

**UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE**  
**FARMACEUTICKÁ FAKULTA V HRADCI KRÁLOVÉ**  
**KATEDRA BIOLOGICKÝCH A LÉKAŘSKÝCH VĚD**



## **RIGORÓZNÍ PRÁCE**

### **Utilizace nutričních substrátů u kriticky nemocných pacientů na ventilátoru**

**Vedoucí diplomové práce: Doc. PharmDr. Miloslav Hronek, Ph.D.**

**HRADEC KRÁLOVÉ, 2016**

**Mgr. Gabriela Valentová**

Chtěla bych poděkovat svému školiteli Doc. PharmDr. Miloslavu Hronkovi za pomoc při vyšetřování pacientů, za cenné konzultace výsledků, za odborné rady a trpělivost při psaní rigorózní práce. Dále bych chtěla poděkovat MUDr. Eduardu Havlovi a jeho oddělení na JIP ve Fakultní nemocnici v Hradci Králové za ochotu a pomoc při vyšetřování pacientů a sběru dat.

Prohlašuji, že jsem práci vypracovala samostatně a nebyla použita k získání stejného nebo jiného titulu. Všechny zdroje jsou řádně ocitovány a uvedeny v přehledu literatury.

V Hradci Králové dne

Mgr. Gabriela Valentová

# OBSAH

<b>OBSAH</b> .....	<b>1</b>
<b>1 Úvod</b> .....	<b>3</b>
<b>2 Cíl studie</b> .....	<b>4</b>
<b>TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>5</b>
<b>3 Polytrauma</b> .....	<b>5</b>
3.1 Definice .....	5
3.2 Patofyziologie polytraumatu .....	5
3.3 Injury Severity Score .....	5
<b>4 Metabolismus u kriticky nemocných pacientů</b> .....	<b>6</b>
4.1 Metabolická reakce na kritický stav .....	6
4.1.1 Ebb fáze (hypometabolizmus) .....	7
4.1.2 Flow fáze (hypermetabolizmus) .....	8
<b>5 Malnutrice</b> .....	<b>9</b>
<b>6 Výživa kriticky nemocných pacientů</b> .....	<b>10</b>
6.1 Enterální výživa .....	10
6.2 Parenterální výživa .....	10
6.3 Indikace a směrnice pro enterální a parenterální výživu .....	11
6.4 Jednotlivé složky výživy .....	12
6.4.1 Sacharidy .....	12
6.4.2 Lipidy .....	13
6.4.3 Proteiny .....	14
<b>7 Energetická potřeba a její stanovení</b> .....	<b>16</b>
7.1 Energetická potřeba .....	16
7.1.1 Bazální energetický výdej (BEE) .....	17
7.1.2 Klidová energetická potřeba (REE) .....	17
7.1.3 Predikční rovnice .....	18
7.2 Indirektní kalorimetrie .....	19
7.2.1 Princip indirektní kalorimetrie u pacientů na ventilátoru .....	20
7.2.2 Utilizace jednotlivých substrátů .....	22

<b>EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST .....</b>	<b>26</b>
<b>8 Charakteristika studie .....</b>	<b>26</b>
<b>9 Metody .....</b>	<b>29</b>
9.1 Kalorimetrické vyšetření .....	29
9.2 Sběr dat .....	29
9.3 Statistické zpracování.....	29
<b>10 Výsledky.....</b>	<b>30</b>
10.1 Dávkovací schéma výživy .....	30
10.2 Příjem energie.....	30
10.3 Utilizace .....	31
10.4 Bilance.....	32
<b>11 Diskuse .....</b>	<b>55</b>
<b>12 Závěr .....</b>	<b>58</b>
<b>13 Abstrakt (český) .....</b>	<b>59</b>
<b>14 Abstract (English) .....</b>	<b>60</b>
<b>16 Seznam tabulek .....</b>	<b>62</b>
<b>16 Seznam obrázků .....</b>	<b>63</b>
<b>17 Seznam rovnic .....</b>	<b>64</b>
<b>18 Použité zkratky.....</b>	<b>65</b>
<b>19 Použitá literatura .....</b>	<b>67</b>

# 1 Úvod

V uplynulých desetiletích výrazně vzrostl význam umělé výživy u hospitalizovaných pacientů a to především u kriticky nemocných pacientů na jednotce intenzivní péče. U těchto pacientů dochází ke stavu katabolického stresu a u pacientů je vyvolána systematická zánětlivá reakce, která může být příčinou disfunkce vícero orgánů, prodloužené doby nezbytné hospitalizace a zvýšené mortality. Dnes se již klade větší důraz na správné podávání nutričních substrátů k udržení homeostázy. (McClave et al., 2009)

Během polytraumatu dochází ke zvýšenému katabolizmu proteinů, což vede k výrazné ztrátě svalové hmoty. Výrazný úbytek svalstva může značně ovlivnit prognózu pacienta. Dochází k postihnutí samotné svalové funkce a to brzdí například odpojení pacienta od mechanické ventilace a zotavení dýchacího a dalšího svalstva. Dochází také ke zvýšenému riziku propuknutí nozokomiální infekce, jako je například pneumonie. (Weijs, Cynober, et al., 2014)

Kriticky nemocní pacienti vykazují výrazně odlišný metabolismus v porovnání se zdravými jedinci. Prochází počáteční hypometabolickou fází, která později přechází ve fázi hypermetabolickou. Je žádoucí podávat těmto pacientům výživu, která bude odrážet tyto změny metabolismu a bude dostatečně pokrývat individuální potřeby každého pacienta, aby se snížilo riziko zmíněných komplikací a zlepšila se prognóza pacienta.

Studie Weijs et al. došla k závěru, že pouze 25 % pacientů by dosáhlo optimálního pokrytí nutričních potřeb, kdyby byla pro všechny pacienty výživa složena podle stejné, obecné predikční rovnice. (Weijs et al., 2012) Studie Giner et al. poukazuje na fakt, že i přes stále se zlepšující lékařskou i postoperační péči je až u 43 % kriticky nemocných pacientů riziko malnutrice. (Giner et al., 1996)

Kalorimetrické vyšetření nám umožňuje získat přesné momentální nutriční potřeby pacienta a proto je preferovanou metodou používanou k preskripci složení jak parenterální tak enterální výživy u pacientů.

## **2 Cíl studie**

Predikce potřeby nutričních potřeb polytraumatických pacientů je často nepřesná a podávaná výživa ne vždy pokrývá momentální potřeby pacientova metabolismu. Cílem této studie bylo porovnat podávanou výživu kriticky nemocným pacientům na mechanickém ventilátoru z chirurgické JIP Fakultní nemocnice v Hradci Králové s jejich výsledky z kalorimetrického vyšetření. Získané bilance mezi podávanou nutriční podporou a aktuální energetickou potřebou pacienta nám umožní vyhodnotit individuální potřebu nutriční podpory u polytraumatizovaného pacienta.

## **Teoretická část**

### **3 Polytrauma**

#### **3.1 Definice**

O polytraumatu mluvíme u kriticky nemocných pacientů se závažným poraněním na dvou a více částech těla. U těchto pacientů se vyskytuje traumatický šok, hemoragická hypotenze a ohrožení jedné a více vitálních funkcí organismu. Tato poranění jsou pro pacienta život ohrožující. (Kroupa, 1990) Termín polytrauma jinak nemá obecně přijatou definici, jak potvrzuje studie Butchera a Balogha. (Butcher et Balogh, 2012) V klinických studiích a v praxi se běžně používá hranice anatomického bodovacího systému ISS, viz níže.

#### **3.2 Patofyziologie polytraumatu**

Mnohočetná poranění vyústí v komplexní patofyziologické a imunologické reakce. Primární reakce jako je hypoxie, hypotenze, orgánová zranění, fraktury stejně tak jako sekundární reakce, například ischemie, reperfusní zranění, infekce, operativní zákroky, indukují obrannou reakci. Ta je charakterizována lokálním a systematickým uvolněním prozánětlivých cytokinů, metabolitů kyseliny arachidonové, proteinů kontaktní fáze a koagulačních systémů, komplementových faktorů a proteinů akutní fáze a hormonálních mediátorů. Takto lze definovat systémovou zánětlivou reakci organismu. Zároveň však tělo produkuje protizánětlivé mediátory a nerovnováha mezi těmito reakcemi způsobuje orgánové disfunkce a zvýšené riziko infekcí.

Endoteliální poškození buněk, akumulace leukocytů, intravaskulární koagulace a porušení mikrocirkulace vedou k apoptóze a nekróze parenchymálních buněk. To může vést k syndromu multiorgánové dysfunkce nebo mnohoorgánovému selhání. (Keel et Trentz, 2005)

#### **3.3 Injury Severity Score**

Nejrozsáhlejším skórovacím systémem, kterým lze určit rozsah traumatu je ISS (Injury Severity Score). Zaměřuje se na poranění 7 kompartmentů – povrch těla, hlava a krk, páteř, hrudník, břišní oblast, končetiny a pánev. Traumatolog ke každé oblasti určí stupeň od 1 až do 5. Konečná hodnota ISS je dána součtem druhých mocnin tří nejvýše

hodnocených poraněných oblastí těla. Stupnice ISS dosahuje hodnot od 1 do 75. ISS  $\geq 16$  charakterizuje závažnější poranění, ISS  $>19$  těžké poranění a ISS  $>25$  znamená polytrauma či velmi závažné sdružení několika poranění. (Drábková, 2002)

## **4 *Metabolismus u kriticky nemocných pacientů***

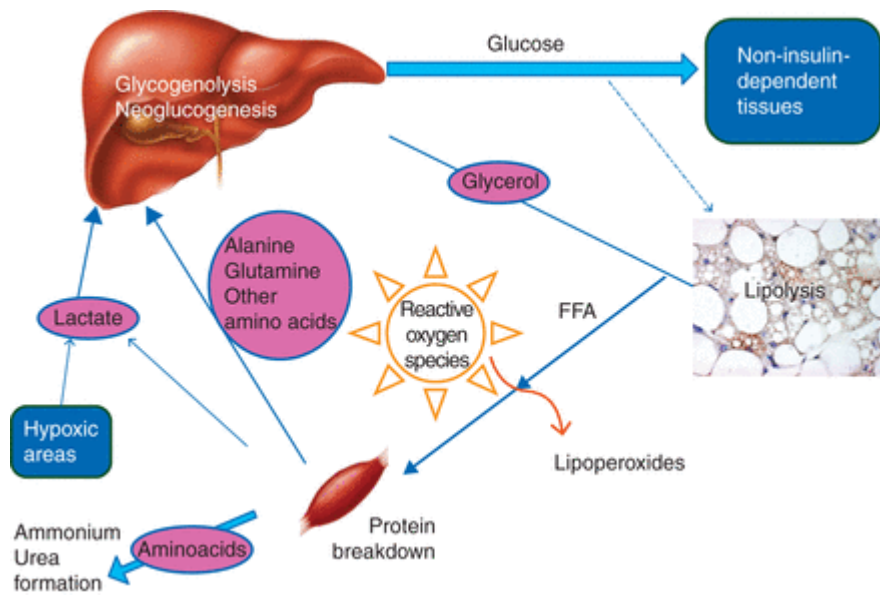
### **4.1 *Metabolická reakce na kritický stav***

Závažné trauma vyvolává masivní změny fyziologického stavu organismu. Dochází k posttraumatickým změnám metabolismu a k aktivaci imunitního systému. Nastupuje hypermetabolismus se zvýšeným výdejem energie, zrychluje se katabolismus proteinů. (Hasenboehler et al., 2006)

Vzniká inzulínová rezistence, která umožňuje přísun glukózy do vitálních orgánů, které nejsou schopny za stresových podmínek využít jiné substráty k výrobě energie. Obrázek 1 shrnuje metabolické změny během stresové situace. V játrech probíhá glykogenolýza a glukoneogeneze a produkuje se velké množství glukózy, která je využita převážně v orgánech nezávislých na inzulínu. Probíhá také lipolýza v tukové tkáni a proteolýza ve svalech. Glycerol vzniklý lipolýzou je přeměňován v játrech na glukózu. Proteolýza umožňuje vzniku aminokyselin, které budou recyklovány na glukózu nebo odbourány na močovinu a amonium. Laktát vznikající v hypoxických oblastech bude v játrech využit též na syntézu glukózy. (Preiser et al., 2014)



**Obrázek 1: Metabolické změny**



*Převzato (Preiser et al., 2014)*

Aby byl zajištěn dostatek energie pro obranu vůči patogenům a k regeneraci poškozených tkání, mobilizují se energetické zásoby tuku, aminokyselin a glukózy. Dochází také k mobilizaci vitamínů, stopových prvků, esenciálních mastných kyselin a proteinových rezerv do místa poškození. Trvá-li hypermetabolický stav delší dobu, dochází k vyčerpání rezerv organismu a k oslabení obranných reakcí a zpomalí se reparace poškozených tkání. To vše může vést k selhávání především srdce, plic, ledvin, zažívacího traktu a imunitních i svalových funkcí. (Zadák, 2008)

#### **4.1.1 Ebb fáze (hypometabolismus)**

Ebb fáze nastává v řádu minut po inzultu a trvá až několik hodin. Aby došlo k redukci energetické deplece po traumatu, sníží se tělesná teplota, spotřeba kyslíku, minutový srdeční objem a v důsledku uvolnění katecholaminů a účinku stresových steroidů dochází k periferní vazokonstrikci. (Hasenboehler et al., 2006; Zadák 2008) Aktivuje se sympatický nervový systém a hypotalamicko-pituitárně adrenální osa. Zvyšuje se glykemie a rozvíjí se inzulinová intolerance. Dochází k aktivaci lipolýzy cestou hormonsenzitivní lipázy a k uvolnění volných mastných kyselin. Pomalu se rozvíjí metabolická acidóza hromaděním laktátu ve tkáních i v plazmě. Hypoxie a hromadění kyselých katabolitů vede ke zvýšené permeabilitě kapilár a sekvestraci tekutin do intersticiálního prostoru. To prodlužuje vzdálenost mezi kapilárou a intersticiem a zhoršuje se transport kyslíku a živin do buňky a

odvod katabolitů ven. Dochází k selhání buněčného metabolismu, který nazýváme tzv. sick cell syndrom. (Zadák, 2008)

#### **4.1.2 Flow fáze (hypermetabolismus)**

Flow fáze začíná přibližně 48 hodin od vzniku traumatu. Aktivují se rezistenční a reparační mechanismy a organizmus se dostává do metabolické i energetické rovnováhy nutné k přežití kritického stavu. Délka katabolických změn v metabolismu závisí na závažnosti traumatu a kvalitě terapie. Může trvat několik dní až týdnů. (Hasenboehler et al., 2006)

Stoupá minutový srdeční objem, dochází k hyperkinetické cirkulaci s vazodilatací, zvyšuje se prokrvení jater a ledvin, zvyšuje se i spotřeba kyslíku. Zůstává retence sodíku, často se objevuje i edém. Hmotnost pacienta může stoupat vlivem retence sodíku a vody. Zvyšuje se proteolýza skeletárního svalstva a glykolýza s cílem poskytnout substráty pro glukoneogenezi a biosyntézu proteinů akutní fáze v játrech. Jako důsledek zvýšené spotřeby energetických substrátů nastupuje mobilizace zásob k utilizaci proteinů, tuků a oxidaci mastných kyselin. V důsledku glukózové intolerance a částečné inzulínové rezistence stoupá také glykémie. Postupně pak stoupá utilizace glukózy, především v poškozených reparujících se částech organismu. V pokročilém stadiu flow fáze je výrazně zvýšena glukoneogeneze. Jako následek traumatu je iniciována kaskáda zánětu a dochází k uvolnění prozánětlivých cytokinů a k aktivaci komplementového systému. (Hasenboehler et al., 2006; Zadák, 2008) Základní znaky ebb a flow fáze jsou k porovnání shrnuty v Tabulce 1.

