

# Nutritivna potpora u pacijenata s opeklinama

---

**Benjak, Paula**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2021**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Rijeka, Faculty of Medicine / Sveučilište u Rijeci, Medicinski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:184:198575>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-18**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the University of Rijeka, Faculty of Medicine - FMRI Repository](#)



SVEUČILIŠTE U RIJECI

MEDICINSKI FAKULTET

INTEGRIRANI PREDDIPLOMSKI I DIPLOMSKI

SVEUČILIŠNI STUDIJ MEDICINE

Paula Benjak

NUTRITIVNA POTPORA U PACIJENATA S OPEKLINAMA

Diplomski rad

Rijeka, 2021.

SVEUČILIŠTE U RIJECI

MEDICINSKI FAKULTET

INTEGRIRANI PREDDIPLOMSKI I DIPLOMSKI

SVEUČILIŠNI STUDIJ MEDICINE

Paula Benjak

NUTRITIVNA POTPORA U PACIJENATA S OPEKLINAMA

Diplomski rad

Rijeka, 2021.

Mentor rada: Doc. dr. sc. Aleksandra Pirjavec Mahić, dr. med

Diplomski rad ocijenjen je dana \_\_\_\_\_ na Katedri za kirurgiju

Medicinskog fakulteta Sveučilišta u Rijeci, pred povjerenstvom u sastavu:

1. Izv. prof. dr. sc. Harry Grbas, dr. med

2. Doc. dr. sc. Damir Grebić, dr. med

3. Izv. prof. dr. sc. Igor Medved, dr. med

Rad sadrži 29 stranica i 35 literaturnih navoda.

## ZAHVALA

Zahvaljujem se svojoj mentorici na pomoći u izradi diplomskog rada.

Od srca se zahvaljujem svojim roditeljima, cijeloj obitelji i prijateljima koji su mi bili potpora tijekom studiranja.

Posebnu zahvalu uputila bih svom zaručniku koji me, pun razumijevanja i podrške, pratio na ovom putu završetka jednog velikog poglavlja života.

# SADRŽAJ

UVOD .....	1
SVRHA RADA .....	3
PREGLED LITERATURE .....	4
Hipermetabolizam i katabolizam.....	4
Procjena postotka opečene površine tijela.....	5
Parklandova formula.....	6
Načini izračuna nadoknade energije .....	7
Makronutrijenti .....	9
Mikronutrijenti.....	11
Parenteralna prehrana .....	12
Enteralna prehrana .....	14
Pripravci za parenteralnu prehranu .....	16
Pripravci za enteralnu prehranu .....	17
RASPRAVA.....	20
ZAKLJUČAK .....	22
SAŽETAK.....	23
SUMMARY .....	24
LITERATURA.....	25
ŽIVOTOPIS .....	29

## UVOD

Pod pojmom opekline svrstavaju se ozljede tkiva koje u podlozi imaju različiti mehanizam nastanka, a koji u konačnici dovodi do prekida kontinuiteta i integriteta kože te njene zaštitne funkcije. Po mehanizmu ozljede, opekline mogu nastati zbog djelovanja topline, zračenja, različitih kemikalija ili opekline nastale zbog udara struje. (1) Opekline nastale zbog djelovanja topline oštećuju kožu zbog vrlo visoke temperature, a bitan faktor je i vrsta materijala koja je dovela do nastanka oštećenja, kao i trajanje kontakta tog istog materijala sa kožom. Posljedično tomu, opekline se dijele u četiri stupnja koje karakterizira dubina i izgled opečene kože. (2) Opekline prvog stupnja su površinske opekline koje zahvaćaju epidermis, a najčešće nastaju zbog prekomjernog izlaganja suncu. Koža je kod takvih opekline eritematozna, edematozna, prisutne su bolne senzacije do 72 sata i cijeli bez nastanka ožiljka. (3) Opekline drugog stupnja zahvaćaju dermis pa se uz eritematozno i edematozno promijenjenu bolnu kožu javljaju i bule. Prema dubini zahvaćenog dermisa, opekline drugog stupnja se dijele u površne (IIa) i duboke (IIb) dermalne opekline. Stupanj IIa podrazumijeva zahvaćenost papilarnog (gornji dio) dermisa uz epidermis, dok stupanj IIb podrazumijeva zahvaćenost dermisa u cjelosti (papilarnog i retikularnog dermisa). Površne dermalne opekline u pravilu će zacijeliti u potpunosti, epitelizacijom, dok će duboke dermalne opekline cijeliti sporo uz hipertrofične ožiljke i mogućnost funkcionalnih poremećaja. (2) Opekline trećeg stupnja zahvaćaju cijeli dermis i dopiru do subkutanog masnog tkiva. Takve opekline karakterizirane su nekrozom tkiva koje može biti smeđe, crne ili bijele boje, bez prisutnosti edema i bez bolnih senzacija zbog uništenja živčanih završetaka. Opekline trećeg stupnja neće zacijeliti bez kirurškog zahvata i kožnih transplantata. Opekline četvrtog stupnja u potpunosti zahvaćaju debljinu kože (epidermis, dermis i subkutano masno tkivo) te dopiru do mišića, kostiju ili tetiva. (3)

Poznavanjem stupnja opekline i zahvaćenosti površine kože, može se pretpostaviti tijekom liječenja pacijenata, moguće komplikacije te ishod liječenja. Uz svu potporu koja se pruža pacijentu u vidu previjanja rana, operativnih zahvata, lijekova i ostalih postupaka koji se provode tijekom liječenja, nutritivna potpora kod pacijenata s opeklinama važna je sastavnica adekvatnog liječenja. Pravovremena nutritivna potpora omogućava pacijentu dostupnu energiju koja je potrebna u održavanju tjelesne mase, cijeljenju rana i sveukupnom oporavku. (1,4)



## SVRHA RADA

Svrha ovog rada je prikazati načine kako izračunati dnevne energetske potrebe pacijenata s opeklinama i pružiti adekvatnu nutritivnu potporu. Razmatrat će se omjeri makronutrijenata i kako se oni razlikuju od potreba odraslih osoba bez ozljeda, te potrebni mikronutrijenti za pravilno cijeljenje rana i osiguravanja optimalnih uvjeta za oporavak. Različite mogućnosti prehrane pacijenata s opeklinama prikazane su na kraju pregleda literature.

U ovom radu nisu prikazane opeklinske ozljede kod djece, niti liječenje istih.

