

Výživa a hojení ran

Ing. Bc. Gabriela Janíčková

PEK KOD FN Brno

o.s. DEBRA

Gabriela.janickova@debra-cz.org

Definice rány

- porušení kožní integrity, ke které může dojít z mnoha příčin
- Akutní rána x chronická rána
- Akutní = působení zevního činitele
 - Rozdělení:
 - 1.mechanické (traumatické rány), které mohou být zavřené, povrchové, perforující
 - 2.termické
 - 3.chemické
 - 4.radiační
- Ulcerace = stav, kdy dochází k místní poruše trofiky tkání například angiopatie, neuropatie, působení tlaku nebo rozpadem zánětlivého ložiska.
- Chronická rána = dochází k poruše reparativního procesu. Chronická rána se vyznačuje také tím, že při adekvátní terapii nedochází ke zlepšení po dobu 6-9 týdnů. Chronické rány vznikají vždy s dalším přidruženým onemocněním.

Chronická rána

- Delší zánětlivá fáze
- Opakované traumatu nebo ischemie → zmnožení neutrofilů, makrofágů a mastocytů → IL-1 a TNF- α (udržují zánět)
- ↑ produkci proteáz → poškozují extracelulární matrix
- Nedostatek růstových faktorů → zhoršení hojení rány

Klasifikace chronických ran dle Knightona

- I. Stadium: povrchová rána (epidermis, dermis)
- II. Stadium: hluboká rána (zasahuje do subcutis)
- III. Stadium: postižení fascií
- IV. Stadium: postižení svalstva
- V. Stadium: postižení šlach, vazů, kostí
- VI. Stadium: postižení velkých dutin

Nejčastější chronické rány:

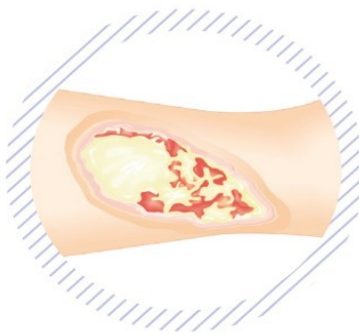
- bércové vředy (projev chronické žilní insuficience)
- arteriální kožní vředy (projev ICHDK)
- dekubity
- neuropatické kožní vředy (důsledek DM)
- kožní vředy u lymfedému

Fáze hojení ran

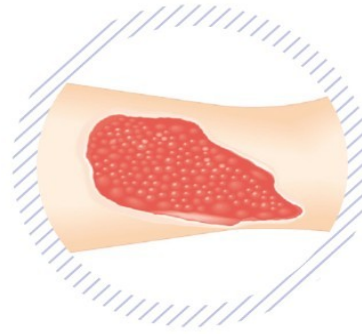
- 4 základní fáze hojení
- Jakékoli narušení má za následek špatné hojení ran (hojení per secundam) nebo prodloužení léčby

Hemostáza → zánět → proliferace (granulace) → remodelace (epitelizace) tkáně

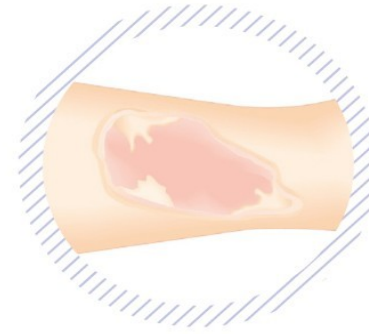
1 Čistící fáze



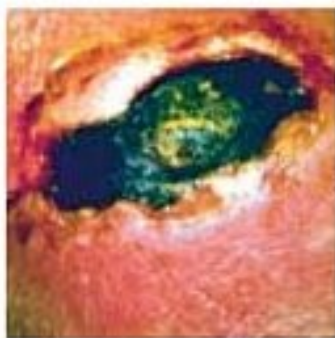
2 Granulační fáze



3 Epitelizační fáze



Nekrotická tkáň



Povleklá rána



Infekce



Granulace



Epitelizace

Hemostáza

- kontrakci endotelu cév
- trombocyty a koagulační systém → fibrinová sraženina
- leukocyty adherují na cévní stěnu. Jelikož dochází k rozvolňování spojů mezi endotelovými buňkami pronikají leu do extravaskulárního prostoru.
- do intersticia proniká tekutina bohatá na bílkovinu tzv. zánětlivý exsudát → edém

