



VILNIAUS UNIVERSITETAS
MEDICINOS FAKULTETAS
Medicina

Klinikinės medicinos instituto
Gastroenterologijos, nefrourologijos ir chirurgijos klinika

Albertas Maciulevičius, 6 kursas, 10 grupė

VIENTISŲJŲ STUDIJŲ MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS

Nudegimų diagnostikos ir gydymo rekomendacijos
Recommendations for the Diagnosis and Treatment of Burns

Darbo vadovas

asist. dr. Darius Kubilius

Katedros ar klinikos vadovas

prof. habil. dr. Kęstutis Strupas

Vilnius, 2025

albertas.maciulevicius@mf.stud.vu.lt

TURINYS

1.SANTRAUKA.....	4
2.SUMMARY.....	6
3.SANTRUMPOS	7
4.SĄVOKOS	7
5.ĮVADAS	8
6.DARBO TIKSLAS.....	8
7.TEMOS AKTUALUMAS.....	8
8.LITERATŪROS APŽVALGA	9
9.RIZIKOS FAKTORIAI.....	9
9.1.LYTIS.....	9
9.2.AMŽIUS.....	9
9.3.SOCIOEKONOMINIAI FAKTORIAI	10
9.4.KITI RIZIKOS FAKTORIAI.....	10
10. NUDEGIMŲ DIAGNOSTIKA.....	10
10.1.NUDEGIMŲ GYLIO KLASIFIKACIJA	10
10.2.NEAIŠKAUS NUDEGIMO GYLIO NUSTATYMAS, NAUJI DIAGNOSTIKOS METODAI.....	12
10.3.NUDEGIMŲ DYDŽIO NUSTATYMAS.....	12
10.4.NUDEGIMŲ SUNKUMO KLASIFIKACIJA.....	13
10.5.ANATOMINĖ NUDEGIMŲ VIETA	14
11.GYDYMAS IR REKOMENDACIJOS.....	14
11.1. BENDRAI	14
11.2. PIRMOJI PAGALBA NUDEGUS.....	15
11.3. PONUDEGIMINIS ŠOKAS IR SKYSČIŲ TERAPIJA.....	15
11.4. PONUDEGIMINĖ ANTIBIOTIKOTERAPIJA	17
11.5. HIPERMETABOLIZMAS.....	18

11.6. KLINIKINĖ MITYBA	18
11.7. ADJUVANTINIAI GYDYMO PREPARATAI	19
11.8. KVĖPAVIMO TAKŲ NUDEGIMAI IR GYDYMAS.....	21
11.9. VIETINIS NUDEGIMŲ GYDYMAS	22
11.10. ODOS TVARSČIŲ KLASIFIKACIJA.....	23
11.10.1. GYVŪNINĖS KILMĖS TVARSČIAI.....	23
11.10.2. SINTETINĖS KILMĖS TVARSČIAI	24
11.10.3. AUGALINĖS KILMĖS IR KOMPOZICINIAI TVARSČIAI BE MEDIKAMENTŲ	24
11.10.4. TVARSČIAI SU MEDIKAMENTAIS	26
11.11. CHIRURGINIS NUDEGIMO ŽAIZDŲ GYDYMAS.....	27
11.11.1. ŽUVIES ODOS TVARSČIŲ ANALOGAI.....	28
11.11.2. AUTOLOGINĖS ODOS PERSODINIMAS.....	29
11.12. REKONSTRUKCIJA, KONTRAKTŪROS IR RANDAI.....	30
12.NUDEGIMŲ REABILITACIJA.....	31
12.1. FIZINIAI METODAI.....	32
12.2 TECHNOLOGIJOMIS PAREMTI REABILITACIJOS GYDYMO BŪDAI.....	33
12.3. PSICHOLOGINĖ INTERVENCIJA PO NUDEGIMŲ.....	33
13.IŠVADOS.....	35
14.PRAKTINĖS REKOMENDACIJOS	36
15.LITERATŪRA	37

1. SANTRAUKA

Albertas Maciulevičius „Nudegimų diagnostikos ir gydymo rekomendacijos“

Darbo tikslas – atsižvelgiant į nudegimų diagnostikos ir gydymo ypatumų sudėtingumą ir vis atnaujinamos informacijos poreikį, išnagrinėti esamas ir naujas diagnostikos bei gydymo rekomendacijas.

Metodai. Šiame darbe pasirinkti literatūros šaltiniai daugiausia yra ne senesni nei 2014 metų, t. y. naujesni nei 10 metų. Didžioji dalis straipsnių iš *Pubmed*, *MDPI*, *Sciencedirect*, *Springer nature*, *Wiley online library*. Literatūra anglų ir lietuvių kalbomis. Visa literatūra „Open access“ ir rasta „Google Scholar“.

Rezultatai. Pasirinkus šaltinius, kurie atitiko įtraukimo kriterijus, buvo panaudota 100 skirtingų šaltinių, kuriais remiantis buvo apibendrintos nudegimų diagnostikos ir gydymo rekomendacijos.