## PREGLED LITERATURE

### Hipermetabolizam i katabolizam

Hipermetabolizam i katabolizam prisutni u tijelu pacijenta sa opeklinama iziskuju brzu i dovoljnu nadoknadu energije i nutrijenata. U protivnom, katabolizam nadvlada, te pacijenti mogu izrazito gubiti na tjelesnoj masi, osobito masi poprečno-prugastih mišića. (4) Metabolizam pacijenata s opeklinama povećava se čak i preko dva puta više u odnosu na stanje prije zadobivanja ozljede. Hipermetaboličko stanje može trajati godinama nakon ozljede. Potrošnja energije u mirovanju povećava se za 40-100% kod pacijenata sa više od 40% opečene površine tijela u odnosu na prije, a rezultat hipermetabolizma, osim gubitka mišićne mase, jest i sporije cijeljenje rana te smanjena imunološka funkcija. Opekline aktiviraju lučenje raznih medijatora koji potiču katabolizam. Neki od njih su glukagon, kortizol te adrenalin. Katekolamini se smatraju glavnim uzročnicima hipermetabolizma. Pacijenti koji su zadobili teške opekline ozljede sa većom zahvaćenom tjelesnom površinom, proizvode pet do šest puta veće količine katekolamina koji katabolički djeluju na bjelančevine i masti. Najveći utjecaj katekolamina primjećen je na skeletnim mišićima gdje je zabilježena manja mišićna masa i do tri godine nakon opekline ozljede. (5, 6) Hipermetabolizam uzrokovan povišenom razinom katekolamina liječi se beta-blokatorima. Smatra se kako beta-blokatori kod opekline ozljede smanjuju katabolizam djelujući na srčani rad i smanjivanje potrebe tkiva za kisikom. Potrebna su daljnja istraživanja kako bi se utvrdio utjecaj beta-blokatora u kontroli hipermetabolizma i katabolizma. (4,7) Pacijentima, koji su liječeni beta-blokatorom (propranolol) do godinu dana nakon opekline ozljede, smanjio se gubitak mišićne mase. (5) Adekvatna prehrana potrebna je za sveukupni oporavak organizma. Za cijeljenje ozljeda, pa tako i opekline, potrebni su ugljikohidrati i bjelančevine (aminokiseline). Osim uloge u cijeljenju rana, bjelančevine imaju

ulogu u imunološkim reakcijama i njihovom aktiviranju, te su glavni izvor građivnih jedinica za izgradnju enzima. (4)

## Procjena postotka opečene površine tijela

Procjena opečene površine tijela potrebna je za adekvatno zbrinjavanje pacijenta. Navedena procjena je jedan od prvih i važnijih podataka kada dođemo u kontakt sa pacijentom koji je zadobio opeklinску ozljedu. Točan ili približan postotak opečene površine ukazuje na ozbiljnost ozljede i koristi se u formulama koje služe za izračunavanje potrebne nadoknade tekućine i hrane (kalorijske vrijednosti). Posebno je važan podatak o opečenoj površini u prva 24 sata od nastanka ozljede kako bi se u što kraćem roku započelo sa nadoknadom tekućine po protokolu. Najčešće upotrebljavana metoda je pravilo devetke. Ova metoda ne zahtijeva puno vremena i služi za brzu i dobru procjenu postotka opečene površine. Koristeći pravilo devetke, svaki dio tijela označava se brojem koji nam ukazuje koliko određeni dio tijela doprinosi ukupnoj površini kože pacijenta. Glava pacijenta označava se sa 9% jer glava doprinosi 9% ukupnoj tjelesnoj površini kože. Na isti način svaka ruka iznosi 9%, a svaka noga 18%, odnosno prednja i stražnja strana noge, svaka po 9%. Abdomen i prednji dio prsnog koša zajedno doprinose 18%, a također se istim postotkom označavaju leđa. Pravilo devetke se naziva tim imenom jer je svaki dio tijela označen brojem 9 ili pak brojem dijeljivim sa 9. Izuzetak je područje perineuma koje se označava sa 1%. Ova procjena koristi se za odrasle osobe, dok se za djecu, zbog drugačijih tjelesnih proporcija, koriste drugi postotci. Postotak zahvaćene tjelesne površine je i jedan od kriterija kada pacijenta treba uputiti u bolnicu. Pri zahvaćenoj površini od 10% ili više, pacijenta treba uputiti na bolničko liječenje. (2,8) Postotak opečene površine tijela kod manjih opeklinа može se izračunati koristeći površinu dlana pacijenta. Dva su načina takvog određivanja. Prvi način uključuje samo dlan pacijenta, bez korištenja površine prstiju, a drugi način uključuje i korištenje površine prstiju uz dlan. Površina dlana pacijenta iznosi oko 0,5% površine tijela, a dlan sa površinom prstiju računa se kao 1%. (8)

## Parklandova formula

Prvi korak u liječenju svakog pacijenta s opeklinama jest adekvatna nadoknada tekućine. Prije nutritivne potpore i hranjenja, bitno je pacijentu omogućiti dovoljan unos tekućine kako bi održali perfuziju organa i nadoknadili izgublenu tekućinu. Opeklinae kompromitiraju integritet kože, te ona postaje propusnom zbog djelovanja pro-inflamatornih tvari. Medijatori upale, koji se otpuštaju zbog ozljede tkiva, uzrokuju slabljenje veza među stanicama, te uzrokuju povećanje vaskularne permeabilnosti, dovodeći do edema i gubitka plazme. (9) Parklandova formula koristi se za izračun nadoknade tekućine kod pacijenata sa opeklinama IIb i III stupnja koje zahvaćaju više od 20% površine tijela. Također se koristi i kod pacijenata sa manjim postotkom zahvaćene površine tijela koji zbog inhalacijskih ozljeda ili ozljeda sluznice usne šupljine ne mogu oralno uzimati tekućinu. Parklandovom formulom izračunava se količina potrebne tekućine u prva 24 sata od nastanka opekline ozljede. Parametri potrebni u izračunu su tjelesna masa pacijenta i površina opečene kože. Prema formuli, preporuka jest 4 mL kristaloidnih tekućina po kilogramu tjelesne mase, po postotku opečene tjelesne površine. Od cjelokupne izračunate količine, polovica kristaloidnih tekućina daje se u prvih 8 sati od nastanka ozljede, a ostatak u narednih 16 sati. (10)

## Načini izračuna nadoknade energije

Cijeljenje opekline zahtijeva nutritivnu potporu koja će zadovoljiti uvećane zahtjeve za energijom. Na raspolaganju su različite metode računanja energetske potrebe organizma nakon opekline ozljede. Neke od metoda i formula koje se primjenjuju su indirektna kalorimetrija, Currerijeva jednadžba te Harris-Benedictova jednadžba. Jednadžbe su jednostavnije za korištenje, a indirektna kalorimetrija zahtijeva kontinuirano praćenje pacijenta i prehrane kako bi se, ukoliko je potrebno, ispravio preveliki ili premali kalorijski unos. (4) Kod procjene potrebnog kalorijskog unosa, općenito se može uzeti vrijednost 20-30 kcal/kg tjelesne mase dnevno. Zbog hipermetabolizma, cilj su više vrijednosti u navedenom rasponu, oko 30 kcal/kg dnevno. (7) Indirektna kalorimetrija je metoda kojom se mjere volumen i koncentracija plinova prilikom udaha i izdaha. Mjere se volumen i koncentracija kisika i ugljikovog dioksida. Koristeći tu metodu, uzima se u obzir činjenica da ljudsko tijelo dobiva energiju oksidacijom hrane tijekom koje producira ugljikov dioksid i vodu, a koristi kisik. Indirektno se, preko dobivenih vrijednosti plinova, procjenjuje količina energije koja je tijelu potrebna za svakodnevno održavanje svih funkcija. Dobivene vrijednosti volumena ugljikovog dioksida i kisika uvrštavaju se u Weirovu jednadžbu kojom se dobivaju energetske potrebe tijela, odnosno količina topline koju tijelo proizvodi da bi zadovoljilo svoje funkcije. Weirova jednadžba glasi:

$$\text{dnevni utrošak energije} = (3.94 \times \text{VO}_2) + (1.1 \times \text{VCO}_2)$$