Zánětlivá fáze

- Významný podíl imunitního systému
- Krevní zátka je složena z kolagenu, destiček, trombinu a fibronektinu → uvolňování mediátorů zánětu (cytokinů, růstových faktorů...) → vyšší koncentrace mediátorů zánětu přitahuje do rány neutrofilny = zahájení zánětlivé odpovědi
- Neutrofilny jsou stimulovány produkty bakterií k migraci do rány dále interleukinem IL-1, TNF- α , TGF- β .
- Během 24-48 hodin neutrofilny vyčistí ránu od bakteriálních a buněčných pozůstatků.
- Makrofágy (48-96 hodin po zranění) se výrazně podílejí angiogenezi, syntéze NO a vytvoření fibrózní tkáně, produkci enzymů kolagenáz, které čistí ránu od odumřelých buněk.
- Dále produkují interleukiny, TNF- α , který stimuluje fibroblasty a podněcuje angiogenezi, TNF- β , který stimuluje keratinocyty. Růstové faktory jsou zodpovědné za vznik nové tkáně.

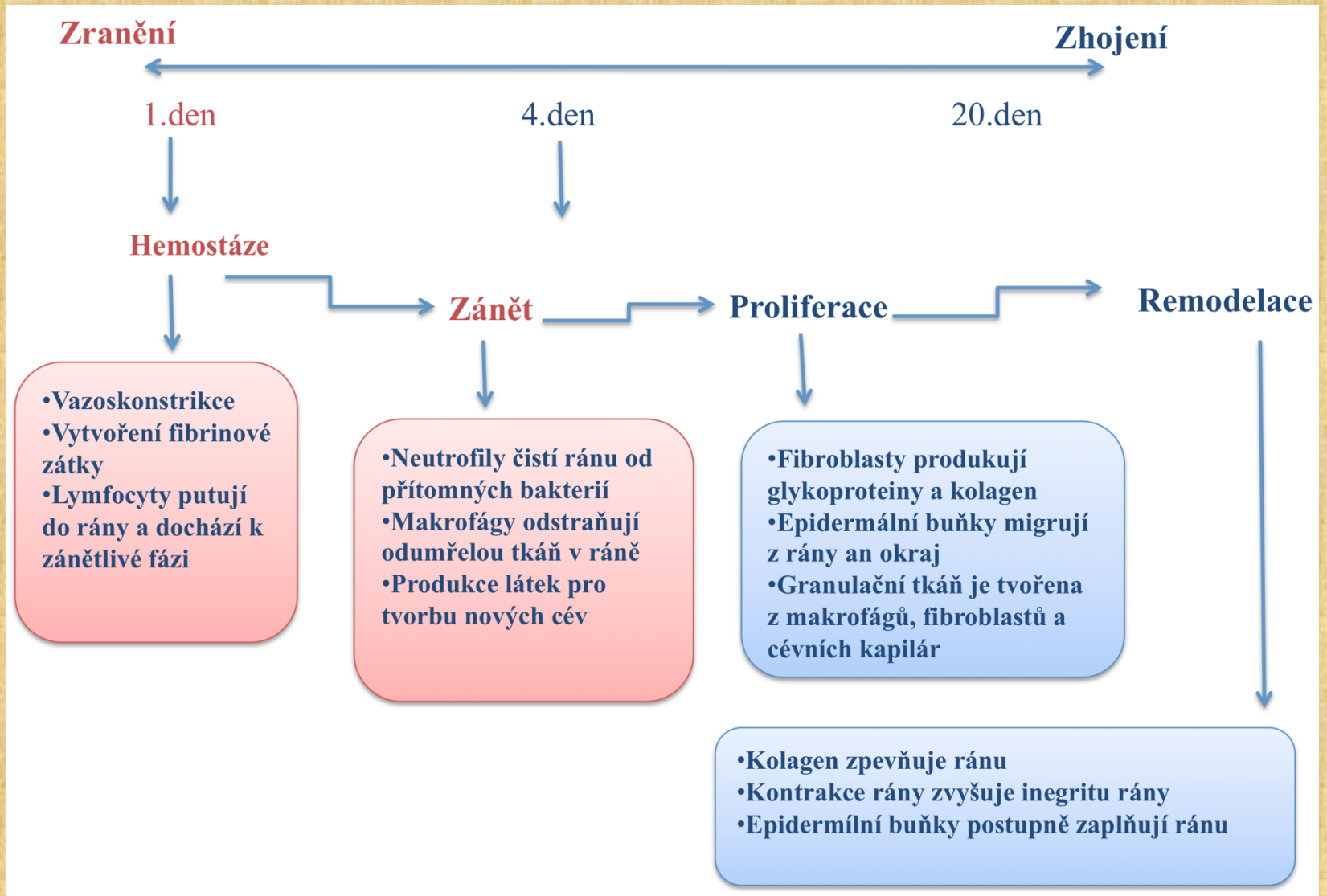
Proliferace

- Fáze:
- angiogeneze, epitelizace, granulace, vytvoření tkáně a ukládání kolagenu.
- vznikají nová cévní řečiště, která zásobují krví buňky granulační tkáně. Fibroblasty produkují glykosaminoglykany, které se usazují na vlákna kolagenu. Nově vytvořený kolagen se stahuje a uzavírá okraje rány.
- Proces za podpory růstových faktorů

Remodelace

- Tato fáze může začínat první týden po zranění nebo dokonce i po roce
- Hlavní bílkovinou – kolagen
- Kolagen – fce zpevnění rány
- Pevnost rány zvyšuje z 20 % na 70 % až 80 %.
- Syntéza a degradace kolagenu = kolagenáza
- Pokud nedochází k odstranění příčiny zánětu, hojení rány se prodlužuje → zvýšení teploty, produkce laktátu (uzavření cév a ↓ kyslíku.
- Uvolněné oxidanty → poškození vlastních buněk organismu a leukocytů → nekrózy tkáně

Shrnutí



Faktory ovlivňující hojení ran

• Lokální faktory

- dobré prokrvení s dodávkou substrátů a kyslíku
- trofika tkáně (žilní insuficience)
- vyřazení místního tlaku
- kontrola infekce