**Tabulka 1: Metabolické změny jako reakce na kritický stav**

<b>Ebb fáze</b>	<b>Flow fáze</b>
Snížení tělesné teploty	Zvýšení tělesné teploty
Snížení spotřeby kyslíku	Zvýšení spotřeby kyslíku
Laktátová acidóza	Negativní dusíková bilance
Zvýšení stresových hormonů	Zvýšení stresových hormonů
Snížená hladina inzulínu	Normální až zvýšená hladina inzulínu
Hyperglykemie, inzulínová rezistence	Hyperglykemie, inzulínová rezistence
Glukoneogeneze	Glukoneogeneze
Zvýšená spotřeba substrátů	Proteolýza
Reakce akutní fáze v játrech	Lipolýza
Aktivace imunity	Imunosuprese

*Převzato (Hasenboehler et al., 2006)*

## **5 Malnutrice**

Když dojde ke snížení dodávek energie u zdravého člověka, sníží se fyzická aktivita a tělo si zachová energetickou rovnováhu. Během hladovění jsou svaly srdce a plic zpočátku ušetřeny a dochází ke ztrátě nepřiměřeného množství periferního kosterního svalstva. Nicméně nakonec dojde k úbytku i svalové hmoty životně důležitých orgánů a v kombinaci se ztrátou a malým využitím kosterního svalstva pomalu dochází k oslabování svalů a ztrátě jejich funkce. (Weijs, Cynober, et al., 2014)

Tyto výše zmíněné změny umožňují přežití dočasných období hladovění, nicméně pokud tento stav pokračuje delší dobu a tělu se nedostává dostatek energie a proteinů, dojde k negativnímu ovlivnění některých životně důležitých funkcí. Zhoršení funkce imunitního systému může vést ke zvýšení výskytu infekcí, což v kombinaci s hladověním může mít fatální následky. Malnutrice má závažné důsledky i pro zdravé jedince a u kriticky nemocných pacientů je riziko komplikací ještě větší a to především u pacientů s nízkou hodnotou BMI (body mass indexu). (Weijs, Cynober, et al., 2014)

Malnutrice je častý a přetrvávající problém v nemocnicích a na jednotkách intenzivní péče po celém světě. U kriticky nemocných pacientů se malnutrice vyvíjí rychle kvůli zánětlivé reakci a metabolickému stresu, což vyvolává katabolismus. Trvání tohoto problému se částečně vysvětluje absencí okamžitých viditelných důsledků akutní malnutrice. Často se tyto důsledky objevují až po 1 – 2 týdnech, což je někdy až po propuštění z jednotky intenzivní péče. Přitom biologické následky nedostatečného přísunu kyslíku jsou okamžité a vyžadují rychlé jednání. (Berger et Pichard, 2012) Studie dokazují, že až 43 % pacientů hospitalizovaných na jednotce intenzivní péče trpí podvýživou. Je také prokázáno, že správná nutriční podpora má příznivý vliv na morbiditu i mortalitu u pacientů na JIP. (Giner et al., 1996)

## **6 Výživa kriticky nemocných pacientů**

### **6.1 Enterální výživa**

Z důvodu nemoci, traumatu, poruchy polykání je často výživa podávána enterální cestou přímo do trávicího traktu. Je vedena buď ústy, nazogastrickou nebo nazoenterální sondou. Trávení a resorpce živin jsou díky enterálnímu podání zachovány. Enterální výživa je bezpečná a finančně dostupná a je tedy preferovanou volbou u kriticky nemocných pacientů. (Musil, 2002)

Dle směrnic ESPEN by měla být indikována u všech pacientů, u kterých se nepředpokládá, že by mohli přijímat potravu orálně během tří dnů. V závislosti na typu a vývoji onemocnění či traumatu musí být enterální výživa průběžně upravována. Směrnice ESPEN proto doporučuje podávat množství 25-30 kcal/kg/den během flow fáze polytraumatu. Poukazuje také na studie, které přinesly zhoršené výsledky u pacientů v ebb fázi při podávání o 20-25 kcal/kg/den více než je doporučené množství. (Kreymann et al., 2006)

### **6.2 Parenterální výživa**

Parenterální výživa je podávána intravenózní cestou. Volí se u pacientů s poruchou střevní funkce, jako je například obstrukce, kolika či porucha motility, u kterých není příjem potravy perorální cestou možný. Oproti enterálnímu výživě je tato cesta více invazivní a

finančně nákladnější. Parenterální výživa se aplikuje do centrální či periferní žíly. Často se používají vaky all-in-one, které jsou připravovány v lékárnách na základě individuálních potřeb pacienta. (Zadák, 2008)

Cílem parenterální výživy je snížit negativní energetickou bilanci, tedy dodat takové množství energie, které bude co nejbližší energetickému výdeji každého pacienta. (Singer et al., 2009) Pokud není k dispozici vyšetření indirektním kalorimetrem a nemůžeme tedy získat co nejpřesnější informace o momentální energetické potřebě daného pacienta, dle směrnic ESPEN je doporučená dávka 25 kcal/kg/den. Studie také ukazují na sníženou dobu pobytu v nemocnici a sníženou mortalitu až o 50 % u pacientů, kterým byla výživa podávána na základě výsledků právě z indirektní kalorimetrie. (Anbar et al., 2008)

### **6.3 Indikace a směrnice pro enterální a parenterální výživu**

Z důvodů, jako je například neprůchodnost trávicího traktu, narušení funkce trávení a resorpce živin, průjem, zvracení, traumata, nádory, rozsáhlé infekce a komplikované operace, není řada pacientů schopna normálního příjmu potravy a je nutné zahájení nutriční podpory. (Zadák, 2008) Nutriční podpora pro každého pacienta by měla být navržena tak, aby mu poskytla dostatek živin během stresové fáze. Tato podpora má za cíl zachovat svalovou hmotu, udržet imunitní funkce a odvrátit metabolické komplikace. Pokud má pacient včasný přísun nutriční podpory, primárně enterální cestou, může to napomoci snížit závažnost onemocnění, snížit riziko komplikací a snížit celkový pobyt pacienta na JIP. (McClave et al., 2009)

Studie Lipman, shrnující dostupnou literaturu, která se zabývá porovnáním enterální a parenterální výživy, ukazuje, že enterální výživa, pouze s výjimkou nižších nákladů a pravděpodobného snížení výskytu sepse u akutního abdominálního traumatu, není jinak výhodnější než výživa parenterální. (Lipman, 1998)

Směrnice ESPEN enterální výživy upozorňují na fakt, že pokud pacient nemá dostatečný přísun nutričních substrátů, nastane velké riziko vzniku podvýživy během 8 až 12 dnů po operaci či přijetí na JIP. (Singer et al., 2009; Kreymann et al., 2006) Všem pacientům na JIP, u kterých nelze předpokládat přechod na normální výživu v průběhu 3 dnů, by měla být nasazena enterální výživa. (Kreymann et al., 2006) Pokud se nepředpokládá, že pacienti v intenzivní péči budou moci přejít na normální výživu během 3 dnů, je jim nasazena výživa enterální, aby se předešlo vzniku podvýživy a s ní spojených

vedlejších účinkům. (Kreymann et al., 2006) V případě kontraindikace či netolerance enterální výživy je doporučeno nasadit výživu parenterální během 24 až 48 hodin. (Singer et al., 2009) Evropské (ESPEN) i kanadské (CSCN) klinické směrnice doporučují nasazení umělé výživy během prvních 24 hodin, maximálně do 48 hodin od přijetí pacienta na JIP. (Heyland et al., 2003)

## **6.4 Jednotlivé složky výživy**

### **6.4.1 Sacharidy**

Sacharidy jsou hlavním zdrojem kalorií téměř u všech složení parenterální výživy. ESPEN uvádí, že by sacharidy měli tvořit až 50 % energie ve výživě. Glukóza je hlavní sacharidovou složkou umělé výživy a to v koncentracích 10 až 40 %. Mozek a periferní nervstvo, dřeň ledvin, leukocyty a kostní dřeň využívají glukózu jako hlavní zdroj oxidativní energie. Abychom pokryli minimální potřebu mozku, příjem glukózy by měl být minimálně 100 až 120 g na den. ESPEN doporučuje příjem sacharidů minimálně 2 g/kg na den. (Singer et al., 2009) Německé směrnice DGEM uvádí jako preferovanou dávku 3,0-3,5 g/kg/den, nanejvýše 4,0 g/kg/den. (Bolder et al., 2009) Maximální rychlost podávání je do 0,5 g/kg/hod pro stabilizované a 0,25 g/kg/h pro kriticky nemocné pacienty. (Zadák, 2007) Z počátku traumatu nedochází ke snížení endogenní produkce glukózy, může se také objevovat stresová hyperglykemie. V těchto případech je tedy na zváženu, zda nepodávat nižší dávky glukózy v počátcích traumatu. (Mizock, 2003)

Po traumatu se neporušené tkáně stávají inzulin resistantní, na rozdíl od porušených, tudíž 80 % glukózy, která by za normálních podmínek byla inzulinem transportována do kosterního svalstva, je k dispozici porušeným tkáním. Stávající směrnice doporučují jak příjem exogenní glukózy tak inzulinu. Aminokyseliny, zvláště níže zmiňovaný glutamin, jsou zapojeny do syntézy proteinů akutní fáze a podporují glukoneogenezi. Během zvýšené proteolýzy dochází ke ztrátám kosterního svalstva, což ovlivňuje rovnovážný stav glukózy snížením prostoru pro její metabolismus. Současná studie Grintescu et al. prokázala pozitivní účinek glutaminu na glukózovou homeostázu, jelikož snižuje výskyt hyperglykémie a vede k nižší průměrné denní dávce inzulinu. (Grintescu et al., 2015)

Přidání sodíku do enterální výživy zrychluje vstřebávání glukózy a galaktózy. Výhodné je to zejména u pacientů s poruchou resorpce sacharidů ve střevě. V enterálních

přípravcích se zpravidla používají maltodextriny, které jsou, na rozdíl od škrobu, rozpustné i ve studené vodě. Vzhledem ke vzrůstajícímu počtu pacientů s laktózovou intolerancí jsou formulace enterální výživy bez laktózy. (Zadák, 2007; Zadák, 2008)

Mnoho enterálních přípravků obsahuje vlákninu pro zlepšení průchodu tlustým střevem, zlepšuje hojení sliznice tlustého střeva, podporuje střevní bariéru a snižuje také jak zácpu, tak průjem, což jsou časté komplikace dlouhodobého příjmu enterální výživy. Vláknina je fermentována střevními bakteriemi a vznikají krátké mastné kyseliny, které mohou pokrýt až 20 % klidového energetického výdeje. Kyselina propionová a máselná slouží jako hlavní substrát ve výživě kolonocytů. (Zadák, 2008)

## **6.4.2 Lipidy**

Infuze lipidových emulzí zajišťuje vysoký příjem energie, napomáhají k lepší kontrole hladiny glukózy a jsou nepostradatelným zdrojem esenciálních mastných kyselin. Dále se v nich transportují a ukládají lipofilní vitamíny a léky. Lipidové emulze s nízkým poměrem triacylglyceridů a fosfolipidů jsou doporučovány v parenterální výživě k prevenci hyperglykémie a steatózy jater. (Adolph et al., 2009) Kriticky nemocným pacientům se podává speciální lipidová emulze, ve které je část dlouhých mastných kyselin, neboli LTC (long chain triacylglycerols) s C16 až C20, nahrazena mastnými kyselinami se středně dlouhým řetězcem C6 až C12. U polytraumatických pacientů může docházet ke zhoršené oxidaci mastných kyselin s dlouhým řetězcem, naopak mastné kyseliny se středně dlouhým řetězcem, neboli MCT (medium chain triacylglycerols), se snadněji štěpí a jsou tedy rychlejším zdrojem energie pro pacienta. (Zadák, 2007) Výhody kombinované MCT/LCT emulze nad emulzí z mastných kyselin pouze s dlouhým řetězcem potvrdila například i studie Gernacho-Monter. (Garnacho-Montero et al., 2002) Komerčně je k dispozici řada parenterálních lipidových emulzí ve složení uvedeném v Tabulce 2.

**Tabulka 2: Formulace parenterálních lipidových emulzí**

Složení	Poměr (%)
Sojový olej (LCT)	100
Sojový olej (LCT) / kokosový olej (MCT)	50 : 50
Sojový olej (LCT) / olivový olej	20 : 80
Sojový olej / MCT / olivový olej / rybí olej	30 : 30 : 25 : 15
Sojový olej / MCT / rybí olej	40 : 50 : 10

*Zpracováno do tabulky (Singer et al., 2009)*

Koncentrace lipidů a lipoproteinů v krvi je regulována řadou hormonů a cytokinů a závisí tedy na míře zánětu. Mastné kyseliny mohou ovlivňovat proces zánětu a imunitních reakcí skrze strukturu a funkci buněčné membrány, modifikace mediátorů zánětu a změn genové exprese. Tedy složení a množství lipidové emulze podané kritickým pacientům má vliv na jejich klinický stav. (Wanten et Calder, 2007)

Lipidová složka výživy by měla pokrýt 15-30 % příjmu kalorií. Doporučené podávané množství je 0,7 g/kg až 1,5 g/kg během 12 až 24 hodin. (Singer et al., 2009; Wanten et Calder, 2007) Dávka by neměla přesahovat 2,6 g/kg za den, tedy 0,11 g/kg za hodinu, jelikož byly hlášeny nežádoucí účinky v případech překročení této hranice. (Wanten et Calder, 2007)

### 6.4.3 Proteiny

Proteiny jsou považovány za hlavní makronutrienty, které hrají ústřední roli v hojení ran, zachování kosterního svalstva a dále také podporují imunitní funkci organismu. Přesná potřeba dodávky proteinů lze v porovnání s energetickou potřebou těžko odhadovat.

Poměr esenciálních a neesenciálních aminokyselin je charakteristický pro jednotlivé roztoky aminokyselin používaných v klinické praxi. (Singer et al., 2009; McClave et al., 2009)

Syntéza proteinů vyžaduje dostupnost všech potřebných esenciálních aminokyselin (valin, tryptofan, lysin, metionin, leucin, izoleucin a fenylalanin). Další značně významná



aminokyselina ve výživě je glutamin, protože zlepšuje dusíkovou bilanci a podporuje syntézu proteinů. (Wilmore, 2001) U kriticky nemocných pacientů dochází ke zvýšené proteolýze a ve stresových podmínkách se zvyšuje eflux glutaminu kosterním svalstvem. Intracelulární hladina glutaminu v plazmě a cytosolu klesá až o 20 % během prvního dne traumatu a po několik týdnů zůstává na nízkých hladinách. Jeho pohyb mezi krevním oběhem a svalstvem a syntéza z glutamátu vyrobeného v játrech brání hromadění toxického amoniaku. (Grintescu et al., 2015) Glutamin jako součást parenterální výživy snižuje riziko a komplikace infekce, snižuje také délku pobytu na JIP i mortalitu. ESPEN doporučuje 0,2 – 0,4 g/kg/den L-glutaminu ve výživě, ASPEN až 0,5 g/kg/den. (Singer et al., 2009; McClave et al., 2009) Současná studie Grintescu et al. poukazuje na roli glutaminu v transportu glukózy a prokazuje výhody denní dávky alanyl-glutaminu 0,3 – 0,6 g/kg/den. (Grintescu et al., 2015)

V enterální výživě se aminokyseliny vyskytují ve více formách, volná forma aminokyselin je po chuťové stránce velmi špatně tolerována, nejlepší absorpce aminokyselin je z malých oligopeptidů. Imunomodulační složení enterální výživy obohacené o arginin, glutamin, omega-3 mastné kyseliny a antioxidanty mimo již zmíněné výhody také zkracují dobu pacienta na ventilaci. Již dřívější studie prokazují, že pacientů s traumatem nebo popáleninami se prokázalo prospěšné přidání glutaminu do enterální výživy. (Zadák, 2008; McClave et al., 2009)

Optimální dávkou proteinů se zabývala řada studií a i dostupné směrnice se ve svých doporučeních značně rozcházejí. Evropské směrnice ESPEN doporučují přibližně 1,3 – 1,5 g/kg/den ve spojení s adekvátní dodávkou energie. (Singer et al., 2009) Vyšší dávky proteinů znižují směrnice klinické péče SCCM a také americké směrnice ASPEN. ASPEN rozlišuje doporučené dávky v závislosti na BMI a to 1,2 – 2,0 g/kg/den pro pacienty s BMI <30, minimálně 2,0 g/kg/den pro pacienty s BMI 30 – 40,  $\geq 2,5$  pro BMI  $\geq 40$ . (McClave et al., 2009) Dle ESPEN by se měl dodržovat poměr asi 1 g dusíku na 100 – 200 kcal, aby byly dodané aminokyseliny použity k syntéze proteinů. (Singer et al., 2009) Jako rychlost podávání se doporučuje 0,15 g/kg/hod. (Zadák, 2007)