U originalnu Weirovu jednadžbu uračunat je i doprinos dušika u urinu, ali je iz gore navedene jednadžbe uklonjen jer doprinosi samo 2-4% ukupnoj energiji. (11) Parametri potrebni u indirektnoj kalorimetriji mjere se u vrijeme kada pacijent spava, u razdoblju od ponoći do pet sati ujutro, te se tjedno mjerenja ponavljaju, kako bi se osigurao dovoljan unos hrane. Indirektna kalorimetrija je skupa metoda koja zahtijeva vrijeme i nije praktična. Zbog navedenih razloga, upotrebljavaju se jednadžbe koje procjenjuju potreban dnevni energetske potrebe. Currerijeva

jednadžba je jednostavna i zahtijeva tri podatka: tjelesnu masu pacijenta, postotak opečene kože i dob pacijenta. Dvije su inačice formule, jedna za pacijente u dobi 16-59 godina, a druga za pacijente u dobi 60 i više godina:

dob 16-59 godina =  $25 \times \text{tjelesna masa} + 40 \times \text{postotak opečene površine tijela}$

dob > 60 godina =  $20 \times \text{tjelesna masa} + 65 \times \text{postotak opečene površine tijela}$

Usprkos tomu što je jednostavna za korištenje, Currerijeva jednadžba precjenjuje dnevne potrebe za energijom. (4,12) Harris-Benedictova jednadžba također služi za izračunavanje dnevnih energetske potreba uzimajući u obzir dob pacijenta, spol, visinu te težinu. Uvrštavanje formulu, dobiva se rezultat sa dnevnim potrebama u kilokalorijama. Razlikuje se od Currerijeve jednadžbe u tome što uzima u obzir takozvani faktor stresa kojim se množi cijelokupna jednadžba. Faktor stresa nema mjernu jedinicu i označava se brojem u rasponu 1,2 – 2,1, ovisno o kakvom je stresu riječ. Primjerice, ako pacijent razvije pneumoniju, njegov faktor stresa iznosi 1,2, a ako pacijent razvije sepsu, faktor stresa se uvećava i iznosi 1,5. Postotak opečene površine tijela 15-30% označava se faktorom stresa 1,5, 31-49% opečene površine tijela faktorom 1,5-2, a preko 50% opečene površine tijela faktorom 1,8-2,1.

Harris-Benedictova jednadžba glasi:

žene =  $66,5 + (13,75 \times \text{tjelesna masa}) + (5,003 \times \text{tjelesna visina}) - (6,775 \times \text{godine pacijenta})$

muškarci =  $655,1 + (9,563 \times \text{tjelesna masa}) + (1,850 \times \text{tjelesna visina}) - (4,676 \times \text{godine pacijenta})$

Svaka od tri prethodno navedene metode ima prednosti i mane. Prednost korištenja jednadžbi očituje se u njihovoj brzini i dostupnosti podataka koji su potrebni za izračun. Nedostatak jednadžbi je u precjenjivanju dnevnih energetske potreba i nemogućnosti primjerene promjene prehrane s obzirom na potrebe pacijenta tijekom oporavka. U istraživanju provedenom nad

pacijentima u jedinici intenzivnog liječenja indirektna kalorimetrija pokazala se kao bolja metoda u odnosu na korištenje Harris-Benedictove jednadžbe. (4, 13)

## Makronutrijenti

Bjelančevine, ugljikohidrati i masti uvrštavaju se u skupinu makronutrijenata, glavnih tvari čijim se iskorištavanjem dobiva energija. Uravnotežena prehrana, među ostalim, podrazumijeva zastupljenost svakog makronutrijenta u dovoljnoj količini, kako bi tijelo uspješno održavalo svoje funkcije. Preporuke za unos makronutrijenata kod zdravih odraslih osoba su sljedeće. Dnevno bi zdrava odrasla osoba trebala unijeti prehranom 10-35% bjelančevina, 20-35% masti te 45-65% ugljikohidrata. Dnevni unos pojedinih nutrijenata može biti i različit, ovisno o vrsti i količini tjelesne aktivnosti i potreba organizma. Glavni izvor energije su ugljikohidrati jer, osim što ih koriste sve stanice organizma, čuvaju bjelančevine koje se mogu iskoristiti u izgradnji proteina i tkiva, a ne u svrhu dobivanja energije. (14) Ugljikohidrati su primarni izvor energije kod pacijenata s opeklinama te su zastupljeni u prehrani u najvećoj mjeri. Dijeta bogata ugljikohidratima povoljno djeluje na cijeljenje opekline i ne dozvoljava potrošnju bjelančevina i gubitak mišićne mase. Međutim, glukoza oksidira u tijelu u maksimalnoj dnevnoj količini od 7 g/kg. Vrijednosti više od navedenih dovode do hiperglikemije. (5) Prehrana bogata ugljikohidratima korisna je kod pacijenata s opeklinama jer održava mišićnu masu, promovira cijeljenje opekline te sprječava razvoj infekcije, jačanjem imunološkog sustava. Pacijenti koji su konzumirali prehranu sa ugljikohidratima zastupljenim u najvećem postotku, imaju nižu incidenciju pneumonija u odnosu na pacijente koji su konzumirali prehranu bogatu mastima. (15) Zbog maksimalne oksidacije glukoze u količini od 7 g/kg dnevno, u slučaju većih potreba organizma, pacijentima se povećava količina ugljikohidrata u prehrani uz uvođenje inzulina.

Održavajući euglikemiju uz inzulin, kod pacijenata je primijećeno poboljšanje u očuvanju mišićne mase i gustoće kostiju. (12)

Pacijentima sa opeklinama potrebne su veće količine proteina tijekom oporavka. Preporuča se količina od 2 g/kg dnevno. (16) Preporuka unosa proteina za zdravu odraslu osobu je 1 g/kg dnevno. Opeklinae dovode do ekstremno povećanog katabolizma proteina koji može doseći vrijednosti od 150 g/dan. Primijećeno je kako pojedine aminokiseline pomažu u cijeljenju rana, održavanju imunološke funkcije te dobivanju energije pretvorbom u jetri. Glutamin je aminokiselina koja sudjeluje u očuvanju integriteta sluznice probavnog sustava, posebice tankog crijeva, te pomaže u očuvanju crijevne imunološke funkcije, smanjujući propusnost crijevne sluznice. (17) Smanjene koncentracije glutamina u plazmi povezane su sa većom incidencijom infekcija i imunodeficijentnim stanjem. (12) Dodavanje glutamina u količini 0,3-0,5 g/kg dnevno, značajno se poboljšao ishod pacijenata, smanjila se incidencija infekcija i mortalitet, te skratio broj provedenih dana na bolničkom liječenju. Nadoknada se provodi kroz 14-21 dan nakon nastanka opeklinae kod pacijenata sa 20-30% opečene površine kože. (15)

Masti su zastupljene u najmanjoj količini u prehrani pacijenata s opeklinama. Hipermetabolizam u kratkom periodu nakon ozljede dovodi do povišenja koncentracije masnih kiselina u krvi, te potiče njihovu oksidaciju. Oko 30% masnih kiselina podliježe oksidaciji, dok se ostatak odlaže u jetri. (12) Iako se masti najmanje koriste kao izvor energije, pokazalo se kako omega-3 masne kiseline mogu poboljšati ishod te regulirati upalni odgovor. Omega-6 masne kiseline, koje se često nalaze u hrani i pripravcima, potiču upalni odgovor, sudjelujući u stvaranju proupalnih citokina. (15, 17) Preporuka unosa masti prehranom, kod pacijenata s opeklinama, je 15% ili manje od ukupno potrebnog dnevnog unosa kalorija. Pripravci koji sadržavaju omega-3 i omega-6 masne kiseline trebali bi navedene komponente sadržavati u približno jednakom omjeru za optimalno funkcioniranje imunološkog sustava, bez prevage proupalnih citokina. (5)



