

# Nutriční propedeutika

## Malnutrice

Malnutrice je stav, kdy **příjem živin** a jejich využití **nepokrývají** v dostatečné míře **potřeby organismu**. U hospitalizovaných nemocných je významným rizikovým faktorem. Podvýživa souvisí s prodloužením hospitalizace, se zvýšením počtu komplikací a je provázena vyšší mortalitou. Výskyt malnutrice u hospitalizovaných se nejčastěji uvádí 30–60 % a obecně u pacientů s chronickými onemocněními 10 %. U populací v sociálních ústavech a domovech pro seniory je prevalence malnutrice okolo 5 % a v běžné populaci okolo 1 %. Zvláště ohroženi jsou staří lidé a děti. U velké části pacientů v nemocnicích malnutrice progreduje. **Příčinou** relativně rychlého **zhoršení nutričního stavu** během hospitalizace bývá nejčastěji vedle základního onemocnění také **nedostatečný příjem potravy** způsobený například bolestí, psychickými poruchami (úzkost), cizím prostředím nevhodným denním režimem, fyzickou neschopností přijímat potravu, náročným vyšetřovacím programem a agresivní léčbou. Odhaduje se, že okolo 50 % kuchyňsky připravované nemocniční diety je nevyužito (přineseno a odneseno) právě kvůli výše uvedeným problémům. Výskyt této tzv. iatrogení malnutrice lze ovlivnit především režimovými opatřeními, důsledným vyhledáváním rizikových pacientů a následnou nutriční intervencí. Příčiny malnutrice jsou velice různorodé a jejich správná diagnostika a léčba je velmi často základním předpokladem úspěšného ovlivnění nutričního stavu.



Dítě trpící malnutricí

## Typy malnutrice

Lidský organismus má pro případ nedostatečného přívodu živin jejich rezervy, které jsou především v tukové tkáni a svalectech. Průměrný člověk vážící 75 kg má v rezervě 15 kg tuku (600 000 kJ), 12 kg bílkovin převážně ve formě svalů (200 000 kJ), ale pouze 0,7 kg glykogenu ve svalectech a v játrech (3350 kJ) a dokonce jen 20 g glukózy (335 kJ). Tyto zásoby teoreticky stačí u zdravého jedince při nulovém příjmu potravy k přežití zhruba 2–3 měsíce. Malnutrice se klasicky dělí podle nedostatku základních substrátů. Na jedné straně spektra stojí nedostatečný příjem, tzv. **malnutrice energetická** (kalorická) – prosté hladovění, jehož příkladem jsou pacienti s mentální anorexií. Na straně druhé je nedostatek bílkovin, v tomto případě se jedná o **malnutrici proteinovou**, tzv. kwashiorkorový typ. V klinické praxi jsou ovšem v naprosté většině případů přítomny oba deficity společně, pak mluvíme o malnutrici smíšené (proteino-energetické), tzv. marantický typ.

Hladovění a adaptace organismu na relativní nebo absolutní nedostatek živin se ovšem zásadně liší podle toho, zda se jedná o hladovění z nedostatku potravy, nebo je zároveň přítomná zánětlivá reakce organismu s tzv. metabolickým stresem v průběhu chorobného procesu (stresové hladovění). Při kombinaci nedostatečného příjmu a zvýšeného katabolismu při závažném onemocnění dochází k mnohem rychlejší progresi podvýživy. Proto je u pacientů třeba posoudit nejen stav výživy, ale i stresový faktor (závažnost základního onemocnění). U kriticky nemocných pacientů s multiorgánovým selháním dochází k rychlému rozvoji malnutrice i v případě, že stav výživy byl původně dobrý. Poruchy výživy podle nového pojetí tvoří plynulý přechod od prostého hladovění s více vyjádřeným energetickým deficitem na jedné straně spektra ke stresovému metabolismu nemocných (stresovému hladovění) s výraznou a často nedostatečně krytou potřebou bílkovin na straně druhé.



Tvář dítěte s Kwashiorkem

## Lidský organismus a hladovění

U prostého hladovění dochází k vícefázové metabolické adaptaci. V první fázi do 72 hodin se relativně záhy vyčerpají zásoby jaterního a svalového glykogenu jako rychlého zdroje energie. Zvyšuje se tvorba glukózy z glukogenních aminokyselin a glycerol v játrech. Postupně dochází k útlumu sekrece inzulínu a nárůstu sekrece kontraregulačních hormonů (glukagonu, kortizolu a katecholaminů). Těmito hormony je stimulována lipolýza v tukové tkáni, glukoneogeneze v játrech a proteolýza v kosterních svalectech a viscerálních orgánech. Organismus potřebuje okolo 75 gramů bílkovin za den. Játra syntetizují v procesu glukoneogeneze glukózu z aminokyselin a glycerolu získaného z tukové tkáně. Při hladovění delším než 3 dny, nastupují další adaptační metabolické změny. Při snížení bazálního metabolismu se snižuje celkový energetický výdej, a to až o 40 %. Klesá tvorba hormonů štítné žlázy a snižují se i koncentrace stresových hormonů. Postupně se zvyšuje lipolýza v tukové tkáni a mastné kyseliny jsou uvolňovány do krevního oběhu. V játrech se začíná stupňovat tvorba ketolátů v míře, která přesahuje schopnost jater je využít. Ketolátky se uvolňují do krevního oběhu a stávají se velmi výhodným energetickým substrátem pro řadu periferních tkání, zejména CNS. Přesto mozek potřebuje alespoň minimální množství glukózy

pro metabolismus ketolátů. U stresového hladovění je metabolická odpověď na stres charakterizována především zvýšením klidové energetické spotřeby, hyperglykemií a katabolismem proteinů s rychlým odbouráváním svalové hmoty. Stresové hladovění se vyznačuje na jedné straně omezením nebo neschopností přirozeného příjmu potravy a na straně druhé zvýšenými metabolickými nároky. Lidský organismus reaguje za cenu mobilizace vlastních zásob, které jsou rychle spotřebovávány. Tento adaptační mechanismus, který má za následek relativně rychlé uzdravení, nebo naopak vyčerpání a smrt, byl z evolučního hlediska pravděpodobně výhodný, protože dlouhá nemoc a pomalé uzdravování nebyly možné. Překotná zánětlivá odpověď může dokonce vést k dalšímu poškození funkce orgánů, imunosupresi a ke ztrátě svalové hmoty, která potom chybí při rehabilitaci. V rámci těžké akutní zánětlivé reakce se malnutrice může rozvinout i během několika dnů. Vyznačuje se nízkou koncentrací sérového albuminu, často s hypoproteinemickými otoky, které jsou zvýrazněny zvýšenou permeabilitou cévní stěny zprostředkovanou cytokiny. Tímto mechanismem dochází k prostupu vody, iontů a proteinů do extravaskulárního kompartmentu.