• Systémové faktory

- Věk
- Pohlaví
- Hormony
- Ischemie
- DM, Obezita
- Medikamentózní léčba: glukokortikoidy, chemoterapie, protizánětlivé léky
- Poruchy imunity: rakovina, HIV, radioterapie, imunodeficience
- Stres
- Výživa a výživový stav

Nutriční podpora při hojení ran

- Proces hojení ran zkomplikován při malnutrici nebo při překrmení overfeeding sy.
- Pacienti s chronickou nebo neléčitelnou ranou často nedostatečná výživa, nedostatek speciálních nutrientů
- Pokud zdravotní stav pacienta nedovolí přijímat nic per os nebo jen omezeně → zahajujeme EV nebo PV

Tekutiny

- Častá dehydratace pacienta (zvláště senioři)
- Hospodaření s tekutinami ovlivněno zdravotním stavem pacienta (např. chronická onemocnění ledvin a jater)
- Negativně ovlivňují hojení ran kvůli nedostatečnému hospodaření tekutin a nedostatečné tvorbě koagulačních faktorů.
- Ztráty tekutin: průjmy, drenáž rány, diuretika, diabetická ketoacidóza nebo otevřené rány (popáleniny, dekubity)
- Dehydratace organismu ohrožuje hojení ran → výrazně klesá krevní objem a okysličení rány a doprava živin do místa potřeby.
- Potřeba tekutin pro dospělého člověka by se měla pohybovat od 30 do 35 ml/kg/d

Malnutrice – stresové hladovění

- Vzniká u akutní infekce, zranění nebo kombinace katabolických stavů
- Charakteristické -pokles prealb, transf, alb, TAG a chol, RBP, cholinesteráza a rozvoj edému
- Postižení permeability kapilární stěny → přechod proteinů a Na do intersticia
- ↑ katecholaminů → stimulace lipolýzy → vzniká glukózová intolerance (stresový DM)
- Glukoneogeneze → katabolizmus tělesných bílkovin (sval, vazivo, viscerální tkáň) → ↑ tvorba PAF v játrech
- Vzniká hyperglykemie (kortizol)
- Při malnutrici dochází k prodloužení zánětlivé fáze, ke snížení proliferace fibroblastů a tvorbě kolagenu. Dochází k útlumu fkcí T-buněk a fagocytů → komplikace hojení pooperačních ran