Metaanalýza Hoffer et Bistrina shrnuje dostupné studie i jednotlivé směrnice a poukazuje na bezpečné podání 2,0 – 2,5 g/kg/den proteinů. (Hoffer et Bistrin, 2012) Dřívější studie Weijs et al. zjistila snížení mortality u pacientů, u kterých bylo dosaženo jak energetického tak proteinového cíle oproti procentu mortality u pacientů s dosaženým pouze

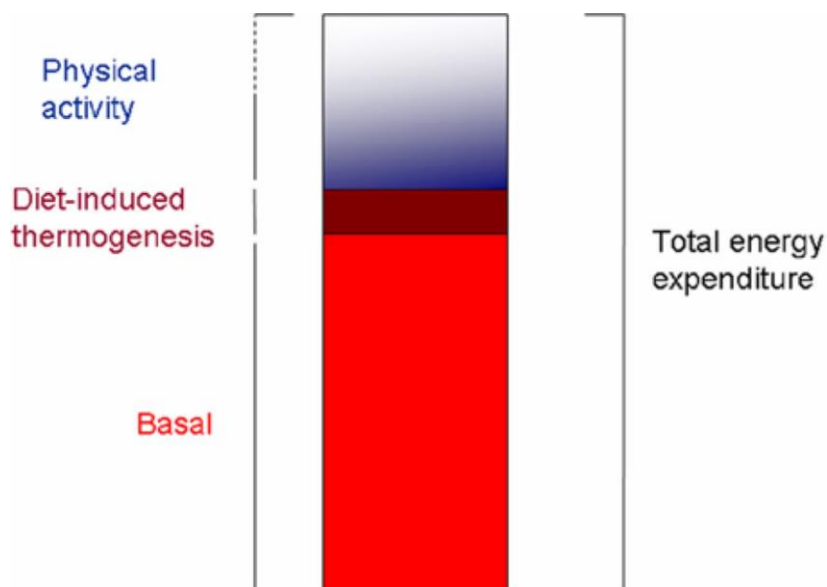
energetickým cílem. V porovnání s pacienty, u kterých nebylo dosaženo ani proteinového ani energetického cíle, byl pokles mortality během 28 dní na JIP dokonce 50 %. Tato studie byla zaměřena na analýzu kumulace proteinů a dodávky energie během celé doby, kdy byl pacient na mechanické ventilaci. Proteiny byly podávány v dávkách 1,2 – 2,5 g/kg tělesné váhy před přijetím na JIP. (Weijs et al., 2012) V novější studii Weijs et al. jsou představena data získaná u pacientů s brzkým vyšším příjmem proteinů a energie. Výsledky prokázali sníženou mortalitu u kriticky nemocných pacientů s probíhající dlouhodobou mechanickou ventilací, kterým byla podávána v počátku vyšší dávka proteinů, definováno jako příjem během 4. dne po traumatu. Výhoda vyššího brzkého příjmu proteinů se prokázala pouze u pacientů bez sepse a bez nadměrného příjmu energie ve výživě. Dále ukazují naopak zvýšenou mortalitu u pacientů, kterým byla zpočátku podávána výživa s vyšším obsahem celkové energie, než byl schopný daný pacient spotřebovat. Bylo tedy potvrzeno doporučení příjmu minimálně 1,2 g/kg proteinů již od 4. dne po přijetí na JIP. Tato studie také vyzdvihuje důležitost měření energetického výdeje pacienta, aby se předešlo nadvýživě. (Weijs, Looijaard, et al., 2014) Výsledky všech výše uvedených studií jasně poukazují na značný význam složení umělé výživy a to již od začátku léčby jejich traumatu.

## **7 Energetická potřeba a její stanovení**

### **7.1 Energetická potřeba**

Hronek a Zadák definují energetickou potřebu jako množství spotřebované energie k udržení energetické rovnováhy ve fyziologickém stavu. (Hronek et Zadák, 2011) Fraipont et al. dělí energetický výdej na tři hlavní složky a to na bazální energetický výdej (BEE), výživou vyvolanou termogenezi (DIT) a energii potřebnou k fyzické aktivitě, v poměru graficky vyjádřeném na Obrázku 2. (Fraipont et Preiser, 2013)

**Obrázek 2: Složky energetického výdeje (EE)**



*Převzato (Freipont et Preiser, 2013)*

### **7.1.1 Bazální energetický výdej (BEE)**

Za bazální energetický výdej považujeme energii, která je potřeba k udržení buněčné metabolické aktivity a základních fyziologických funkcí, mezi které patří práce srdečního svalu, klidové svalové kontrakce, srdeční funkce a respirace udržení tělesné teploty a to bez příjmu výživy, fyzické aktivity a psychického stresu. (Zadák, 2011; Fraipont et Preiser, 2013)

### **7.1.2 Klidová energetická potřeba (REE)**

Hodnota klidové energetické potřeby bývá přibližně o 3 % vyšší než hodnota bazálního energetického výdeje. U zdravé populace tvoří REE zhruba dvě třetiny energetického výdeje (EE). U polytraumatických pacientů tomu tak ale není, jelikož mají většinou kontinuální příjem potravy, tělesná teplota se může lišit v závislosti na traumatu či medikaci. Tyto podmínky mohou zvýšit nebo snížit energetický výdej. (Zadák, 2011; Fraipont et Preiser, 2013)

### 7.1.3 Predikční rovnice

#### .7.1.3.1 Harris-Benediktova rovnice

Výpočet pomocí Harris-Benediktovy rovnice je nejčastěji používaná metoda k predikci bazálního energetického výdeje v klinické praxi. Byla publikována již v roce 1918. Ke kalkulaci stačí znát pohlaví, výšku, váhu a věk jedince avšak získaná hodnota pouze relativně odpovídá bazálnímu metabolismu u zdravého dospělého jedince. (Zadák, 2011)

Podle studie Frankenfielda je však přesnost této rovnice pouze 45 – 81 % u neobézních a 36 – 64 % u obézních zdravých jedinců. Flancbaum také prokázal, že u kriticky nemocných pacientů hodnoty BEE získané pomocí Harris-Benediktovy rovnice nekorelují s hodnotami získanými z měření indirektní kalorimetrie. (Flancbaum et al., 1999) Ve studii Weijs et al. byla energetická potřeba primárně spočítána dle Harris-Benediktovy rovnice, k výsledku bylo připočítáno 10 % na energii k aktivitě pacienta a 20 % spotřeby energie stresem. 41 % pacientům byl podán nadbytek energie, tedy více než 110 % měřeného energetického vývoje, což opět potvrdilo nepřesnost této rovnice. (Weijs, Looijaard, et al., 2014)

**Rovnice 1: Stanovení bazálního energetického výdeje podle Harris-Benediktovy rovnice – muži**

$$BEE = 66,473 + 13,7516 \cdot W + 5,0033 \cdot H - 6,755 \cdot A$$

**Rovnice 2: Stanovení bazálního energetického výdeje podle Harris-Benediktovy rovnice - ženy**

$$BEE = 655,0955 + 9,5634 \cdot W + 1,8496 \cdot H - 4,6756 \cdot A$$

*Vysvětlivky:*

*BEE – bazální energetický výdej[kcal/24h], W – tělesná váha v kg, H – výška v cm, A – věk*

#### .7.1.3.2 Další příklady prediktivních rovnic

V praxi jsou používány i další predikční rovnice, často vycházející z Harris-Benediktovy, které berou v úvahu i další faktory ovlivňující pacienta. Některé příklady rovnic jsou uvedeny níže (viz Rovnice 3 – 6). (Fraipont et Preiser, 2013)

### Rovnice 3: Penn State

$$BEE = HB \cdot 0,85 + Tmax \cdot 175 + Ve \cdot 33 - 6344$$

Vysvětlivky:

*BEE* – bazální energetický výdej[kcal/24h], *HB* – Harris-Benediktova rovnice, *Tmax* – maximální tělesná teplota za 24hodin v °C, *Ve* – minutová ventilace v době měření v l/min

### Rovnice 4 Mifflin – muži

$$BEE = 10 \cdot W + 6,25 \cdot H - 5 \cdot A + 5$$

Vysvětlivky:

*BEE* – bazální energetický výdej[kcal/24h], *W* – tělesná váha v kg, *H* – výška v cm, *A* – věk

### Rovnice 5 Mifflin – ženy

$$BEE = 10 \cdot W + 6,25 \cdot H - 5 \cdot A - 161$$

Vysvětlivky:

*BEE* – bazální energetický výdej[kcal/24h], *W* – tělesná váha v kg, *H* – výška v cm, *A* – věk

### Rovnice 6 Faisy

$$BEE = 8 \cdot W + 14 \cdot H + 32 \cdot Ve + 94 \cdot T - 4834$$

Vysvětlivky:

*BEE* – bazální energetický výdej[kcal/24h], *W* – tělesná váha v kg, *H* – výška v cm, *T* – tělesná teplota v °C, *Ve* – minutová ventilace v době měření v l/min

## 7.2 Indirektní kalorimetrie

Odhadnout optimální dodávky energie je u kriticky nemocných pacientů je relativně obtížné a to z důvodu variability klidové energetické potřeby během závažné nemoci či polytraumatu, což je výsledkem změn vyvolaných zvýšenou tělesnou teplotou, šokem, sedací, úbytkem svalstva, apod. K odhadu složení výživy pacienta dle jeho energetických potřeb je nutné znát jeho výšku a také přesnou váhu před traumatem. Tato data však nejsou

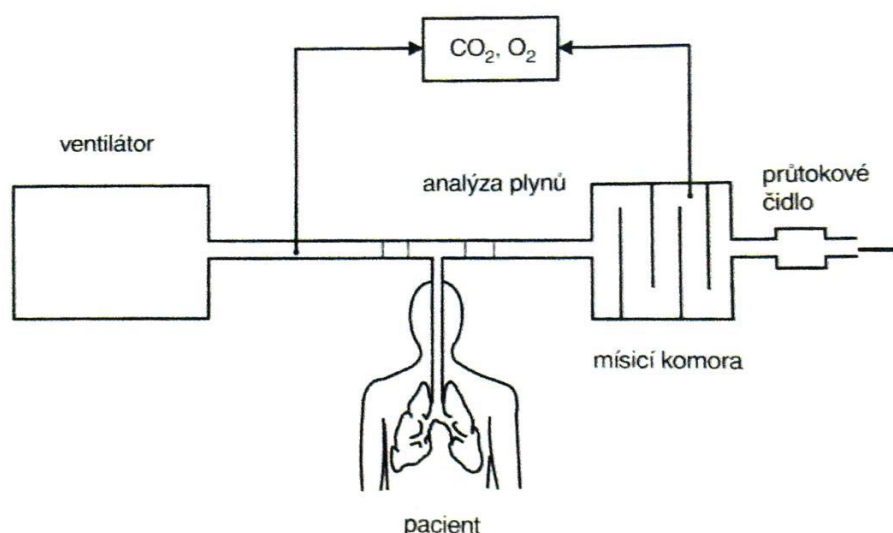
vždy k dispozici. Aktuální váha pacienta po traumatu není obecně přesná, kvůli akumulaci tekutiny v těle. Pro co největší přesnost je tedy doporučováno využívat indirektní kalorimetrie k určení momentálních potřeb každého pacienta individuálně. (Berger a Pichard, 2012)

Indirektní kalorimetrie nám umožňuje určení aktuálního energetického výdeje (AEE) v daný moment měření. Vyhodnocuje metabolismus pacienta na základě množství vdechovaného kyslíku a vydechovaného oxidu uhličitého. Během vyšetření pacienta se měří spotřeba kyslíku nezbytného k oxidaci jednotlivých nutričních substrátů a zároveň množství vydechovaného oxidu uhličitého, který vzniká společně s vodou za vzniku tepla a ATP. (Hronek et Zadák, 2011)

### 7.2.1 Princip indirektní kalorimetrie u pacientů na ventilátoru

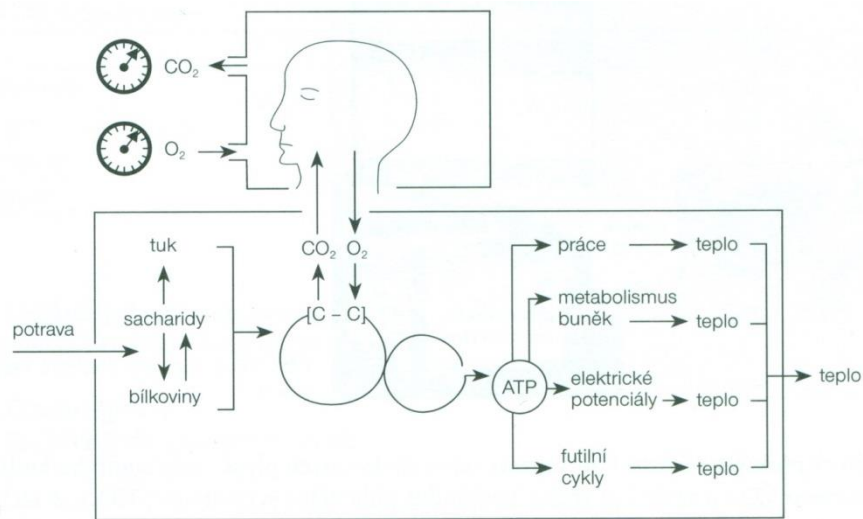
Pacient na ventilátoru je propojen s mísicí komorou pomocí výdechového dvoucestného ventilu (viz Obrázek 3). Pomocí vzduchového čerpadla je zabezpečen průtok přesně definovaného množství vzduchu (viz Obrázek 4). Analyzátor plynů kalorimetru zajistí přesné stanovení spotřeby kyslíku ( $VO_2$ ) a množství vydechovaného oxidu uhličitého ( $VCO_2$ ). Ze získaných hodnot je vyhodnocována utilizace sacharidů, proteinů a tuků a také celkový energetický výdej pacienta.

**Obrázek 3: Indirektní kalorimetrie – otevřený systém, pacient na ventilátoru**



*Převzato (Zadák, 2011)*

**Obrázek 4: Schéma principu indirektní kalorimetrie**



*Převzato (Zadák, 2011)*

Podílem vydechovaného oxidu uhličitého a vdechovaného kyslíku získáváme hodnotu respiračního koeficientu (RQ). Tuto hodnotu je třeba korigovat odpadem dusíku v moči z důvodu neúplného metabolismu proteinů.

### **Rovnice 7: Respirační koeficient**

$$RQ = \frac{VCO_2}{VO_2}$$

*Vysvětlivky:*

*RQ – respirační koeficient,  $VCO_2$  – vydechovaný oxid uhličitý [l/den],  $VO_2$  – vdechovaný kyslík [l/den]*

Hodnotu respiračního koeficientu je třeba korigovat odpadem dusíku v moči z důvodu neúplného metabolismu proteinů. Touto úpravou získáme nebílkovinný respirační koeficient (NRQ) za předpokladu, že 1 g dusíku z moči představuje oxidaci 6,25 g proteinů za spotřeby 5,92 l  $O_2$  a uvolnění 4,75 l  $CO_2$ . (Hronek et Zadák, 2011)

## Rovnice 8: Výpočet nebílkovinného respiračního koeficientu

$$NRQ = \frac{VCO_2 \cdot 4,8 UN}{VO_2 \cdot 5,9 UN}$$

Vysvětlivky:

$NRQ$  – nebílkovinný respirační koeficient,  $VCO_2$  – vydechovaný oxid uhličitý [l/den],  $VO_2$  – vdechovaný kyslík [l/den],  $UN$  – odpad dusíku v moči [g/den]

### 7.2.2 Utilizace jednotlivých substrátů

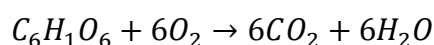
Spalováním jednotlivých živin v organismu dochází ke vzniku spalného tepla, které je specifické pro každý substrát. (viz Tabulka 3).

**Tabulka 3: Spalné teplo**

	<b>Spalné teplo</b>
<b>Sacharidy</b>	4,18 kcal/g
<b>Lipidy</b>	9,46 kcal/g
<b>Proteiny</b>	4,32 kcal/g

Z následujících stechiometrických rovnic lze odvodit množství kyslíku a oxidu uhličitého potřebných k utilizaci jednotlivých substrátů.

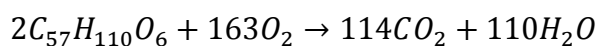
### Rovnice 9: Oxidace glukózy



$$RQ \text{ sacharidy} = \frac{6CO_2}{6O_2} = 1$$

- K oxidaci 1 g glukózy je potřeba 0,747 l  $O_2$  za vzniku 0,747 l  $CO_2$ .