Stresová reakce je na úrovni organismu modulována pomocí zvýšených koncentrací katecholaminů, glukagonu a kortizolu. Tato hormonální odpověď způsobuje zvýšenou lipolýzu, glukoneogenezi a proteolýzu. Dalším důsledkem působení stresových hormonů je hyperglykémie, hyperinzulinémie a vystupňovaná glukoneogeneze v játrech. Dalšími mediátory katabolismu jsou prozánětlivé cytokiny, především IL-1 a TNF- $\alpha$ . U kriticky nemocných může dojít v extrémních případech během jednoho dne k úbytku až stovek gramů svalové hmoty. Tímto způsobem jsou zásoby proteinů spotřebovávány a vzniká deplece řady aminokyselin (glutamin, arginin, glycin), ale také minerálů a stopových prvků ( $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ , fosforu, selenu). Na rozdíl od prostého hladovění není možné pouhou nutriční intervencí upravit metabolismus při stresovém hladovění. Nutriční podpora v akutní fázi onemocnění má za cíl minimalizovat rozvoj malnutrice. Příjem energie by především v počátečních fázích neměl výrazně převýšit celkový energetický výdej. Katabolismus proteinů v této fázi totiž nelze nutriční podporou zvrátit v anabolismus. Dodávka aminokyselin ovšem stimuluje syntézu bílkovin, a tím poněkud snižuje negativní dusíkovou bilanci. Snaha udržet pozitivní dusíkovou bilanci za cenu velmi vysokých dávek proteinů ve výživě není přínosná a může být dokonce škodlivá.

## Posouzení stavu výživy

K rychlé orientaci a odhadu rizika malnutrice slouží jednoduché screeningové vyšetřovací metody založené na anamnestických údajích a základním fyzikálním vyšetření. V optimálním případě je u všech pacientů v iniciační fázi zdravotnické péče provedeno orientační posouzení stavu výživy. Nejčastěji se hodnotí **čtyři parametry** – současný stav výživy, dynamika jeho změn, schopnost samostatného příjmu potravy a závažnost celkového stavu nemocného. Význam mají i skórovací systémy, které byly vyvinuty ve snaze standardizovat postupy a podchytit co možná nejširší populaci pacientů. Příkladem jednoduchého skórovacího systému je Malnutrition universal risk screening (MUST), jehož součástí je i doporučení dalšího vyšetření a sledování pro pacienty se zvýšeným rizikem. U rizikových pacientů, kteří mají skóre > 1, je stanoven **individuální plán**. U pacientů je indikováno cílené vyšetření stavu výživy. Jiným příkladem skórovacího screeningového systému specificky pro hospitalizované je Nutritional risk screening 2002 (NRS). V geriiatrii se používá MNA (Mini nutritional assesment).

## Cílené nutriční vyšetření

### Anamnéza:

- Ptáme se na úbytek hmotnosti, chuť k jídlu, stravovací zvyklosti, aktuální příjem potravy, případně strukturu jídelníčku, stav a funkci chrupu, obtíže při polykání, gastrointestinální příznaky, zvýšenou teplotu, třesavku a jiné příznaky systémové zánětlivé odpovědi. Důležitá je znalost současného onemocnění, užívaných léků a alergií.

### Fyzikální vyšetření:

- Kromě standardních parametrů (TK, puls, tělesná teplota) se zaměříme na posouzení stavu svalstva, svalovou sílu, kůži a kožní adnexa, stav hydratace a rozložení tukových zásob.

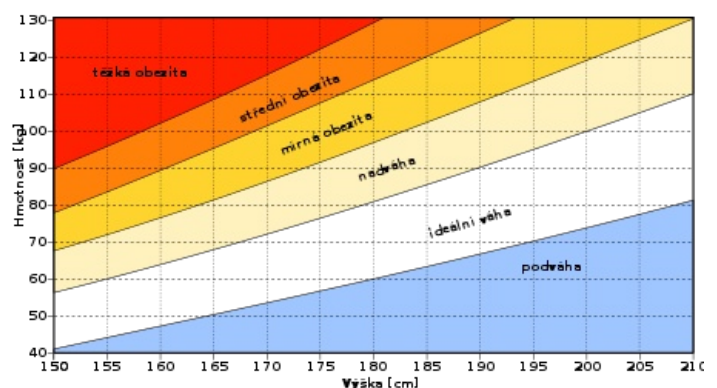
### Antropometrie:

- Určuje tělesnou hmotnost. Měříme body mass index – BMI (hmotnost v kg/výška v  $m^2$ ), střední obvod paže (měří se v polovině vzdálenosti mezi akromionem a olekranonem), kožní řasy, zejména nad tricepsem (měří se ve stejné vzdálenosti jako střední obvod paže, ale problémem těchto měření je značná subjektivní nepřesnost).

### Funkční testy:

- Hodnotí funkční zdatnost ve vztahu ke stavu výživy. Při standardizaci umožňují objektivizaci a opakování i sledování vývoje. Mezi nejjednodušší patří měření svalové síly dynamometrem (stisk ruky), případně náročnější metody pomocí přímé svalové stimulace. Jinou možností je měření zdatnosti dýchacího svalstva pomocí maximální rychlosti výdechu nebo FEV1.