Overfeeding sy

- Většinou spojeno s PV
- Absolutní overfeeding se vyznačuje nadměrným přívodem živin a je častý u katabolických pacientů, kteří však nemají výrazné projevy malnutrice.
- Relativní overfeeding je typický pro malnutriční pacienty, kteří nedostávali živiny po delší dobu.
- Rizika:
 - zvýšená produkce CO₂ → zvýšená ventilace hyperglykemie
 - hypertriglyceridemie
 - jaterní steatóza
 - metabolická acidóza

Určení energetického výdeje

- *Energetická potřeba pacienta se řídí celkovým energetickým výdejem*
- Nepřímá kalorimetrie – přesná metoda
V praxi funguje tak, že se sbírají plyny do tzv. kanopy (plastiková komora) ve které má pacient hlavu. V průběhu měření nesmí být pacient nijak stresován a před samotným měřením se doporučuje 30 minutový klid. Získané hodnoty se odečítají z monitoru. Jde o hodnoty respiračního kvocientu a KEV.
- Harris – Benediktova rovnice
Muž: $66,47 + 13,75 \times \text{hmotnost (kg)} + 5 \times \text{výška (cm)} - 6,75 \times \text{věk (roky)}$
Žena: $655,09 + 9,6 \times \text{hmotnost (kg)} + 1,86 \times \text{výška (cm)} - 4,86 \times \text{věk (roky)}$

Nejčastěji užívané

- sběr moči → vypočítat odpady N

Když zjistíme, že pacient má denně odpad cca
5 g N – Kolik denně ztrácí bílkoviny resp.
svalu?

PAMATOVAT!!!

- Bílkoviny obsahují průměrně 16 % N
- Množství bílkovin a svalů spočítáme:

$$\underline{1 \text{ g N} = 6,25 \text{ g bílkovin} = 25 \text{ g svalů}}$$

Př.: Odpad 5 g N = 31,25 g bílkovin = 125 g svalů

Bilance dusíku

- Rozdíl mezi enterálně a parenterálně přijatými aminokyselinami a bílkovinami a dusíkem vyloučeným močí, stolicí a dalšími sekrety
- Močovina (urea) je hlavním katabolitem bílkovin a její množství vyloučené za 24 hod. je ekvivalentem ztrát dusíku

Ztráty dusíku

Ztráty dusíku (g/24 hod.) = dU-urea (mmol/24 hod.) * 0,028 + 4g

Norma: 10 g / den

- 1g dusíku = cca 6,25 g bílkovin
- 0,028 = přepočet z mmol urey na g dusíku urey
- 4g = předpokládané neměřené ztráty dusíku (kreatinin a KM v moči, dusík v potu, vlasech, kůži, stolici)

Dusíková bilance

Příjem dusíku (g/24 hod) = přijaté množství bílkovin
nebo aminokyselin (g/24 hod) : 6,25

Ztráty dusíku (g/24 hod) - viz. výše

- *Dusíková bilance = příjem - ztráty*
- Výpočet není spolehlivý při renální insuficienci, průjmech, GI píštělích apod.

Index kreatinin-výška (KVI)

- Močová exkrece kreatininu za 24 hod. je přímo úměrná objemu svalové hmoty jedince
- Očekávané hodnoty pro zdravého člověka:

	MUŽI	ŽENY
160 cm	11,7 mmol	8,4 mmol
170 cm	13,0 mmol	9,5 mmol
180 cm	14,5 mmol	10,7 mmol

Hodnocení KVI

- > 80% normy ...adekvátní svalová hmota
- 60-80 % ...nedostatečná svalová hmota
- < 60% ...závažný deficit svaloviny
- Faktory ovlivňující KVI:
 - přesnost 24 hod sběru moči
 - hmotnost pacienta a tělesná konstituce
 - konzum masa
 - těžká renální insuficience

Imunitní systém

Při malnutrici klesá počet cirkulujících
T-lymfocytů

Norma: 1500-5000/mm³

Suspektní proteinový deficit:

