*burns*

[Burn Area 2](#_Toc266546567)

[Burn Degree 2](#_Toc266546568)

[Nudegimo gylio nustatymas 3](#_Toc266546569)

[Nudegimo gylio žymėjimas kūno žemėlapiuose 3](#_Toc266546570)

[Classifications 3](#_Toc266546571)

[American Burn Association 3](#_Toc266546572)

[Tarptautinė nudegimų traumų draugija ir PSAO 4](#_Toc266546573)

[Prognosis 4](#_Toc266546574)

[Systemic Signs & Symptoms 5](#_Toc266546575)

[Systemic Complications 6](#_Toc266546576)

[First Aid 7](#_Toc266546577)

[Systemic Treatment 9](#_Toc266546578)

[NUDEGIMINIS ŠOKAS 9](#_Toc266546579)

[Lab. Tests 13](#_Toc266546580)

[TOKSEMIJA IR SEPTIKOTOKSEMIJA 13](#_Toc266546581)

[Local Treatment 14](#_Toc266546582)

[Pirminis Žaizdos Chirurginis Sutvarkymas 14](#_Toc266546583)

[Compartment syndrome - Escharotomy 14](#_Toc266546584)

[Fasciotomy 15](#_Toc266546585)

[Tolimesnis Gydymas 15](#_Toc266546586)

[Early excision 15](#_Toc266546587)

[Plastika 16](#_Toc266546588)

[Topical Antimicrobials 17](#_Toc266546589)

[Salves 17](#_Toc266546590)

[Soaks 18](#_Toc266546591)

[Dressing Technique 19](#_Toc266546592)

[Synthetic & Biological Dressings 20](#_Toc266546593)

[Synthetic Coverings 20](#_Toc266546594)

[Biologic Coverings 20](#_Toc266546595)

[Amputacijos 21](#_Toc266546596)

[Residuals 21](#_Toc266546597)

[Rehabilitation 22](#_Toc266546598)

[Specific Burns / Injuries 22](#_Toc266546599)

[Inhalation Injury 22](#_Toc266546600)

[Pathology, Pathophysiology 22](#_Toc266546601)

[Clinical Features 22](#_Toc266546602)

[Definitive Diagnosis 23](#_Toc266546603)

[Management 23](#_Toc266546604)

[Electrical Burns 24](#_Toc266546605)

[Algorithm for burn treatment 25](#_Toc266546606)

|  |
| --- |
| Most important advancements in burn care:1. fluid resuscitation
2. early excision of burn wound
 |

**Burn (combustio)** - kūno audinių sužalojimas sukeltas:

1. **Heat**:
	1. Flame (superheated, oxidized air)
	2. Scald (contact with hot liquids)
	3. Contact (contact with hot solid materials)
2. **Electricity** (heat generation may reach 5000° C)
3. **Chemicals** (acids, alkali, hydrocarbons, phenols, cresols, mustard gas, phosphorus)
4. **Radiation** (UV, X-ray, etc.)

All *pediatric* burn patients must be assessed for **abuse / neglect**!

Nudegusios žaizdos zonos:

1. ***coagulation*** - coagulated and sometimes frankly necrotic tissue - will need excision and grafting.
2. ***stasis*** - local vasoconstriction and resultant ischemia - gyvybingi audiniai, kurie netinkamai gydant gali nekrozuoti per 24-48 val.
3. ***hyperemia*** - will heal with minimal or no scarring.

Burn wounds evolve over 48–72 hours after burn injury!

Burn Area

Labiausiai keičiasi per pirmas 3 paras - gilus nudegimas gali tapti paviršiniu ir atvirkščiai.

“Delno” taisyklė: palmarinis plaštakos paviršius (delnas ir pirštai) = 1% kūno paviršiaus.

*Tai pati tiksliausia taisyklė pritaikoma praktikoje*!!!

“Rule of nines” (A.Wallace, 1951m.) - tinka tik suaugusiems:

|  |  |
| --- | --- |
| galva & kaklas | 9% (19% in infants) |
| ranka | 9% |
| koja | 18% (13% in infants) |
| liemens priekis | 18% |
| liemens užpakalis | 18% |
| tarpvietė ir lyt. organai | 1% |

Specialios nomogramos (Berkow Diagram):

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Kūno dalys | iki 1 m. | 1-4 m. | 5-9 m. | 10-14 m. | 15 m. | Suaugę |
| Galva | 19 | 17 | 13 | 11 | 9 | 7 |
| Kaklas | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Krūtinė-pilvas | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| Nugara-juosmuo | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 | 13 |
| Abu žastai | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Abu dilbiai | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| Abi plaštakos | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Genitalijos | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Sėdmenys | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Abi šlaunys | 11 | 13 | 16 | 17 | 18 | 19 |
| Abi blauzdos | 10 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
| Abi pėdos | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 | 7 |

Ploto skaičiavimas permatoma plėvele, sudalinta cm2 (V.Postnikovas ir G.Viliavinas)

Reikalauja daug laiko ir sąnaudų - tinka tik moksliniam darbui.

Burn Degree

- atspindi ***negrįžtamai pakitusių*** audinių gylį.

* tiksliai nustatomas tik po 3-5 dienų, nes nudegimo gylis dar gali transformuotis (per tą laiką nudegimo gylis turi būti dažnai vertinamas ir sekama dinamika).
* *kontaktinių* nudegimų ir nudegimų *liepsna* atvejais nudegimai dažnai būna **gilūs**; nudegus *karštais skysčiais* nudegimai dažniau **paviršiniai**.
* depth depends on:
	+ 1. **temperature**
		2. exposure **duration**
		3. **specific heat** of causative agent (e.g. specific heat of fat is higher than that of water - grease burn is deeper than scald burn from water with the same temperature & exposure duration).

|  |  |
| --- | --- |
| **Anatominė struktūra** | **Nudegimo klasifikacija** |
| **Degrees** | **Names** | **Features** |
| Epidermis | 1° | Superficial | painful |
| Dermis | Stratum papillare | 2a° | Superficial partial thickness | extremely painful with weeping and blisters |
| Stratum reticulare | 2b° | Deep partial thickness |
| Hypodermis | 3° | Full thickness | painless, hard, nonblanching |
| muscle, tendons, bone | 4° |

Paviršinis nudegimas

Gilus nudegimas

Require excision

N.B. deep partial thickness and full thickness burns are difficult to differentiate in ER (and no need for that – initial management is the same\*)

\*only difference is later – need for skin grafting

Nudegimo gylio nustatymas

1. **full-thickness biopsy** - painful and potentially scarring, requires specialized pathologist
2. **noncontact ultrasound** - painless serial measurements.
3. **thermography**
4. **vital dye techniques**
5. **video angiography**
6. **video microscopy**
7. **multisensor heatable laser Doppler flowmeter (LDF)** - noninvasive measure of microvascular perfusion with highest accuracy among methods (positive predictive value of up to 80%).
8. **serial examination by experienced burn surgeons** – remains main diagnostic modality!

Nudegimo gylio žymėjimas kūno žemėlapiuose

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  |  1° |  |  2° |  |  3° |

Classifications

American Burn Association

Minor burns:

1. I-II° < 15%
2. III° < 2%

Moderate burns:

1. **I-II° 16-25%**
2. **III° 3-10%**

Major (critical) burns:

1. I-II° > 25%
2. III° > 10%
3. kv.takų pažeidimai
4. veido, tarpvietės, plaštakų, pėdų pažeidimai
5. nudegimai el.lanku
6. sunkios gretutinės ligos

Tarptautinė nudegimų traumų draugija ir PSAO

PAVIRŠINIS NUDEGIMAS - likę keratinocitų šaltiniai (prakaito liaukos, plaukų folikulai), todėl ***gali sugyti savaime***:

**1° epidermio nudegimas (superficial, epidermal)** - tik epidermis:

* oda sausa, paraudusi (lengvai paspaudus, ryškiai pablykšta) ir paburkusi, stiprus skausmas.
* gali būti pavienės nedidelės pūslelės (*vezikulės*), bet šiaip epidermio barjeras intaktiškas.
* sugyja per 5-10 dienų.
* treatment is aimed at comfort (topical soothing salves ± aloe, oral NSAIDs).

**2a° paviršinis dalinio odos storio nudegimas (superficial partial thickness, superficial 2°)**

* matomos didelės (sveikos ar jau sprogusios) subepiderminės pūslės (*bulos*), užpildytos plazma, o kartais ir krauju.
* jei pūslės sprogusios, žaizdos dugnas drėgnas, matosi rausvos spalvos, drėgnas ir blizgantis papilinio dermos sluoksnio reljefas (primena raudonus spenelius balkšvame fone), kuris lengvai pažeidžiamas ir kraujingas.
* plaukų folikulai gyvybingi, plauką ištraukti sunku ir tai sukelia skausmą.
* bet koks prisilietimas prie žaizdos yra labai skausmingas.
* spontaniškai sugyja per 7-14 dienų.