## Mikronutrijenti

Uz makronutrijente, koji imaju ulogu u pravilnom cijeljenju rana, održavanju imunološke funkcije i poboljšanju ishoda pacijenata s opeklinama, bitan je i unos mikronutrijenata, odnosno vitamina i minerala. Mikronutrijenti su tvari koje su organizmu potrebne u malim količinama, a njihov nedostatak može kod opeklinskih ozljeda usporiti oporavak i oslabiti imunološku funkciju. Zbog gubitka tkiva te hipermetabolizma i katabolizma, organizam gubi mikronutrijente koje je potrebno nadoknađivati, ponekad i u većim dozama, od dnevno preporučenih doza. Mikronutrijenti, bitni u oporavku pacijenata s opeklinama, su vitamini A, C i D te minerali poput željeza, cinka i bakra. (12) Vitamini i minerali promoviraju antioksidativnu obranu organizma. Prema istraživanju provedenom u Aziji, pokazalo se kako su pacijenti, koji su primali nadomjesne mikronutrijente, imali povoljniji ishod u odnosu na kontrolnu skupinu. Primjećen je manji rizik razvoja infekcije rane i sepse u odnosu na kontrolnu skupinu koja nije primala nadomjesne mikronutrijente. Pacijenti su, u ovom istraživanju, suplementirani sa vitaminima A, B1, B6, B12, C, D i E, a po potrebi, uvidom u nalaze krvi, magnezijem i kalcijem. (18) Vitamin C se, zbog antioksidativnih svojstava, povezuje sa smanjivanjem oksidativnog stresa u endotelnim stanicama krvnih žila, potporno djelujući na endotelnu barijernu funkciju koja je oštećena prilikom zadobivanja opekline. Neadekvatna endotelna funkcija dovodi do veće propusnosti krvnih žila, što otežava nadomjestak tekućine kod pacijenata s opeklinama. Visoke doze vitamina C u količini >10 g/dan dovedene su u vezu sa smanjenim mortalitetom. (19) Mikronutrijenti su često primjenjivani u većim dozama od preporučenih dnevnih doza. Zaključci istraživanja ukazuju na prednost primjene viših doza, bez prijavljenih nuspojava. (20) Preporuke dnevnog unosa vitamina i minerala uvelike olakšavaju liječenje pacijenata s opeklinama. Preporuka dnevnog unosa vitamina C kod odraslih pacijenata s opeklinama je 1000 mg/dan, u odnosu na standardnu dnevnu preporuku od 75-90 mg/dan. Vitamin A preporučuje se unositi u dozi od 10 000 internacionalnih jedinica, u odnosu na

standardnu preporuku od 2000-3000 internacionalnih jedinica. Cink se preporučuje unositi u dozi od 25-40 mg/dan (u odnosu na 8-11 mg/dan), a folati 1000 mcg/dan (u odnosu na 300-400 mcg/dan). Za unos vitamina D, E i K, te željezo, nisu preporučene adekvatne doze. (12) Zaključak većine radova je da su potrebna daljnja istraživanja o ulozi mikronutrijenata u liječenju pacijenata s opeklinama, te da je potrebno standardizirati doze vitamina i minerala koje bi se primjenjivale u liječenju.

## Parenteralna prehrana

Prehrana pacijenata s opeklinama trebala bi započeti unutar 48 sati od nastanka ozljede. Uz kontrolu infekcija, brigu oko opeklinske rane i prevenciju hipotermije, prehrana je bitan faktor u sveukupnoj obnovi organizma, zarastanju rana te smanjenju broja dana provedenih u bolnici i mortaliteta. Služeći se metodama poput indirektno kalorimetrije ili izračunavanjem energetske potrebe upotrebljavajući jednadžbe (Currenrijeva i Harris-Benedictova jednadžba), uz razmatranje pojedinih potreba za makronutrijentima, poželjno je što ranije započeti sa enteralnom prehranom. U pojedinim slučajevima, parenteralna prehrana je jedina opcija. Ileus, koji se može javiti uslijed stresa zbog opeklinskih ozljeda, onemogućava hranjenje enteralnim putem, pa se u tom slučaju započinje sa parenteralnom prehranom koja se u najkraćem mogućem roku zamjenjuje sa enteralnom prehranom. (21) Za apliciranje parenteralne prehrane potreban je centralni venski kateter preko kojeg se apliciraju pripravci sastavljeni od ugljikohidrata, masti i aminokiselina, zastupljeni u određenom postotku. Pripravci za parenteralnu prehranu ranije nisu bili jedinstveni pripravak, već su bili pakirani kao odvojeni pripravci posebno ugljikohidrata, posebno masti i posebno aminokiselina. Otopine za parenteralnu prehranu, koje se često koriste, sadrže emulziju masti u koncentraciji od 20%, aminokiseline u koncentraciji od 15% te 70% dekstroze kao glavni izvor energije. (4, 22)

Parenteralna prehrana, u nekim slučajevima, može bolje zadovoljiti energetske potrebe u odnosu na enteralnu prehranu. Primjerice, u akutnoj početnoj fazi od nastanka ozljede, parenteralna prehrana može biti bolje rješenje. Upotrebom parenteralne prehrane, veća je incidencija infekcija. (23) Infekcije su najčešće povezane sa upotrebom centralnog venskog katetera poput tromboflebitisa, koji može progredirati u sepsu, i endokarditisa. Sveukupni rizik od infekcije je uvećan; intraabdominalne infekcije i pneumonije mogu komplicirati tijek bolesti i liječenje pacijenata s opeklinama. (22) Komplikacije centralnog venskog katetera, osim infekcija, vezane su uz akt postavljanja katetera, poput hematotoraksa, pneumotoraksa i tamponade srca. Kasne komplikacije vezane uz centralni venski kateter su tromboza, plućna tromboembolija te pomicanje katetera u neadekvatan položaj. (24) Hiperglikemija je najčešća komplikacija parenteralne prehrane. Akutno nastala opeklinoska ozljeda nepovoljno djeluje na osjetljivost perifernih tkiva na glukozu, zbog lučenja citokina i hormona stresa, te dovodi do inzulinske rezistencije. Inzulinska rezistencija i velika količina ugljikohidrata koji se apliciraju putem centralnog venskog katetera dovode do hiperglikemije koja zahtijeva kontinuirano praćenje i upotrebu inzulina kako bi se održalo stanje euglikemije. Iako se hiperglikemija može javiti i kod pacijenata koji su na enteralnoj prehrani, puno se češće javlja kod pacijenata na nadomjesnoj parenteralnoj prehrani. Dugotrajna hiperglikemija može dovesti do masne pretvorbe jetre pa je uputno, kod primjene parenteralne prehrane, pratiti jetrene parametre, odnosno porast jetrenih enzima. (4, 25) Dugotrajna parenteralna prehrana može dovesti do crijevnih komplikacija poput atrofije crijevne sluznice, smanjenja količine limfnog tkiva te smanjenja stvaranja zaštitnih imunoglobulina A. Nedostatak enteralne prehrane omogućava translokaciju bakterija zbog oslabljenog integriteta crijevne sluznice. Kod pacijenata koji zahtijevaju dugotrajnu parenteralnu prehranu, mali dio hrane bi se trebao davati enteralno kako bi se sačuvala funkcija crijeva. (26)

