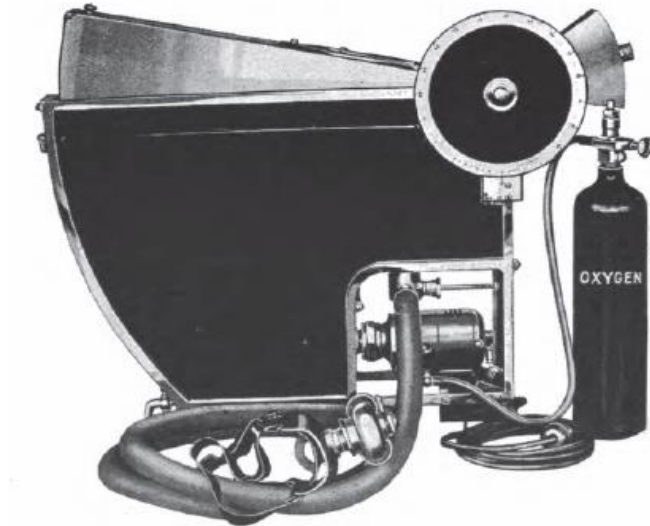
### Přímá kalorimetrie

Spotřebu energie lze ještě měřit přímou kalorimetrií, která spočívá v tom, že veškeré metabolické děje jsou provázeny i tvorbou tepla. Měření tepelného výdeje je pak v přímém vztahu k aktuální produkci energie organismem. Tato metoda je však velmi náročná na technické provedení a až na výjimky se prakticky dnes nevyužívá.

### Nepřímá kalorimetrie

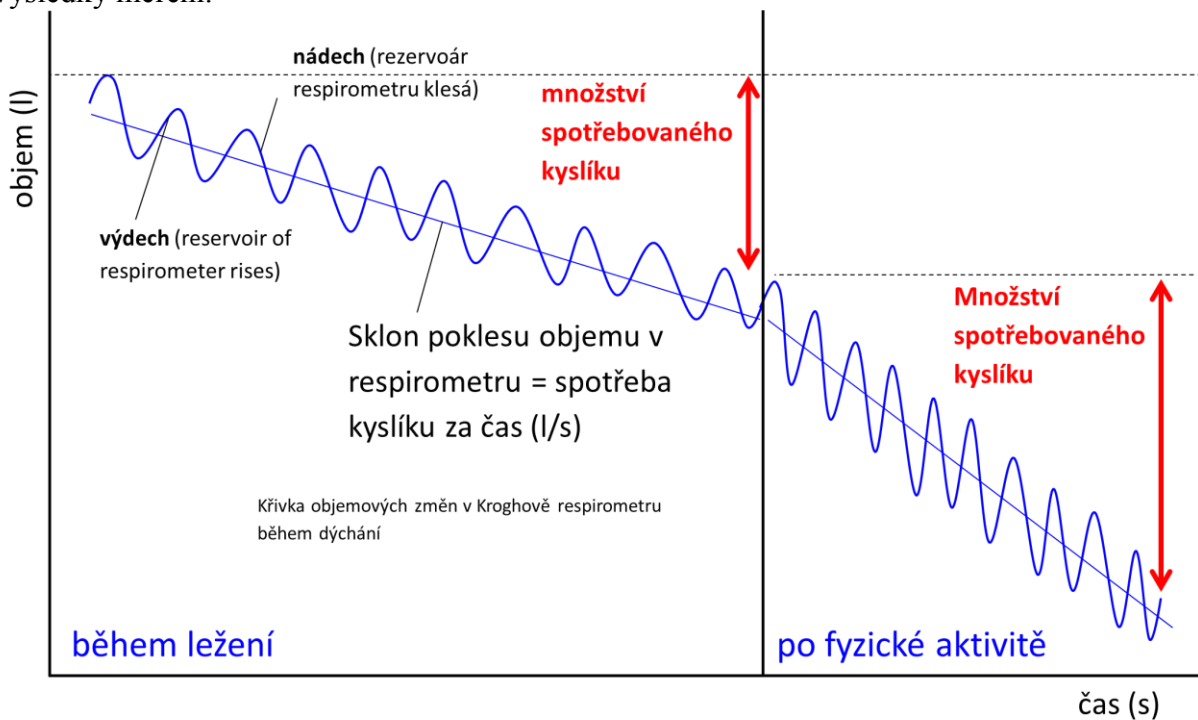
Nepřímá kalorimetrie vychází z předpokladu, že spotřeba kyslíku je v určitém vztahu ke spotřebě energie v organismu. Buňky dýchají a spalují u toho kyslík. Tím vyrábějí a následně spotřebovávají již vyrobenou energii (ve formě ATP) na vykonávání různých funkcí. Abychom mohli vypočítat energetický výdej dané osoby, musíme znát hodnotu tzv. **energetického ekvivalentu kyslíku (EE)**. Pro jednoduchost využijeme EE pro smíšenou potravu, který je 20,19 KJ/litr O<sub>2</sub> (každý živina má svůj vlastní EE, ale předpokládáme, že náš jídelníček se skládá ze smíšené potravy). To znamená, že při spotřebě 1 litru O<sub>2</sub> vznikne a následně se spálí v organismu 20,19 KJ energie (Energie se spaluje průběžně, jelikož je ATP nestabilní sloučenina a nemůžeme si ji uskladnit). Pokud tedy zjistíme množství O<sub>2</sub>, které se spotřebovalo, zjistíme tím i energetický výdej. Pro spotřebu O<sub>2</sub> použijeme Kroghův