**2b° gilus dalinio odos storio nudegimas (deep partial thickness, deep 2°)**

* pūslės jau sprogusios (ilgai veikiant žemesnei t-rai, e.g. nusiplikinimai) ar nesusidariusios iš viso (trumpai veikiant aukštai temperatūrai, e.g. kontaktiniai ar liepsna).
* matomas nekrozės lopas, kuris suteikia žaizdos paviršiui ryškiai raudoną arba pilką matinę spalvą.
* prisilietimas gana skausmingas (painful to pinprick), tačiau kapiliarinio kraujavimo nebūna.
* dar galima savaiminė epitelizacija - sugyja per 15-35 dienas, bet su **baisiais randais**.

GILUS NUDEGIMAS - ***negali sugyti savaime*** (žaizda labai lėtai epitelizuojasi iš kraštų, max 1 cm; aišku, sugytų ir didesnės žaizdos, bet labai lėtai, išvešant granuliacijoms, kurios vėliau virsta bjauriais deformuojančiais bei sutrikdančiais funkciją randais; todėl reikalinga plastika laisvu odos lopu, vietiniais audiniais ar lopu su maitinamąja kojyte):

**3° pilno odos storio nudegimas (full thickness)**

* sausas, storas, blyškus (sudegę kapiliarai, nėra kraujotakos), baltos, pilkšvos ar juodos spalvos nekrozės sluoksnis (eschar, “kiaulės oda”), kuris visiškai neskausmingas.
* plaukai ištraukiami lengvai, be jokio skausmo.

N.B. pale 3° burns may be mistaken for normal skin, but subdermal vessels do not blanch to pressure!

Often, 2b° and 3° burns can be distinguished only after 3-5 days of observation.

Prognosis

**age** and **percent TBSA** - strongest predictors of mortality!

+ inhalation injury, coexistent trauma, and pneumonia

**NUDEGIMO INDEKSAS**

Fiziologinė nudegimo įtaka priklauso nuo pažeistų audinių masės (gylis × plotas) - metaboliniai ir kardiovaskuliniai poslinkiai.

Prognozei svarbu:

1. ***gylis***
2. ***plotas*** (esp. > 40%)
3. ***amžius*** - kūdikiams ir senukams (> 60 m.) prognozė blogesnė.
4. ***lokalizacija*** - kvėpavimo takai (prognozė blogesnė), rankos (invalidumas).
5. ***gretutinės ligos*** - diabetes, CHF, plaučių ligos.

BAUX (1962) score: mortality = age + percent TBSA

 < 75 - prognozė gera

 75-100 - prognozė abejotina

 > 100 - prognozė nepalanki

N.B. Baux score is no longer accurate in moder burn care!

FRANKO indeksas: paviršinio nudegimo % + 3 × gilaus nudegimo %

 kvėpavimo takų nudegimas = 30 %

suma: < 30 - prognozė palanki

 31-60 - prognozė santykinai palanki

 61-90 - prognozė abejotina

 > 90 - prognozė nepalanki

“Mirties rizikos” lentelė (Bull ir Fisher, modifikuota Schwartz):

Indeksas = 0,5 × paviršinio nudegimo % + gilaus nudegimo %

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Amžius Indeksas | 0-4 | 5-9 | 10--14 | 15--19 | 20--24 | 25--29 | 30--34 | 35--39 | 40--44 | 45--49 | 50--54 | 55--59 | 60--64 | 65--69 | 70--74 | 75--79 | 80--84 |
| 73-77 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 68-72 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 | 90 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 63-67 | 80 | 80 | 80 | 80 | 90 | 90 | 90 | 90 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 58-62 | 70 | 70 | 70 | 70 | 80 | 80 | 80 | 90 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 53-57 | 60 | 60 | 60 | 60 | 70 | 70 | 80 | 80 | 90 |  |  |  |  |  | 100 |  |  |
| 48-52 | 50 | 50 | 50 | 50 | 60 | 60 | 70 | 70 | 80 | 90 |  |  |  |  |  |  |  |
| 43-47 | 40 | 40 | 40 | 40 | 40 | 50 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |  |  |  |  |  |  |
| 38-42 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 40 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |  |  |  |  |  |
| 33-37 | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 | 30 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 | 90 |  |  |  |  |
| 28-32 | 10 | 10 | 10 | 10 | 20 | 20 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 80 | 90 |  |  |  |  |
| 23-27 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 20 | 20 | 30 | 40 | 60 | 80 | 90 |  |  |  |
| 18-22 |  |  |  |  |  |  | 10 | 10 | 10 | 20 | 30 | 40 | 60 | 80 | 90 |  |  |
| 13-17 |  |  |  |  |  |  |  |  | 10 | 10 | 20 | 30 | 40 | 60 | 70 | 80 | 90 |
| 8-12 |  |  |  |  | 0 |  |  |  |  |  | 10 | 10 | 20 | 40 | 50 | 60 | 70 |
| 3-7 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 10 | 20 | 30 | 40 | 50 |
| 0-2 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | 10 | 10 | 20 | 30 |

* these dismal statistics are improving – currently, healthy young patient with ***almost any size burn*** ***might be expected to live*** using modern treatment techniques!
* burn deaths occur in **bimodal distribution**:
	1. *immediately* after injury (due to burn shock)
	2. *weeks later* (due to sepsis & multiple organ failure).

Systemic Signs & Symptoms

- NUDEGIMINĖ LIGA:

**NUDEGIMINIS ŠOKAS** skausmas + masyvi plazmorėja (+ hemolizė)

1. ***EREKTILINĖ FAZĖ*** (trukmė kelios valandos).
* psichomotorinis sujaudinimas.
* tachikardija, AKS↑, tachipnoe.
* hiperglikemija, glikozurija.
1. ***TORPIDINĖ FAZĖ*** (trukmė 1-3 paros).
* psichomotorinis slopinimas.
* siūlinis pulsas, AKS↓, blyški ir šalta oda.
* oligoanurija (→ acute tubular necrosis), troškulys.
* Ht↑↑↑, Hb↑↑↑ - hemokoncentracija!

Elektra: (apie nudegimus žr. žemiau)

N.B. **elektra labiau pažeidžia gilius audinius negu paviršinius**, labiau galūnes negu liemenį.

* + 1. cor veiklos sutrikimai - būtinas kardiomonitoringas pirmas 24 val.
		2. dažna pigmenturija (H: manitolis i/v) ir acidozė (H: soda i/v).

Liepsna: galimas kvėpavimo takų nudegimas ir dūmų inhaliacija, nudegimai gilūs.

**ŪMINĖ TOKSEMIJA**

* trukmė 4-14 dienų.
* karščiavimas, psichomotorinis sujaudinimas ar slopinimas, apetitas↓, vėmimas, tachikardija.
* leukocitozė, branduolių poslinkis į kairę, hipo- ir disproteinemija.
* susidaro ***demarkacinė linija***.

**NUDEGIMINĖ SEPTIKOTOKSEMIJA**

* pūlinis rezorbcinis remituojantis karščiavimas, vangumas, krenta masė.
* didėja anemija, hipoproteinemija.
* *komplikacijos* - pneumonija, žarnyno parezė, gastroduodeninės erozijos ir opos, nudegiminis išsekimas (sustojusi reparacija, kacheksija).

**REKONVALESCENCIJA**

* kartais lieka kieti platūs randai, kurie deformuoja.

Systemic Complications

* + - 1. Inhaliacinės & plautinės: žr. žemiau
1. Asfiksija - CO, cianidai.
2. Viršutinių kvėpavimo takų nudegimas ir obstrukcija dėl supraglotinės edemos.
3. Bronhoalveoliniai nudegimai (sutrinka dujų apykaita) - nudegus superheated steam, sprogimai kvėp. takuose.
4. Atelektazė, aspiracija, pneumonija
5. Plaučių edema, ARDS
* simple measures to help decrease risk of postinjury pneumonia: elevating head of bed, excellent oral hygiene, pulmonary toilet.
	+ - 1. Gastrointestinalinės:
1. **Atrophy of small bowel mucosa** (occurs within 12 hours of injury in proportion to burn size; returns to normal at 48-72 hours) - related to epithelial cell *apoptosis* → reduced uptake of glucose, fatty acids and amino acids.
2. **Increased intestinal permeability** to macromolecules (correlates to burn extent; increases further when wounds become infected).
3. **Stress ulcers (Curling’s ulcer)**. H: H2 blokeriai.
4. **Gastroparezė, ileus** - tuoj po nudegimo, kai > 25%. H: nazogastrinis zondas.
5. **Liver failure** (coagulopathy, etc.).
6. **Ūmus nekalkuliozinis cholecistitas**. H: percutaneous gallbladder drainage → cholecistektomija.
7. **Superior mesenteric artery syndrome** - duodenum obstrukcija a.mesenterica sup. lygyje. H: nazogastrinis zondas.
	* + 1. Pigmentinė nefropatija (*mioglobinurija* dėl rabdomiolizės + *hemoglobinurija* dėl hemolizės), oliguria → **acute renal failure**.
* profilaktika - manitolis, soda i/v (kad būtų šlapimo pH > 8).
* before 1984, acute renal failure in burn injuries was almost always fatal; after 1984, dialysis became widely used to support kidneys during recovery.
	+ - 1. CHF, endocarditis
			2. Burn encephalopathy - bendras terminas; obtundation is one of sepsis hallmarks!
			3. Global depression in immune function (→ prolonged allograft skin survival, but also infectious complications) - depressed cellular function in all parts of immune system (neutrophils, macrophages, T lymphocytes, B lymphocytes).