### Rovnice 10: Oxidace lipidů



$$RQ \text{ lipidy} = \frac{114CO_2}{163O_2}$$

- K oxidaci 1g lipidů je potřeba 2,029 l  $O_2$  za vzniku 1,43 l  $CO_2$ .



Jelikož přesná struktura proteinů není známa, je třeba vypočítávat oxidace proteinů nepřímou. RQ lze stanovit přibližně na 0,82. Přesnou hodnotu lze vypočítat, pokud známe množství odpadního dusíku v moči (UN) za předpokladu, že 1 g dusíku se uvolní oxidací 6,25 g proteinů.

### Rovnice 11: Oxidace proteinů

$$\text{Oxidace proteiny (g/24h)} = 6,25 \cdot UN$$

Vysvětlivky: UN – odpadní dusík v moči

- K oxidaci 1 g proteinů je potřeba 0,966 l O<sub>2</sub> za vzniku 0,782 CO<sub>2</sub>.

Z výše uvedených rovnic jsou odvozeny rovnice k výpočtu jednotlivých nutričních substrátů. Software kalorimetru vypočítává utilizace jednotlivých substrátů v závislosti na RQ a NRQ. Rovnice 13 – 17 uvádějí výpočet utilizace sacharidů, lipidů a proteinů a to jak v g/den, tak také v kcal/den.

### Rovnice 12: Utilizace sacharidů (g/den)

$$NRQ < 0,706$$

$$CHO = -3,590 \cdot VCO_2 \cdot 1440 + 2,540 \cdot VO_2 \cdot 1440 + 2,050 \cdot UN$$

$$NRQ < 1,0$$

$$CHO = 4,115 \cdot VCO_2 \cdot 1440 - 2,909 \cdot VO_2 \cdot 1440 - 2,539 \cdot UN$$

$$NRQ > 1,0$$

$$CHO = -0,187 \cdot VCO_2 \cdot 1440 + 1,393 \cdot VO_2 \cdot 1440 - 6,892 \cdot UN$$

Převzato (Zadák, 2011)

Vysvětlivky:

NRQ – nebilkovinný respirační koeficient, CHO – utilizace sacharidů [g/den], VCO<sub>2</sub> – vydechovaný oxid uhličitý [l/den], VO<sub>2</sub> – vdechovaný kyslík [l/den], UN – odpadní dusík v moči [g/den]

### Rovnice 13: Utilizace sacharidů (kcal/den)

$$\text{NRQ} < 0,706$$

$$\text{CHO}_K = \text{CHO} \cdot 1,72$$

$$\text{NRQ} < 1,0$$

$$\text{CHO}_K = \text{CHO} \cdot 4,18$$

$$\text{NRQ} > 1,0$$

$$\text{CHO}_K = \text{CHO} \cdot 4,18$$

Převzato (Zadák, 2011)

Vysvětlivky:

*NRQ* – nebílkovinný respirační koeficient, *CHO<sub>K</sub>* – utilizace sacharidů [kcal/den], *CHO* – utilizace sacharidů [g/den]

### Rovnice 14: Utilizace lipidů (g/den)

$$\text{NRQ} < 0,706$$

$$\text{FAT} = 0,70 \cdot \text{VCO}_2 \cdot 1440 - 3,39 \cdot \text{UN}$$

$$\text{NRQ} < 1,0$$

$$\text{FAT} = 1,689 \cdot \text{VO}_2 \cdot 1440 - 1,689 \cdot \text{VCO}_2 \cdot 1440 - 1,943 \cdot \text{UN}$$

$$\text{NRQ} > 1,0$$

$$\text{FAT} = 1,689 \cdot \text{VO}_2 \cdot 1440 - 1,689 \cdot \text{VCO}_2 \cdot 1440 - 1,943 \cdot \text{UN}$$

Převzato (Zdenek Zadák 2011)

Vysvětlivky:

*NRQ* – nebílkovinný respirační koeficient, *FAT* – utilizace lipidů [g/den], *VCO<sub>2</sub>* – vydechovaný oxid uhličitý [l/den], *VO<sub>2</sub>* – vdechovaný kyslík [l/den], *UN* – odpadní dusík v moči [g/den]

### **Rovnice 15: Utilizace lipidů (kcal/den)**

$$NRQ < 0,706$$

$$FAT\_K = FAT \cdot 9,46$$

$$NRQ < 1,0$$

$$FAT\_K = FAT \cdot 9,46$$

$$NRQ > 1,0$$

$$FAT\_K = FAT \cdot 1,089$$

*Převzato (Zadák, 2011)*

*Vysvětlivky:*

*NRQ – nebilkovinný respirační koeficient, FAT – utilizace lipidů [g/den], FAT\_K – utilizace lipidů [kcal/den]*

### **Rovnice 16: Utilizace proteinů (g/den)**

$$0,65 < NRQ < 1,25$$

$$PRO = 6,25 \cdot UN$$

*Převzato (Zadák, 2011)*

*Vysvětlivky:*

*NRQ – nebilkovinný respirační koeficient, PRO – utilizace proteinů [g/den], UN – odpadní dusík v moči [g/den]*

### **Rovnice 17: Utilizace proteinů (kcal/den)**

$$0,65 < NRQ < 1,25$$

$$PRO\_K = 4,32 \cdot PRO$$

*Převzato (Zadák, 2011)*

*Vysvětlivky:*

*NRQ – nebilkovinný respirační koeficient, PRO – utilizace proteinů [g/den], PRO\_K – utilizace proteinů [kcal/den]*

## **Experimentální část**

### **8 Charakteristika studie**

Tato studie byla provedena na chirurgické jednotce intenzivní péče Fakultní nemocnice v Hradci Králové. Pod vedením Doc. PharmDr. Miloslava Hronka, PhD. bylo vyšetřeno celkem 17 kriticky nemocných pacientů připojených na ventilátor, které do studie vybral vedoucí lékař chirurgické JIP MUDr. Eduard Havel, PhD. Celkem bylo vyšetřeno 13 mužů a 4 ženy. 5 pacientů bylo vyšetřeno jak v ebb, tak flow fázi svého traumatu, 2 pacienti pouze v ebb fázi a 10 pacientů pouze ve flow fázi.

Pacienti byli během vyšetření v leže a v klidu, kalorimetr byl připojen přímo na ventilátor, jak je zobrazeno na Obrázku 3.

U pacientů bylo polytrauma identifikováno pomocí skórovacího systému ISS a výsledná hodnota je uvedena v Tabulce 4. Na stupnici ISS od 1 do 75 měli vyšetřovaní pacienti trauma s hodnotami v rozmezí 29 až 57. V téže tabulce je taky uvedeno pohlaví každého pacienta a typ traumatu, se kterým byl přijat na JIP.

**Tabulka 4: Specifikace polytraumatu pacientů**

Pacient	Pohlaví	ISS	Ebb	Flow	Typ traumatu
<b>B.K.</b>	Ž	38	V	V	Autonehoda, kontuzně hemoragická ložiska v mozku, edém mozku, lacerace sleziny, zlomenina diafýzy pažní kosti, zlomenina pánve, kontuze plíce
<b>M.D.</b>	Ž	34	-	V	Autonehoda, kontuze, plic L5 nestabilní, zlomenina stehenní kosti, poranění nitrohručních orgánů, zlomenina bederního obratle, povrchní poranění hlavy
<b>N.B.</b>	M	34	-	V	Autonehoda, mnohočetná zranění po nárazu do zdi, nepřipoutaný
<b>K.L.</b>	M	57	V	-	Sražení vlakem, amputace LHK, kontuze sleziny a plic, vícečetné fraktury
<b>K.S.</b>	M	57	V	V	Mnohočetná poranění cyklisty po srážce s automobilem
<b>Š.V.</b>	M	50	V	-	Cyklista sražen automobilem, kraniotrauma
<b>HI.P.</b>	M	48	-	V	Autonehoda, kraniotrauma
<b>P.F.</b>	M	29	-	V	Pád lehkého letadla, hemoragický šok, herniace tračnicku, ruptura bránice, splenektomie
<b>P.T.</b>	M	50	-	V	Autonehoda, dominantní kraniotrauma, ztráta vědomí
<b>T.J.</b>	M	29	-	V	Difúzní axonální poškození, epidurální hematoma, fraktura levé orbity a přední i maxilární dutiny, subscapulární hematoma sleziny, fraktura žeber
<b>K.J.</b>	M	43	-	V	Nestabilita hrudníku – fraktury mnoha žeber, fraktura femuru, PNO bilat., kompresní fraktura Th 12

Pacient	Pohlaví	ISS	Ebb	Flow	Typ traumatu
<b>O.D.</b>	M	43	-	V	Lehký edém mozku, akutní krvácení z arteria karotis externa, luxace temporomandibulárního skloubení, kontuze plíce, splenektomie, fraktura retabula a femuru
<b>F.H.</b>	Ž	34	V	V	Subarachnoidální krvácení, drobná mozková kontuze, četné fraktury obličejového skeletu, fraktury žeber, acetabula, pánve, krčku humeru, dialýza radia
<b>V.M.</b>	Ž	34	-	V	Autonehoda, resekce plíce, trhliny jater
<b>K.M.</b>	M	43	V	V	Autonehoda, nekrotomie pahýlu LDK, fraktury žebra, lopatky, sterna, hlezna, tříštivá fraktura femuru, lacerace sleziny, tržné rány na hlavě a stehně, oboustranná pneumonie
<b>L.V.</b>	M	48	-	V	Chodec sražený automobilem, kontuze plic, otevřená fraktura stehna, fraktura pánve, lacerace jater, fraktura klenby lebni
<b>T.M.</b>	M	57	V	V	Autonehoda, fraktury pánve, obou ramének stydkých kostí, báze lebni, žebra, nosu, dolní čelisti, tržné rány

*Vysvětlivky:*

*ISS – Injury Severity Score, V – pacient při vyšetření na ventilátoru, M – muž, Ž - žena*

## **9 Metody**

### **9.1 Kalorimetrické vyšetření**

Pacienti byli vyšetřeni indirektním kalorimetrem Vmax Series V620 Autovox, SensorMedics Corporation, California, USA.

Vyšetření probíhala vždy v ranních hodinách, pacienti byli během vyšetření v leže, v klidu a za pokojové teploty. Kalorimetr byl napojen přímo k mechanickému ventilátoru. Pacientům byla podávána před vyšetřením klinická výživa dle přesného předepsaného protokolu. Pomocí softwaru kalorimetru jsme byli schopni získat přesné údaje o utilizaci jednotlivých nutričních substrátů.

### **9.2 Sběr dat**

Z nemocniční dokumentace pacientů jsme získali informace o věku, charakteristice traumatu, době jeho trvání a hodnotě skórovacího systému ISS. Dále byla před vyšetřením získána aktuální hmotnost pacienta.

Podrobné údaje o podávané enterální a parenterální výživě byli získány z protokolů o výživě.

### **9.3 Statistické zpracování**

K vyhodnocení získaných hodnot byl použit program Microsoft Office Excel 2015. Využity byly jeho funkce počet, průměr, směrodatná odchylka, medián, minimum a maximum.

## 10 Výsledky

### 10.1 Dávkovací schéma výživy

Všem pacientům byla podávána umělá výživa, jak enterální, tak parenterální cestou, dle přesného protokolu, můžeme tedy vyhodnotit přesný příjem jednotlivých substrátů z podávaných přípravků uvedených v Tabulce 5.

Všem pacientům v ebb fázi byly parenterálně podávány přípravky Nutriflex Plus s příjmem 2000 ml/den a Lipoplus 20 % 250 ml/den. 4 pacienti dostávali také parenterální cestou přípravky Nutridrink, Nutrison Standard nebo Nutrison Multi Fibre s přidavkem vlákniny. Rychlost podání těchto přípravků je taktéž zaznamenána v Tabulce 5.

Pacientům vyšetřovaným během flow fáze traumatu byly parenterálně podávány přípravky Nutriflex Plus, Nutriflex Peri, Nutriflex Lipid Plus nebo na míru připravený vak All-In-One z nemocniční lékárny. Dále byly pacientům podávány přípravky Lipoplus 20 % či 50 % nebo 5 % roztok glukózy. Enterální cestou dostávali pacienti přípravky Nutrison Standard, Nutrison Multi Fibre, Protison, Nutridrink či Reconvan v množství uvedeném v Tabulce 5.

### 10.2 Příjem energie

V Tabulce 6 je podrobně rozepsán příjem energie v g/den a v kcal/den z jednotlivých nutričních substrátů a to zvláště z parenterální a zvláště z enterální výživy. V Tabulce 7 lze nalézt přehled celkového příjmu sacharidů, lipidů a proteinů z parenterální a enterální výživy dohromady a také procentuální podíl jednotlivých substrátů zastoupených ve výživě.

V Tabulce 8 a 9 je statistické vyhodnocení celkového příjmu pacientů v ebb a flow fázi.

Pacienti v ebb fázi dostávali na den  $303,7 \pm 110,3$  g ( $1260,5 \pm 457,8$  kcal) sacharidů,  $63,9 \pm 32,1$  g ( $581,6 \pm 291,8$  kcal) lipidů a  $101,7 \pm 40,3$  g ( $422,0 \pm 167,2$  kcal) proteinů. Celkový energetický příjem byl průměrně  $2264,1 \pm 878,1$  kcal/den na pacienta. Výživa byla složena z  $55,7 \pm 5,0$  % ze sacharidů, z  $25,9 \pm 5,6$  % z lipidů a z  $18,4 \pm 1,1$  % z proteinů.

Ve flow fázi bylo pacientům na den podáváno  $337,3 \pm 93,2$  g ( $1399,7 \pm 386,4$  kcal) sacharidů,  $83,8 \pm 27,1$  g. ( $762,9 \pm 247,0$  kcal) lipidů a  $125,6 \pm 35,4$  g ( $521,2 \pm 147,0$  kcal)



proteinů. Celkový příjem energie byl  $2683,8 \pm 718,4$  kcal/den. Jednotlivé substráty byly podávány v poměru  $52,2 \pm 4,3$  % sacharidů,  $28,2 \pm 4,4$  % lipidů a  $19,6 \pm 2,8$  % proteinů.

V Tabulce 10 je přehled příjmu jednotlivých substrátů přepočítaných na g na kg individuálně pro u každého z pacientů.

Pacienti v ebb fázi dostávali průměrně  $3,6 \pm 1,5$  g/kg/den sacharidů,  $0,8 \pm 0,4$  g/kg/den lipidů a  $1,2 \pm 0,5$  g/kg/den proteinů. Celkový příjem energie byl  $26,8 \pm 11,1$  kcal/kg/den na pacienta (viz Tabulka 11).

Ve flow fázi bylo pacientům podáváno  $4,4 \pm 1,5$  g/kg/den sacharidů,  $1,1 \pm 0,5$  g/kg/den lipidů a  $1,6 \pm 0,5$  g/kg/den proteinů. Celkový energetický příjem tedy vychází  $34,8 \pm 12,2$  kcal/kg/den (viz Tabulka 12).

### 10.3 Utilizace

Z vyšetření kalorimetrem jsme schopni získat podrobné údaje o denní utilizaci jednotlivých nutričních substrátů v daný moment vyšetření každého pacienta. (viz Tabulka 13).

V ebb fázi traumatu pacienti spalovali za den průměrně  $190,6 \pm 144,6$  g/den ( $789,2 \pm 604,1$  kcal/den) sacharidů,  $47,9 \pm 51,9$  g/den ( $446,9 \pm 490,1$  kcal/den) lipidů a  $91,5 \pm 44,7$  g/den proteinů. Průměrná energetická potřeba těchto pacientů byla  $1620,2 \pm 384,9$  kcal/den. Utilizovaná energie byla z  $47,9 \pm 35,8$  % ze sacharidů, z  $29,5 \pm 29,7$  % z lipidů a z  $26,0 \pm 16,2$  % z proteinů.

V hypermetabolické flow fázi traumatu pacienti průměrně spalovali  $175,1 \pm 293,1$  g/den ( $433,1 \pm 422,9$  kcal/den) sacharidů,  $91,4 \pm 56,7$  g/den ( $840,6 \pm 525,7$  kcal/den) lipidů a  $214,9 \pm 98,3$  g/den ( $901,3 \pm 419,43$  kcal/den) proteinů. Průměrná celková spotřebovaná energie byla  $2175,0 \pm 608,8$  kcal/den, získána z  $21,7 \pm 18,6$  % ze sacharidů, z  $37,3 \pm 19,9$  % z lipidů a z  $41,9 \pm 15,7$  % z proteinů.