respirometr. Je to přístroj s uzavřeným okruhem, což znamená, že z jeho zásobníku vzduch vdechujeme a opět do něho vydechujeme. V zásobníku je kyslík, který se postupně spotřebovává, jak dýcháme a tím zásobník, který je obklopen vodou klesá níž a níž. Křivka změny objemu při nádechu a výdechu teda postupně klesá a míra poklesu nám značí objem spotřebovaného kyslíku (viz obrázek 2).



Obrázek 2: Kroghův respirometr naplněný kyslíkem

CO<sub>2</sub> ve vydechovaném vzduchu je absorbováno natronovým vápnem (sloučenina obsahující hydroxid sodný a vápenatý). Jinak by se CO<sub>2</sub> ve vzduchu hromadilo (jelikož je to uzavřený systém) a způsobilo hyperkapnii (tj. zvýšený parciální tlak CO<sub>2</sub> v krvi). Hyperkapnie by potom přes stimulaci respiračního centra, které se nachází v mozkovém kmeni, způsobila hyperventilaci (rychlejší frekvenci a hloubku dýchání), což by nám negativně ovlivnilo výsledky měření.



# Teoretická část

## Sestavení jídelního lístku

### Zásady správné výživy

Znát zásady zdravé výživy je důležité pro každého člověka, jelikož jejich dodržování s sebou přináší značný prvek prevence různých onemocnění. Dostupné jsou různé diety a doporučení týkající se zdravého životního stylu a do této oblasti přináší hodně zmatku i komerční sféra, přičemž peníze se stávají důležitější jako zdraví jednotlivce. Z těchto důvodů je potřebné se v nutriční problematice orientovat. Optimální výživa je významnou součástí zdravého životního stylu, který téměř z 60% určuje náš celkový zdravotní stav. Zejména důležitá je oblast stravování pro skupiny lidí, které se od běžného dospělého člověka liší nějakým aspektem fungování jejich organismu. Příkladem jsou děti, u kterých je potřeba hlídat, kolik (dostatek kalorií za den) a co sní (složení a typy jednotlivých potravin), zásadní pro jejich správný růst, vývoj a fungování orgánů a vůbec celého organismu. Opomenout nemůžeme ani těhotné ženy, kterých chutě a potřeby se během těhotenství výrazně mění a též vrcholové sportovce, kterých organismus je zatěžován místy až extrémním způsobem.