***Pagrindinė komplikacijų ir mirties priežastis - infekcija (sepsis).***

* + - 1. Hypermetabolism (tachycardia, cardiac output↑, energy expenditure↑, oxygen consumption↑, massive proteolysis & lipolysis, severe nitrogen losses) - in part due to ***"catabolic" hormones*** (catecholamines, glucocorticoids, glucagon).
* even though this response is seen in all major injuries, it is present in its most dramatic form in severe burn injuries – may be as high as 200% of normal metabolic rate, may be sustained for months - leads to **massive weight loss** and **muscle strength**↓↓↓.
* catabolism after burn can be compared with *starvation* (main difference is sustained release of “catabolic” hormones - maintain proteolysis and glucose production independent of ketone body effects → fat usage↓ compared with starvation).
* metabolic rate returns to normal only with complete wound closure.
* **caloric & nutrient requirements** – [*see below* >>](#Nutritional_support)

Classic ebb and flow phases of response to illness & trauma:

**Ebb phase** - metabolic rate↓, hypothermia, cardiac output↓.

**Flow phase** (begins after resuscitation) - cardiac output↑, oxygen consumption↑, heat production↑, hyperglycemia, metabolic rate↑:

1. *catabolic* period
2. *anabolic* period (recovery).

First Aid

1. ABC:

A - imobilizuoti kaklą, gali tekti intubuoti, tracheostomuoti.

B - DPV, sudrėkintas 100% O2 (always suspect inhalation injury!!!)

C - cor masažas, kraujavimo stabdymas, kojų pakėlimas, kristaloidų infūzijos srove minimum į dvi periferines venas.

1. NUTRAUKTI POVEIKĮ
* nukentėjusiam negalima bėgti ir stovėti - turi gulti ant žemės ir pradėti voliotis kad užgesinti degančius rūbus (“drop and roll”), galima užmesti ant jo paklodę ir pan.
* iš degančios patalpos geriausia išliaužti, kad mažiau prisikvėpuoti dūmų.
* **pašalinti rūbus** (prilipusias vietas neplėšti! - apkirpti paliekant).
* **cheminių nudegimų** ypatybės:
* nieko nelaukiant (!) plauti 15-20 litrų vandens (minimum 30 min);
* effluent pH monitoring is good guide to neutralization adequacy;
* miltelius pirmiau nubraukti, o tik po to plauti;
* nepatartina naudoti cheminius antagonistus, nes:
	1. heat released by neutralization reactions induces further injury.
	2. galima apsirikti.

exceptions:

* 1. **hydrofluoric acid** (strongest known inorganic acid) - beyond initial copious irrigation with clean water, burned area must be treated immediately with copious **2.5%** calcium gluconate **gel** (changed q 15 min until pain subsides) + **10%** calcium gluconate **i/v** – if not done, bone demineralization and QT prolongation arrhythmias may result.
	2. **white phosphorus** burns - immerse immediately in water (to avoid contact with air); phosphorus particles are removed under water; then wound is washed with **1%** copper sulfate solution to coat any residual particles with protective film of copper phosphide (these fluoresce and can be readily removed in a darkened room).
* **ocular burns** – plauti su lactated Ringer for 1 hour (e.g. per prie nosies nugarėlės pritaisytas oxygen nasal canulas)
1. greitas ĮVERTINIMAS - four crucial assessments:
2. airway (perioral burns, singed nasal hairs)
3. other injuries - primary survey in accordance with advanced trauma life support guidelines.
4. burn size
5. CO and cyanide poisoning
* blood pressure may be difficult to obtain in burned extremities – presence of peripheral pulse can be used as indirect measure of circulation.
1. ŠALDYMAS

Netepti jokiais riebalais!

* efektyviausia priemonė (jei praėję ≤ 15 min) - staigiai 10-15 min **šaldyti** nudegusią vietą tekančiu 5-10°C vandeniu, dėti šaltus kompresus (tik paviršiniams < 10% nudegimams); nedėti ledų tiesiogiai!
* šaldant didesnius plotus - hipotermijos pavojus.
* transportavimui – **dry dressings**!
1. Nuimti žiedus, apyrankes (they retain heat and can produce tourniquet-like effect).

Nepradūrinėti pūslių.

1. Žaizdą ir toliau reikia šaldyti 18-20°C
* specialūs komerciniai tvarsčiai (pvz.: KOLDWARP, BURNSHIELD) arba paprastas sterilus drėgnas tvarstis, sumirkytas furacilino ar chlorheksidino tirpalu; garuodamas skystis gerai atvėsina žaizdą.
* transportavimui geriausi specialūs *metalizuoti tvarsčiai* (neprilimpantis metalinis tinklelis dedamas ant žaizdos, o ne į išorę).
1. Galūnę imobilizuoti, pakelti. Apkloti (laikyti šiltai) kūną.

Hypothermia is common prehospital complication that contributes to resuscitation failure!

1. Gerai Nuskausminti (small doses of morphine i/v), nieko per os.
2. Imobilizuoti kitus sužalojimus, skubiai transportuoti**.**

N.B. rapid, uncontrolled transport of burn victim is not priority (except when other life-threatening conditions coexist).

### American Burn Association guidelines for referral to Burn Center

1. *Partial thickness* burns > 10% TBSA.
2. Any *full-thickness* (3°) burn.
3. Burns involving face, hands, feet, genitalia, perineum, major joints.
4. Electrical burns (incl. lightning injury).
5. Chemical burns.
6. Inhalation injury.
7. Pre-existing medical disorders (that could complicate management, prolong recovery, affect outcome).
8. Concomitant trauma (e.g. fractures); if trauma poses greater immediate risk, patient may be initially stabilized in trauma center before being transferred to burn unit.
9. Children in hospitals without qualified personnel or equipment to care for children.
10. Patients who will require special social, emotional, or long-term rehabilitative intervention.
	* even transport times 7 hours do not affect long-term outcomes of burn patients.

Patients with 1° and 2b° burns < 10% can go **home** with silvadene covering.

Systemic Treatment

[Algorithm for burn treatment >>](#Algorithm)

NUDEGIMINIS ŠOKAS

Visi vaistai tik IV!!!

1. ***ABC***

|  |
| --- |
| Indications for intubation:1. **Upper airway injury** (stridoras, užkimęs balsas, apdegę nosies plaukai, veidas) - sudrėkintas O2

**Progressive hoarseness** is sign of impending airway obstruction - endotracheal intubation should be instituted early before edema distorts upper airway anatomy!1. **Burn area > 40%** - reiks daug fluids → neišvengiama kvėpavimo takų edema
2. **PaO2 : FIO2 < 200**
3. **CO toxicity** - 100% O2, hiperbarinė oksigenacija.
 |

* jei DPV trukdo gilus kr.lastos nudegimas - nekrotomija ties l.axillaris ant., post. [OHCS 689].
* *apsinuodijus* ***cianidais*** (galvos skausmas, svaigimas, traukuliai, tahy→bradycardia, dys→apnoe):
	+ 1. hydroxocobalamin - quickly complexes with cyanide and is excreted by kidney - recommended for immediate therapy
		2. 100% oxygen
		3. sodium thiosulfate 50% 25 ml i/v - works by transforming cyanide into a nontoxic thiocyanate derivative; not effective for acute therapy!
1. ***ANALGEZIJA, sedativa*** – morphine ± **benzodiazepine**.

Geras nuskausminimas!

1. ***INFŪZINĖ TERAPIJA*** - reikalinga, kai nudegę > 15%
* systemic inflammation → capillary leak → didelė **izotoninė dehidratacija** (*plazmorėjos sustabdyti neįmanoma, ji baigiasi trečią parą*)
* skubus CKK atstatymas vykdoma į dvi periferines venas per 14-16 G kateterius (jei galūnės nudegę: per nudegusią odą į periferinę veną → venesekcija → centrinė vena).

N.B. avoid infusions into lower extremity – prone to sepsis!

Initial rate (ml/hr):

TBSA burned × kg / 8

(e.g. for 80-kg man with 40% TBSA burn: 80 kg × 40% TBSA/8 = 400 ml per hour).

Maintenance rate - titrate to two resuscitation endpoints:

MAP > 60 mmHg

diuresis > 30 mL/h (vaikams 1-1.5 ml/kg/val)

Orientacinės Formulės:

N.B. formulės tik gidas - orientuotis pagal hemodinaminius rodiklius, diurezę!