V Tabulce 16 lze vidět utilizace jednotlivých pacientů v g/kg/den. Pacienti v ebb fázi spalovali průměrně  $2,5 \pm 2,0$  g/kg/den sacharidů,  $0,6 \pm 0,6$  g/kg/den lipidů a  $1,1 \pm 0,7$  g/kg/den proteinů. Celkově tedy spotřebovali  $20,0 \pm 6,7$  kcal/kg/den energie.

Pacienti ve flow fázi spalovali  $2,0 \pm 2,3$  g/kg/den sacharidů,  $1,1 \pm 0,6$  g/kg/den lipidů a  $2,7 \pm 1,3$  g/kg/den proteinů. Celková spotřebovaná energie byla  $26,8 \pm 5,2$  kcal/kg/den.

Jak můžeme vidět z vysokých směrodatných odchylek, individuální přístup ke složení a množství výživy je nezbytný pro co nejpřesnější pokrytí energetických potřeb.

## 10.4 Bilance

Porovnáme-li příjem jednotlivých substrátů z parenterální a enterální výživy s hodnotami utilizací, získanými z kalorimetrického vyšetření, vychází nám bilance jednotlivých složek výživy (viz Tabulka 19).

V ebb fázi se v záporných hodnotách nachází 2 ze 7 pacientů v příjmu sacharidů, 3 pacienti v příjmu lipidů a 2 v příjmu proteinů. Ve flow fázi můžeme pozorovat záporné hodnoty u 2 z 15 pacientů v příjmu sacharidů, u 8 pacientů v příjmu lipidů a až u 13 pacientů v příjmu proteinů. U některých pacientů vidíme i relativně vysoké kladné hodnoty, což také není žádoucí, jelikož může docházet k přetěžování organismu pacienta. Statistické vyhodnocení bilancí je uvedeno v Tabulkách 20 a 21.

**Tabulka 5: Výživa - dávkovací schéma**

Fáze traumatu	Pacient	Parenterální výživa				Enterální výživa	
		Přípravek	ml/den	Přípravek	ml/den	Přípravek	ml/den
<b>Ebb</b>	<b>B.K.</b>	Nutriflex Plus	2000	Lipoplus 20%	250	Nutrison Multi Fibre	720
	<b>K.L.</b>	Nutriflex Plus	2000	Lipoplus 20%	250	-	-
	<b>K.S.</b>	Nutriflex Plus	2000	Lipoplus 20%	250	-	-
	<b>Š.V.</b>	Nutriflex Plus	2000	Lipoplus 20%	250	Nutrison Standard	1200
	<b>F.H.</b>	Nutriflex Peri	2000	Lipoplus 20%	250	Nutridrink	1200
	<b>K.M.</b>	Nutriflex Plus	2000	Lipoplus 20%	250	-	-
	<b>T.M.</b>	Nutriflex Plus	2000	Lipoplus 20%	250	Nutridrink	50
<b>Flow</b>	<b>B.K. 2</b>	Nutriflex Plus	2000	Lipoplus 20%	250	-	-
	<b>M.D.</b>	Nutriflex Plus	1200	Lipoplus 20%	250	Nutrison Standard	1200
	<b>N.B.</b>	Nutriflex Plus	2000	Lipoplus 20%	250	-	-
	<b>K.S. 2</b>	F1/2	500	-	-	Nutrison Multi Fibre	2400
	<b>HI.P.</b>	Nutriflex Plus	2000	Lipoplus 20%	250	Nutrison Multi Fibre	1200

Fáze traumatu	Pacient	Parenterální výživa				Enterální výživa	
		Přípravek	ml/den	Přípravek	ml/den	Přípravek	ml/den
Flow	P.F.	All In One	2300	Glukóza 5%	50	-	-
	P.T.	Nutriflex Plus	2000	Lipoplus 20%	250	Nutrison Multi Fibre	1440
	T.J.	All In One	2730	-	-	-	-
	K.J.	Nutriflex Peri	2000	Lipoplus 20%	250	Nutrison Multi Fibre	960
	O.D.	-	-	-	-	Protison	1920
	F.H. 2	Nutriflex Plus	2000	Lipoplus 20%	250	Nutrison Multi Fibre	1440
	V.M.	Nutriflex Peri	2000	Lipoplus 20%	250	Nutrison Multi Fibre	1680
	K.M. 2	-	-	-	-	Protison	2880
	L.V.	Nutriflex Peri	2000	Lipoplus 20%	250	Nutridrink	50
	T.M.2	Nutriflex Lipid Plus	2000	-	-	Reconvan	720

**Tabulka 6: Příjem energie z jednotlivých složek parenterální a enterální výživy**

Fáze traumatu	Pacient	Parenterální výživa							Enterální výživa						
		Sacharidy		Lipidy		Proteiny		Celk	Sacharidy		Lipidy		Proteiny		Celk
		g/den	kcal/d	g/den	kcal/d	g/den	kcal/d	kcal/d	g/den	kcal/d	g/den	kcal/d	g/den	kcal/d	kcal/d
<b>Ebb</b>	<b>B.K.</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	88,6	367,5	28,1	255,5	28,8	119,5	742,6
	<b>K.L.</b>	300,0	1245,0	50,0	455,0	96,0	398,4	2098,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	<b>K.S.</b>	300,0	1245,0	50,0	455,0	96,0	398,4	2098,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	<b>Š.V.</b>	300,0	1245,0	50,0	455,0	96,0	398,4	2098,4	147,6	612,5	46,8	425,9	48	199,2	1237,6
	<b>F.H.</b>	160,0	664,0	50,0	455,0	80,0	332,0	1451,0	220,8	916,3	69,6	633,4	72	298,8	1848,5
	<b>K.M.</b>	300,0	1245,0	50,0	455,0	96,0	398,4	2098,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	<b>T.M.</b>	300,0	1245,0	50,0	455,0	96,0	398,4	2098,4	9,2	38,2	2,9	26,4	3,0	12,45	77,0
<b>Flow</b>	<b>B.K. 2</b>	300,0	1245,0	50,0	455,0	96,0	398,4	2098,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	<b>M.D.</b>	180,0	747,0	50,0	455,0	57,6	239,0	1441,0	147,6	612,6	46,8	425,9	48,0	199,2	1232,6
	<b>N.B.</b>	300,0	1245,0	50,0	455,0	96,0	398,4	2098,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	<b>K.S. 2</b>	12,5	51,9	0,0	0,0	0,0	0,0	51,9	295,2	1225,1	93,6	851,8	96,0	398,4	2475,2

Fáze traumatu	Pacient	Parenterální výživa							Enterální výživa						
		Sacharidy		Lipidy		Proteiny		Celk	Sacharidy		Lipidy		Proteiny		Celk
		g/den	kcal/d	g/den	kcal/d	g/den	kcal/d	kcal/d	g/den	kcal/d	g/den	kcal/d	g/den	kcal/d	kcal/d
Flow	HI.P.	300,0	1245,0	50,0	455,0	96,0	398,4	2098,4	147,6	612,5	46,8	425,9	48,0	199,2	1237,6
	P.F.	242,5	1006,0	50,0	455,0	90,0	373,5	1834,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	P.T.	300,0	1245,0	50,0	455,0	96,0	398,4	2098,4	177,1	735	56,2	511,06	57,6	239	1485,1
	T.J.	240,0	996,0	50,0	455,0	105,0	435,8	1886,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
	K.J.	160,0	664,0	50,0	455,0	80,0	332,0	1451,0	118,1	490,0	37,4	340,7	38,4	159,4	999,1
	O.D.	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	295,7	1227,1	71,0	646,5	144,0	597,6	2471,1
	F.H. 2	300,0	1245,0	50,0	455,0	96,0	398,4	2098,4	177,1	735,0	56,2	511,1	57,6	239,0	1485,1
	V.M.	160,0	664,0	50,0	455,0	80,0	332,0	1451,0	206,6	857,6	65,5	596,2	67,2	278,9	1732,7
	K.M. 2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	443,5	1840,6	107,0	969,7	216,0	896,4	3706,7
	L.V.	160,0	664,0	50,0	455,0	80,0	332,0	1451,0	9,2	38,2	2,9	26,4	3,0	12,45	77,0
T.M.2	300,0	1245,0	100,0	910,0	96,0	398,4	2553,4	86,4	358,6	24,5	222,8	39,6	164,3	745,7	

**Tabulka 7: Celkový příjem energie**

Fáze traumatu	Pacient	Sacharidy		Lipidy		Proteiny		Celk. E	Sacharidy	Lipidy	Proteiny
		g/d	kcal/d	g/d	kcal/d	g/d	kcal/d	kcal/d	%	%	%
<b>Ebb</b>	<b>B.K.</b>	88,6	367,5	28,1	255,5	28,8	119,5	742,6	49,5	34,4	16,1
	<b>K.L.</b>	300,0	1245,0	50,0	455,0	96,0	398,4	2098,4	59,3	21,7	19,0
	<b>K.S.</b>	300,0	1245,0	50,0	455,0	96,0	398,4	2098,4	59,3	21,7	19,0
	<b>Š.V.</b>	447,6	1857,5	96,8	880,9	144,0	597,6	3336,0	55,7	26,4	17,9
	<b>F.H.</b>	380,8	1580,3	119,6	1088,4	152,0	630,8	3299,5	47,9	33,0	19,1
	<b>K.M.</b>	300,0	1245,0	50,0	455,0	96,0	398,4	2098,4	59,3	21,7	19,0
	<b>T.M.</b>	309,2	1283,2	52,9	481,4	99,0	410,9	2175,4	59,0	22,1	18,9
<b>Flow</b>	<b>B.K. 2</b>	300,0	1245,0	50,0	455,0	96,0	398,4	2098,4	59,3	21,7	19,0
	<b>M.D.</b>	327,6	1359,5	96,8	880,9	105,6	438,2	2678,7	50,8	32,9	16,4
	<b>N.B.</b>	300,0	1245,0	50,0	455,0	96,0	398,4	2098,4	59,3	21,7	19,0
	<b>K.S. 2</b>	307,7	1277,0	93,6	851,8	96,0	398,4	2527,1	50,5	33,7	15,8
	<b>HI.P.</b>	447,6	1857,5	96,8	880,9	144,0	597,6	3336	55,7	26,4	17,9

Fáze traumatu	Pacient	Sacharidy		Lipidy		Proteiny		Celk. E	Sacharidy	Lipidy	Proteiny
		g/d	kcal/d	g/d	kcal/d	g/d	kcal/d	kcal/d	%	%	%
<b>Flow</b>	<b>P.F.</b>	242,5	1006,4	50,0	455,0	90,0	373,5	1834,9	54,9	24,8	20,4
	<b>P.T.</b>	477,1	1980,0	106,2	966,1	153,6	637,4	3583,5	55,3	27,0	17,8
	<b>T.J.</b>	240,0	996,0	50,0	455,0	105,0	435,8	1886,8	52,8	24,1	23,1
	<b>K.J.</b>	278,1	1154	87,4	795,7	118,4	491,4	2441,1	47,3	32,6	20,1
	<b>O.D.</b>	295,7	1227,1	71,0	646,5	144	597,6	2471,1	49,7	26,2	24,2
	<b>F.H. 2</b>	477,1	1980,0	106,2	966,1	153,6	637,4	3583,5	55,3	27,0	17,8
	<b>V.M.</b>	366,6	1521,6	115,5	1051,2	147,2	610,9	3183,7	47,8	33,0	19,2
	<b>K.M. 2</b>	443,5	1840,6	106,6	969,7	216,0	896,4	3706,7	49,7	26,2	24,2
	<b>L.V.</b>	169,2	702,2	52,9	481,4	83,0	344,5	1528	46,0	31,5	22,5
	<b>T.M.2</b>	386,4	1603,6	124,5	132,8	135,6	562,7	3299,1	48,6	34,3	17,1



**Tabulka 8: Celkový příjem energie v ebb fázi – statistické vyhodnocení**

	Sacharidy		Lipidy		Proteiny		Celk. E	Sacharidy	Lipidy	Proteiny
	g/d	kcal/d	g/d	kcal/d	g/d	kcal/d	kcal/d	%	%	%
<b>Počet</b>	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
<b>Průměr</b>	303,7	1260,5	63,9	581,6	101,7	422,0	2264,1	55,7	25,9	18,4
<b>SD</b>	110,3	457,8	32,1	291,8	40,3	167,2	878,1	5,0	5,6	1,1
<b>Minimum</b>	88,6	367,5	28,1	255,5	28,8	119,5	742,6	47,9	21,7	16,1
<b>Medián</b>	300,0	1245,0	50,0	455,0	96,0	398,4	2098,4	59,0	22,1	19,0
<b>Maximum</b>	447,6	1857,5	119,6	1088,4	152	630,8	3336,0	59,3	34,4	19,1

*Vysvětlivky:*

*SD – směrodatná odchylka*

**Tabulka 9: Celkový příjem energie ve flow fázi – statistické vyhodnocení**

	Sacharidy		Lipidy		Proteiny		Celk. E	Sacharidy	Lipidy	Proteiny
	g/d	kcal/d	g/d	kcal/d	g/d	kcal/d	kcal/d	%	%	%
<b>Počet</b>	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
<b>Průměr</b>	337,3	1399,7	83,8	762,9	125,6	521,2	2683,8	52,2	28,2	19,6
<b>SD</b>	93,2	386,6	27,1	247,0	35,4	147,0	718,4	4,3	4,4	2,8
<b>Minimum</b>	169,2	702,2	50,0	455,0	83,0	344,5	1528,0	46,0	21,7	15,8
<b>Medián</b>	169,2	702,2	50,0	455,0	83,0	344,5	1528,0	46,0	21,7	15,8
<b>Maximum</b>	477,1	1980,1	124,5	1132,8	216,0	896,4	3706,7	59,3	34,3	24,2

*Vysvětlivky:*

*SD – směrodatná odchylka*

**Tabulka 10: Příjem jednotlivých nutričních substrátů v g/kg/den**

Fáze traumatu	Pacient	Hmotnost	Sacharidy		Lipidy		Proteiny		Celk.E	
			g/den	g/kg/den	g/den	g/kg/den	g/den	g/kg/den	kcal/den	kcal/kg/den
<b>Ebb</b>	<b>B.K.</b>	51,5	88,6	1,7	28,1	0,6	28,8	0,6	742,6	14,4
	<b>K.L.</b>	65,2	300,0	4,6	50,0	0,8	96,0	1,5	2098,4	32,2
	<b>K.S.</b>	99,4	300,0	3,0	50,0	0,5	96,0	1,0	2098,4	21,1
	<b>Š.V.</b>	73,6	447,6	6,1	96,8	1,3	144,0	2,0	3336,0	45,3
	<b>F.H.</b>	93,1	380,8	4,1	119,6	1,3	152,0	1,6	3299,5	35,4
	<b>K.M.</b>	100,5	300,0	3,0	50,0	0,5	96,0	1,0	2098,4	20,9
	<b>T.M.</b>	118,5	309,2	2,6	52,9	0,5	99,0	0,8	2175,4	18,4
<b>Flow</b>	<b>B.K. 2</b>	55,2	300,0	5,4	50,0	0,9	96,0	1,7	2098,4	38,0
	<b>M.D.</b>	50,0	327,6	6,6	96,8	1,9	105,6	2,1	2678,7	53,6
	<b>N.B.</b>	72,6	300,0	4,1	50,0	0,7	96,0	1,3	2098,4	28,9
	<b>K.S. 2</b>	69,0	307,7	4,5	93,6	1,4	96,0	1,4	2527,1	36,6
	<b>HI.P.</b>	69,9	447,6	6,4	96,8	1,4	144,0	2,1	3336,0	47,7