### Výživa a nemoc

I při terapii určitých onemocnění musíme často respektovat konkrétní nutriční doporučení, které vychází z poznatků patogeneze daného onemocnění – tedy mechanismů vedoucích k rozvoji chorobného procesu. Příkladem může být nízkobílkovinná dieta a omezení příjmu vody u lidí se selháváním jater (např. u alkoholové cirhózy – bílkoviny jsou ve střevě rozkládány bakteriemi, které pak produkují amoniak. Ten je následně nedostatečně odbouráván játry a může působit toxicky na CNS. Zároveň nízká produkce bílkovin játry a zvýšený tlak v portálním řečišti kvůli jizvení jater mohou vznikat vážné otoky, zejména v oblasti břicha (portální žíla odvádí krev ze sleziny a gastrointestinálního traktu do jater). To vysvětluje omezení příjmu vody. Dalším příkladem by mohla být dieta s druhými večeřemi u diabetiků, který si musí píchat inzulín. Existuje u nich totiž riziko, že inzulín přes noc sníží hladinu cukru (tzv. hypoglykémie). Diabetikům druhého typu (ti, co si ze začátku inzulín píchat nemusí) se doporučuje redukční dieta a zvýšení fyzické aktivity. Se snížením nadváhy se často upraví i rezistence tkání na inzulin (inzulin je pankreatem produkován, ale cílové buňky na něj nereagují dostatečně citlivě), která je u nich přítomná. Všechna tahle doporučení musí být přirozeně schválena lékařem, který o daného pacienta pečuje.

### Alergie

V souvislosti s potravinami ale musíme zmínit jedno onemocnění, které je velmi časté a jeho výskyt roste. Je to alergie. Alergická reakce je vlastně „zblázněná“, příliš silná reakce imunitního systému vůči určitým látkám, které nazýváme alergeny. Potravinové alergie představují velmi významný zdroj alergenů. Potravinová alergie se může manifestovat jak střevními potížemi (průjmy a plynatost), tak i kožními nebo dýchacími. Při nejasných příčinách vzniku alergií si můžeme začít po určitou dobu (1-2 týdnů) zapisovat co nejpřesněji složení jídelníčku. Vztah mezi výskytem zdravotních potíží a projevů onemocnění ve vztahu ke

složení stravy tak mnohdy bývá klíčem k určení konkrétního alergenu. Ten potom můžeme zkusit odstranit z našeho jídelníčku a uvidíme, jestli se náš stav upraví, resp. se alergické projevy víc neobjeví.

### Nejčastější alergený:



další: semena (např. sezamová), koření (např. mustard, česnek, koriandr), zelenina (celer), maso – v podstatě alergenem může být vše

## Výživová doporučení

Podíváme-li se na doporučení (viz dole) a tabulky vhodných poměrů a dávek jednotlivých živin (viz protokol), většina z nás asi bude konstatovat, že se nic významně nového nedozvěděla. Ve chvíli, kdy si zrekonstruujeme jídelníček včerejšího dne a porovnáme tak skutečnost s optimem, se může snadno stát, že budeme překvapeni chybami v našem stravování, mnohem víc než bychom byli ochotni před tímto praktickým cvičením připustit. Na to ale musíme dostatečně dobře zanalyzovat všechny komponenty našeho jídelníčku, včetně obsahu vitaminů a stopových prvků.