## Laboratorní parametry:



Graf body mass index (BMI)

- Nejčastěji se v souvislosti se stavem výživy vyšetřují koncentrace sérových bílkovin, které jsou však ovlivňovány celou řadou dalších parametrů v míře často větší než samotným stavem výživy (albumin, prealbumin a transferin). Koncentrace všech těchto proteinů je nezbytné hodnotit především ve vztahu k celkové zánětlivé aktivitě organismu. Ze zánětlivých markerů má nejširší použití C-reaktivní protein (CRP). Koncentrace kreatininu je ovlivněna funkcí ledvin, ale odpovídá rovněž objemu svalové hmoty. Dále se vyšetřují urea, Na, K, Cl, P, Mg a Ca. U dlouhodobého hladovění nebo poruch vstřebávání, nelze-li vyloučit karenci stopových prvků a vitaminů, je přínosné stanovení Zn, Se, Fe, vitaminu B<sub>12</sub>, kyseliny listové, případně vitaminů A, D, E. Mezi rutinní vyšetření patří kompletní krevní obraz.

### **Elektrická bioimpedance:**

- Využívá se k měření tělesného složení a stanovení tělesných kompartmentů. Využívá rozdílné vodivosti různých tkání podle obsahu vody, iontů, tuku, resp. vzduchu. Měření se provádí při různých frekvencích proudu. Při nízké frekvenci – proud neprochází buněčnými membránami – se odhaduje množství extracelulární tekutiny (ECT). Při vyšší frekvenci – proud prochází buněčnými membránami – se měří celková tělesná voda (TBW, total body water). Při znalosti těchto dvou údajů a tělesné hmotnosti lze spočítat tzv. dvoukompartimentový tělesný model – tělesný tuk (FM, fat mass) a zbytek tělesného obsahu, který se označuje jako tuku prostý (FFM, fat-free mass, někdy body lean mass). Za zlatý standard se považuje tělesný model, který se skládá ze čtyř kompartmentů a při kterém se FFM dále dělí na TBW, tělesný protein a kostní minerály. Pro stanovení množství kostních minerálů – kostní denzity – se používá duální rentgenová absorpční fotometrie. Z dalších technik, které lze využít k měření tělesného složení, se používá denzitometrie, antropometrie (měření kožních řas) nebo izotopové diluční techniky.

### **Metabolická bilance:**

- Hodnocení příjmu a výdeje živin. Příjem diety se nejjednodušším způsobem bilancuje podle kvartilů porce. Daleko přesnější je softwarové vyhodnocení jídelníčku, které provádí nutriční terapeut. Při bilancování enterálního příjmu u pacientů s malabsorpcí dochází často k nadhodnocení množství vstřebávaných živin.

## **Strategie hodnocení nutričního stavu**

Podvýživa u prostého hladovění se vyznačuje zejména ztrátou tělesného tuku. K úbytku kosterního svalstva (sarkopenii) dochází rovněž, ale v relativně malé míře. Malnutrice je zjevná díky vymizení tukových zásob už při poklesu BMI na hodnotu < 18. Až v extrémních případech při BMI < 15 je vždy zřetelná i sarkopenie. V pokročilých případech trpí pacienti ztrátou svalové síly, bývají hypodynamičtí, převážně leží, posléze už nemohou ani chodit, mohou být zimomřiví, dochází k letargii. Při dlouhodobém průběhu se mohou začít objevovat sekundární orgánové poruchy a komplikace. Vedle absolutní hodnoty hmotnostního úbytku je důležitá i jeho dynamika – za závažné jsou považovány hodnoty větší než 10 % za 6 měsíců a větší než 5 % za 1 měsíc. Laboratorní hodnoty mají často malou výpovědní hodnotu. Při hladovění dochází k poklesu tzv. viscerálních proteinů, např. transferinu, prealbuminu (koncentrace albuminu může zůstat delší dobu normální). Ačkoliv je přítomen celkový nedostatek minerálů (hlavně draslíku, hořčíku a fosforu), jejich sérové koncentrace bývají dlouho normální. Posouzení závažnosti základního onemocnění je nezbytné pro odhad rizika dalšího zhoršování stavu výživy.

## **Komplikace podvýživy**

Smrt hladem při prostém hladovění nastává asi za 60 až 70 dnů ztrátou bílkovin dosahující až 40 %. Této relativně dlouhé doby je dosaženo výše uvedenými adaptačními mechanismy, které „chrání“ bílkoviny, které nejsou používány jako zdroj energie a plní své fyziologické funkce. Je-li organismus dobře hydratován, vydrží hladovět více než 2 měsíce při postupném zhoršování funkcí. Příčinou úmrtí jsou nejčastěji infekční komplikace, nikoliv poruchy srdečního rytmu při depleci minerálů nebo zástava oběhu při ztrátě nezbytně nutného množství bílkovin.

Následky zhoršeného stavu výživy ve smyslu postižení orgánů a jejich fyziologických funkcí jsou především následkem nedostatku strukturálních proteinů, dále deplece důležitých substrátů. Porucha imunitního systému vede ke snížení obranyschopnosti organismu a zvyšuje riziko infekčních komplikací. Dochází rovněž k poruchám hojení ran a regenerace orgánů. To souvisí se sníženou schopností uvolňovat substráty (aminokyseliny) potřebné pro regenerační pochody. K poruchám hojení přispívá i karence vitaminů a stopových prvků. Postižení kardiovaskulárního systému se projevuje především atrofii srdeční svaloviny, těžší formy deplece minerálů mohou vést k poruchám srdečního rytmu. Plicní komplikace jsou důsledkem hypoventilace při malé síle dýchacích svalů, nedostatečné schopnosti odkašlat, převážně poloze vleže a snížené obranyschopnosti. Bronchopneumonie může být fatální komplikací protražované malnutrice. Postižena bývá rovněž termoregulace, což souvisí s poklesem bazálního metabolismu a se snížením produkce hormonů štítné žlázy. Projevuje se poklesem tělesné teploty a zimomřivostí. Velmi charakteristické jsou (např. u mentální anorexie) poruchy sexuálních funkcí jako důsledek snížené tvorby pohlavních hormonů (poruchy menstruačního cyklu, amenorea a pokles libida). V trávicím ústrojí dochází k střevní atrofii a dysfunkci pankreatu, což mimo jiné způsobuje problémy při realimentaci. Závažným způsobem je postižena i krvetvorba jako systém s velkým buněčným obratem. V tomto případě přispívá k poruše proteosyntézy také nedostatek vitaminů (B<sub>6</sub>, B<sub>12</sub>, kyseliny listové) a stopových prvků (měď, železo). Důsledkem postižení krvetvorby je následný rozvoj cytopenie. Změny v minerálovém hospodářství se týkají hlavně draslíku, sodíku, fosforu a hořčíku. Snižuje se exkrece sodíku, naopak exkrece draslíku, fosforu a hořčíku stoupá. S trvajícím hladověním pak vylučování těchto minerálů opět klesá.