Fáze traumatu	Pacient	Hmotnost	Sacharidy		Lipidy		Proteiny		Celk.E	
			g/den	g/kg/den	g/den	g/kg/den	g/den	g/kg/den	kcal/den	kcal/kg/den
Flow	P.F.	129,0	242,5	1,9	50,0	0,4	90,0	0,7	1834,9	14,2
	P.T.	116,0	477,1	4,1	106,2	0,9	153,6	1,3	3583,5	30,9
	T.J.	101,2	240,0	2,4	50,0	0,5	105,0	1,0	1886,8	18,6
	K.J.	85,1	278,1	3,3	87,4	1,0	118,4	1,4	2441,1	28,7
	O.D.	93,7	295,7	3,2	71,0	0,8	144,0	1,5	2471,1	26,4
	F.H. 2	93,1	477,1	5,1	106,2	1,1	153,6	1,7	3583,5	38,5
	V.M.	59,6	366,6	6,2	115,5	1,9	147,2	2,5	3183,7	53,4
	K.M. 2	82,3	443,5	5,4	106,6	1,3	216,0	2,6	3706,7	45,0
	L.V.	75,8	169,2	2,2	52,9	0,7	83,0	1,1	1528,0	20,2
	T.M.2	81,5	386,4	4,7	124,5	1,5	135,6	1,7	3299,1	40,5

**Tabulka 11: Příjem jednotlivých nutričních substrátů v g/kg/den v ebb fázi - statistické zpracování**

	Hmotnost	Sacharidy		Lipidy		Proteiny		Celk.E	
		g/den	g/kg/den	g/den	g/kg/den	g/den	g/kg/den	kcal/den	kcal/kg/den
<b>Počet</b>	7	7	7	7	7	7	7	7	7
<b>Průměr</b>	86,0	303,7	3,6	63,9	0,8	101,7	1,2	2264,1	26,8
<b>SD</b>	23,4	110,3	1,5	32,1	0,4	40,3	0,5	878,1	11,1
<b>Minimum</b>	51,5	88,6	1,7	28,1	0,5	28,8	0,6	742,6	14,4
<b>Medián</b>	93,1	300,0	3,0	50,0	0,6	96,0	1,0	2098,4	21,1
<b>Maximum</b>	118,5	447,6	6,1	119,6	1,3	152,0	2,0	3336,0	45,3

**Tabulka 12: Příjem jednotlivých nutričních substrátů v g/kg/den ve flow fázi - statistické zpracování**

	Hmotnost	Sacharidy		Lipidy		Proteiny		Celk.E	
		g/den	g/kg/den	g/den	g/kg/den	g/den	g/kg/den	kcal/den	kcal/kg/den
<b>Počet</b>	15	15	15	15	15	15	15	15	15
<b>Průměr</b>	82,3	337,3	4,3	83,8	1,1	125,6	1,6	2683,8	34,6
<b>SD</b>	21,7	93,2	1,5	27,2	0,5	35,4	0,5	718,4	12,2
<b>Minimum</b>	50,0	169,2	1,9	50,0	0,4	83,0	0,7	1528,0	14,2
<b>Medián</b>	81,5	307,7	4,5	93,6	1,0	118,4	1,5	2527,1	36,6
<b>Maximum</b>	129,0	477,1	6,6	124,5	1,9	216,0	2,6	3706,7	53,6

**Tabulka 13: Utilizace jednotlivých nutričních substrátů**

Fáze traumatu	Pacient	Sacharidy		Lipidy		Proteiny		Celk. E	Sacharidy	Lipidy	Proteiny
		g/d	kcal/d	g/d	kcal/d	g/d	kcal/d	kcal/d	%	%	%
<b>Ebb</b>	<b>B.K.</b>	148,3	615,3	70,0	636,7	9,7	40,1	1292,1	46,8	50	3,2
	<b>K.L.</b>	285,7	1185,6	6,4	58,4	151,5	628,6	1872,6	62,5	3,2	34,3
	<b>K.S.</b>	323,8	1343,9	0,0	0,0	75,7	314,0	1658,0	90,0	0,0	21,7
	<b>Š.V.</b>	374,4	1553,6	0,0	0,0	88,1	365,7	1919,3	90,3	0,0	22,0
	<b>F.H.</b>	18,9	78,3	36,3	330,0	125,9	522,3	930,7	8,2	35,5	56,3
	<b>K.M.</b>	7,7	13,3	135,9	1285,7	83,9	362,6	1661,7	0,8	77,4	21,8
	<b>T.M.</b>	175,7	734,3	86,4	817,5	105,4	455,2	2007,0	36,6	40,7	22,7
<b>Flow</b>	<b>B.K. 2</b>	150,7	625,6	0,0	0,0	168,3	698,4	1324,0	48,5	0,0	55,9
	<b>M.D.</b>	98,3	407,9	69,1	629,0	114,1	473,3	1510,3	26,4	42,0	31,6
	<b>N.B.</b>	191,3	793,8	46,6	424,1	170,9	709,1	1926,9	40,4	22,3	37,3
	<b>K.S. 2</b>	45,3	187,8	41,6	378,4	390,4	1620,2	2186,5	8,3	17,3	74,3
	<b>HI.P.</b>	51,8	215,1	101,1	920,0	199,0	825,8	1960,8	10,7	47,0	42,3

Fáze traumatu	Pacient	Sacharidy		Lipidy		Proteiny		Celk. E	Sacharidy	Lipidy	Proteiny
		g/d	kcal/d	g/d	kcal/d	g/d	kcal/d	kcal/d	%	%	%
<b>Flow</b>	<b>P.F.</b>	386,5	664,8	83,8	762,5	286,0	1186,7	2614,0	24,7	29,4	45,9
	<b>P.T.</b>	173,4	298,3	203,1	1848,1	190,5	790,7	2937,1	9,8	63,1	27,1
	<b>T.J.</b>	972,1	1672,0	92,9	845,0	181,9	754,9	3271,9	50,1	26,3	23,6
	<b>K.J.</b>	179,0	742,7	22,5	204,3	84,2	349,6	1296,6	57,3	15,8	27,0
	<b>O.D.</b>	69,7	289,1	100,3	912,6	301,2	1249,9	2451,6	11,5	37,3	51,2
	<b>F.H. 2</b>	28,8	119,3	131,3	1194,9	187,9	779,6	2093,8	12,9	57,1	37,3
	<b>V.M.</b>	105,8	182,1	111,6	1015,9	121,2	503,2	1701,2	10,3	59,9	29,7
	<b>K.M. 2</b>	15,0	25,8	196,5	1858,6	251,1	1084,5	2968,9	0,9	62,6	36,5
	<b>L.V.</b>	95,6	164,4	108,8	1029,6	152,4	658,6	1852,5	8,9	55,6	35,5
	<b>T.M.2</b>	63,0	108,3	61,9	585,4	424,8	1835,3	2529,1	4,3	23,1	72,6



**Tabulka 14: Utilizace jednotlivých nutričních substrátů v ebb fázi - statistické zpracování**

	Sacharidy		Lipidy		Proteiny		Celk. E	Sacharidy	Lipidy	Proteiny
	g/d	kcal/d	g/d	kcal/d	g/d	kcal/d	kcal/d	%	%	%
<b>Počet</b>	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
<b>Průměr</b>	190,6	789,2	47,9	446,9	91,5	384,1	1620,2	47,9	29,5	26,0
<b>SD</b>	144,6	604,1	51,9	490,1	44,7	186,2	384,9	35,8	29,7	16,2
<b>Minimum</b>	7,7	13,3	0,0	0,0	9,7	40,1	930,7	0,8	0,0	3,2
<b>Medián</b>	175,7	734,3	36,3	330,0	88,1	365,7	1661,7	46,8	35,5	22,0
<b>Maximum</b>	374,4	1553,6	135,9	1285,7	151,5	628,6	2007,0	90,3	77,4	56,3

*Vysvětlivky:*

*SD – směrodatná odchylka*

**Tabulka 15: Utilizace jednotlivých nutričních substrátů ve flow fázi - statistické zpracování**

	Sacharidy		Lipidy		Proteiny		Celk. E	Sacharidy	Lipidy	Proteiny
	g/d	kcal/d	g/d	kcal/d	g/d	kcal/d	kcal/d	%	%	%
<b>Počet</b>	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
<b>Průměr</b>	175,1	433,1	91,4	840,6	214,9	901,3	2175,0	21,7	37,3	41,9
<b>SD</b>	239,1	422,9	56,7	525,7	98,3	419,4	608,8	18,6	19,9	15,7
<b>Minimum</b>	15,0	25,8	0,0	0,0	84,2	349,6	1296,6	0,9	0,0	23,6
<b>Medián</b>	98,3	289,1	92,9	845,0	187,9	779,6	2093,8	11,5	37,3	37,3
<b>Maximum</b>	972,1	1672,0	203,1	1858,6	424,8	1835,3	3271,9	57,3	63,1	74,3

*Vysvětlivky:*

*SD – směrodatná odchylka*

**Tabulka 16: Utilizace jednotlivých nutričních substrátů v g/kg/den a kcal/kg/den**

Fáze traumatu	Pacient	Hmotnost	Sacharidy		Lipidy		Proteiny		Celk.E	
			g/den	g/kg/den	g/den	g/kg/den	g/den	g/kg/den	kcal/den	kcal/kg/den
<b>Ebb</b>	<b>B.K.</b>	51,5	148,3	2,9	70	1,4	9,7	0,2	1292,1	25,1
	<b>K.L.</b>	65,2	285,7	4,4	6,4	0,1	151,5	2,3	1872,6	28,7
	<b>K.S.</b>	99,4	323,8	3,3	0,0	0,0	75,7	0,8	1658	16,7
	<b>Š.V.</b>	73,6	374,4	5,1	0,0	0,0	88,1	1,2	1919,3	26,1
	<b>F.H.</b>	93,1	18,9	0,2	36,3	0,4	125,9	1,4	930,7	10,0
	<b>K.M.</b>	100,5	7,7	0,1	135,9	1,4	83,9	0,8	1661,7	16,5
	<b>T.M.</b>	118,5	175,7	1,5	86,4	0,7	105,4	0,9	2007	16,9
<b>Flow</b>	<b>B.K. 2</b>	55,2	150,7	2,7	0,0	0,0	168,3	3,0	1324	24,0
	<b>M.D.</b>	50,0	98,3	2,0	69,1	1,4	114,1	2,3	1510,3	30,2
	<b>N.B.</b>	72,6	191,3	2,6	46,6	0,6	170,9	2,4	1926,9	26,5
	<b>K.S. 2</b>	69,0	45,3	0,7	41,6	0,6	390,4	5,7	2186,5	31,7
	<b>HI.P.</b>	69,9	51,8	0,7	101,1	1,4	199	2,8	1960,8	28,1

Fáze traumatu	Pacient	Hmotnost	Sacharidy		Lipidy		Proteiny		Celk.E	
			g/den	g/kg/den	g/den	g/kg/den	g/den	g/kg/den	kcal/den	kcal/kg/den
<b>Flow</b>	<b>P.F.</b>	129,0	386,5	3,0	83,8	0,6	286	2,2	2614	20,3
	<b>P.T.</b>	116,0	173,4	1,5	203,1	1,8	190,5	1,6	2937,1	25,3
	<b>T.J.</b>	101,2	972,1	9,6	92,9	0,9	181,9	1,8	3271,9	32,3
	<b>K.J.</b>	85,1	179	2,1	22,5	0,3	84,2	1,0	1296,6	15,2
	<b>O.D.</b>	93,7	69,7	0,7	100,3	1,1	301,2	3,2	2451,6	26,2
	<b>F.H. 2</b>	93,1	28,8	0,3	131,3	1,4	187,9	2,0	2093,8	22,5
	<b>V.M.</b>	59,6	105,8	1,8	111,6	1,9	121,2	2,0	1701,2	28,5
	<b>K.M. 2</b>	82,3	15	0,2	196,5	2,4	251,1	3,1	2968,9	36,1
	<b>L.V.</b>	75,8	95,6	1,3	108,8	1,4	152,4	2,0	1852,5	24,4
	<b>T.M.2</b>	81,5	63	0,8	61,9	0,8	424,8	5,2	2529,1	31,0

**Tabulka 17: Utilizace jednotlivých substrátů v g/kg/den v ebb fázi – statistické vyhodnocení**

	Hmotnost	Sacharidy		Lipidy		Proteiny		Celk.E	
		g/den	g/kg/den	g/den	g/kg/den	g/den	g/kg/den	kcal/den	kcal/kg/den
<b>Počet</b>	10	7	7	7	7	7	7	7	7
<b>Průměr</b>	86,0	190,6	2,5	47,9	0,6	91,5	1,1	1620,2	20,0
<b>SD</b>	23,4	144,6	2,0	51,9	0,6	44,7	0,7	384,9	6,7
<b>Minimum</b>	51,5	7,7	0,1	0,0	0,0	9,7	0,2	930,7	10,0
<b>Medián</b>	93,1	175,7	2,9	36,3	0,4	88,1	0,9	1661,7	16,9
<b>Maximum</b>	118,5	374,4	5,1	135,9	1,4	151,5	2,3	2007,0	28,7

**Tabulka 18: Utilizace jednotlivých nutričních substrátů v g/kg/den ve flow fázi - statistické vyhodnocení**

	Hmotnost	Sacharidy		Lipidy		Proteiny		Celk.E	
		g/den	g/kg/den	g/den	g/kg/den	g/den	g/kg/den	kcal/den	kcal/kg/den
<b>Počet</b>	15	15	15	15	15	15	15	15	15
<b>Průměr</b>	82,3	175,1	2,0	91,4	1,1	214,9	2,7	2175,0	26,8
<b>SD</b>	21,7	239,1	2,3	56,7	0,6	98,3	1,3	608,8	5,2
<b>Minimum</b>	50,0	15,0	0,2	0,0	0,0	84,2	1,0	1296,6	15,2
<b>Medián</b>	81,5	98,3	1,5	92,9	1,1	187,9	2,3	2093,8	26,5
<b>Maximum</b>	129,0	972,1	9,6	203,1	2,4	424,8	5,7	3271,9	36,1

**Tabulka 19: Bilance jednotlivých nutričních substrátů v g/den a kcal/den**

Fáze traumatu	Pacient	Sacharidy		Lipidy		Proteiny	
		g/d	kcal/d	g/d	kcal/d	g/d	kcal/d
<b>Ebb</b>	<b>B.K.</b>	-59,7	-247,8	-41,9	-381,1	19,1	79,5
	<b>K.L.</b>	14,3	59,4	43,6	396,6	-55,5	-230,2
	<b>K.S.</b>	-23,8	-98,9	50,0	455,0	20,3	84,4
	<b>Š.V.</b>	73,3	303,97	96,8	880,9	55,9	231,9
	<b>F.H.</b>	361,9	1502,0	83,3	758,3	26,1	108,5
	<b>K.M.</b>	292,3	1212,9	-85,9	-781,8	12,1	50,1
	<b>T.M.</b>	133,5	554,1	-33,5	-305,0	-6,4	-26,5
<b>Flow</b>	<b>B.K. 2</b>	149,3	619,4	50,0	455,0	-72,3	-300,0
	<b>M.D.</b>	229,3	951,6	27,7	251,9	-8,5	-35,1
	<b>N.B.</b>	108,7	451,3	3,4	30,9	-74,9	-310,7
	<b>K.S. 2</b>	262,4	1089,1	52,0	473,3	-294,4	-1221,8
	<b>HI.P.</b>	395,8	1642,5	-4,3	-39,1	-55,0	-228,2
	<b>P.F.</b>	-144,0	-597,6	-33,8	-307,5	-196,0	-813,2
	<b>P.T.</b>	303,7	1260,3	-96,9	-882,1	-36,9	-153,3
	<b>T.J.</b>	-732,1	-3038,1	-42,9	-390,0	-76,9	-319,2
	<b>K.J.</b>	99,1	411,3	65,0	591,4	34,2	141,7
	<b>O.D.</b>	226,0	938,0	-29,2	-266,1	-157,2	-652,3
	<b>F.H. 2</b>	448,4	1860,7	-25,2	-228,9	-34,3	-142,1
	<b>V.M.</b>	260,8	1082,3	3,9	35,3	26,0	107,7
	<b>K.M. 2</b>	428,5	1778,4	-89,9	-818,2	-35,1	-145,5
	<b>L.V.</b>	73,6	305,6	-55,9	-509,0	-69,4	-288,2
<b>T.M.2</b>	323,4	1342,2	62,6	569,6	-289,2	-1200,4	

**Tabulka 20: Bilance jednotlivých nutričních substrátů v ebb fázi – statistické zpracování**

	Sacharidy		Lipidy		Proteiny	
	g/d	kcal/d	g/d	kcal/d	g/d	kcal/d
<b>Počet</b>	7	7	7	7	7	7
<b>Průměr</b>	113,1	469,4	16,1	146,1	10,2	42,5
<b>SD</b>	160,4	665,7	69,7	634,5	34,4	142,9
<b>Minimum</b>	-59,7	-247,8	-85,9	-781,8	-55,5	-230,2
<b>Medián</b>	73,3	304,0	43,6	396,6	19,1	79,5
<b>Maximum</b>	361,9	1502,0	96,8	880,9	55,9	231,9

*Vysvětlivky:*

*SD – směrodatná odchylka*

**Tabulka 21: Bilance jednotlivých nutričních substrátů ve flow fázi – statistické zpracování**

	Sacharidy		Lipidy		Proteiny	
	g/d	kcal/d	g/d	kcal/d	g/d	kcal/d
<b>Počet</b>	15	15	15	15	15	15
<b>Průměr</b>	162,2	673,1	-7,6	-68,9	-89,3	-370,7
<b>SD</b>	291,6	1210,0	52,4	476,4	101,4	420,9
<b>Minimum</b>	-732,1	-3038,1	-96,9	-882,1	-294,4	-1221,8
<b>Medián</b>	229,3	951,6	-4,3	-39,1	-69,4	-288,2
<b>Maximum</b>	448,4	1860,7	65,0	591,4	34,2	141,7

*Vysvětlivky:*

*SD – směrodatná odchylka*



## 11 *Diskuse*

U kriticky nemocných pacientů s polytraumatem rozhoduje o jejich prognóze nejen kvalita a dostupnost lékařské péče, operace, medikace, ale stále větší důraz se klade na důležitost adekvátní výživy, která pokryje metabolické potřeby pacienta. Studie Ginera, která studovala skupinu pacientů přijatých na JIP dospěla k závěru, že až 43% kriticky nemocných pacientů trpělo malnutricí. (Giner et al., 1996) Cílem naší studie bylo porovnat výživu kriticky nemocných pacientů, předepsanou na základě mezinárodních směrnic a doporučení, se skutečnými utilizacemi získanými z kalorimetrického vyšetření. Na základě získaných bilancí můžeme vyhodnotit přesnost obecně používaných doporučení s reálným metabolismem každého pacienta.