## Enteralna prehrana

Enteralna prehrana pokazala se kao bolji izbor kod pacijenata koji zahtijevaju nutritivnu potporu. Enteralna prehrana više je fiziološka u odnosu na parenteralnu prehranu, te se može odvijati oralnim putem ili kroz nazogastričnu sondu, ako pacijent ne može jesti (primjerice pacijenti na respiratoru, opekline u području lica i usta). Prehrana putem nazogastrične sonde omogućava kontinuirano hranjenje i dostatnu dopremu nutrijenata. Pacijenti sa manje od 10% opečene tjelesne površine, najčešće ne zahtijevaju nazogastričnu sondu, već nadoknađuju energetske potrebe oralnim putem, hranom bogatom bjelančevinama. (4, 26) Enteralna prehrana pokazala se kao dobra metoda u očuvanju motiliteta probavnog sustava, te može spriječiti razvoj ileusa, ako se pacijenti počnu hraniti enteralno unutar 24 sata od nastanka ozljede. Očuvanje limfnog tkiva probavnog sustava, koje ima zaštitnu funkciju, te očuvanje perfuzije probavnih organa uz smanjenje mogućnosti bakterijske translokacije, prednosti su enteralne prehrane. (15) Preporuke vremena započinjanja enteralne prehrane se razlikuju. Smatra se kako bi trebalo započeti s enteralnom prehranom unutar 24 do 48 sati od nastanka opeklina, a neki centri zagovaraju i ranije započinjanje, jer odgađanje vremena započinjanja enteralne prehrane 18 i više sati nakon zadobivanja opeklina, dovodi do većeg rizika razvoja gastropareze. Rana enteralna prehrana omogućava dovoljan kalorijski unos, povećava iskorištavanje proteina, a uz očuvanje motiliteta i cjelovitosti crijeva, pokazalo se da smanjuje incidenciju stres ulkusa. (27) U usporedbi sa parenteralnom prehranom, pacijenti koji dobivaju hranu enteralnim putem, imaju manju incidenciju infekcije i sepse. Također, enteralna prehrana protektivno djeluje na oštećenu gastrointestinalnu sluznicu, smanjujući translokaciju bakterija i održavajući povoljnu crijevnu bakterijsku floru. (28) Enteralna prehrana može se provoditi sama ili zajedno sa parenteralnom prehranom. U nekim slučajevima se hranjenje započinje parenteralnim putem, a postepeno nastavlja enteralnom prehranom, počevši od količina 10 mL/h kontinuirano kroz 24 sata. Maksimalna količina enteralnih pripravaka koja se može dati

je 1400 mL/dan. U slučaju neadekvatnog unosa, parenteralnim visokokalorijskim pripravcima nadomještaju se potrebne kalorijske vrijednosti. Kako bi se nadomjestile potrebe pacijenata, tijekom prelaska na oralni put primjene, često se daju visokokalorijski tvornički enteralni pripravci koji u malom volumenu sadržavaju puno kalorija. (4) Usprkos činjenici da je enteralna prehrana bolji izbor od dugotrajne parenteralne prehrane, može biti uzrokom mnogih mehaničkih i metaboličkih komplikacija. Komplikacije mehaničkog tipa odnose se na pogrešan položaj nazogastrične sonde, koja je sklona pomicanju prema jednjaku zbog dugotrajnog hranjenja i manipulacija sondom. (29) Regurgitacija i aspiracija sadržaja mogu se prevenirati postavljanjem sonde u jejunum. Također se i distenzija želuca i povraćanje mogu spriječiti izbjegavanjem postavljanja sonde u želudac. Aspiracija sadržaja može dovesti do aspiracijske pneumonije, stanja koje dodatno komplicira tijekom liječenja i ugrožava pacijenta. Sonda za hranjenje može postati neprohodna, što zahtijeva zamjenu sonde. (30) Velike količine enteralnih pripravaka iritiraju i distendiraju crijeva, te kompromitiraju njihovu perfuziju. Distenzija, uz hipertonične enteralne pripravke i upotrebu više antibiotika istovremeno, može dovesti do proljeva. (29) Hiperglikemija se češće javlja uz primjenu parenteralne prehrane zbog velikih količina ugljikohidrata koji se apliciraju direktno u krvotok. Uz enteralnu prehranu, manja je pojavnost hiperglikemije i komplikacije u vidu masne promjene jetre zbog promjena u metabolizmu i hranjenju. (25) Ostale metaboličke komplikacije, koje se navode uz hiperglikemiju, odnose se na poremećaj elektrolita poput kalija, natrija, fosfata i magnezija, koji mogu biti promijenjeni u spektru od manjka do viška određenih elektrolita. Deficit minerala i vitamina primjećen je i kod primjene enteralne prehrane. (4) Enteralna prehrana kontraindicirana je kod pacijenata koji imaju trenutno krvarenje u probavnom sustavu, obstrukciju probavnog sustava, ishemiju crijeva te peritonitis. Navedena stanja su ozbiljna, a narušavaju integritet i funkciju gastrointestinalnog sustava. Kod navedenih pacijenata se

započinje sa parenteralnom prehranom do oporavka gastrointestinalnog sustava, jer enteralna prehrana u takvim slučajevima nije moguća niti povoljna. (26)

## Pripravci za parenteralnu prehranu

Parenteralna prehrana aplicira se kroz centralni venski kateter kao infuzija koja sadrži ugljikohidrate, bjelančevine i lipide. Otopine za parenteralnu prehranu su hiperosmolarne. Totalna parenteralna potpora koristi se kod pacijenata kod kojih je enteralna prehrana kontraindicirana, a sastoji se od visokih koncentracija dekstroze. (30) Na tržištu postoje različiti tvornički pripravci. Osnovni parenteralni pripravci sastoje se od 15-25% dekstroze i 3-5% aminokiselina. Koncentracije aminokiselina kreću se u rasponu 3-10%. Često se upotrebljava 20%-tna otopina glukoze, ali ovisno o potrebama pacijenta, koriste se otopine u rasponu 10-70%. Emulzije masti proizvedene su u koncentraciji 10-20%. (31) Hipovitaminoze se sprječavaju dodavanjem vitamina u otopine za parenteralnu prehranu. Primjerice, vitamin K dodaje se jednom u tjedan dana, kako bi se održalo adekvatno stvaranje faktora zgrušavanja. Dodavanje minerala, poput cinka i bakra, nužno je zbog sprječavanja deficijencije. (30) Tvornički pripravci sadrže već dodane vitamine, minerale i elektrolite. Ovisno o potrebama, pacijentima se mogu dodatno dati mikronutrijenti, ukoliko postoji deficijencija. (31) Vitamini topljivi u vodi, moraju se dodati u većoj količini zbog većih potreba pacijenata uslijed gubitka tkiva i povećanih metaboličkih potreba. (26) Pripravci se nalaze u infuzijama sa odvojenim odjeljcima dekstroze, proteina i lipidne emulzije. Emulzije masti sadrže omega-3 i omega-6 masne kiseline. U nekim lipidnim emulzijama postoji veća mogućnost lipidne peroksidacije, koja dovodi do stvaranja proupalnih tvari, što treba imati na umu kod liječenja pacijenata s opeklinama, jer su oni već u proupalnom stanju. (26) Zbog velikih koncentracija dekstroze i inzulinske rezistencije, glukoza se mjeri u krvi svakih 6 sati te, u slučaju hiperglikemije,

korigira inzulinom, promjenom sastava otopine ili sporijim davanjem infuzije. (30) Unaprijed pripremljene otopine koje sadržavaju ugljikohidrate i aminokiseline ili pak sve tri sastavnice makronutijenata, vremenski su skratile infundiranje pripravaka koji su ranije bili pakirani u odvojenim bočicama. Smanjila se mogućnost infekcije zbog manje manipulacija sa sustavom za infuziju. Uz komercijalne pripravke sa unaprijed određenim sastavom, postoji mogućnost sastavljanja pripravka, ovisno o potrebama pacijenta. Titriranje pojedinih makronutijenata i mikronutijenata optimizira oporavak i ishod pacijenata. (22)