Dochází k těžkým celkovým deplecím především intracelulárních iontů při zachování jejich normální nebo jen mírně snížené sérové koncentrace. Tato situace je velice nebezpečná především v úvodu realimentace, kdy náhlý pokles K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup> nebo fosforu mohou způsobit závažné poruchy srdečního rytmu až srdeční zástavu, případně vedou ke vzniku paréz s poruchami ventilace plic, refeeding syndrom. Kostní metabolismus trpí nedostatkem kalcia a



vitaminu D, což se může projevit osteoporózou (potencovanou nízkou fyzickou aktivitou) a osteomalácií. Poruchy funkcí CNS jsou také nedílnou součástí malnutrice a mohou se projevit epileptickými paroxysmy, abnormalitami na EEG a atrofií mozkové kůry.

## Léčba malnutrice

Prevence rozvoje malnutrice a jejích komplikací je účinnější a levnější než zdlouhavá a složitá léčba těžké malnutrice. Jednoduchá stravovací opatření k odstranění některých příčin zhoršování stavu výživy v průběhu nemoci jsou následující:

- podávat malé porce v kratších intervalech a potraviny s vysokým obsahem energie a bílkovin na jednotku objemu, s relativně nižším obsahem tuků;
- vyvarovat se chuťových a čichových extrémů;
- individuální výběr diety z více možností;
- zajištění příjemného prostředí ke konzumaci a přiměřenou kulturu stolování.

Léčba malnutrice podáváním umělé výživy má jednoznačně charakter podpůrné terapie a bez komplexní léčby, která vede k odstranění primární příčiny malnutrice, není dostatečně efektivní. Na druhé straně jakkoliv cílená léčba organismu, který nemá dostatek živin potřebných pro hojení a rekonvalescenci, nemá šanci na úspěch. Vedle toho samozřejmě existují i stavy, kde příčinu malnutrice nelze odstranit a umělá výživa je indikována dlouhodobě nebo trvale. V tomto případě je kladen důraz na minimalizaci rizik a omezení spojených s aplikací umělé výživy. Umělá výživa je indikována jednak u pacientů s rozvinutou malnutricí, jednak u pacientů s rizikem jejího vzniku. Časová naléhavost nutriční intervence je dána nejen povahou a perspektivou primárního onemocnění, ale i výchozím nutričním stavem. Při špatném výchozím stavu a předpokladu jeho rychlého zhoršování zahajujeme umělou výživu ihned.

## Umělá výživa

Umělá výživa je indikována po **vyčerpání možností** dietní intervence. Jejím cílem je udržet vyrovnanou energetickou a substrátovou bilanci nebo v indikovaných případech i doplnit nedostatečné zásoby živin. Preferuje se, pokud možno, příjem enterální cestou. Poskytování umělé výživy podléhá stejným **pravidlům** z hlediska etického a právního jako každá jiná intervenční metoda. Efektivní organizace poskytování nutriční podpory vyžaduje aktivní přístup ve vyhledávání osob ohrožených podvýživou, stanovení individuálního plánu, včetně pravidelného vyhodnocení a možnost dlouhodobé domácí péče.

## Stanovení potřeb organismu

K životu potřebujeme tři základní makronutrienty (proteiny, cukry a tuky), dále minerály, vitaminy a vodu. Některé živiny jsou tzv. esenciální, nezbytné, protože je neumíme syntetizovat. Ostatní živiny si při dostatečném přísunu ostatních substrátů v případě potřeby dokážeme syntetizovat, jsou neesenciální. Množství esenciálních živin, které potřebujeme, se mění v závislosti na věku, pohlaví a zdravotním stavu. S výjimkou stavů s prokázaným deficitem specifických živin by měla být dieta, nebo přípravky pro umělou výživu, kompletní a nutričně vyvážené, tzn. měly by obsahovat všechny živiny v množství, které dostatečně pokryje aktuální potřeby. Běžně dostupné tabulky doporučených dávek živin platí obvykle pro zdravou populaci. V průběhu nemoci jsou potřeby ovlivněny zejména průběhem základního onemocnění a předchozím stavem výživy s ohledem na schopnost pacienta živiny přijmout a zpracovat. Při delším trvání onemocnění a omezeném příjmu živin stoupá riziko rozvoje karenčních stavů. Jejich prevencí je právě kompletní výživa, včetně vitaminů a stopových prvků. Podávání specifických živin s cílem využít metabolické, imunomodulační a často orgánově specifické účinky ve vyšších než substitučních dávkách se nazývá farmakonutrice.

## Potřeba energie

Energetická potřeba organismu se řídí celkovým energetickým výdejem, který se skládá ze tří složek – první je klidový energetický výdej (REE, resting energy expenditure), druhou je termický efekt jídla (energie vydaná při metabolismu potravy) a třetí složkou je energie vydaná na fyzickou aktivitu. V průběhu metabolického stresu při akutním i chronickém onemocnění REE stoupá, nicméně celkový energetický výdej není tolik ovlivněn hlavně díky redukci fyzické aktivity. Energetický výdej se v klinické praxi a zejména pro experimentální účely stanovuje nejčastěji nepřímou kalorimetrií, tj. měřením konzumpce kyslíku a produkce oxidu uhličitého buď přímo v uzavřeném systému (okruh ventilátoru, maska, komora), nebo nověji pomocí eliminace vody značené stabilními izotopy. Pro běžné praktické použití lze provádět odhad pomocí vzorců, nejčastěji používané jsou Harrisovy-Benediktovy rovnice:

- muži:

$$REE [kJ] = 4,2 \times \{66,5 + (138 \times \text{těl. hmotnost [kg]}) + (5 \times \text{těl. výška [cm]}) - (6,8 \times \text{věk [roky]})\}$$

- ženy:

$$REE [kJ] = 4,2 \times \{655,1 + (9,6 \times \text{těl. hmotnost [kg]}) + (1,8 \times \text{těl. výška [cm]}) - (4,7 \times \text{věk [roky]})\}$$

V rutinní praxi se obvykle používá ještě jednodušší metoda odhadu 100–120 kJ/kg/den s ohledem na pohlaví (ženy o 10 % méně), míru stresu (+ 25 % elektivní operace GIT, + 50 % těžká seps, + 100 % rozsáhlé popáleniny třetího stupně), zvýšenou tělesnou teplotu (+ 12,5 % za každý stupeň zvýšení nad 37 °C), pohybovou aktivitu a případnou obezitu.