Důležité je si uvědomit, že samotné dodržení poměrů základních živin ještě neznamená, že se do organismu dostává substrát v optimálních složení a vstřebatelné formě. U sacharidů by měly převažovat polysacharidy nad monosacharidy a u tuků je důležitá otázka optimálního zastoupení jednotlivých mastných kyselin, zejména nenasycených jako omega 3 nebo omega 6 (tzv. n-3 nebo n-6 PUFA), které jsou pro nás esenciální, protože si je naše tělo nedovede samo vytvořit. Z polysacharidů je ještě velmi důležitý dostatečný přísun tzv. vlákniny. Je to směs polysacharidů, které se ale enzymy našeho trávicího ústrojí nedají rozložit, a protože táhnou vodu, změkčují a zvětšují tak objem stolice a podporují peristaltiku střev. Jsou proto důležité pro prevenci zácpy. Vlákna je důležitá i pro prevenci vzniku hemeroidů (rozšířených žil v konečníku) a divertikul (střevních výchlípek). Můžou totiž vznikat zvýšeným tlakem ve střevě, který je důsledkem peristaltických pohybů snažících se posunout tuhou tráveninu směrem ke konečníku. Navíc může při defekaci tvrdé stolice dojít k poranění sliznice a vzniku bolestivých trhlin.

## Doporučení pro racionální stravování

- pestrá a vyvážená strava
- adekvátní příjem potravin bohatých na vlákninu, vitaminy a minerály jako je čerstvá zelenina, ovoce (optimálně 5 krát denně) a luštěniny
- pít neslazené stolní vody a ředěné ovocné šťávy (prevence kazu a nadváhy)
- preferovat tmavý chléb a celozrnné pečivo před bílým (obsahuje víc některých důležitých minerálů a vitaminů a hlavně vlákniny)
- omezit:
  - tučná a sladká jídla jako čokoláda, cukroví, tučné maso (prevence zubního kazu a nadváhy)
  - jídla z konzerv, uzeniny, smažené jídla (obsahují karcinogeny)
  - omezit spotřebu masa – zejména červeného (vepřové, hovězí) na 150-200g/týden
- červené maso nahradit drůbežím (červené maso je asociováno se zvýšeným rizikem některých typů rakoviny)
- zvýšit konzumaci ryb (alespoň 2 krát týdně) (obsahují nenasycené mastné kyseliny jako omega-3 a vitamin D)
- omezit příjem soli (slané oříšky, hranolky a chipsy) (prevence vysokého krevního tlaku)
- alkohol jen příležitostně a střídavě (prevence různých onemocnění, jako rakovina anebo úrazů/nehod)
- zvýšit počet dávek jídel (čím víc kalorií je nutno přijmout, tím rozdělit na víc dávek za den)
- udržovat přiměřenou tělesnou hmotnost a pravidelnou tělesnou zátěž (nejméně 1 hodina denně) (příjem a výdej energie by měl být v rovnováze)

Doporučené dávky pro dospělé na 1 den najdete v protokolu.



# Teoretická část

## Hodnocení stavu výživy

I v dnešní vyspělé společnosti se ve velkém procentu setkáváme s poruchami stavu výživy a to v obou směrech – podvýživou (inanici až kachexií) i výrazně zvýšenou hmotností (nadváhou až obezitou). Tendence výskytu těchto onemocnění dokonce stoupá. Obě krajnosti mají své klinické následky – jak tělesné (endokrinní – např. snížená plodnost, kardiovaskulární, imunitní, pohybové a jiné poruchy) tak i psychické (pocit méněcennosti, deprese). Pokud zůstanou neřešené, mohou vést i k těžkým komplikacím a k předčasnému úmrtí.

Pro hodnocení stavu výživy se nejčastěji udává tělesná hmotnost. Tato hodnota má ale výpovědní hodnotu značně variabilní, protože neobsahuje informaci o výšce, rozložení tuku (množství tuku podkožního (např. tuk na prsou, hýždích, stehnech) versus viscerální tuk nebo tuk v břišní oblasti, které zvyšují riziko vzniku kardiovaskulárních onemocnění) ani o množství svalové hmoty. Tyto nedostatky se snaží nahradit další pomocné měřené veličiny – jako tělesná výška, obvod pasu/boků a nejrůznější od nich odvozené indexy.