< 1500/mm³

Prognostické nutriční indexy

- Index dle Mullen (PNI)
 - Vysoká hodnota znamená pravděpodobnost vysokého procenta komplikací v pozdějším průběhu onemocnění

$$PNI = 158 - 1,66 * ALB - 0,78 * KŘT - 20 * TF - 5,8 * Kr$$

- ALB = plazmatická hladina albuminu (g/l)
- KŘT = kožní řasa nad tricepsem v mm
- TF = plazmatická hladina transferinu
- KR = kožní reakce při kožních testech:
0-non reaktori; 1-indurace < 5 mm; 2-indurace > 5 mm

Prognostické nutriční indexy

- PINI index (prognostic inflammatory and nutritional index)
- Při stresu a zánětu jsou:
 - orosomukoid (ORO) a CRP produkovány ve větší míře
 - albumin (ALB) a prealbumin (PREALB) méně

$$\text{PINI} = [\text{ORO} * \text{CRP}] (\text{mg/l}) / [\text{ALB} * \text{PREALB}] (\text{g/l})$$

- pod 1 bez známek akutního onemocnění
- 1- 10 nízké riziko
- 11 - 20 střední riziko
- 21 - 30 vysoké riziko
- nad 30 ohrožení života

Co je to orosomukoid? 😊

- **Orosomukoid = α_1 - kyselý glykoprotein (AGP),** je glykoprotein krevní plazmy
- protein akutní fáze
- nejintenzivněji studovaná bílkovina krevního séra
- koncentrace vzrůstá při patologických stavech
→ indikátor potenciálních patologických stavů

Hodnocení PINI

- $PINI < 1$...pacient bez známek akutního zánětu či onemocnění, s dobrým nutričním stavem, bez známek probíhajícího bílkovinného katabolismu, s nulovým rizikem vitálního ohrožení a dobrou prognózou
- $PINI 1-10; 11-20; 21-30$
- $PINI > 30$...těžké, akutně probíhající zánětlivé onemocnění, těžká malnutrice s funkčními projevy, bezprostřední ohrožení života

Energetické substráty - sacharidy

- hlavní zdroje energie pro vytvoření ATP, který poskytuje energii pro angiogenezi a syntézu kolagenu
- S poskytují buňkám energii potřebnou pro proliferaci a fagocytární aktivitu.
- Denní potřeba sacharidů je 3 – 6 g/kg/d. Nižší dávky sacharidů snižují lipolýzu tukové tkáně a katabolismus bílkovin ve svalech.
- rychlost podání S v umělé výživě → u stabilizovaných pacientů je rychlost 3 – 5 mg/kg/min a u pacientů ve stresu je rychlost 1,5 – 2,0 mg/kg/min

Tuky

- EMK - V rámci hojení ran mají EMK vliv na modulaci zánětu a imunitní odpověď.
- v mnohých zdrojích se uvádí protichůdné údaje o dávkách a účincích ω -3 a ω -6
- V raných fázích hojení ran mohou protizánětlivé účinky ω -3 a jiných směsí lipidů hojení oddálit.
- U popálených pacientů byla naměřena nižší hladina kyseliny arachidonové a ω -3 MK
- u pacientů v hypermetabolickém stavu velkým přínosem suplementace ω -3 mastných kyselin

Nedostatek x nadbytek

- Nedostatek

→ negativní energetické bilance → zhoršení hojení ran, imunosupresi → podvýživě

Další možností nedostatečného příjmu tuků je parenterální výživa bez tuku. V těchto případech glukóza podána parenterální výživou inhibuje uvolňování MK z tukové tkáně

- Nadbytek

Při nadbytečném příjmu sacharidů a tuků → ztukovatění jater

Dieta s vysokým obsahem tuků a nízkým obsahem sacharidů → ↑ ketogenních látek (CAVE! - onemocnění ledvin a jater)

Zvýšený příjem ω -3 NMK - protizánětlivé účinky → účinky potlačující imunitu. Tento fakt je komplikací u pacientů, kteří bojují s lokální nebo systémovou infekcí nebo také u popálených jedinců.