Nedostatečné hrazení energetických potřeb pacienta vede ke krytí potřeb na úkor tělesných zásob. Cíleně se tohoto přístupu využívá při redukčních dietách, nejlépe v kombinaci s pohybovou aktivitou. V rámci nutriční podpory pacientů s malnutricí nebo pacientů ohrožených jejím rozvojem se nedostatečné hrazení energetické potřeby neprojeví okamžitě. Hmotnostní přírůstek je nedostatečný, rekonvalescence prodloužená. Dostatečný přívod energie, proteinů a ostatních živin je důležitý právě v této fázi. Existuje i nebezpečí překrmování (overfeeding), které hrozí především u kriticky nemocných v těžkém katabolismu. Projevem překrmování jsou nejčastěji metabolické komplikace – hyperglykémie, hypertriacylglycerolémie, elevace hodnot jaterních testů, z dlouhodobých komplikací steatóza jater a cholestáza.

## Voda a ionty

Voda se podílí na celkové tělesné hmotnosti asi 60 %. Za normálních podmínek jsou uloženy 2/3 vody intracelulárně a 1/3 extracelulárně. Hlavním kationtem je extracelulárně sodík a intracelulárně draslík. Tyto ionty tvoří osmotickou páteř kompartmentů. Rovnovážný stav udržuje  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATPáza, která transportuje proti koncentračním spádům sodík extracelulárně a draslík intracelulárně. Kromě chloridů jsou v intracelulárním kompartmentu důležitými anionty i negativní skupiny proteinů. Při nemoci doprovázené katabolismem proteinů se bílkoviny štěpí na aminokyseliny, ty opouštějí intracelulární kompartment a spolu s nimi se v tomto kompartmentu úměrně snižuje množství draslíku (zachování elektroneutality), které se ztrácí močí. Během anabolické fáze, kdy se zvyšuje syntéza proteinů, je tomu přesně naopak a draslík je třeba zvýšeně substituovat. V kritických stavech při vyčerpání kompenzačních mechanismů dochází k poruše funkce sodíkové pumpy a retenci sodíku intracelulárně. Ve fázi hojení a rekonvalescence potom opačně dochází k retenci draslíku a vylučování přebytku sodíku močí.

Fosfáty a hořčík jsou převážně intracelulární ionty, které se účastní celé řady enzymatických dějů. V průběhu realimentace, po navození anabolické fáze, je často výrazná potřeba substituce těchto iontů. Vápník je díky obrovským zásobám v kostech nejhojnějším kationtem v těle. Substituce při akutních stavech většinou není nutná. Pouze při dlouhodobé umělé výživě je třeba vápník substituovat spolu s vitamínem D, nejvíce ohroženou populací jsou děti, těhotné a kojící ženy. Při stanovení odhadu potřeby tekutin se počítá u dospělých v průměru 35 ml/kg tělesné hmotnosti. Toto množství je nutné navýšit o nadměrné ztráty. V klinické praxi se potřeba tekutin a minerálů určuje pomocí bilance ztrát moči za 24 hodin, ke které se přičte odhad ztrát vody ve stolici a perspiraci (kůži a dýchacími cestami). Problémem této strategie je skutečnost, že v nemoci často vznikají další významné ztráty vody i minerálů zvracením, profúzním pocením, průjmy, drény a pištělemi. Tyto dodatečné ztráty lze měřit nebo odhadnout s menší či větší přesností. Nepřesnosti vodní bilance vzniklé měřením ztrát lze do určité míry odstranit pravidelnou kontrolou tělesné hmotnosti.

## Makronutrienty

Sacharidy tvoří v umělé výživě hlavní zdroj energie (60–70 %). Spotřeba glukózy v centrálním nervovém systému je 100–120 g/24 hodin. Její obrát je významně zvýšen v průběhu stresové reakce především vzhledem ke zvýšení glukoneogeneze v játrech.

Denní dávka sacharidů je 3–5 g/kg/den. Již minimální dávka sacharidů příznivě ovlivňuje metabolismus snížením lipolýzy tukové tkáně a ketogeneze, dále se snižuje katabolismus proteinů ve svaly. Při přívodu vyšším než 5 mg/kg/min významně stoupá spotřeba kyslíku a produkce  $\text{CO}_2$ , což může teoreticky způsobit zhoršení respirační insuficience. Nadměrný přívod sacharidů vede také k hyperglykémii s osmotickou diurézou, ke zvýšení syntézy triacylglycerolů v játrech s cholestázou a steatóze.

Tuky jsou jednak zdrojem energie (za normálních okolností 30–35 % celkového energetického příjmu), jednak tvoří strukturální složku buněčných membrán. Kromě toho slouží mastné kyseliny také jako prekurzory eikosanoidů. Při enterální výživě jsou tuky podávány v podobě triacylglycerolů a fosfolipidů a současně slouží jako nosič pro lipofilní vitaminy A, D, E, K. Tuky obsažené v enterální výživě se po strávení a vstřebání ze střeva stávají součástí chylomikronů, které jsou lymfou transportovány do systémové cirkulace. Určitou výjimkou je metabolismus mastných kyselin se střední délkou řetězce (MCT), které jsou transportovány ze střeva portální krví přímo do jater, nestávají se součástí tělesných membrán a slouží výlučně jako zdroj energie. Moderní nutriční přípravky obsahují dostatečné množství esenciálních mastných kyselin (kyselina linolová, linolenová), jsou vyvážené z hlediska poměru n-3/n-6 polynenasycených mastných kyselin, obsahují lipidy s mastnými kyselinami s dlouhou i střední délkou řetězce (MCT/LCT, medium-chain triglycerides/long-chain triglycerides) a mají vyšší obsah antioxidantů, zejména  $\alpha$ -tokoferolu (vitamin E).