Více hodnot, které popisují aktuální stav výživy, dokáží přesněji odlišit některé fyziologické odchylky (způsobené např. vlivem hormonů) od již patologických. Dále dokáží rozlišit odchylky v tělesné konstituci organismu mezi mužem a ženou (způsobené vlivem pohlavních hormonů). Pro klinickou praxi má velký význam určení i dalších parametrů hodnocení stavu výživy, z nichž bychom na prvním místě měli jmenovat výpočet aktivní svalové hmoty a měření tloušťky kožní řasy. Tyto hodnoty lze zjišťovat v závislosti na vybavení pracoviště nejrůznějšími způsoby (diluční metody, spektrometrie, počítačová tomografie). Jsou ale velmi náročné na vybavení a mohou být nahrazeny v každodenní praxi metodami jednoduššími, které jsou pro běžnou klinickou praxi dostačující (kaliperem měřená kožní řasa (Obrázek 1), krejčovský metr pro stanovení obvodu končetiny nebo měření zastoupení tuku bioimpedanční metodou).



Obrázek 1: Měření tloušťky kožní řasy kaliperem

### Princip bioelektrické impedanční metody

Přístroje využívají metodu BIA (bioelektrická analýza impedance). Základem této metody je průchod velmi slabého střídavého (5 V, 25 kHz) elektrického proudu naším tělem. Proud volně prochází tekutinami ve svalové tkáni, ale při prostupu tukovou tkání se setkává s jejím odporem (bioelektrickou impedancí), protože tukové tkáně mají velmi nízkou až nulovou vodivost. Tímto způsobem lze určit množství tukové tkáně v poměru ke tkáním ostatním, které obsahují víc vody. Měření touto metodou je ale závislé na množství vody v netukových tkáních – tzn. na stavu hydratace organismu. Čím víc je tekutiny v těle vyšetřované osoby, tím víc se bude zdát, že má méně tuku, i když tomu tak v realitě není a naopak. Proto může docházet ke kolísání změřených hodnot ze dne na den při nedodržení standardních podmínek měření (hned po jídle, po koupeli, po zvýšené konzumaci alkoholu) nebo u osob ztrácejících tekutiny v důsledku onemocnění (průjem, zvracení, horečka s pocením), po zvýšené tělesné

námaze (pocení) či dokonce u žen v době menstruace. Přístroje v praxi jsou dvou typů – ruční, který měří impedanci zejména v horní polovině těla a impedanční váha, která měří v dolní polovině těla (obrázek 2). Výsledky se tak mohou lišit kvůli různé distribuci tělesného tuku.



Obrázek 2: Bioimpedanční váha a ruční přístroj na měření biomimpedance

## Metabolický syndrom

Z klinických pojmů je tady důležité zmínit tzv. metabolický (Reavenův) syndrom. Pojem syndrom znamená více symptomů (subjektivních potíží), znaků (objektivních nálezů), či biochemických odchylek, které se vyskytnou společně a jsou charakteristická pro určité onemocnění. U metabolického syndromu jsou to:

- hyperglykémie na lačno (zvýšená hladina glukózy v krvi) – může, ale nemusí ještě znamenat cukrovku
- arteriální hypertenze (vysoký krevní tlak)
- dyslipidémie (vysoké hladiny celkového cholesterolu a/nebo triacylglycerolu v krvi) a
- abdominální obezita (měřena obvodem pasu)



hypertenze



abdominální obezita



dyslipidémie

## METABOLICKÝ SYNDROM



hyperglykémie (inzulinorezistence)

Kombinací těchto odchylek se zvyšuje riziko vzniku a rozvoje aterosklerózy (tukových a vazivových plátů) tepen a následných komplikací, jako je např. infarkt srdce nebo

mozková mrtvice. Řešení obezity je klíčové pro terapii metabolického syndromu, jelikož obezita má vztah nejen k inzulínové resistenci (a tím způsobuje hyperglykémii), ale i k arteriální hypertenzi (zejména přes aktivaci sympatiku). U pacientů s metabolickým syndromem se proto snažíme docílit snížení hmotnosti a motivovat je k cvičení a pohybu.