Přebytek ω -6 MK mohou zhoršit zánět

Nicméně přebytek nebo nerovnováha MK mají značný vliv na imunitní systém a hojení ran

Příjem tuků

- Hodnoty pro muže a ženy se liší
- Optimální poměr ω -6: ω -3 pro hojení ran zatím není přesné znám. Závisí na povaze zranění, fázi hojení a přítomnosti různých chorob
- Na základě doporučených množství byl stanoven poměr ω -6: ω -3
pro muže do 50 let je poměr 10,6:1 (17 g/ D ω -6)
nad 50 let 8,75:1 (14 g/D ω -6) a 1,3 g/D ω -3

Pro ženy do 50 let je poměr 10,9:1 (12 g/ D ω -6)
ženy nad 50 let je poměr 10:1 (11 g/ D ω -6) a 1,1 g/D ω -3
- Doporučená dávka v umělé výživě je 0,5 – 2,0 g/kg/d a rychlost podání by neměla přesáhnout 0,15 g/kg/hod. Poměr tukových emulzí ω -3/ ω -6 je 1:2 nebo 1:4. Podávání tuků je nutné kontrolovat, aby nedocházelo ke komplikacím

Bílkoviny

- Nízké hladiny bílkovin → prodloužení zánětlivé a remodelační fáze
- Osoby s nízkou bílkovinou v séru (< 65 g/l) nebo s nízkou hladinou albuminu (< 35 g/l) měly „křehčí“ a slabší ránu než osoby s vyšší hladinou bílkovin v séru
- Vysokobílkovinná dieta se pojí s hojením chronických ran (př. dekubity). Vysoké dávky bílkovin ($2,1 \pm 0,9$ g / kg) po dobu 8 týdnů → zmenšení povrchu rány ve srovnání s těmi, kteří dostávali nízké dávky bílkovin ($1,4 \pm 0,5$ g / kg)

- Doporučený příjem proteinů pro hojení ran je zaměřen k dosažení pozitivní dusíkové bilance nebo na udržení rovnováhy dusíku
- Různá onemocnění nebo zranění vyžadují odlišná množství bílkovin
- např. chirurgický zákrok může zvýšit požadavky bílkovin až o 10 % x u dekubitů o 56 až 88 %

Nadbytek bílkovin – pozor!

- Při nesprávném dávkování bílkovin může dojít k závažným metabolickým komplikacím, které ohrožují pacienta na životě.
- Zvýšené nároky na vyšší dávky bílkovin mají pacienti s polytraumaty, popáleninami a dekubity
- Pokud je dávka vyšší než 1,5 g/kg/den dochází ve zvýšení koncentrace močoviny a amoniaku
- Přebytek bílkovin může ohrozit také metabolismus kostí zvýšenou hyperkalciurií, což je důsledek nedostatečné resorpce vápníku v tubulech ledvin
- Hlavní komplikací je vznik acidózy a azotémie.
- Značná produkce močoviny s čímž se pojí také zvýšené vylučování vody.

Aminokyseliny

- **Methionin** - proliferaci fibroblastů a syntéza kolagenu.
- **Cystein** - syntéza kolagenu - kofaktor.
- **VLI** - traumata a popáleniny. Jsou hlavním zdrojem dusíku pro syntézu glutaminu a alaninu ve svalech.

Glutamin

- Energie pro dělící se buňky - enterocyty, hepatocyty a buňky imunitního systému.
- Ochrana před toxickými účinky amoniaku → odvádí amoniak do jater
- Prekurzor glutathionu, argininu, taurinu a je stavebním kamenem DNA a RNA.
- Potřeba vyšších dávek glutaminu je za podmínek zahrnující trauma, sepsi, velký chirurgický výkon, popáleniny, transplantace kostní dřeně a u pacientů v katabolickém stavu.
- Při výrazném snížení hladiny glutaminu dochází ke snížení buněčné proliferace, poruše imunitního systému a snížení integrity střevní sliznice.
- X Vysoké dávky glutaminu mohou být nebezpečné pro pacienty s onemocněním jater nebo ledvin!
- **Dávky 0,3 g/kg per os nebo 0,57 g/kg/d intravenózně po dobu 30 dnů jsou bezpečné**

Arginin

- Množství argininu v běžné stravě je obvykle dostatečné k udržení svalové hmoty a pojivové tkáně. Nicméně v období stresu je endogenní syntéza nedostačující.
- je zdrojem oxidu dusnatého (NO), který způsobuje vazodilataci působením na hladkou svalovinu
- nezbytný pro usmrcení fagocytovaných bakterií v makrofázích
- Je prekurzorem polyaminů, látek důležitých pro proliferaci imunitních buněk
- **Denní dávka argininu byla stanovena na cca 5 – 6 g/d.**
- Ostatní doporučení závisí na momentálním stavu pacienta.