1. spec.lentelės (burns calculator) – pvz.: OHCS gale
2. spec. kompiuterinės programos – pvz. burn shock treatment.xls [>>](file:///D%3A%5CViktoro%5CNeuroscience%5CUSMLE%202%5CSurgery%20%282201-2250%29%5C2219.%20Burn%20shock%20treatment.xls)
3. burn resuscitation formulas:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|

|  | **Electrolyte Solution** | **Colloid Solution** | **D5W** |
| --- | --- | --- | --- |
| **Isotonic crystalloid formulas** |
| Parkland formula | Lactated Ringer's: 4 mL/kg per % TBSA burned* + 1/2 volume during first 8 h; 1/2 during next 16 h postinjury
	+ 2 ir 3 parą skiriama po pusę pirmos paros kiekio.
	+ **children** < 20 kg do not have sufficient glycogen stores - add maintenance IV fluid with glucose in addition to volumes calculated.
	+ classic study by Navar - patients with inhalation injury require ≈ 5.76 mL/kg per % TBSA burned
 |  |   |
| Modified Brooke formula | Lactated Ringer's:2.0 mL/kg per % TBSA burn |  |  |
| Haifa formula | Lactated Ringer's:1 mL/kg per % TBSA burn1/2 volume during first 8 h postinjury; 1/2 during next 16 h postinjury | Fresh-frozen plasma:1.5 mL/kg per % TBSA burn1/2 volume during first 8 h postinjury; 1/2 during next 16 h postinjury |  |
| **Hypertonic formulas** - transiently *decrease initial resuscitation volumes* but risk of hyperchloremic acidosis |
| Monafo formula | 25 mEq/L NaClVolume titrated to diuresis 30 mL/h |  |  |
| Warden formula | Lactated Ringer's plus 50 mEq NaHCO3 (180 mEq Na/L) titrated to diuresis 30–50 mL/h for 8 h postinjuryLactated Ringer's titrated to diuresis 30–50 mL/h beginning 8 h postburn |  |  |
| **Colloid formulas** – rational for *late resuscitation* when capillary leak has closed |
| Evans formula | 0.9% saline 1 mL/kg per % TBSA burn | Fresh-frozen plasma:1 mL/kg per % TBSA burn | 2000 mL |
| Brooke formula | Lactated Ringer's:1.5 mL/kg per % TBSA burn | Fresh-frozen plasma:0.5 mL/kg per % TBSA burn | 2000 mL |
| Slater formula | Lactated Ringer's:2000 mL/24 h | Fresh-frozen plasma:75 mL/kg per 24 h |  |
| Demling formula | Dextran 40 in 0.9% NaCl:2 mL/kg per hour for 8 h postinjury;Lactated Ringer's titrated to diuresis >30 mL/h for next 18 h postburn | Fresh-frozen plasma:0.5 mL/kg per hour starting 8 h postburn continued for 18 h |  |

 |

Muir & Barclay formulė:

 (kg × nudeg.ploto%) / 2 = ml koloido per laiko vienetus (4,4,4,6,6,12 val)

*PLIUS*

5% gliukozė 1,5-2 ml / kg / val

 .

Brooke & Evans formulė:

2 × kg × nudeg.ploto% + 2000 = ml kristaloidų ir koloidų mišinio

 2 ir 3 parą skiriama po pusę pirmos paros kiekio.

Carvajal formulė:

 5000 × žaizdos m 2 + 2000 × kūno m2 = ml 1,25% albumino

 2 ir 3 parą skiriama po:

 3750 × žaizdos m 2 + 1500 × kūno m2 = ml 1,25% albumino

Galveston (pediatric formula):

5000 ml/m2 burned + 1500 ml/m2 total

Child requires more resuscitation fluid per kilogram than adult!

* bendros taisyklės:
* jei nudegimo plotas ir > 50%, į formulę vis tiek rašoma 50%.
* superficial (1°) burns should not be included.
* patartina, kad paros infūzinė terapija neviršytų 10% kūno masės.
* complications of over-vigorous resuscitation:
1. **abdominal compartment syndrome** (increased airway pressures with hypoventilation, ↓urine output, hemodynamic compromise); H: minimizing fluid, truncal escharotomies, decreasing tidal volumes, chemical paralysis → decompressive laparotomy (carries especially lethal prognosis in burn patients).
2. extremity compartment syndrome
3. intraocular compartment syndrome
4. pleural effusions
* kapiliarų pralaidumas didžiausias per pirmas 8 val. - didžiausi skysčio ir makromolekulių nuostoliai (bet teoriškai nesistengiama to pilnai kompensuoti, nes viskas pereina į edemas).

N.B. much of fluid needs are due to ***"leaky" capillaries*** (→ passage of large molecules into interstitial space) both in burn wound and nonburned tissues (e.g. *in 50% TBSA burns 50% of fluid resuscitation needs are sequestered in nonburned tissues*!).

* pagrindinis tirpalas – lactated Ringer solution without dextrose (except in children < 20 kg - should receive 5% dextrose Ringer lactate).
* kai kas mano, kad per pirmas 8-24 valandas koloidų skirti neverta; po 24 val. didinama **koloidų** dozė.

Chemical burns:

* resuscitation is guided by burned body surface (burn formulas); however, fluid needs may be dramatically different from calculated volumes:
	+ - 1. **acid** injuries may be more superficial than they appear - require *less* resuscitation volume.
			2. injuries from **bases** may penetrate beyond that which is apparent on examination - require *more* volume.
* patients with chemical injuries should be observed closely for adequate perfusion (urine output, etc).
1. ***blood transfusions*** - used only when there is apparent physiologic need!!!
* hemotransfūzija didina ir taip didelį Ht, infection↑, mortality↑.
* old recommendation: 50 ml kiekvienam gilaus nudegimo %: pusę dozės po 4 val. infūzinės terapijos, kitą pusę dozės po 24 val.
1. ***Foley catheter*** diurezės sekimui (būtinas visiems nudegusiems > 20%, t.y. visiems kam skiriama infūzinė terapija!).
2. ***Nazogastrinis dekompresinis zondas*** - būtinas sunkiai nudegusiems (> 20-25%); vėlesniame periode - tęsiantis ileus.
3. ***stress ulcer prophylaxis*** - luxus sucralfate 1.0 × 4 per os.
4. ***Heparin prophylaxis***
5. ***tetanus prophylaxis:***
6. *skiepytiems < 1 m.* - toxoidas tik jei žaizdos l.didelės ir užterštos
7. *skiepytiems > 1 m.* - visiems toxoidas
8. *neskiepytiems* - antitetanus Ig + toxoidas

All burns > 10% TBSA should receive 0.5 ml ***tetanus toxoid*** (+ 250 U of ***tetanus immunoglobulin*** if prior immunization is unclear, or > 10 years ago).

Never administer prophylactic antibiotics other than tetanus vaccination!!!

* profilaktiškai a/b neskiriami!!!\*; išimtis - kvėp. takų nudegimai.

\*“Merck Manual” siūlo skirti peniciliną 5 mln. VV i/v 3 paras streptokokinio celiulito profilaktikai (alternatyva - eritromicinas).

1. ***gliukokortikoidai*** - skiriamos didelės dozės, kurios likvidavus šoką, greitai sumažinamos ir nutraukiamos.

Lab. Tests

Ht, glikemija, urea ir elektrolitai, šlapimas, chest X-ray.

* jei nudegę daug, įkvėpę dūmų - EKG, kraujo dujos, COHb.
* dažnai išsivysto:

hipokalemija (dėl hiperaldosteronemijos) - K+ stengtis laikyti > 4 mmol/L

 hipoalbuminemija

 metabolinė acidozė

 mioglobinurija ir hemoglobinurija (→ inkstų tubulinė nekrozė) H: manitolis + soda i/v

TOKSEMIJA IR SEPTIKOTOKSEMIJA

1. **A/b** (skiriami tik esant sisteminiams simptomams, pagal žaizdos pasėlio a/b-gramos rezultatus; empiriškai a/b turi veikti Gr- lazdeles ir Gr+ kokus).
2. Kraujo, plazmos, baltymų hidrolizatų, hemodezo **infūzijos**, antistafilokokinė plazma.
3. **Nutritional support** - more important than in any other patient population!!!
* kalorijų ir baltymų poreikis↑ (hypermetabolic response may raise baseline metabolic rates by 200% → catabolism of muscle proteins → ↓lean body mass → delay in functional recovery)
* *enteral feeding* is first choice - svarbu pradėti anksti, kad išvengti GI gleivinės atrofijos ir bakterijų translokacijos.
* enteral feeds started within first few hours after admission can avoid gastric ileus!
* metoclopramide – adjunct to promote GI motility.

**caloric requirements**

* 1. For burns > 40% TBSA:

2 × basal metabolic requirements, i.e. 2 × Harris-Benedict equation

= 2 × (66 + (13,7 × W) + (5 × H) - (6,8 × A)) **vyrams**

= 2 × (665 + (9,6 × W) + (1,7 × H) - (4,7 × A)) **moterims**

W - idealus svoris kg H - ūgis cm A - amžius metais

* 1. For burns < 40% TBSA: Curreri formula:

25 kcal/kg/day + 40 kcal/% TBSA burned/day.