Obvyklá dávka tuků v umělé výživě je 0,7 až 1,2 g/kg/den, přičemž rychlost podání parenterálních tukových emulzí by neměla u směsi obsahující pouze mastné kyseliny s dlouhým řetězem (LCT) překročit 0,1 g/kg/hod a 0,15 g/kg/hod u směsi s MCT/LCT.

Z dvaceti aminokyselin je 8 považováno u člověka za esenciální (isoleucin, leucin, lysin, methionin, fenylalanin, threonin, tryptofan a valin). Aminokyseliny jsou strukturální součástí proteinů, slouží jako energetický substrát a účastní se syntézy dusíkatých látek. Denně je za normálních podmínek syntetizováno v těle několik desítek gramů bílkovin, jednotlivé proteiny mají různý biologický poločas. Celkový metabolismus bílkovin (1 g bílkovinného dusíku = 6,25 g bílkovin) v těle lze charakterizovat pomocí dusíkové bilance (= příjem dusíku minus součet ztrát dusíku močí, stolicí a kůží). Za normální situace jsou tzv. extrarenální ztráty dusíku okolo 2 g/den. Při těžkých katabolických stavech (sepsy, polytrauma, popáleniny) mohou ztráty dusíku dosáhnout i více než 50 g/den. V těchto případech nelze dosáhnout vyrovnané dusíkové bilance a cílem umělé výživy je pouze zmírnit katabolismus svalových bílkovin, a tím zabránit ztrátě svalové funkce.

Aminokyselinové roztoky v parenterální výživě dělíme na úplné (výživné) a speciální (orgánově specifické). Praktické použití speciálních aminokyselinových směsí je v poslední době na ústupu. Složení plných směsí je větším či menším kompromisem mezi cenou roztoku a optimálním složením, které by odpovídalo bílkovině lidského mléka.

Doporučená denní dávka aminokyselin se pohybuje v rozmezí 0,8–1,5 resp. 1,8 g/kg/den.

Stopové prvky a vitaminy patří mezi esenciální součásti výživy. Jsou potřebné v relativně malých množstvích, a proto se též nazývají mikronutrienty. Jejich nedostatek, tzv. kareční stav, se většinou rozvíjí v delším časovém období až po vyčerpání vnitřních zásob, a proto se nejčastěji manifestuje u pacientů s chronickým onemocněním, podvýživou nebo při nedostatečné suplementaci v rámci dlouhodobé umělé výživy. Kareční stav se nejprve projevuje subklinicky, je prokazatelný pouze laboratorně nebo jinými testy. Teprve později se rozvíjejí typické příznaky, které tvoří součást tzv. karečních syndromů. Kareční syndromy ustupují po dodání daného mikronutrientu. Potřeba vitaminů a stopových prvků stoupá ve stresových situacích a potom v průběhu rekonvalescence a hojení. V těchto situacích se nelze řídit doporučenými substitučními dávkami pro zdravou populaci.

## Dietní intervence

Dietní poradenství a léčba dietou je z hlediska medicíny založené na důkazech obtížně aplikovatelným oborem medicíny. Kontrolované studie jsou principiálně obtížně proveditelné, často vůbec neexistují a celá řada zdravotníky běžně užívaných dietních doporučení stojí na pomezí alternativní medicíny a mytologie. Přesto je léčba dietou nejdůležitější formou nutriční intervence a nutriční podpora ve formě enterální a parenterální výživy je indikována až při jejím selhání. Výživová doporučení jsou optimálně prováděna na základě individuální bilance provedené nutričním terapeutem (softwarové vyhodnocení několikadenního běžného jídelníčku pacienta – [www.flora.cz](http://www.flora.cz), Nutrimaster). Porovnání bilance příjmu s referenčními standardy k zabezpečení potřeb ve zdraví a nemoci (WHO, EU) potom lékař nebo nutriční terapeut provádí doporučení žádoucí modifikace diety. Zásadou je respektování individuálních preferencí nebo zvyklostí pacienta, motivující edukace a terapeutický konsensus k zajištění dostatečného a zejména dlouhodobého dodržování doporučení. Z tohoto pohledu jsou efektivnější pozitivní a modifikující úpravy jídelníčku spíše než restriktivní opatření.

## Enterální výživa

Enterální výživa zahrnuje všechny formy nutriční podpory pomocí potravin pro zvláštní lékařské účely (PZLÚ). Je indikována v případě, že pacient má funkční trávicí trakt a jsou vyčerpány možnosti dietní intervence. Pacient nemůže nebo nechce přijímat dietu v dostatečném množství anebo potřebné kvalitě. Enterální výživa se provádí buď formou perorálních nutričních doplňků (tzv. sipping), nebo jako sondová výživa cestou nazálních sond a stomií nebo formou popíjení (sippingu). Farmaceutická enterální výživa je průmyslově vyráběna tak, aby pokryla denní nutriční potřebu často i dlouhodobě, nebo vhodným způsobem doplňovala nedostatečný příjem živin v dietě. Enterální výživy jsou klinicky bezlaktózové, neobsahují cholesterol a jsou většinou bezlepkové. Jejich energetický obsah se pohybuje v rozmezí 0,5–2 kcal/ml, nejčastěji jsou tzv. isokalorické, tj. energetický obsah je 1 kcal (4,18 kJ)/1ml. Hypokalorické výživy (< 1 kcal/ml) se používají v iniciálních fázích realimentace. Hyperkalorické výživy mají využití při zvýšených energetických nárocích a při restrikci tekutin. Sacharidy poskytují 40–60 % energetických potřeb většinou v podobě polysacharidů. Kvůli lepší rozpustnosti se častěji používají maltodextriny než škroby. Řada PZLÚ obsahuje ve zvýšeném množství vlákninu, nevstřebatelné sacharidy, které jsou více či méně fermentovány v tlustém střevě. Poměr dusíku a nebiřkovinné energie je přípravcích enterální výživy 75–200:1 kcal/gN. Tučky tvoří 20–40 % nebiřkovinné energie. Zdrojem jsou rostlinné oleje, které neobsahují cholesterol a mají snížený obsah fytoosterolů. Část tuků je v některých výživách ve formě triacylglycerolů se střední délkou řetězce MK (MCT), které jsou vstřebávány bez potřeby žlučových kyselin cestou portálního řečiště. MCT neobsahují esenciální MK a nejsou součástí buněčných membrán. Moderní přípravky jsou vyvážené z hlediska poměru n-3/n-6 MK, 1:2,5–4. Enterální kompletní přípravky obsahují denní doporučená množství minerálů, vitaminů a stopových prvků. Obsah vody v preparátech enterální výživy zpravidla nepokrývá denní potřebu a pokud pacient není schopen perorální rehydratace je metodou volby hydratace do sondy. Podávání hypotonických tekutin je lepší časovat odděleně od podávání výživy zejména u malabsorpčního syndromu.