K zamyšlení

- potřeba určitého substrátu pro zhojení nemusí vyhovovat každé ráně!
- Existují totiž akutní rány (např. chirurgické, trauma a popáleniny), které vyžadují jiný léčebný režim než rány chronické.
- pacienti s chronickou ránou mají většinou přidružená onemocnění jako diabetes, obezita a nebo jde o geriatrické pacienty.
- Chronické rány jsou charakteristické zvýšeným poměrem alantoinu a kyseliny močové, což je významný marker oxidativního stresu

Obézní pacient a hojení ran

- ↓ trofika a prokrvení tkáně
- Častý výskyt infekcí
- Protrahované hojení rány (častý rozpad ran)
- Tuková tkáň = zdroj protizánětlivých cytokinů, (TNF-alfa, IL-6, leptin a adiponektin)

DM a hojení ran

- Perzistentní hyperglykémie bývá spojena s špatně se hojící ranou a imunitou
- Nadměrné množství glukózy pozitivně koreluje se zvýšenou produkcí CO₂ a jaterní cirhózou u traumatizovaných a septických pacientů

Vitamíny a minerální látky

Vitaminy skupiny B

- Vitaminy sk. B, hrají důležitou roli během zánětlivé fáze a při odstraňování poškozené tkáně
- proliferace a remodelace tkáně
- účast na syntéze kolagenu a tvorbě cév

- Riboflavin - výrazný vliv na pevnost rány a obsah kolagenu
- Kyselina pantothenová - růst tkání a udržování rezistence slizničních membrán proti infekci, regenerační schopnost hojení ran a epitelizace
- Pyridoxin - nedostatek způsobí nežádoucí rozšíření zánětu v ráně
- Folát – dělení buněk, sy DNA
- Bohužel některé z těchto vitaminů (niacin, kyselina listová a biotin) nebyly dostatečně prozkoumány v oblasti hojení ran.
- Obecně lze říci, že všechny vitaminy B spolu spolupracují a navzájem se ovlivňují během reparace rány

Příjem vitaminů B pro kriticky nemocné ve srovnání se zdravým mužem a ženou

Vitamín	Kriticky nemocný pacient	Zdravý muž (RDA)	Zdravá žena (RDA)
Vitamín B ₁	10 mg/d	1,5 mg/d	1,1 mg/d
Vitamín B ₂	10 mg/d	1,7 mg/d	1,3 mg/d
Niacin	200 mg/d	19,0 mg/d	15,0 mg/d
Vitamín B ₆	20 mg/d	2,0 mg/d	1,6 mg/d
Kyselina pantotenová	100 mg/d	5,0 – 7,0 mg/d	5,0 – 7,0 mg/d
Vitamín B ₁₂	20 µg/d	2,0 µg/d	2,0 µg/d
Biotin	5 mg/d	30,0 – 100,0 µg/d	30,0 – 100,0 µg/d
Kyselina listová	2 mg/d	200 µg/d	180 µg/d

Vitamin C

- v enzymatických reakcích funguje jako kofaktor, kde se stává elektronovým donorem
- redukční činidlo - metabolismus volných kyslíkových radikálů
- Kofaktor syntézy kolagenu, proteoglykanu a dalších organických složek intracelulární matrix tkání jako jsou kosti, kůže a kapilární stěny
- Při syntéze kolagenu je důležitá pro hydroxylaci prolinu a lysinu.
- Deficit vitamínu C se projevuje pomalým hojením ran a zlomenin, fragilitou cév, kurdějemi a sníženou imunitou. Nízké hladiny vitamínu C v séru se často manifestují u kriticky nemocných pacientů
- Doporučená dávka pro zdravé jedince nebo lehce zraněné osoby je od 500 – 1000 mg. Velké popáleniny a polytraumata by měla být suplementována dávkou od 1000 - 2000 mg/d.
- Nathens et al. doporučuje pro mnohočetná poranění dávku 1000 mg/d rozdělenou do třech dávek stejně jako vitamin E