* 1. Caloric Needs in Severely Burned Children:

| **Age Group** | **Maintenance Needs** | **Burn Wound Needs** |
| --- | --- | --- |
| Infants (0-12 mo) | 2100 kcal/TBSA/d | 1000 kcal/TBSA burned/d |
| Children (1-12 yr) | 1800 kcal/TBSA/d | 1300 kcal/TBSA burned/d |
| Adolescents (12-18 yr) | 1500 kcal/TBSA/d | 1500 kcal/TBSA burned/d |

* optimal dietary composition contains:
	+ 1-2 g **protein** /kg/day;
	+ ***nonprotein calories*** can be given either as carbohydrate or as fat (**carbohydrates** have advantage of stimulating endogenous insulin production - beneficial anabolic effects on muscle and burn wounds; additional **fat** to deliver noncarbohydrate calories has little support).

e.g. ***gliukozės*** 5 mg/kg/min, likęs kalorijų trūkumas - ***riebalai***

* β-blockers decrease heart rate and resting energy expenditure and abrogate protein catabolism - many centers have begun using them routinely!!!
* useful **hormone adjuncts** – oxandrolone, insulin.

 Local Treatment

Pirminis Žaizdos Chirurginis Sutvarkymas

* pašalinami kabantys epidermio lopai, praduriamos pūslės.
* wound is cleaned with soap and water, and all debris carefully removed;
* for deeply embedded dirt, wound may be anesthetized with 1-2% lidocaine and scrubbed with ***stiff brush*** and soap.
* uždedamas tvarstis su chlorheksidine, silver nitrate, mafenide acetate, or silver sulfadiazine.
* *veidas* sutepamas silver sulfadiazine, bacitracin ar kitu tepalu.

***Negalima valyti su peroksidu*** - pagilinsime šoką!

* jei nudegusi ir nugara, ir pilvas, tai ligonis guldomas į *specialią lovą* “Clinitron” - pučiamas iš apačios pašildytas smėlis.
* esant platiems nudegimams, stengiamasi ***kuo anksčiau paimti laisvus odos lopus*** iš visų galimų vietų (mat po 2 sav. donorines vietas vėl galima panaudoti).
* pirmiausiai stengiamasi užgydyti nugarą.
* jei pacientas pateko jau praėjus šokui (pvz. atkeltas iš rajoninės ligoninės), paimamas žaizdų pasėlis, žaizdos nuplaunamos su “Hibiscrub” (to daryti tik nudegus negalima, nes pagilinsime šoką!).
* nudegus *tarpvietę*, įvesti kateterius!!!
* nudegus *sąnarių sritis* (ypač pažastis), dedama imobilizacija, išlaikanti galūnę abdukcijoje-ekstenzijoje ar kitoje padėtyje, išvengiant **kontraktūrų** formavimosi; active and passive range-of-motion exercises × 1-2/day before grafting (to preserve function).
* nudegę *galūnės* būtinai pastoviai laikomos pakeltos aukščiau širdies lygio.

Compartment syndrome - Escharotomy

- atliekama “timpos” fenomenui (tissue pressure > 40 mmHg) pašalinti, kai yra **gilūs cirkuliarūs** galūnės, kaklo ar kr.ląstos **nudegimai**:

* + 1. compartment syndrome in extremity - dėl edemos trinka *veninė* (→ galūnės edema) ir *arterinė* (→ parestezijos, capillary refill↓, dingsta distalinis pulsas; bet įsitikinti, kad tai ne dėl hipovolemijos - cianozė, kapiliarų prisipildymo laikas↓, CNS↓, ± Dopleris) kraujotaka;
		2. abdominal / thoracic compartment syndrome - hypoventilation, increased airway pressures, and hypotension;
	+ performed at bedside preferably with electrocautery - entire constricting eschar must be incised longitudinally;
	+ pjaunama be nuskausminimo iki pasirodo kraujas ir pjūvio kraštai prasiskečia - terrible aesthetic sequelae!!!
	+ pjūvių vietos:
1. *kūne* - l.axillaris ant. (with bilateral subcostal and subclavicular extensions + down lateral abdomen) & l.axillaris post.
2. *galūnėse* - dilbių volariniai paviršiai (medialinės ir lateralinės pusės), pirštuose medialinės ir lateralinės pusės, plaštakos dorsalinis paviršius [tiksliau - OHCS 689].
3. *digital* escharotomies do not usually result in any meaningful salvage of functional tissue and are not recommended
	* if vascular compromise has been prolonged, reperfusion may cause reactive hyperemia and further muscle edema formation → muscle compartment pressures↑ (H: fasciotomies).

Inadequate perfusion despite proper escharotomies → fasciotomy

Fasciotomy

- reikalinga tik labai giliai nudegusiems, po elektros ar mechaninės traumų; poreikį galutinai įvertina Dopleris; ± nuskausminimas.

Tolimesnis Gydymas

**Paviršiniai nudegimai** gydomi *konservatyviai* - apiplaunant antiseptikais, dedant tvarsčius su antiseptiniais tirpalais, tepalais ar aerozoliais

Ant veido ir kaklo tvarsčiai nededami!

**Gilūs nudegimai**

* tikslas - sausa nekrozė, ankstyva nekrektomija, padengimas dirbtine oda ir/ar autodermoplastika.
* galūnės laikomos fiziologinėse padėtyse.
* jei matosi *nudegęs kaulas*, nukalamas kortikalinis kaulo sluoksnis (tikslas - kad jis pasidengtų granuliacijomis); dabar atsisakyta metodo, kai kortikalinis sluoksnis nešalinamas, o tik jame išgrežiamos skylutės.
* įtariant nudegusios žaizdos infekciją, imama biopsija ir tiriama kiekybiškai mikrobiologiškai (m/o > 105 / g) bei histologiškai (m/o aptinkami nenudegusiame audinyje);
	+ *iš pradžių* dominuoja **Gr+ flora** (stafilokokai, streptokokai); *nuo 8-9 d.* viršų paima **Gr-** **flora** (pseudomona, klebsiella, proteus, etc.) - tai orientyras “aklai” skiriant a/b.

Early excision

- used for *2b-4° burns* (leaving dead tissues only serves as nidus for inflammation and infection).

N.B. excision is required for ≥ 2b° burns

Timing:

* + **early excision & grafting** (after initial resuscitation is complete and patient is hemodynamically stable); in larger burns, **serial excisions** can be performed as patient's condition allows.
	+ atliekama pirmų 4-ių parų bėgyje, kai jau aiškus nudegimo gylis, bet dar nėra supūliavimo (*nekrozė sausa*) → iš karto atliekama autodermoplastika.
	+ kai kas siūlo netgi atlikti immediately after patient stabilization (48 val. bėgyje po nudegimo, esp. clearly full-thickness wounds):
1. blood loss↓ if operation can be done first day after injury (predominance of vasoconstrictive substances; when wound becomes hyperemic after 2 days, blood loss can be considerable problem).
2. ankstyva nekrektomija neleidžia užsivesti *systemic inflammatory syndrome* kaskadai, kuri lemia **multiple organ failure**.

Nekrektomijos tipai:

1. **surgical**
	* excise tangentially using **Watson blade** or **Goulian blade** until viable tissue is reached (it is appropriate to leave healthy dermis, which will appear white with punctate areas of bleeding).
	* to minimize blood loss: instillation of epinephrine clysis solution underneath burn → compresses soaked in dilute epinephrine solution after excision.

**fibrinogen and thrombin spray sealant** (Tisseel Fibrin Sealant) also beneficial on both hemostasis and graft adherence

* + no more than 30% BSA, including donor sites, should be excised at one time!

for ***difficult anatomic areas*** (face, eyelids, hands) **pressurized water dissector** may offer more precision but is time consuming, has a steep learning curve, and is expensive.

1. **chemical** (bekraujė nekrektomija) - **Ung.**ac. salicylici**40%** (vaikams 25%);
	* sutepus padidėja skausmai, pakyla aukštai t-ra dėl toksemijos;
	* negalima sunaudoti > 200 gramų šio tepalo (intoksikacija salicilatais);
	* saugoti, kad neužtepti ant sveikos odos;
	* 2-3-ą parą sausos nekrozės lopai būna gražiai atšokę ir lengvai pašalinami;
	* nekrozės lopų atsidalinimo pagreitinimui galima skirti anabolikų.
* jei *nekrozė šlapia* (*infekcija*), ji džiovinama plaunant su peroksidu ir dedant chlorheksidino tvarsčius.