## Typy přípravků enterální výživy

Enterální výživa se dělí na nutričně kompletní preparáty, které obsahují celé spektrum živin, a nekompletní nebo doplňkové výživy, které slouží jako suplementa kuchařsky připravované stravy. Standardní přípravky enterální výživy složením odpovídají potřebám jedinců v proteinokalorické malnutrici nebo při riziku jejího rozvoje. Je možné je používat dlouhodobě i jako jediný zdroj živin. Podle nároků na trávení farmaceutickou enterální standardní výživu dělíme do dvou skupin:

1. Polymerní nutričně definované preparáty – zdrojem dusíku je protein, sacharidy jsou ve formě oligosacharidů, maltodextrinů nebo škrobů. Mají poměrně nízkou osmolalitu. Polymerní výživa vyžaduje pro proces trávení přítomnost pankreatických enzymů, což může být problémem při podávání výživy přímo do jejunu. Projevy funkční pankreatické insuficience nejsou časté a lze je řešit substitucí enzymů.
2. Chemicky definované enterální výživy, které se dále dělí na elementální a oligomerní. Elementální výživy obsahují aminokyseliny a u oligomerních jsou to lépe vstřebatelné oligopeptidy, převážně dipeptidy a tripeptidy. Sacharidy jsou v elementálních dietách zastoupeny jako mono- a disacharidy. Naproti tomu u oligomerních přípravků se používají nízkomolekulární maltodextriny. Tučky jsou v obou případech hrazeny pomocí MCT olejů, které jsou především v oligomerech doplněny esenciálními MK ve formě LCT. Oligomerní a elementální výživy mají indikaci u stavů s těžkou nedostatečností trávicího traktu ve smyslu poruchy trávení nebo vstřebávání.

Speciální přípravky enterální výživy se používají pro specifické skupiny pacientů s konkrétním orgánovým postižením, chorobou nebo stavem, např. renální, jaterní, respirační onemocnění, pacienti v intenzivní péči nebo poruchy metabolismu. Přípravky pro jaterní insuficienci mají vyšší procento bílkovin 40–50 % ve formě větvených aminokyselin (VA) (15–20 % standardní přípravky) s redukcí aromatických aminokyselin (AA). Renální přípravky

mají snížené koncentrace renálně eliminovatelných iontů (Mg, K, P). Praktické využití těchto preparátů má klinické opodstatnění např. u pacientů v dialyzačním programu. Přípravky pro pacienty s metabolickým stresem zpravidla obsahují zvýšený podíl bílkovin, příznivý poměr n-3/n-6 MK, 1:2,5–4. Další skupinou preparátů pro specifické stavy jsou diabetické preparáty. Jejich přínos nebyl ve srovnání se standardní polymerní výživou navzdory teoretickým předpokladům, nikdy prokázán.

Nekompletní přípravky neslouží jako jediný zdroj živin. Jejich konzumace doplňuje normální stravu nebo částečně pokrývá potřeby energie a bílkovin u pacientů, kteří nejsou schopni pokrýt své potřeby konzumací své diety. K nekompletním přípravkům řadíme:

1. enterální výživa určená pro sipping;
2. modulární dietetika, která nahrazují jednotlivé živiny – např. bílkoviny, sacharidy nebo tuky;
3. bílkovinné doplňky pro dědičné metabolické poruchy;
4. vitaminové a minerálové preparáty.

## Techniky enterální výživy

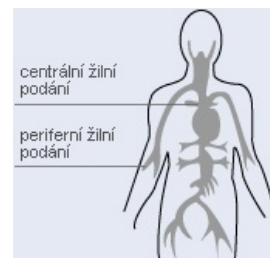
Enterální výživa kromě příjmu perorálně formou sippingu je aplikována nejčastěji do nasogastrické nebo nasoenterální sondy případně a při dlouhodobé potřebě do výživné stomie. Popíjení enterální výživy, sipping, představuje technicky nejméně náročnou formu aplikace. Tento způsob podávání enterální výživy je vhodný buď jako doplněk běžné stravy (zpravidla 250–500 kcal), nebo jako varianta úplné enterální výživy v situacích, kdy je možný příjem tekuté výživy per os. Nejčastější indikací jsou dysfagie s převahou problémů v přípravné a orální fázi a pak obstrukční léze v jícnu, u kterých je zachována pasáž tekutin. Sipping není vhodný u anorexie, protože tolerance preparátů rychle klesá. Zvláště v rámci doplňkové enterální výživy je třeba pacienty upozornit, že v případě nauzey a zvracení je třeba mají sipping vynechat, aby nedošlo ke vzniku podmíněného odporu k enterální výživě.

Nasální sondy (nasogastrická, nasoduodenální a nasojejunální sonda) se převážně používají polyuretanové, silikonové. Zejména tenké sondy nebrání současněmu perorálnímu příjmu potravy, pacienty méně obtěžují a prakticky u nich nehrozí polohové trauma. Sondy jsou vybaveny pro snadnější zavádění drátem a jsou až na výjimky rtg kontrastní. Kromě zavedení sondy naslepo zapláváním (vhodná jsou prokinetika) se nejčastěji používá endoskopická technika. Jinou možností je umístění sondy do doudena nebo jejunu s pomocí RTG přístroje flouroskopicky.