Retinol (A)

- je důležitý pro epiteliální růst, syntézu glykoproteinů, proteoglykanů a buněčnou imunitu, hojení otevřených ran
- Pro dospělého člověka je určena dávka 900 – 1000 ug/d

Cholekalciferol (D3)

- Velké kožní rány jako jsou popáleniny nebo jizvy mohou narušit proces epidermální syntézy vitamínu D.
- Takto porušená tkáň má pětinasobně sníženou schopnost transformovat 7 – dehydrocholesterol na vitamin D₃
- schopnost regulovat růst a diferenciaci jiných typů buněk včetně nádorových, B a T lymfocytů, melanocytů, fibroblastů a makrofágů
- 1,25 – dihydroxykalciferol D₃ inhibuje atrofii epidermis způsobenou účinky kortikosteroidů
- Nedostatek vitamínu D má za následek nedostatečnou střevní absorpci a renální reabsorpci vápníku a fosforu → snížení sérové koncentrace vápníku a fosfátu a dále ke zvýšení alkalické fosfatázy. Jako odpověď na nízkou hladinu vápníku v séru může dojít k hyperparatyreóze.
- Nízké hladiny vitamínu D jsou spojovány s nepříznivými účinky na kosterní, neuromuskulární, endokrinní a imunitní systémy.

Vitamin E

- Termínem vitamin E se označuje skupina osmi sloučenin α -, β -, γ - a δ - tokoferolů a α -, β -, γ - a δ - tokotrienolů.
- nejvyšší biologickou aktivitu má α -tokoferol
- Po požití vitaminu E se absorbuje pouze 20 až 40 %
- Absorpce se zvyšuje v přítomnosti lipidů.
- Vitamin E je významným antioxidantem, brání peroxidaci lipidů, ke kterému dochází např. v období nemoci při úraze a zánětu
- Hodnoty doporučených dávek se v každé zemi liší.
- V ČR dávka vitaminu E činí 12, 5 mg/d. Ovšem vyšší dávky od 100 – 200 mg se používají při malabsorpci, atrofii sliznic nebo onemocnění kůže

Vitamin K

- Význam vitaminu K při hojení ran spočívá v jeho funkci srážení krve, která je předpokladem pro správné hojení ran.
- denní příjem pro všechny věkové skupiny by se měl pohybovat kolem $1 \mu\text{g}/\text{kg}$, což by u muže vážícího 80 kg bylo $80 \mu\text{g}/\text{d}$
- Pozor na terapii warfarinem!

Zinek

- Nedostatek zinku může narušit proces hojení ran. Pokud je absence zinku velká, naruší se proliferace fibroblastů a syntéza kolagenu, což vede ke snížení pevnosti rány a opoždění epitelizace rány.
- Dále je postižena buněčná a humorální imunita → zvýšená náchylnosti vůči infekcím v ráně.
- V průběhu akutní fáze je vhodné podávání zinku přerušit kvůli horečce
- Suplementace zinkem je vhodná u pacientů s protein-energetickou malnutricí, průjmy, malabsorpcí a při hypermetabolických stavech (stres, seps, popáleniny a jiná poranění).
- Doporučená množství zinku v době hojení ran je 40 mg (176 mg síranu zinečnatého) po dobu 10 dnů.
- Doporučená denní dávka zinku pro zdravého člověka je 10 – 15 mg/d.
- Podávání dlouhodobě vysokých dávek zinku, zasahuje do vstřebávání železa a mědi

Železo

- Železo spolu s mědí je důležité v průběhu hydroxylace prolinu a lysinu.
- Nedostatek obou prvků může vyústit v nedokonalou tvorbu kolagenu.
- Nedostatek železa může být také spojen s nadměrnou ztrátou krve nebo s malabsorpcí.
- Doporučená dávka je 10 – 18 mg/d

Měď

- začlenění železa do hemoglobinu
- Je součástí metabolismu kolagenu a elastinu.
- Měď je kofaktorem cytochromoxidázy a superoxiddismutázy, která katalyzuje spojování kolagenu. Pokud je tento enzym nějakým způsobem omezen, dojde k porušení tvorby kolagenu, což se projeví na kvalitě rány.
- Doporučená dávka je 2 – 5 mg/d

Děkuji za pozornost!