Plastika

dar apie plastiką žr. 2215 psl., sąs “Topkė”

* after excision, wound bed requires closure with graft:
1. **full-thickness grafts** – impractical
2. **split-thickness sheet autografts** (harvested with **power dermatome**) - durable wound coverings and decent cosmetic appearance
* ruošiant žaizdą plastikai, skiriamas prednizolonas 20-30 mg/parai; wound healing may be accelerated by insulin, growth hormone administrations.
* ***perioperative systemic antimicrobials*** have role in decreasing burn wound sepsis until burn wound is closed (a/b must cover *S. aureus* and *Pseudomonas* species).
* išsivalius žaizdai, kai granuliacijos tampa švarios (geras ženklas - marlės atspaudas ant granuliacijų), atliekama ***autodermoplastika***.
* donor sites:
1. **thighs** - easily harvested and relatively hidden.
2. **back** - in older patients.
3. **buttocks** - in infants and toddlers; Silvadene can be applied to donor site with diaper as coverage.
4. **scalp** - thick skin + many hair follicles (heals quickly) + completely hidden once hair regrows; epinephrine clysis is necessary for scalp harvesting.
* graft covering with topical antimicrobials at time of surgery minimizes graft infection.
* donor sites close to fresh grafts may be dressed with porous nonadherent gauze, and both donor sites and grafts can be soaked with mafenide acetate for ease of care.
* Artiss - FDA approved medical adhesive for attaching skin grafts onto burn patients; differs from other similar sealants – [see p. 2208 >>](file:///D%3A%5CViktoro%5CNeuroscience%5CUSMLE%202%5CSurgery%20%282201-2250%29%5C2208.%20Hemostatic%20Agents%20in%20Surgery.doc)
* prednizolonas tęsiamas iki lieka nedidelės, galinčios savaime epitelizuotis, žaizdelės; po to pamažu nutraukiamas (prednizolonas gerina transplantatų prigijimą ir epitelizaciją).
* kodėl skubama daryti plastiką - kad neišvešėtų ir neperaugtų fibroziniu audiniu granuliacijos (tai ypač svarbu vaikams); jei vis tik granuliacijos išvešėjo, tai prieš plastikuojant jos palyginamos dermatomu.
* tik atsidalinus nekrozei, jei *granuliacijos nešvarios* arba švarios, bet *trūksta donorinių vietų*, panaudojami ***alotransplantatai*** - lavonų oda - ja laikinai pridengiamos žaizdos [>>](#Advanced_dressings)

Taktika:

**Wounds < 20-30% TBSA** - can be closed at one operation with ***autograft*** (nonmeshed or meshed with narrow ratio [≤ 2:1].

**Wounds > 20-30% TBSA**:

1. use ***widely expanded autografts*** (≥ 4:1) covered with ***human cadaveric allograft skin*** to completely close wound (4:1 skin heals underneath cadaver skin in approximately 21 days; cadaver skin may fall off in 10-14 days);
2. wound portions that cannot be covered with even widely meshed autograft are covered with ***human cadaveric allograft skin*** in preparation for autografting when donor sites are healed.
3. ***permanent synthetic skin substitutes*** [>>](#Advanced_dressings)
* human cadaveric allografts are incorporated into wound but eventually are rejected by immune system and must be replaced.
* **meshing** of autograft → larger area of wound coverage + drainage of blood and serous fluid to prevent accumulation under graft.

N.B. areas of cosmetic importance (face, neck, hands) should be grafted with *nonmeshed* sheet!

Topical Antimicrobials

Vartojami hidrofiliniu pagrindu pagaminti tepalai - palaiko pakankamą drėgmę, riboja O2 patekimą į žaizdą, o tai skatina angioneogenezę.

N.B. riebaliniai tepalai nenaudotini - palaiko ir skatina uždegimą!

Topical antimicrobials can be divided into two classes:

**Salves** - applied directly to wound with cotton dressings placed over them; may be applied 1-2/day, but may lose effectiveness between dressing changes (frequent dressing changes can result in loss of grafts or underlying healing cells).

**Soaks** - poured into cotton dressings on wound; solution can be added without removing dressing; however, underlying skin can become macerated.

Salves

**1. Silver sulfadiazine 1-2%** tepalas, kremas (silvadene, argosulfan, flammazine, demazin) - most widely used prophylactic antimicrobial agent in clinical practice!

*Privalumai*:

1. tinka tiek šviežiai nudegusios žaizdos apsaugai nuo infekcijos, tiek infekuotų paviršinių žaizdų antibakteriniam gydymui, t.y. tinka visoms žaizdos gijimo stadijoms.
2. galima tepti didelius plotus - dėl menkos rezorbcijos toksiškumas nedidelis.
3. gerai veikia įprastinę nudegusios žaizdos florą - Gr+ kokus, Gr- lazdeles, some fungi (some *Pseudomonas* species possess plasmid-mediated resistance!).
4. painless, skatina granuliacijų augimą, drėkina žaizdą.

*Trūkumai*:

1. prieš Gr- lazdeles efektyvus tik 2 savaites.
2. does not penetrate eschar - rečiau naudojamas gilioms žaizdoms (sudaro plėveles).
3. destroys skin grafts - contraindicated on burns in proximity to newly grafted areas!
4. šviesoje ir ore patamsėja (kai kas siūlo nenaudoti veidui).
5. reputation for causing neutropenia

**2. Silver sulfadiazine 1% + cerio nitrato 2,2%** tepalas - geriau veikia *Ps.aeruginosa*.

**3. Mafenide 8,5-11%** kremas (sulfamylon) - spektras kaip sidabro sulfadiazino, tačiau gana toksiškas, tad mažiau tinka kaip profilaktinė priemonė, dideliems plotams (may cause metabolic acidosis).

* excellent antimicrobial for fresh skin grafts (vs. silver sulfadiazine)
* skirtas ***nedidelių bet gilių nudegimų gydymui***, kai yra storas nekrozės sluoksnis ir žaizdą reikia greitai apsaugoti nuo infekcijos:
	+ penetrates eschar (vs. silver sulfadiazine) - greit prasiskverbia į žaizdą (todėl perrišti reikia 2-3 k/parą).
	+ **skausmingas**! (vėlgi, tinka tik gilioms neskausmingoms žaizdoms).
	+ absorbed systemically - gali sukelti metabolinę acidozę aplikavus didelius kiekius (due to carbonic anhydrase inhibitory characteristics).
* particularly useful against resistant *Pseudomonas* and *Enterococcus* species! no fungal coverage!

**4. Petroleum based antimicrobial ointments** - for nearly healed burns; no need for dressing coverage!

1. **polymyxin B, neomycin, bacitracin** - antimicrobial spectrum not as wide as above agents; painless; commonly used for facial burns (vietoj silver sulfadiazine), graft sites, healing donor sites, small partial thickness burns.
2. **mupirocin** - improved activity against Gr+ bacteria (esp. MRSA), expensive; should only be used in culture-positive burn wound infections to prevent further resistance development.
3. **nystatin** - controls fungal growth (N.B. in combination nystatin + mafenide acetate; each inactivates the other!).

**5. Levomicetinas** - gerai veikia Gr+ florą, tačiau Ps.aeruginosa silpnokai:

laevosin tepalas (1% levomicetinas + 4% sulfadimetoksinas + 3% trimekainas) - ***nuskausmina***, mažina uždegimą - tinkamiausias pūliuojančios žaizdos gydymui pradinėje stadijoje; galima naudoti ir paviršinių nudegimų atveju kaip profilaktinę priemonę.

laevomekol tepalas (0,75% levomicetinas + 4% metiluracilis) - ***mažina uždegimą***.

**6. Sintomicino 1-10%** tepalai - panašus į levomicetiną, tačiau kartais veikia jam atsparius m/o.

**7. Gentamicino 0,1%** tepalas - tinka infekcijos profilaktikai ir gydymui.

* neskausmingas, nemaceruoja, bet per daug ir nedžiovina - tinka tarpvietei, sėdmenims, odos transplantatams.
* oto- ir nefrotoksiškas - netepti didelių plotų!

Soaks

**1. Silver nitrate 0,5%** tirpalas, **1-2%** tepalas - jam ***atsparių m/o nėra***!!!!!

* 10% tirpalas naudojamas granuliacijoms prideginti (kontraindikuotinas esant švarioms granuliacinėms žaizdoms).
* turi būti vartojamas tik šviežiai pagamintas tirpalas.
* painless.
* stains black when solution dries - pakinta žaizdos vaizdas ir sunku vertinti pokyčius.
* būtinas storas (minimum 8 marlės sluoksniai) ir pastoviai drėgnas tvarstis (silver nitrate is poured over the dressing q 2 h).
* tirpalas hipotoniškas - vyksta osmotinė K, Na, Cl evakuacija link tvarsčių (electrolyte leaching → hyponatremia); rarely may cause methemoglobinemia.
* praktiškai vartotinas tik tepalas ambulatoriškai gydant ***nedidelius* *stipriai pūliuojančius nudegimus***.
* Acticoat - new commercial dressing containing biologically potent silver ions (are activated in presence of moisture) - effectiveness of silver nitrate without problems of silver nitrate soaks.

**2. Sodium hypochlorite 0.025%** (Dakin's solution)

* effectiveness against almost all microbes.
* hypochlorite ion is inactivated by contact with protein, so solution must be continually changed.
* cytotoxic on healing cells!