Výživné stomie (perkutánní endoskopická gastrostomie a jejunostomie) jsou vhodné pro dlouhodobější indikaci sondové výživy. Nejčastější indikací pro tento přístup jsou neurologická onemocnění s poruchou polykání, tumory horního GIT a perioperační výživa u chirurgických výkonů v oblasti horního GIT. Stomie se zavádí zpravidla endoskopicky tzv. perkutánní endoskopické gastrostomie (PEG) nebo gastrojejunostomie. Při endoskopické gastrojejunostomii se za pomoci endoskopu zavádí sonda do jejunu přes gastrostomii, PEG-J. Chirurgická gastrostomie, jejunostomie a ostatní přístupy se v současnosti indikují v případech, kdy endoskopické zavedení nelze provést (po chirurgických výkonech v oblasti břicha, obstrukce horní části GIT znemožňující provedení endoskopie). Ošetřování výživových (nutritivních) sond a stomií provádí proškolený zdravotnický personál (podle potřeby včetně pacientů a jejich případných), který je proškolen. Před a po ošetřování vstupu se vždy provede hygiena rukou. U stomií se prvních 48 hodin po zavedení ošetřuje vstup jako chirurgická rána. Při každém použití se kontroluje stav a pozice sondy a sonda se proplachuje nejlépe před a po aplikaci výživy vodou. Komplikace enterální výživy souvisí se získáním nebo udržováním přístupu pro podávání umělé výživy nebo komplikace vznikají v rámci vlastního podávání nutriční směsi. Výskyt komplikací je často ovlivněn i základním onemocněním pacienta a jeho léčbou. Nejčastěji se vyskytují gastrointestinální, komplikace a nejméně časté jsou infekční.

## Parenterální výživa

Parenterální výživa je rezervována pro stavy, kdy je enterální výživa kontraindikována nebo není tolerována, případně není dostatečná. Při ordinaci parenterální výživy se nejprve určí potřeba energie a zastoupení jednotlivých makronutrientů, potřeba vody, iontů, stopových prvků a vitaminů. Parenterální výživu dělíme podle místa podání do žilního systému na centrální a periferní. Dále se podle režimu podání rozlišuje na kontinuální a cyklickou. Konečně ji lze ještě dělit podle systému přípravy a podání jednotlivých složek. Dříve se používal tzv. systém více lahví (multi-bottle), při kterém se jednotlivé složky mísily až během podání v systému více infúzních větví. Minerály a vitaminy se přidávají do různých lahví a podávají v různém čase. Hlavními nevýhodami tohoto systému jsou časté výměny lahví, rozpojování systému a nebezpečí precipitace pod Y-spojkou. V současnosti se preferuje systém vaků „all-in-one“ (AIO), který používá lékárensky nebo industriálně připravované vaky. Objem vaků je zpravidla 2000 až 3000 ml. U lékárensky připravovaných vaků je nutný laminární box v místnosti se zvláštním režimem a proškolený personál. Jednotlivé komponenty s ověřenou kompatibilitou se míchají v určeném pořadí.



Přístupové cesty parenterální výživy

Periferní parenterální výživa: periferní přístup je vhodný pro krátkodobou a spíše doplňkovou parenterální výživu. Používá se především u pacientů, u kterých se chceme vyvarovat rizik spojených s kanylací centrálního žilního systému nebo tato kanylace není možná. Podmínkou je přístupná periferní žíla, do které dodáváme infuzní směs s osmolaritou do 1200 mmol/kg (optimálně do 900). Pro účely periferní parenterální výživy zavádíme nejlépe zvláštní kanylu na předloktí.

Parenterální výživa do centrální žíly:

- Centrální žilní přístup pro parenterální výživu umožňuje dlouhodobé podávání koncentrovaných roztoků při



menším riziku rozvoje flebitidy a trombózy. Druh katétru a místo zavedení se volí podle předpokládané délky parenterální výživy, případně podle potřeby nitrožilního podávání dalších léčebných prostředků, například v intenzivní péči. Nejčastěji používaným přístupem je kanylace v. subclavia následovaná v. jugularis. U pacientů lze s výhodou použít k ověření polohy žil a jejich prostupnosti dopplerovskou ultrasonografii.

Turnelizované katétry:

- Pro dlouhodobou parenterální výživu jsou zaváděny tunelizované centrální žilní katétry nebo implantabilní žilní porty. Tunelizované katétry jsou v podkožní části opatřeny dakronovou manžetou, která zabraňuje extraluminálnímu prostupu infekce a dislokaci katétru. Ve všech případech je nutné umístit manžetu 2 cm od kožního vstupu a konec katétru na rozhraní dolní duté žíly a pravé síně, nejlépe pod skiaskopickou kontrolou. Implantace žilního portu probíhá obdobně s tím rozdílem, že se vytvoří v podkoží kapsa pro vlastní port. Při umístění se vždy bere v úvahu možnost ošetřování vstupu pacientem.

Periferně zavedené centrální žilní katetry (PICC):

- Jedná se o tenké katetry zaváděné pomocí UZ navigované punkce nejčastěji do v. brachialis ve střední třetině paže. Konec katétru se umísťuje obdobně jako u centrálních katetrů do v. cava superior nebo do pravé síně.

Správná následná péče o katétr, která se provádí nejlépe podle psaného protokolu, je hlavní podmínkou bezpečné parenterální výživy. Životnost katetrů a množství komplikací je přímo úměrné kvalitě ošetřování. Při převazech se používá sterilní technika a průchodnost katetrů a portů se udržuje správným proplachováním. U parenterální výživy jsou nejčastější metabolické komplikace a komplikace spojené se zabezpečením venózního přístupu. Obecně platí, že nejúčinnější prevencí komplikací umělé výživy, je včasný převod na méně invazivní formy výživy, jakmile to stav pacienta dovolí.

## Odkazy

### Související články

- Podvýživa (1. LF UK, NT)
- Chronické poruchy výživy
- Výživová doporučení
- Onemocnění z nedostatku živin
- BMI
- Poruchy výživy

### Externí zdroje

Malnutrice (česká wikipedia) (<https://cs.wikipedia.org/wiki/Malnutrice%7C>) Malnutrice (anglická wikipedia) (<https://en.wikipedia.org/wiki/Malnutrition%7C>)

### Zdroj

- NOVÁK, František. *Nutriční propedeutika* [online]. [cit. 2012-03-09]. <<https://el.lf1.cuni.cz/p42434212/>>.