## Pripravci za enteralnu prehranu

Pacijenti sa manjim opsegom opeklina, koje zahvaćaju manje od 10% tjelesne površine, mogu dovoljno kalorija unijeti peroralnim putem. Uravnotežena prehrana bit će dovoljna prilikom cijeljenja rana. U slučaju nezadovoljavanja potreba, enteralni pripravci nadomjestit će potrebne kalorijske vrijednosti i omogućiti pravilno cijeljenje rane i sveukupni oporavak. (4) Prilikom odabira enteralnih pripravaka, potrebno je uzeti u obzir potrebe pacijenta za određenim makronutrijentima, zatim mehanizam nastanka ozljede, sveukupno stanje organizma te funkciju gastrointestinalnog sustava. Pacijenti, kod kojih je započeta enteralna prehrana ubrzo nakon ozljede, funkcija gastrointestinalnog sustava nije značajnije narušena. Takvi pacijenti mogu podnijeti kompleksne pripravke sastavljene od ugljikohidrata, bjelančevina i masti. Pacijentima koji su duže vrijeme prehranu dobivali parenteralnim putem, funkcija gastrointestinalnog sustava je narušena i u manjoj mjeri mogu podnijeti pripravke u kojima se nalaze kompleksni ugljikohidrati. Nakon prelaska na enteralnu prehranu, kod navedenih pacijenata, mogu se pojaviti proljevi. Zamjena enteralnih pripravaka sa kompleksnim ugljikohidratima sa pripravcima bogatim peptidima i srednje-lančanim trigliceridima, uz upotrebu probiotika, značajno će poboljšati funkciju gastrointestinalnog sustava. S obzirom na visoke koncentracije

ugljikohidrata koji ubrzavaju pasažu crijeva i dovode do osmotskog proljeva, dodavanje vlakana u enteralne pripravke pokazalo se povoljnim zbog formiranja stolice gušće konzistencije. (30) Standardni enteralni pripravci sadrže uravnotežen omjer mikronutrijenata i makronutrijenata koji se konzumiraju u svakodnevnoj prehrani. Tvornički standardni pripravci bazirani su na vodi, a sastojci se nalaze u omjerima 15-20% bjelančevina/aminokiselina, 25-40% lipida te 40-60% ugljikohidrata. Navedeni pripravci imaju kalorijsku vrijednost oko 1 kcal/mL. Uzevši u obzir potrebe pacijenata s opeklinama, koriste se pripravci sa većom količinom proteina i višim kalorijskim vrijednostima, većim od 1,2 kcal/mL. Visokoproteinski pripravci sadržavaju proteine u većem postotku, 20-25%, a mogu se koristiti i oligomerni pripravci koji sadrže oligopeptide umjesto proteina, što uvelike olakšava iskorištavanje nutrijenata. Pacijenti, zbog teških ozljeda, mogu imati smanjenu funkciju gastrointestinalnog sustava i težu malapsorpciju, te se u tom slučaju koriste monomerni pripravci, takozvane elementarne formule, koji sadrže slobodne aminokiseline. Već ranije spomenuti glutamin, koji je zbog svoje funkcije bitan kod pacijenata s opeklinama, ponekad se nadoknađuje dodatno. Glutamin je najzastupljenija aminokiselina u cirkulaciji, a proizvode ju prvenstveno mišići. Glavna mu je uloga u poboljšanju rada stanica koje se brzo dijele, osobito stanica imunološkog sustava, pa je važno nadoknaditi glutamin kod pacijenata u lošem stanju. Nadoknada u dozi 0,3-0,5 g/kg dostatna je za bolji ishod pacijenata. (15,32) Pripravci sa različitom količinom bjelančevina mogu se dati pacijentima, ovisno o funkciji gastrointestinalnog sustava, kao cjeloviti proteini, poluelementarni ili elementarni pripravci. (31) Visokoproteinski pripravci pokazali su se bolji kod pacijenata u kritičnom stanju ili pacijenata koji su zadobili teške traumatske ozljede. Zabilježena je manja incidencija infekcija i smanjio se mortalitet. Izoosmolarne formulacije kalorijske su vrijednosti od 1 kcal/mL, a hiperosmolarne imaju veću kalorijsku vrijednost, 1,5-2 kcal/mL. Ovisno o potrebama, daju se navedene formulacije. Na tržištu postoje enteralni pripravci za određene skupine pacijenata, ovisno o organu ili



organskom sustavu koji je u zatajivanju. Spominju se pripravci za bubrežne ili plućne bolesnike, dok za opekline ne postoje specifični pripravci, već se prehrana prilagođava ovisno o potrebama i iskustvu. (30) Neovisno o pripravcima koji se upotrebljavaju, trebalo bi zadovoljiti dnevne potrebe za energijom. Dnevna potreba za lipidima iznosi 2 g/kg, a za proteinima 1,5-2 g/kg. Ostatak kalorijske nadoknade podmiruje se ugljikohidratima. Bitna je i nadoknada mikronutrijenata. Vitaminska nadoknada trebala bi sadržavati vitamine A, C, E i K, a nadoknada minerala uključuje cink, magnezij i bakar, zbog njihove visoke potrošnje zbog ozljede. (4)

## RASPRAVA

Događaji i stanja koji tijelo uvode u stanje hipermetabolizma i katabolizma, poput velikih trauma, sepse pa i opeklina, zahvaćaju svaki organski sustav u tijelu. Funkcije endokrinog i imunološkog sustava se mijenjaju, a tijelo proizvodi, kao odgovor na ozljedu, velike količine kortizola i katekolamina koji ubrzavaju metabolizam. U stanju stresa, luče se glukokortikoidi i citokini koji potiču proupalno stanje organizma, što za posljedicu ima veće iskorištavanje kisika. Mijenjanje metabolizma proteina i njihovo korištenje u svrhu dobivanja energije, uzrokuje gubitak mišićne mase i sveukupne tjelesne mase. Reakcija na stres, koja uvodi tijelo u stanje hipermetabolizma i katabolizma, pokušava se ciljano liječiti interferiranjem sa medijatorima upale. Iako se neki lijekovi, poput beta blokatora, koriste u tijeku liječenja, još uvijek su potrebna daljnja istraživanja u vidu pronalaska boljih lijekova koji mogu minimizirati posljedice ili u potpunosti zaustaviti hipermetaboličko stanje. (33)

Opeklinska rana zahtijeva supstrate za cijeljenje. Ovisno o zahvaćenosti površine tijela opeklinom, zahtjevi za energijom i kalorijskim unosom mogu biti značajno veći u odnosu na osobu bez opekline. Ukoliko se pacijentu s opeklinama ne nadoknadi kalorijski deficit, uslijed aktivacije stresnog odgovora razgrađuju se proteini na aminokiseline, koji onda služe za dobivanje glukoze i energije. Iznimno je bitno osigurati adekvatan izvor glukoze koja pospješuje cijeljenje rana i štiti proteine od razgradnje, čuvajući mišićnu masu pacijenta. Uz glukozu, potrebno je omogućiti dovoljan unos aminokiselina u svrhu izgradnje novih proteina. (34) Proteini su se pokazali kao ključni makronutrijent u cijeljenju rana, te se pokazalo kako potrebe za proteinima kod pacijenata s ozljedom mogu biti i do 50% veće, te se unos proteina povećava na 1,5-2 g/kg dnevno. Energetske potrebe pacijenata nadoknađuju se parenteralnom ili enteralnom prehranom. Parenteralna prehrana pokušava se izbjegavati, osim ako enteralnu nije nikako moguće provoditi. Enteralna prehrana je više fiziološka u odnosu na parenteralnu prehranu. Preporuka započinjanja enteralne prehrane je unutar 24 sata od zadobivanja ozljede.