**3. mafenide acetate 5%** solution (the same characteristics of mafenide acetate salve, except in liquid form).

**4. Acetic acid 0.25%** - effective against most organisms (particularly *Pseudomonas*).

**5. H2O2 3%** tirpalas- veikia dezinfekuojančiai + slopina kraujavimą.

* tinka žaizdų, pūlingų ertmių praplovimui, kraujavimo stabdymui.
* skausmingas, netinka tvarsčiams.

**6. Furacilino 0,02%** tirpalasir **0,2%** tepalas - gerai veikia Gr+ kokus.

* difūzija per nekrozės sluoksnį menka, netoksiškas - tinkamiausias mažai m/o užterštų paviršinių ir gilių nudegimų gydymui.

**7. Chlorheksidino 0,05%** vandeninis tirpalas (s. hibiscrub, hibitan, hibisol, biotencid) - vienas populiariausių antiseptikų!

* veikia baktericidiškai, plataus spektro, netoksiškas, neskausmingas.
* tinka tiek infekcijos profilaktikai, tiek gydymui.
* idealus gydant nudegimus uždaru būdu marlinių tvarsčių sulaistymui.
* netinka kartu su jodo preparatais!
* kitas panaudojimas: 0,1% vandeninis tirpalas - patalpų dezinfekcijai, 0,5% spiritinis tirpalas - chirurgo rankų paruošimui.

**8. Dioksidinas, dioksikolis** - ypač gerai veikia *Pseudomonas*.

**9. Jodo povidonas 1%** tirpalas, tepalas (s. betadine, betaisodona, jodasept, jodopyrone, polivinil-pirolidon-jodas)

* *privalumai*: ***atsparių m/o nėra***; nedegina, netepa sveikos odos ir gleivinių; nemaceruoja, labiau sausina (ypač tinka tarpvietei, sėdmenims - ten kur maceracija ypač pavojinga).
* *trūkumai*: netinka pradiniu gilių nudegimų periodu, kai yra šlapia nekrozė, nes, sausindamas, sulėtina jos atsidalijimą; gali sukelti skausmą - nepatartina paviršiniams nudegimams.
* contraindication - hipertireozė.

**“Oxycort” aerozolis** - vartojamas ruošiant granuliuojančias žaizdas autodermoplastikai, nes slopina granuliacijų augimą (hidrokortizonas) + oksitetraciklinas.

N.B. gliukokortikoidai neleidžia išvešėti granuliacijoms!

Nenaudotini šie preparatai:

1. “Panthenol” aerozolis
2. šaltalankio aliejus
3. Višnevskio ir ichtiolo tepalai (**Višnevskio tepalas** dirgina ir skatina granuliacijas - tinka tepti ant atvirų kaulų, sausgyslių).

Dressing Technique

* prilipę tvarsčiai nuimami (naudojant žirkles ir pincetą) tik:
1. gerai ***nuskausminus*** (i/v prislopinimas ketaminu; nudegėliams negalima naudoti sukcinilcholino - gali sukelti hiperkalemiją).
2. ***atmirkius*** antiseptiniais tirpalais (pašildytu chlorheksidinu, furacilinu).

N.B. nuo pirštų tvarsčiai visada nuimami tik atmirkius!

* panaudojant tamponą nuplaunama antiseptiniu tirpalu (H2O2 3% geriausias, furacilino 0.02%, chlorheksidino 0,05%, rokalio 0,025%), nusausinama.
* dedami džiovinamieji tvarsčiai su antiseptikais - dedama marlė sulaistyta tirpalu arba sutepta 1-2 mm tepalo sluoksniu, apibintuojama.
* talpinama į infrared spindulių, abakterines palatas.
* vėlesnių perrišimų metu, jeigu nepūliuoja, nuo paviršinių nudegimų tvarsčiai nelupami, o tik apkerpami, paliekant prilipusias vietas.
* ant švarių granuliuojančių žaizdų galima dėti specialų “Sanderma” tvarstį.

Synthetic & Biological Dressings

- alternative to antimicrobial dressings:

* applied within 24 hours of burn injury - before high bacterial colonization of wound occurs.
* used to cover:
1. 2° wounds while underlying epithelium heals.
2. full-thickness wounds for which autograft is not yet available.
3. split-thickness skin graft donor sites.

Synthetic Coverings

- increasingly used for both donor sites and skin grafts

Advantages:

1. stable coverage without painful dressing changes
2. provide barrier to evaporative losses
3. decrease pain.
4. do not inhibit epithelialization (vs. most topical antimicrobials).

Disadvantages:

1. accumulation of transudate / exudate (risking invasive wound infection)
2. no antimicrobial properties
3. prevent serial examinations of wound

OpSite – inexpensive.

Acticoat, Aquacel Ag – silver-impregnated dressings.

Biologic Coverings

- human skin equivalents (optimal wound coverage in absence of normal skin - provide prolonged barrier under which wounds may heal):

**Xenograft (pig skin)** - completely closes wound; provides some immunologic benefits; must be removed or allowed to slough.

**Allograft (homograft, cadaver skin)** - provides all normal skin functions (immunologic and barrier); can leave dermal equivalent; epithelium must be removed or allowed to slough.

* aišku, geriausius kosmetinius rezultatus duoda **full-thickness skin grafts** (supply full dermal layer) bet juos naudoti nepraktiška (are not plentiful, cannot be used more than once); išeitys – **biologic coverings**:
	1. Integra - dermal equivalent;
* bilayer product - porous collagen-chondroitin 6-sulphate inner layer attached to outer sheet of silastic;
* silastic barrier helps prevent fluid loss and infection
* collagen matrix becomes vascularized and engrafts into wound; i.e. collagen matrix induces formation of completely new skin (so-called neodermis), created by patient's cells, which is permanent;
* after 2 weeks silastic layer is removed and replaced with thin autograft (advantage - can be used in full-thickness burns to close wound!)
	1. engrafted cadaver dermis (epidermis removed by dermabrasion 1-2 weeks after placing it on wound) - sparse cellular component of dermis is removed by immunologic processes, leaving dermal matrix in place as scaffolding for ingrowth of normal dermal cells; AlloDerm – commercial product of ***cryopreserved acellular human cadaver dermis***.
	2. Biobrane - silicone & collagen manufactured into sheet; becomes adherent to wound in 24 to 48 hours with dried exudate.
	3. TransCyte - similar to Biobrane with addition of growth factors (from lysed fibroblasts grown in culture) → stimulated wound healing.
* ***occlusive nature*** of these dressings - typically used only on fresh superficial partial-thickness burns that are clearly not contaminated.
	+ - particularly well suited to ***massive partial thickness injuries*** (> 50% TBSA).
		- can be used to cover any wound as temporary dressing.
* applied in manner of skin grafts.
* eventually, are rejected by usual immune mechanisms\*, causing grafts to slough - can then be replaced, or open wound can be covered with autograft.

\*severely burned patients are immunosuppressed, and *biological dressings*

*that have adhered will not reject for several weeks*!

Amputacijos

**Indikacijos**:

1. Sepsis
2. Negyvybinga galūnė (ne vėliau 96 val)
3. Giliųjų anatominių struktūrų pažeidimas
4. Vietinės pūlingos komplikacijos: pūlingas artritas, flegmona, pūlingas tendovaginitas, osteomielitas.

Atsisakyta amputacijų nudegusio ploto mažinimo tikslu!

**Laikas**:

* nuomonės skirtingos - džn. 7-14 parą.
* elektros traumų atvejais amputacijos atliekamos iš karto stabilizavus būklę.
* prieš amputacijas atliekamos nekrotomijos ir nekrektomijos (kad įsitikinti koks nudegimo gylis).
* amputacijos ***giljotininės*** (atipinės), orientuojantis pagal gyvybingų raumenų ribą, o odos trūkumas kompensuojamas ADP pagalba.
* siuvama retomis siūlėmis (nes didelė supūliavimo rizika).

Residuals

**1°** ir **2a°** randų neduoda, gali likti tik pigmentacijos pokyčiai.

**2b°** duoda didžiausius randus!!!

Jei yra randas ir plastika nedaryta, tai buvo **2b°**, jei plastika daryta, tai buvo **3°**.

* dar ilgą laiką ant randų gali iškilti *serozinės pūslelės* - jos steriliai praduriamos ir sutepamos briliantine žaluma.
* kai tik nebelieka žaizdų, galima pradėti ***fizioterapiją*** - randus minkštinančios procedūros: mankšta, forezės su lidaze, hidrokortizonu, trilonu B;

netinka šiluminės procedūros, randų masažas.

**Rekonstrukcinės randų operacijos** (dermatogeninių kontraktūrų likvidavimas).

* optimaliausios po 1 metų po nudegimo (randas jau subrendęs); jeigu formuojasi dermatogeninės kontraktūros, operuojama ir anksčiau (kad kontraktūros netaptų artrogeninės).
* atliekama plastika vietiniais audiniais (Z-plastika, lopo pasukimas), ekscizija ir laisva odos plastika.

Rehabilitation

- initiated on admission.