Celkem bylo měřeno 17 kriticky nemocných pacientů připojených na ventilátor. Pacientům byla podávána výživa dle přesného výživového protokolu, který byl sestaven na základě doporučení přijatých směrnic bez předcházejícího kalorimetrického vyšetření. V hypometabolické ebb fázi traumatu bylo pacientům v naší studii podáváno celkově  $26,8 \pm 11,1$  kcal/den a  $34,8 \pm 12,2$  kcal/kg/den v hypermetabolické flow fázi traumatu. Tyto hodnoty mírně převyšují doporučení evropských směrnic ESPEN 25 kcal/kg/den u parenterální výživy a 25-30 kcal/kg/den u výživy enterální. (Singer et al., 2009; Kreymann et al., 2006) Pacienti v ebb fázi průměrně spotřebovali  $20,0 \pm 6,7$  kcal/kg/den a  $26,8 \pm 5,2$  kcal/kg/den ve flow fázi traumatu.

Znalost přesného složení a množství podávané výživy nám umožňuje porovnat jednotlivé hodnoty pacientů s doporučeným příjmem substrátů z různých směrnic.

Pouze na potřebu základní mozkové činnosti je dle ESPEN třeba minimálně 100 až 120 g glukózy denně. Pacientům v naší studii bylo podáváno  $303,7 \pm 110,3$  g/den sacharidů během ebb fáze a  $337,3 \pm 93,2$  g/den během flow fáze, což zcela pokrývá základní potřeby mozku a nechává prostor i k dalšímu využití přijaté energie ve formě sacharidů. Z hlediska procentuálního vyjádření pokrýval příjem sacharidů u našich pacientů  $55,7 \pm 5,0$  % (ebb) a  $52,2 \pm 4,3$  % (flow) celkového příjmu energie. ESPEN uvádí, že 50 % energie by mělo být pokryto z příjmu sacharidů. (Singer et al., 2009) Dle téže směrnic je také doporučena dávka 2,0 g/kg/den. V německých směrnicích DGEM se pro polytraumatizované pacienty s hyperglykemií doporučuje příjem sacharidů v dávce 1 – 2 g/kg/den. (Bolder et al., 2009) Naši pacienti přijímali v ebb fázi  $3,6 \pm 1,5$  g/kg/den a ve flow fázi  $4,4 \pm 1,5$  g/kg/den. U dvou pacientů, kterým bylo podáváno méně než 2,0

g/kg/den můžeme pozorovat výraznou negativní sacharidovou bilanci. Tu vidíme ovšem také u dvou dalších pacientů, u kterých denní dávka odpovídala doporučením. Většina pacientů (5 v ebb a 13 ve flow fázi) byla v pozitivní sacharidové bilanci, díky nízké oxidaci sacharidů (průměrně  $2,5 \pm 2,0$  g/kg/den během ebb fáze a  $2,0 \pm 2,3$  g/kg/den ve flow fázi), což pravděpodobně souvisí s vyšší endogenní produkcí glukózy z glukoneogeneze a současnou hyperglykemií. Zvýšené množství přijímaných sacharidů může být v organismu ve flow fázi využito k syntéze tuků, nebo využito jinou cestou např. konverzí do laktátů, které mohou být dále zutilizovány v glukoneogenezi. K identifikaci, jak organismus zutilizuje nadbytečné sacharidy, by bylo nutné použít radioizotopovou analýzu, což je mimo rozsah této práce. Z tohoto pohledu nelze zhodnotit, zda nadbytečně přijímané sacharidy jsou pro organismus polytraumatizovaného pacienta prospěšné nebo naopak zatěžující.

Dle ESPEN by měla lipidová složka potravy pokrýt 15 – 30 % příjmu kalorií, čemuž odpovídají údaje našich pacientů  $25,9 \pm 5,6$  % v ebb a  $28,2 \pm 4,4$  % ve flow fázi. Podávané množství lipidů  $0,8 \pm 0,4$  g/kg/den pacientům v ebb fázi a  $1,1 \pm 0,5$  g/kg/den pacientům ve flow fázi také odpovídá doporučením ESPEN 0,7 až 1,5 g/kg/den. Negativní bilanci lipidů ovšem pozorujeme u 11 z 22 měřených výsledků, celkově u 9 pacientů (u 2 pacientů se negativní bilance objevuje v obou metabolických fázích). Podíváme-li se však na dávkování výživy, pozorujeme hodnoty podávaných lipidů nižší než 0,7 g/kg/den u 5 pacientů, tedy u 5 z 11 negativních bilancí. Průměrná utilizace lipidů u pacientů v ebb fázi byla  $0,6 \pm 0,6$  g/kg/den a ve flow fázi  $1,1 \pm 0,6$  g/kg/den.

V doporučené dávce proteinů se jednotlivé směrnice rozcházejí a podíváme-li se na negativní bilance u 15 z 22 vyšetření, je zřejmé, že stanovit obecně platná doporučení na přísun proteinů je komplikované. Pacientům v naší studii bylo podáváno poměrně nízké množství proteinů a to  $1,2 \pm 0,5$  g/kg/den v ebb fázi a  $1,6 \pm 0,5$  g/kg/den ve flow fázi traumatu, které jsou nejbližší doporučeným dávkám ze směrnic ESPEN 1,3 – 1,5 g/kg/den. Americký ASPEN doporučuje mírně zvýšené dávky a to v závislosti na BMI. Podíváme-li se na utilizace proteinů u našich pacientů, můžeme pozorovat hodnoty  $1,1 \pm 0,7$  g/kg/den v ebb fázi a až  $2,7 \pm 1,3$  g/kg/den v hypermetabolické flow fázi. Z důvodu těchto hodnot utilizací, které vedou k negativním proteinovým bilancím, by bylo možné zvážit doporučení Hoffera, který uvádí podání 2,0 až 2,5 g/kg/den proteinů jako bezpečné. Výsledky studie Weijs et al. ukazují 50 % snížení mortality během 28 denní hospitalizace u kriticky nemocných pacientů na ventilátoru, když bylo dosaženo přesných

individuálních energetických a zároveň proteinových potřeb. (Weijs et al., 2012) Novější studie Weijs, Looijaard et al. potvrzuje doporučenou dávku proteinů minimálně 1,2 g/kg/den již od 4. dne po přijetí na JIP, jelikož prokázali nižší mortalitu u vyšší dávky proteinů již z počátku traumatu u pacientů s dlouhodobě probíhající mechanickou ventilací. (Weijs, Looijaard, et al., 2014)

Co nejpřesnější pokrytí proteinových potřeb je u kriticky nemocných pacientů nesmírně důležité a může značně ovlivňovat prognózu pacienta. Během hladovění dochází z počátku ke ztrátám nepřiměřeného množství periferního svalstva a později dochází i k úbytku svalové hmoty životně důležitých orgánů. (Weijs, Looijaard, et al., 2014) Podle Zadáka ztráta 20 g/den dusíku, která není kompenzována z výživy, znamená odbourání 125 g proteinů, tedy denně až 500 g periferního svalstva. (Hronek et Zadák, 2011)

Často se v praxi stále používá predikčních rovnic, např. Harris-Benediktovy rovnice, která je však navržena k odhadu výživy u zdravých jedinců a nelze ji tedy spolehlivě použít u kriticky nemocných pacientů. Jak lze vidět z teoretické části studie, doporučené dávky jednotlivých substrátů z různých směrnic a studií se často liší a je tedy obtížné sestavit výživu pro pacienta bez bližších dat o pacientově momentálním metabolismu. Podíváme-li se na bilance mezi příjmem výživy a utilizací, můžeme vidět negativní bilance i u pacientů, kterým byla podávána výživa složená dle doporučených dávek jednotlivých substrátů. Vysoké pozitivní bilance také nejsou žádoucí, jelikož je zřejmé, že pacientovi byla dodávána nadbytečná energie, kterou nemohl využít, a jeho organizmus byl tedy přetěžován.

Limitací studie může být relativně malý počet pacientů, nicméně variabilita traumatu a metabolismu každého pacienta je značná a obecná doporučení nemohou vždy pokrýt momentální metabolické potřeby.

Prozatím nejpřesnější způsob, jak sestavit individuální složení výživy pro kriticky nemocné pacienty, je z výsledků kalorimetrického vyšetření. Umožňuje nám získat aktuální informace o metabolických potřebách každého pacienta v dané fázi jejich onemocnění a přizpůsobit tak množství jednotlivých nutričních substrátů ve výživě. Snížení mortality na polovinu a kratší dobu pobytu na JIP při výživě sestavené na základě výsledků z indirektní kalorimetrie popisuje také studie Anbara et al. (Anbar et al., 2008)

## 12 Závěr

- Do studie bylo zapojeno 17 kriticky nemocných pacientů na ventilátoru z chirurgické JIP, 13 mužů, 4 ženy.
- Míra polytraumatu pacientů se pohybovala v hodnotách ISS 34 až 57.
- Pacientům bylo podáváno  $26,8 \pm 11,1$  kcal/kg/den (ebb),  $34,8 \pm 12,2$  kcal/kg/den (flow), z čehož bylo využito  $20,0 \pm 6,7$  kcal/kg/den (ebb) a  $26,8 \pm 5,2$  kcal/kg/den energie.
- Sacharidy tvořili  $55,7 \pm 5,0$  % (ebb),  $52,2 \pm 4,3$  % (flow) podávané výživy, což je v souladu s doporučením ESPEN.
- Dávka sacharidů byla  $3,6 \pm 1,5$  g/kg/den (ebb),  $4,4 \pm 1,5$  g/kg/den (flow) zatímco utilizace vycházejí  $2,5 \pm 2,0$  g/kg/den (ebb),  $2,0 \pm 2,3$  g/kg/den (flow). Nízká oxidace sacharidů pravděpodobně souvisí s vyšší endogenní produkcí glukózy a současnou hyperglykemií související s glukoneogenezí.
- Lipidy tvořili  $25,0 \pm 5,6$  % (ebb),  $28,2 \pm 4,4$  % (flow) podávané výživy, což je v souladu s doporučením ESPEN.
- Příjem lipidů byl  $0,8 \pm 0,4$  g/kg/den (ebb),  $1,1 \pm 0,5$  g/kg/den (flow), z čehož bylo využito  $0,6 \pm 0,6$  g/kg/den (ebb) a  $1,1 \pm 0,6$  g/kg/den (flow). Negativní bilanci lipidů pozorujeme u 50 % naměřených výsledků.
- Dávka proteinů odpovídala  $1,2 \pm 0,5$  g/kg/den (ebb),  $1,6 \pm 0,5$  g/kg/den (flow), zatímco utilizace odpovídají  $1,1 \pm 0,7$  g/kg/den (ebb),  $2,7 \pm 1,3$  g/kg/den (flow). Negativní bilanci pozorujeme u 15 z 22 výsledků. Vyšší dávku proteinů je třeba zvážit ve flow fázi traumatu, kde 13 z 15 pacientů dosahuje negativních bilanci.
- Predikční rovnice (např. Harris-Benediktova), či světově používané směrnice (např. ESPEN, ASPEN) nejsou přesnými metodami k určení složení výživy kriticky nemocných pacientů. Prozatím nejpřesnější metoda k sestavení individuální výživy je indirektní kalorimetrie.

### 13 **Abstrakt (český)**

Kriticky nemocní pacienti vykazují výrazně odlišný metabolismus v porovnání se zdravými jedinci. Prochází počáteční hypometabolickou fází, která později přechází ve fázi hypermetabolickou. Je žádoucí podávat těmto pacientům výživu, která bude odrážet tyto změny metabolismu a bude dostatečně pokrývat individuální potřeby každého pacienta, aby se snížilo riziko vedlejších komplikací a zlepšila se prognóza pacienta.

Cílem studie bylo porovnat podávanou výživu kriticky nemocným pacientům na mechanickém ventilátoru z chirurgické JIP Fakultní nemocnice v Hradci Králové s jejich výsledky z kalorimetrického vyšetření. Získané bilance mezi podávanou nutriční podporou a aktuální energetickou potřebou pacienta nám umožňují vyhodnotit míru pokrytí nutričních potřeb v rámci naší skupiny pacientů.

Celkem bylo měřeno 17 kriticky nemocných pacientů připojených na mechanický ventilátor. Pacientům byla podávána výživa dle přesného výživového protokolu, který byl sestaven na základě doporučení přijatých směrnic bez předcházejícího kalorimetrického vyšetření.

V ebb fázi traumatu bylo pacientům podáváno  $3,6 \pm 1,5$  g/kg/den sacharidů,  $0,8 \pm 0,4$  g/kg/den lipidů  $1,2 \pm 0,5$  g/kg/den proteinů, z čehož pacienti využili  $2,5 \pm 2,0$  g/kg/den sacharidů,  $0,6 \pm 0,6$  g/kg/den lipidů a  $1,1 \pm 0,7$  g/kg/den proteinů.

Ve flow fázi traumatu bylo podáváno  $4,4 \pm 1,5$  g/kg/den sacharidů,  $1,1 \pm 0,5$  g/kg/den lipidů a  $1,6 \pm 0,5$  g/kg/den proteinů, z čehož pacienti využili  $2,0 \pm 2,3$  g/kg/den sacharidů,  $1,1 \pm 0,6$  g/kg/den lipidů a  $2,7 \pm 1,3$  g/kg/den proteinů.

Pozitivní bilance sacharidů u 18 z 22 vyšetření pravděpodobně souvisí s vyšší endogenní produkcí glukózy a současnou hyperglykemií. Negativní bilanci lipidů pozorujeme u 11 z 22 vyšetření. Negativní bilance proteinů vychází u 15 z 22 vyšetření. Je třeba zvážit vyšší podání proteinů především v hypermetabolické flow fázi traumatu, kde se bilance 13 z 15 pacientů nachází v negativních hodnotách

Z výše uvedených hodnot vychází, že používání predikčních rovnic či světově používaných směrnic nezaručí odhad adekvátní nutriční podpory. Prozatím nejpřesnější metoda k sestavení individuální výživy je indirektní kalorimetrie.

## 14 **Abstract (English)**

Critically ill patients have significantly different metabolism compared to healthy individuals. Patients are experiencing hypometabolic phase which turns into hypermetabolic phase later on. It is desirable to supply patients with a nutrition that will reflect these metabolic changes and that will sufficiently cover the individual needs of each patient in order to decrease the risk of adverse effects and to improve the prognosis of the patient.

The goal of this clinical study was to compare the nutrition of critically ill mechanically ventilated patients from surgical ICU of Teaching Hospital in Hradec Králové with results obtained from the results of calorimetric examination. Balance between the nutritional support and the immediate energy needs of the patient allows us to evaluate the level of coverage of the nutritional needs within our group of patients.