Pokazalo se kako su pacijenti, koji su dobivali hranu enteralnim putem, imali manje infekcija, proveli su manje dana na bolničkom liječenju, a smanjili su se i troškovi liječenja. (35)

Na tržištu još uvijek ne postoje specifični tvornički pripravci za nutritivnu potporu kod pacijenata s opeklinama. Potrebna su daljnja istraživanja. Tijekom liječenja, pokazalo se kako pacijenti imaju veću potrebu za proteinima, te su se visokoproteinski pripravci pokazali kao bolji izbor. (30)

## ZAKLJUČAK

Opekline su ponekad životno ugrožavajuće ozljede zbog svog opsega i devastirajućeg učinka na cijeli organizam. Opekline zahtijevaju pomno praćenje pacijenata i aktivno liječenje. Racionalna primjena antibiotika, previjanja rane, operativni zahvati, pravovremena nadoknada tekućine uz razumijevanje mehanizma promjene metabolizma i imunološkog sustava, zahtijeva timski i sveobuhvatni pristup liječenju. Nutritivna potpora i prehrana pacijenata na bolničkom liječenju ponekad je zapostavljena, iako je od iznimne važnosti. Prilikom pružanja nutritivne potpore, potrebno je razmišljati kako je ona prijeko potrebna za adekvatno cijeljenje, očuvanje funkcije i mase mišićnog tkiva, funkciju imunološkog sustava i očuvanje gastrointestinalne funkcije. Sukladno s navedenim tvrdnjama, nedostatak nutritivne potpore nepovoljno djeluje na tijek i ishod liječenja, komplicirajući ga infekcijama, gubitkom tjelesne mase, osobito mišićne, te gubitkom integriteta gastrointestinalne sluznice uz bakterijsku translokaciju. Usljed nedostatka tvorničkih pripravaka za liječenje pacijenata s opeklinama, potrebno je kliničko iskustvo i stalni nadzor pacijenata, kako bi se pravovremeno interveniralo. Visokoproteinski pripravci pokazali su se bolji u liječenju pacijenata s opeklinama. Kao i bilo koji postupak, nutritivna potpora može dovesti do komplikacija. Međutim, potreba i korist nutritivne potpore uveliko nadmašuje potencijalni rizik komplikacija i trebala bi se provoditi. Kompleksnost opeklinskih ozljeda zahtijeva individualizirani pristup liječenju, uz kontinuirano praćenje, kako bi se poboljšao ishod liječenja, minimizirale komplikacije i smanjio mortalitet.

## SAŽETAK

Opekline prekidaju kontinuitet, integritet i zaštitnu funkciju kože. Opekline uvode u stanje hipermetabolizma i katabolizma zbog lučenja hormona poput kortizola, adrenalina i glukagona. Potrošnja energije povećava se i do 100% u odnosu na potrošnju prije ozljede. Katekolamini djeluju katabolički na skeletne mišiće i smanjuju mišićnu masu. Dostupno je nekoliko načina računanja energetske potrebe kod pacijenata s opeklinama. Jedna od metoda je indirektna kalorimetrija, a mogu se koristiti Currerijeva i Harris-Benedictova jednadžba. Procjena kalorijskog unosa iznosi oko 20-30 kcal/kg dnevno. Glavni izvor energije su ugljikohidrati koji čuvaju bjelančevine. Ako pacijenti ne mogu tolerirati veću količinu ugljikohidrata, dodaje se inzulin. Preporuka unosa proteina, kod pacijenata s opeklinama, je 2g/kg dnevno. Dodatno se unosi aminokiselina glutamin zbog poboljšanja ishoda liječenja. Mikronutrijenti, koji se moraju nadoknađivati, su vitamini A, C, E i K, te minerali željezo, bakar i cink. Dva su načina prehrane, parenteralna i enteralna. Parenteralna se koristi kada enteralna nije moguća ili u samom početku liječenja. Brojne su komplikacije vezane uz centralni venski kateter koji služi za dopremu parenteralne prehrane. Također, veća je mogućnost infekcija vezanih uz centralni venski kateter, te se češće javlja hiperglikemija. Enteralna prehrana započinje 24-48 sati od nastanka ozljede, putem nazogastrične sonde. Enteralna prehrana ima manju mogućnost infekcija, te čuva integritet i funkciju crijeva. Često se upotrebljavaju visokoproteinski enteralni pripravci koji osiguravaju dovoljno proteina za cijeljenje rane i očuvanje mišićne mase.

Ključne riječi: opekline, nutritivna potpora, hipermetabolizam, enteralna prehrana, parenteralna prehrana, bjelančevine

## SUMMARY

Burns interrupt integrity, continuity and protective function of the skin. Burns lead to state of hypermetabolism and catabolism, because of hormone secretion such as cortisol, adrenaline and glucagon. Energy consumption increases up to 100% comparing to state prior to injury. Catecholamines have a catabolic effect on skeletal muscles and decrease lean muscle mass. Several ways of calculating energy needs are available for burned patients. One of the methods is indirect calorimetry, but Curreri or Harris-Benedict formula could also be used. Estimated caloric intake is around 20-30 kcal/kg daily. Main source of energy are carbohydrates, which help maintain proteins. If patient cannot tolerate increased carbohydrate quantity, insulin can be added. Recommendation for protein intake, in burned patients, is 2 g/kg daily. Amino acid glutamine is added additionally to improve outcome. Micronutrients, which must be compensated, are vitamin A, C, E and K and minerals iron, copper and zinc. There are two different ways of feeding, parenteral and enteral. Parenteral nutrition is used when enteral is not possible or at the beginning of the treatment. There are numerous complications related to central venous catheter, which is used for application of parenteral nutrition. Also, there is higher chance of getting infection related to central venous catheter and hyperglycemia. Enteral nutrition begins 24-48 hours after the injury, through nasogastric tube. Enteral nutrition has lower chance of getting infections and it preserves the integrity and function of the gastrointestinal system. High-protein solutions, which provide enough protein to heal wounds and preserve muscles mass, are often used.