* full ROM exercises!!!
* physical and occupational therapy is mandatory (at least, passive ROM twice a day).
* when non ambulating, elevate affected extremity to minimize swelling.

**Psychological rehabilitation** is equally important in burn patient.

Specific Burns / Injuries

Inhalation Injury

* major factor contributing to death.

Pathology, Pathophysiology

Damage:

1. **direct thermal** – paprastai tik viršutiniai kv.takai (heat is dispersed in upper airways\*) → supraglotinė edema → obstrukcija - maximal in first 24-48 hours; H: short course of endotracheal intubation for airway protection

\*exception is ***high-pressure steam inhalation***

(has 4000 times heat-carrying capacity of dry air).

1. **toxic**– main damage (caused by combustion products found in smoke):

Airway injury is principally chemical!

* 1. **irritants** (synthetic substances burned in structural fires) - direct mucosal injury → mucosal sloughing, edema, reactive bronchoconstriction; injury to epithelium and pulmonary alveolar macrophages → release of prostaglandins and chemokines, rise in tracheobronchial blood flow, increased capillary permeability → ARDS.
	2. **toxins** - CO, cianidai

Response to smoke inhalation:

* 1. immediate dramatic **blood flow**↑ in bronchial arteries
	2. bronchial **edema**
	3. lung **lymph flow**↑
	4. separation of ciliated epithelial cells from basement membrane → exudate within airways → exudate coalesces to form **fibrin casts** (difficult to clear - require bronchoscopic removal) that form "ball-valves" → decreased lung compliance, pneumothorax.
	5. **granulation tissue** formation → heals by replacement of sloughed cuboidal ciliated epithelium with **squamous cells and scar**.

Clinical Features

1. Prikimimas, putos iš burnos, stridoras, karkalai, alsavimo garsas↓, kosulys, carbonaceous sputum, hemoptysis
2. Hipoksemija ± HbCO↑
* inhaliacinis pažeidimas įtariamas esant:
1. nudegimams uždaroje patalpoje
2. nudegimams veide
3. nudegimams sutrikus sąmonei (tai nurodo galvos traumą, intoksikaciją nudegimo metu).
* clinical course stages:
	+ 1. **Acute pulmonary insufficiency** (asphyxia, carbon monoxide poisoning, bronchospasm, upper airway obstruction).
		2. **ARDS** (occurs 72-96 hours after injury due to recruitment of alveolar leukocytes with enhanced endotoxin-activated cytokine response) - increased extravascular lung water, hypoxia, diffuse lobar infiltrates.
		3. **Bronchopneumonia** (occurs 3-10 days after burn injury) - expectoration of large mucous casts formed in tracheobronchial tree; early - penicillin-resistant *Staphylococcus* species; after 5-7 days - Gr-negative species (esp. *Pseudomonas*).

N.B. *prophylactic antibiotics for inhalation injury are not indicated*!, but are clearly needed for documented lung infections.

Definitive Diagnosis

1. **bronchoscopy** - erythema, ulceration, prominent vasculature, infraglottic soot.
2. **133 Xe ventilation scanning** - lung areas retaining isotope 90 seconds after intravenous injection (indicate segmental airway obstruction).
3. **CT**

Management

* 1. **Maintaining open airways** - aggressive pulmonary toilet!!!
* ***coughing*** patient with patent airway can clear secretions effectively.
* if respiratory failure is imminent, ***intubation*** should be instituted + frequent chest ***physiotherapy & suctioning*** (pulmonary toilet).
* ***bronchoscopy*** may be needed to clear inspissated secretions.
	1. **Maximizing gas exchange** while lung heals - ***mechanical ventilation*** with as little barotrauma as possible.
* "permissive hypercapnia" can be used with lower ventilatory rates and volumes, thus minimizing positive airway pressures.
* PaO2 > 60 mmHg (or SaO2 > 92%) are also tolerated to minimize oxygen toxicity to lungs.
* patient can be weaned from ventilatory support in graduated manner (this may take several weeks).
* *newer ventilation methods* (minimize barotrauma):
	+ 1. **high-frequency percussive ventilation (HFPV)** - combines standard tidal volumes and respirations (ventilator rates 6-20/min) with smaller high-frequency respirations (200-500/min) - recruits alveoli at lower airway pressures + percussive effect that loosens inspissated secretions; related technique is **high-frequency oscillatory ventilation**.
		2. **liquid ventilation using perfluorocarbons**
		3. **extracorporeal membrane oxygenation** - reserved for salvage situations
		4. **inhaled** nitric oxide (selective pulmonary vasodilator) - last effort when other means of ventilatory support have failed
* as patients recover from lung injury, they should be extubated as soon as possible - preferably as soon as upper airway edema has resolved (postinjury day 1 to 2) in those who were intubated to control airway.
	1. **Inhalation treatments** (clearance of tracheobronchial secretions + decreasing bronchospasm).
		1. bronchodilators (albuterol q 2 hr) – routine!!!
		2. nebulized heparin (5,000-10,000 units with 3 ml normal saline q 4 hr) - reduces tracheobronchial fibrin cast formation.
		3. nebulized n-acetylcysteine 20%, 3 ml q 4 hr - antioxidant free-radical scavenger (↓toxicity of high oxygen concentrations).
		4. hypertonic saline - induces effective coughing.
		5. racemic epinephrine - reduces mucosal edema.

N.B. *steroids are not beneficial in inhalation injury* (unless patient is steroid dependent before injury or has bronchospasm resistant to standard therapy).

* 1. **Pulmonary edema & resuscitation fluids**

***Inhalation injury increases resuscitation fluid needs*** up to 2 ml/kg per % TBSA burn more (than would be required for equal size burn without inhalation injury).

* pulmonary edema is not prevented by fluid restriction; indeed, fluid resuscitation appropriate for patient's other needs results in decrease in lung water, and improves survival rate.
* terminis nudegimas - galvūgalio pakėlimas (tik užtikrinus normovolemiją).
* kasdienės chest X-ray.

Electrical Burns

systemic effects – see 3901. cardiopulmonary resuscitation p.

*Cardiac arrhythmias + compartment syndromes with concurrent rhabdomyolysis*

* most significant injury is within ***deep tissue***!
* deep tissue damage + subsequent edema → vascular compromise distal to injury; H: immediate **escharotomy / fasciotomy** ± **nerve decompressions** (e.g. carpal tunnel, Guyon canal releases).
* early exploration of affected muscle beds (attention to deeper *periosteous planes* - continued damage from heated bones) → **debridement of devitalized tissues**.
* if muscle is extensively injured and necrotic, such that prospects for eventual function are dismal, **early amputation** may be necessary.
* *damage to vessels* may be delayed (necrosis may extend after initial debridements).
* wound closure - skin grafts / flaps.
* muscle damage results in release of myoglobin → obstructive nephropathy.

H: vigorous hydration + sodium bicarbonate 5% i/v/i + mannitol (25 g every 6 hours).

* patients require ***additional intravenous volumes*** (wound is deep and cannot be assessed by standard physical examination) - urine output should be maintained at 2 ml/kg/hr.
* long-term neurologic and visual symptoms are not uncommon.

###### Burns to Lips

* most common among children in crawling, licking, and biting years.
* **spark burns** (e.g. from licking electrical outlet) usually initially appear white and quite circumscribed - treat by keeping clean; they will do quite well.
* **electrical current burns** (e.g. from biting power cord) may appear localized, only to extend over next 3 to 5 days.

N.B. major concern (esp. in younger children) - ***delayed massive bleeding*** from circumoral vessels (usually around day 7-10, often heralded by bloody ooze from around eschar):

* 1. immediate postburn admission for excision and repair.
	2. admission on postburn day 3-4 with delayed primary excision and closure.

Algorithm for burn treatment



HOB = head of bed; MAP = mean arterial pressure; P:F = partial pressure of arterial oxygen:fraction of inspired oxygen; TBSA = total body surface area; UOP = urine output.

Bibliography:

F. Brunicardi “**Schwartz's** Principles of Surgery”, 9th ed. (2009); Publisher: McGraw-Hill Professional; ISBN-10: 007154769X; ISBN-13: 978-0071547697 (ch. 8) [>>](http://www.amazon.com/gp/product/007154769X)

Sąsiuvinys “Nacionalinis egzaminas 2“

R.Rimdeikos straipsniai apie nudegimus

D.J.Morris “Oxford Textbook of Surgery”, 1994

R.A.HOPE "Oxford handbook of clinical medicine", 1994

J.A.B.COLLIER "Oxford handbook of clinical specialties", 1995

G.R.McLATCHIE "Oxford handbook of clinical surgery", 1995

NMS Surgery (1986, 2000), Emergency Medicine

R.BERKOW "MERCK Manual", 1992, 1999

S.J.DUDRICK "Manual of preoperative and postoperative care", 1983

Sabiston Textbook of Surgery 2001

[Viktor’s Notes℠ for the Neurosurgery Resident](http://www.neurosurgeryresident.net/)

[Please visit website at www.NeurosurgeryResident.net](http://www.neurosurgeryresident.net)