In total 17 critically ill mechanically ventilated patients were examined. They were given nutrition according to the detailed nutritional protocol which was written following the current recommendations of international guidelines without prior calorimetric examination.

During ebb phase of trauma patients were given  $3.6 \pm 1.5$  g/kg/day of carbohydrates,  $0.8 \pm 0.4$  g/kg/day of lipids and  $1.2 \pm 0.5$  g/kg/day of proteins of which they utilized  $2.5 \pm 2.0$  g/kg/day of carbohydrates,  $0.6 \pm 0.6$  g/kg/day of lipids and  $1.1 \pm 0.7$  g/kg/day of proteins.

During flow phase of trauma patients were given  $4.4 \pm 1.5$  g/kg/day of carbohydrates,  $1.1 \pm 0.5$  g/kg/day of lipids and  $1.6 \pm 0.5$  g/kg/day of proteins of which they utilized  $2.0 \pm 2.3$  g/kg/day of carbohydrates,  $1.1 \pm 0.6$  g/kg/day of lipids and  $2.7 \pm 1.3$  g/kg/day of proteins.

The positive balance of carbohydrates in 18 out of 22 examinations probably relates to increased endogenous glucose production and the presence of hyperglycemia. The negative balance of lipids is observed in 11 out of 22 examinations. The negative balance of proteins occurs in 15 out of 22 examinations. It seems beneficial to consider higher protein administration especially in hypermetabolic flow phase of trauma where the negative balance is observed in 13 out of 15 patients.

Above mentioned results show that following predictive formulas or international guidelines does not guarantee an adequate nutritional support. So far the most accurate method for prescribing individual nutrition is indirect calorimetry.

## 16 Seznam tabulek

TABULKA 1: METABOLICKÉ ZMĚNY JAKO REAKCE NA KRITICKÝ STAV.....	9
TABULKA 2: FORMULACE PARENTERÁLNÍCH LIPIDOVÝCH EMULZÍ.....	14
TABULKA 3: SPALNÉ TEPLLO.....	22
TABULKA 4: SPECIFIKACE POLYTRAUMATU PACIENTŮ.....	27
TABULKA 5: VÝŽIVA - DÁVKOVACÍ SCHÉMA.....	33
TABULKA 6: PŘÍJEM ENERGIE Z JEDNOTLIVÝCH SLOŽEK PARENTERÁLNÍ A ENTERÁLNÍ VÝŽIVY.....	35
TABULKA 7: CELKOVÝ PŘÍJEM ENERGIE.....	37
TABULKA 8: CELKOVÝ PŘÍJEM ENERGIE V EBB FÁZI – STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ.....	39
TABULKA 9: CELKOVÝ PŘÍJEM ENERGIE VE FLOW FÁZI – STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ	40
TABULKA 10: PŘÍJEM JEDNOTLIVÝCH NUTRIČNÍCH SUBSTRÁTŮ V G/KG/DEN.....	41
TABULKA 11: PŘÍJEM JEDNOTLIVÝCH NUTRIČNÍCH SUBSTRÁTŮ V G/KG/DEN V EBB FÁZI - STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ.....	43
TABULKA 12: PŘÍJEM JEDNOTLIVÝCH NUTRIČNÍCH SUBSTRÁTŮ V G/KG/DEN VE FLOW FÁZI - STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ.....	44
TABULKA 13: UTILIZACE JEDNOTLIVÝCH NUTRIČNÍCH SUBSTRÁTŮ.....	45
TABULKA 14: UTILIZACE JEDNOTLIVÝCH NUTRIČNÍCH SUBSTRÁTŮ V EBB FÁZI - STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ.....	47
TABULKA 15: UTILIZACE JEDNOTLIVÝCH NUTRIČNÍCH SUBSTRÁTŮ VE FLOW FÁZI - STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ.....	48
TABULKA 16: UTILIZACE JEDNOTLIVÝCH NUTRIČNÍCH SUBSTRÁTŮ V G/KG/DEN A KCAL/KG/DEN.....	49
TABULKA 17: UTILIZACE JEDNOTLIVÝCH SUBSTRÁTŮ V G/KG/DEN V EBB FÁZI – STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ.....	51
TABULKA 18: UTILIZACE JEDNOTLIVÝCH NUTRIČNÍCH SUBSTRÁTU V G/KG/DEN VE FLOW FÁZI - STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ.....	52
TABULKA 19: BILANCE JEDNOTLIVÝCH NUTRIČNÍCH SUBSTRÁTŮ V G/DEN A KCAL/DEN .....	53
TABULKA 20: BILANCE JEDNOTLIVÝCH NUTRIČNÍCH SUBSTRÁTŮ V EBB FÁZI – STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ.....	54
TABULKA 21: BILANCE JEDNOTLIVÝCH NUTRIČNÍCH SUBSTRÁTŮ VE FLOW FÁZI – STATISTICKÉ ZPRACOVÁNÍ.....	54



## 16 Seznam obrázků

OBRÁZEK 1: METABOLICKÉ ZMĚNY .....	7
OBRÁZEK 2: SLOŽKY ENERGETICKÉHO VÝDEJE (EE) .....	17
OBRÁZEK 3: INDIREKTNÍ KALORIMETRIE – OTEVŘENÝ SYSTÉM, PACIENT NA VENTILÁTORU.....	20
OBRÁZEK 4: SCHÉMA PRINCIPU INDIREKTNÍ KALORIMETRIE .....	21

## 17 Seznam rovnic

ROVNICE 1: STANOVENÍ BAZÁLNÍHO ENERGETICKÉHO VÝDEJE PODLE HARRIS-BENNEDIKTOVY ROVNICE – MUŽI.....	18
ROVNICE 2: STANOVENÍ BAZÁLNÍHO ENERGETICKÉHO VÝDEJE PODLE HARRIS-BENNEDIKTOVY ROVNICE - ŽENY .....	18
ROVNICE 3: PENN STATE.....	19
ROVNICE 4 MIFFLIN – MUŽI.....	19
ROVNICE 5 MIFFLIN – ŽENY .....	19
ROVNICE 6 FAISY .....	19
ROVNICE 7: RESPIRAČNÍ KOEFICIENT .....	21
ROVNICE 8: VÝPOČET NEBÍLKOVINNÉHO RESPIRAČNÍHO KOEFICIENTU.....	22
ROVNICE 9: OXIDACE GLUKÓZY .....	22
ROVNICE 10: OXIDACE LIPIDŮ.....	22
ROVNICE 11: OXIDACE PROTEINŮ .....	23
ROVNICE 12: UTILIZACE SACHARIDŮ (G/DEN).....	23
ROVNICE 13: UTILIZACE SACHARIDŮ (KCAL/DEN).....	24
ROVNICE 14: UTILIZACE LIPIDŮ (G/DEN).....	24
ROVNICE 15: UTILIZACE LIPIDŮ (KCAL/DEN).....	25
ROVNICE 16: UTILIZACE PROTEINŮ (G/DEN) .....	25
ROVNICE 17: UTILIZACE PROTEINŮ (KCAL/DEN) .....	25

## 18 Použité zkratky

Zkratka	Cizí název	Český název
AEE	Actual Energy Expenditure	Aktuální energetický výdej
ASPEN	The American Society for Parenteral and Enteral Nutrition	Americká společnost pro parenterální a enterální výživu
BEE	Basal Energy Expenditure	Bazální energetický výdej
BMI	Body Mass Index	Index tělesné hmotnosti
CSCN	Canadian Society for Clinical Nutrition	Kanadská společnost pro klinickou výživu
DGEM	Deutsche Gesellschaft für Ernährungsmedizin	Německá společnost pro nutriční medicínu
DIT	Diet induced thermogenesis	Výživou vyvolaná termogeneze
EE	Energy Expenditure	Energetický výdej
ESPEN	The European Society for Clinical Nutrition and Metabolism	Evropská společnost pro klinickou výživu a metabolismus
ISS	Injury Severity Score	Klasifikační stupnice pro polytrauma
JIP (ICU)	Intensive Care Unit	Jednotka intenzivní péče
LCT	Long chain triacylglycerols	Triacylglyceroly s dlouhým řetězcem
MCT	Medium chain triacylglycerols	Triacylglyceroly se středním řetězcem
NRQ	Non-protein respiratory quotient	Neproteinový respirační koeficient
REE	Resting Energy Expenditure	Klidový energetický koeficient
RQ	Respiratory quotient	Respirační koeficient

SCCM	The Society of Critical Care Medicine	Společnost pro medicínu kritické péče
UN	-	Odpadní dusík v moči

## 19 **Použitá literatura**

- Adolph M, Heller AH, Koch T, Koletzko B, Kreymann KG, Krohn K, Pscheidl E, Senkal M. Lipid emulsions – Guidelines on Parenteral Nutrition. *GMS German Medical Science* 2009;7. doi:10.3205/000081.
- Anbar R, Theilla M, Fisher H, Madar Z, Cohen J, Singer P. Decrease in hospital mortality in tight calorie balance control study: The preliminary results of the Ticacos study. *Clinical Nutrition Supplements* 2008;3:11–11. doi:10.1016/S1744-1161(08)70026-7.
- Berger MM, Pichard C. Best Timing for Energy Provision during Critical Illness. *Critical Care* 2012;16(2):215. doi:10.1186/cc11229.
- Bolder U, Ebener C, Hauner H, Jauch KW, Kreymann G, Ockenga J, Traeger K. Carbohydrates – Guidelines on Parenteral Nutrition, Chapter 5. *GMS German Medical Science* 2009;7:Doc23. doi:10.3205/000082.
- Butcher N, Balogh ZJ. AIS > 2 in at Least Two Body Regions: A Potential New Anatomical Definition of Polytrauma. *Injury* 2012;43(2):196–99. doi:10.1016/j.injury.2011.06.029.
- Drábková J. *Polytrauma v intenzivní medicíně*. 1st ed. Praha:Grada, 2002:307.
- Flancbaum L, Choban S, Sambucco S, Verducci J, Burge JC. Comparison of Indirect Calorimetry, the Fick Method, and Prediction Equations in Estimating the Energy Requirements of Critically Ill Patients. *The American Journal of Clinical Nutrition* 1999;69(3):461–66.
- Fraipont V, Preiser JC. Energy Estimation and Measurement in Critically Ill Patients. *JPEN. Journal of Parenteral and Enteral Nutrition* 2013;37(6):705–13. doi:10.1177/0148607113505868.
- Garnacho-Montero J, Ortiz-Leyba C, Jiménez-Jiménez FJ, Garcia-Garmendia JL, Jiménez-Jiménez LM, Garnacho-Montero MC, Barrero-Almodóvar A. Clinical and metabolic effects of two lipid emulsions on the parenteral nutrition of septic patients. *Nutrition* 2002;18(2):134–38. doi:10.1016/S0899-9007(01)00716-X.
- Giner M, Laviano A, Meguid MM, Gleason JR. In 1995 a Correlation between Malnutrition and Poor Outcome in Critically Ill Patients Still Exists. *Nutrition* 1996;12 (1):23–29. doi:10.1016/0899-9007(95)00015-1.
- Grintescu IM, Vasiliu IL, Cucoreanu Badica I, Mirea L, Pavelescu D, Balanescu A, Grintescu IC. The influence of parenteral glutamine supplementation on glucose homeostasis in critically ill polytrauma patients - A randomized-controlled clinical study. *Clinical Nutrition* 2015;34(3):377–82. doi:10.1016/j.clnu.2014.05.006.
- Hasenboehler E, Williams A, Leinhase I, Morgan SJ, Smith WR, Moore E, Stahel PF. Metabolic Changes after Polytrauma: An Imperative for Early Nutritional Support". *World Journal of Emergency Surgery: WJES* 2006;1: 29. doi:10.1186/1749-7922-1-29.
- Heyland DK, Schroter-Noppe D, Drover JW, Jain M, Keefe L, Dhaliwal R, Day A. Nutrition Support in the Critical Care Setting: Current Practice in Canadian

- ICUs-Opportunities for Improvement? *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition* 2003;27 (1): 74–83. doi:10.1177/014860710302700174.
- Hoffer LJ, Bistrain BR. Appropriate Protein Provision in Critical Illness: A Systematic and Narrative Review. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2012;96(3):591–600. doi:10.3945/ajcn.111.032078.
- Keel M, Trentz O. Pathophysiology of Polytrauma. *Injury* 2005;36(6):691–709. doi:10.1016/j.injury.2004.12.037.
- Kreymann KG, Berger MM, Deutz NEP, Hiesmayr M, Jolliet P, Kazandjiev G, Nitenberg G, et al. ESPEN Guidelines on Enteral Nutrition: Intensive Care. *Clinical Nutrition* 2006;25(2):210–23. doi:10.1016/j.clnu.2006.01.021.
- Kroupa J. Definition of polytrauma and polytraumatism. *Acta Chirurgiae Orthopaedicae Et Traumatologiae Cechoslovaca* 1990;57(4):347–60.
- Lipman TO. Grains or Veins: Is Enteral Nutrition Really Better Than Parenteral Nutrition? A Look at the Evidence. *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition* 1998;22(3):167–82. doi:10.1177/0148607198022003167.
- McClave SA, Martindale RG, Vanek VW, McCarthy M, Roberts P, Taylor B, Ochoa JB, et al. Guidelines for the Provision and Assessment of Nutrition Support Therapy in the Adult Critically Ill Patient: Society of Critical Care Medicine (SCCM) and American Society for Parenteral and Enteral Nutrition (A.S.P.E.N.). *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition* 2009;33(3):277–316. doi:10.1177/0148607109335234.
- Mizock BA. Blood Glucose Management during Critical Illness. *Reviews in Endocrine & Metabolic Disorders* 2003;4(2):187–94.
- Musil D. *Klinická výživa a intenzivní metabolická péče*. 1st ed. Olomouc:Univerzita Palackého 2002:109
- Preiser JC, Ichai C, Orban JC, Groeneveld ABJ. Metabolic Response to the Stress of Critical Illness. *British Journal of Anaesthesia* 2014;113(6):945-954. doi: 10.1093/bja/aeu187
- Singer P, Berger MM, Van den Berghe G, Biolo G, Calder P, Forbes A, Griffiths R, Kreymann G, Leverve X, Pichard C. ESPEN Guidelines on Parenteral Nutrition: Intensive care. *Clinical Nutrition* 2009;28(4):387–400. doi:10.1016/j.clnu.2009.04.024.
- Wanten GJA., Calder PC. Immune Modulation by Parenteral Lipid Emulsions. *The American Journal of Clinical Nutrition* 2007;85(5):1171–84.
- Weijs PJM, Cynober L, DeLegge M, Kreymann G, Wernerman J, Wolfe RR. Proteins and Amino Acids Are Fundamental to Optimal Nutrition Support in Critically Ill Patients. *Critical Care* 2014;18(6):591. doi:10.1186/s13054-014-0591-0.
- Weijs PJM, Looijaard WGPM, Beishuizen A, Girbes ARJ, Oudemans-van Straaten HM. Early High Protein Intake Is Associated with Low Mortality and Energy Overfeeding with High Mortality in Non-Septic Mechanically Ventilated Critically Ill Patients. *Critical Care* 2014;18(6):701. doi:10.1186/s13054-014-0701-z.

- Weijs PJM, Stapel SN, de Groot SDW, Driessen RH, de Jong E, Girbes ARJ, Strack van Schijndel RJM, Beishuizen A. Optimal Protein and Energy Nutrition Decreases Mortality in Mechanically Ventilated, Critically Ill Patients: A Prospective Observational Cohort Study. *JPEN. Journal of Parenteral and Enteral Nutrition* 2012;36(1):60–68. doi:10.1177/0148607111415109.
- Wilmore DW. The Effect of Glutamine Supplementation in Patients Following Elective Surgery and Accidental Injury. *The Journal of Nutrition* 2001;131(9):2543S–2549S.
- Zadák Z. *Výživa v intenzivní péči*. 2nd ed. Praha:Grada. 2008:552
- Zadák Z, Havel E, et al. *Intenzivní medicína na principech vnitřního lékařství*. 1st ed. Praha:Grada. 2007:335
- Hronek M, Zadák Z. Stanovení potřeby energie. In: Zadák Z, Květina J, et al. *Metodologie predklinického a klinického výzkumu v metabolismu, výžive, imunologii a farmakologii*. 1st ed. Praha:Galén. 2011:255-268.