Key words: burns, nutritional support, hypermetabolism, enteral nutrition, parenteral nutrition, proteins

## LITERATURA

1. Hamm RL, editor. Text and Atlas of Wound Diagnosis and Treatment. 2nd edition. McGraw-Hill. 2019.
2. Pirjavec A, Stanić Žgombić Z, Laginja S. Opekline – devetogodišnja retrospektivna studija Odjela za plastičnu i rekonstruktivnu kirurgiju Kliničkog bolničkog centra Rijeka. *Medicina Fluminensis*. 2010;46(2):197-201.
3. Levi B, Wang S. Burns. U: Kang S, Amagai M, Bruckner AL, Enk AH, Margolis DJ, McMichael AJ, Orringer JS, editors. *Fitzpatrick's Dermatology*. 9th edition. McGraw-Hill. 2019.
4. Pirjavec Mahić A. Opekline. 2. prošireno izd. Rijeka: Libertin naklada; 2020.
5. Clark A, Imran J, Madni T, Wolf SE. Nutrition and metabolism in burn patients. *Burns trauma*. 17.04.2017; 5,11.
6. Pirjavec A, Laginja S, Stanić-Žgombić Z. Opeklinska bolest: što smo naučili iz povijesti. *Acta medico-historica Adriatica*. 2011;9(1):113-124.
7. Guzman E, Oropello JM. Critical Care of Burn Patients. U: Oropello JM, Pastores SM, Kvetan V. *Critical Care*. McGraw-Hill. 2017.
8. Schaefer TJ, Szymanski KD. Burn Evaluation And Management. *StatPearls*. 2020.
9. Nielson CB, Duethman NC, Howard JM, Moncure M, Wood JG. Burns: Pathophysiology of Systemic Complications and Current Management. *J Burn Care Res*. 2017;38(1):e469-e481.
10. Mehta M, Tudor GJ. Parkland Formula. *StatPearls*. 2020.
11. Gupta RD, Ramachandran R, Venkatesan P, Anoop S, Joseph M, Thomas N. Indirect Calorimetry: From Bench to Bedside. *Indian J Endocrinol Metab*. 2017; 21(4):594-599.

12. Rodriguez NA, Jeschke MG, Williams FN, Kamolz LP, Herndon DN. Nutrition in burns: Galveston contributions. *JPEN J Parenter Enteral Nutr.* 2011; 35(6):704-714.
13. Picolo MF, Lago AF, Meneguetti MG, Nicolini EA, Basile-Filho A, Nunes AA, Auxiliadora-Martins M. Harris-Benedict equation and resting energy expenditure estimates in critically ill ventilator patients. *American Journal of Critical Care.* 2016; 25(1), e21-e29.
14. Vranešić Bender D, Krstev S. Makronutrijenti i mikronutrijenti u prehrani čovjeka. *Medicus.* 2008;17(1\_Nutricionizam):19-25.
15. Hall KL, Shahrokhi S, Jeschke MG. Enteral nutrition support in burn care: a review of current recommendations as instituted in the Ross Tilley Burn Centre. *Nutrients.* 2012; 4(11):1554-1565.
16. Berger MM. Nutrition determines outcome after severe burns. *Ann Transl Med.* 2019; 7(Suppl 6):S216.
17. Williams FN, Branski LK, Jeschke MG, Herndon DN. What, how, and how much should patients with burns be fed?. *Surg Clin North Am.* 2011; 91(3):609-629.
18. Chen LR, Yang BS, Chang CN, Yu CM, Chen KH. Additional Vitamin and Mineral Support for Patients with Severe Burns: A Nationwide Experience from a Catastrophic Color-Dust Explosion Event in Taiwan. *Nutrients.* 2018; 10(11):1782.
19. Nakajima M, Kojiro M, Aso S, et al. Effect of high-dose vitamin C therapy on severe burn patients: a nationwide cohort study. *Crit Care.* 2019; 23(1):407.
20. Adjepong M, Agbenorku P, Brown P, Oduro I. The role of antioxidant micronutrients in the rate of recovery of burn patients: a systematic review. *Burns Trauma.* 2016; 4:18.
21. Nemer JA, Juarez MA. Thermal Burns. U: Papadakis MA, McPhee SJ, Rabow MW. eds. *Current Medical Diagnosis & Treatment 2021.* McGraw-Hill. 2020.



22. Hellerman Itzhaki M, Singer P. Advances in Medical Nutrition Therapy: Parenteral Nutrition. *Nutrients*. 2020; 12(3):717.
23. Elke G, van Zanten AR, Lemieux M, et al. Enteral versus parenteral nutrition in critically ill patients: an updated systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Crit Care*. 2016; 20(1):117.
24. Machat S, Eisenhuber E, Pfarl G, et al. Complications of central venous port systems: a pictorial review. *Insights Imaging*. 2019; 10(1):86.
25. Gosmanov AR, Umpierrez GE. Management of hyperglycemia during enteral and parenteral nutrition therapy. *Curr Diab Rep*. 2013; 13(1):155-162.
26. Corbett SA. Systemic Response to Injury and Metabolic Support. U: Brunicaardi F, Andersen DK, Billiar TR, Dunn DL, Kao LS, Hunter JG, Matthews JB, Pollock RE. eds. *Schwartz's Principles of Surgery*, 11e. McGraw-Hill.
27. Mosier MJ, Pham TN, Klein MB, et al. Early enteral nutrition in burns: compliance with guidelines and associated outcomes in a multicenter study. *J Burn Care Res*. 2011; 32(1):104-109.
28. Lu G, Huang J, Yu J, et al. Influence of early post-burn enteral nutrition on clinical outcomes of patients with extensive burns. *J Clin Biochem Nutr*. 2011; 48(3):222-225.
29. Wanden-Berghe C, Patino-Alonso MC, Galindo-Villardón P, Sanz-Valero J. Complications Associated with Enteral Nutrition: CAFANE Study. *Nutrients*. 2019; 11(9):2041.
30. Corbett SA. Systemic Response to Injury and Metabolic Support. U: Brunicaardi F, Andersen DK, Billiar TR, Dunn DL, Kao LS, Hunter JG, Matthews JB, Pollock RE. eds. *Schwartz's Principles of Surgery*, 11e. McGraw-Hill. 2019.

31. Šustić A, Sotošek Tokmadžić V. Priručnik iz Anesteziologije, reanimatologije i intenzivne medicine za studente preddiplomskih, diplomskih i stručnih studija. Viškovo: DigitalIN; 2014.
32. Pavić T, Tomek-Roksandić S, Vranešić Bender D, Krznarić Ž. ENTERALNA PREHRANA – GDJE SMO DANAS U FARMAKONUTRICIJI?. Liječnički vjesnik. 2018; 140(1-2):0-0.
33. Sommerhalder C, Blears E, Murton AJ, Porter C, Finnerty C, Herndon DN. Current problems in burn hypermetabolism. Curr Probl Surg. 2020;57(1):100709.
34. Demling RH. Nutrition, anabolism, and the wound healing process: an overview. Eplasty. 2009;9:e9.
35. Mandell SP, Gibran NS. Early Enteral Nutrition for Burn Injury. Adv Wound Care (New Rochelle). 2014;3(1):64-70.

## ŽIVOTOPIS

Paula Benjak rođena je 04.07.1996. u Zagrebu. Završila je Osnovnu školu Petar Zrinski u Zagrebu. V. gimnaziju pohađala je u Zagrebu. Upisuje Medicinski fakultet Sveučilišta u Rijeci akademske godine 2015./2016. U akademskoj godini 2020./2021., u periodu od 23. studenog 2020. godine do 28. ožujka 2021. godine, volontira u Kliničkom bolničkom centru Rijeka na COVID odjelu, gdje je pomagala u skrbi pacijenata sa COVID-19 infekcijom. Za volonterski rad na COVID odjelima dobiva dekanovu nagradu.