Išvados. Nudegimų diagnostikai reikšmingiausi yra klinikiniai nudegimų diagnostikos metodai, įvertinama nudegimų apimtis (plotas ir gylis) bei pažeistos kūno vietos ir organai. Nudegimų diagnostikai ir aprašymui naudojama Tarptautinė nudegimų gylio klasifikacija, bendros nudegusio kūno ploto dalies įvertinimas (Devynetų taisyklė, delno metodas bei Lund-Browder aprašymo metodas). Nudegusio paciento pasveikimo prognozė įvertinama ir aprašoma remiantis Bauxo indeksu. Nudegimo pažeidimui patikslinti gali būti naudojamas lazerinis doplerio skenavimas, indocianino žalumos dažymo būdas, termografija ir dermatoskopas. Negilūs ir vidutinio gylio nudegimai gydomi uždengiant tvarsčiais. Labiausiai paplitęs ir prieinamas gilių nudegimų odos atstatymo būdas yra autologinės odos transplantacija. Gilių nudegimų ankstyva savos odos transplantacija yra efektyviausia jei atliekama per 2–12 dienų po nudegimo, tačiau ir vėlesniu laikotarpiu ne mažiau reikšminga, kadangi stabilaus, brandaus odos barjero sugrąžinimas yra neišvengiamai būtina gydymo sąlyga. Vis dėlto, nudegimo gydymas nėra apibrėžtas vienos chirurginės ar nechirurginės procedūros parinkimo rėmuose. Tai yra kruopščiai administruojamo integruoto, komandinio, klinikinės inteligencijos, resursų bei klinikinių padalinių koordinuoto darbo reikalaujantis gydymo projektai. Randų ir kontraktūrų gydymui turi būti skirtas didesnis dėmesys, nes randai ir kontraktūros sukelia funkcinį neįgalumą savęs tapatumo ir socialinės integracijos traumą. Reabilitacinis nudegimų gydymas yra įvairialypis ir susideda iš kineziterapijos ir kitų fizinių metodų, technologijomis paremtų terapijų ir psichologinės intervencijos. Reabilitacinis gydymas pradedamas stacionare iškart po traumos ir trunka keletą metų. Nudega įvairaus amžiaus, lyties ir profesijų žmonės. Pacientai dažniau nudega ne darbe, kadangi darbo aplinkoje nudegimų

rizikos veiksniai yra labiau kontroliuojami. Vis dėlto, vyresnio amžiaus moterys ir vaikai nudegimus patiria sąlyginai dažniau.

Raktažodžiai. Nudegimų diagnostika, nudegimų gydymas, nudegimas, ponudegiminis šokas, rekomendacijos.

2. SUMMARY

Albertas Maciulevičius "Recommendations for the diagnosis and treatment of burns"

Objective: Considering the complexity of burns diagnosis and treatment, and the need for updated information, the aim of this paper is to examine existing and new diagnostic and treatment recommendations.

Methods: In this study, literature sources were mainly selected from those published after 2014, i.e., no older than 10 years. Most of the articles were sourced from *PubMed*, *MDPI*, *ScienceDirect*, *Springer Nature*, and *Wiley Online Library*. The literature is written in both English and Lithuanian. Additionally, all sources were open access and found via Google Scholar.

Results. Based on the inclusion criteria, 100 different sources were reviewed, and the recommendations for burn diagnostics and treatment were summarized accordingly.

Conclusions. The most significant methods for diagnosing burns are clinical evaluations, including assessment of burn extent (area and depth) and identification of affected body parts and organs. Diagnostic classifications used include the International Burn Depth Classification and total body surface area estimation methods (Rule of Nines, Palmar Method, and Lund-Browder Chart). Burn recovery prognosis is evaluated using the Baux Index. Additional diagnostic tools may include laser Doppler scanning, indocyanine green staining, thermography, and dermatoscopy. Superficial and partial-thickness burns are treated using wound dressings. The most common and accessible method of skin restoration for deep burns is autologous skin grafting. Early autografting (within 2–12 days post-injury) is most effective, though later interventions are also essential, as reestablishment of a stable skin barrier is critical to healing. However, burn treatment cannot be reduced to a single surgical or non-surgical approach. It requires a meticulously coordinated, team-based, resource-aware, clinically intelligent, and integrative management strategy. More attention must be given to scar and contracture treatment, as these complications may result in functional disability and trauma to self-identity and social integration. Burn rehabilitation is multifaceted, involving physiotherapy, technology-assisted therapies, and psychological support. It begins in the inpatient setting immediately after injury and may last for several years. Burns affect people of all ages, genders, and professions. Most injuries occur outside the workplace, as occupational burn risk factors are better controlled. Nevertheless, elderly women and children experience burns relatively more often.

Keywords: burn diagnostics, burn treatment, burn injury, post-burn shock, recommendations.

3. SANTRUMPOS

PSO – Pasaulio sveikatos organizacija.

TBSA – bendras kūno paviršiaus plotas.

IGF-1 – į insuliną panašus augimo faktorius.

AH – augimo faktorius.

VR – virtuali realybė.

4. SĄVOKOS

Skysčių perkrova (angl. *Fluid creep*) – terminas, vartojamas, kai reanimuojant nudegusį pacientą panaudojama per daug skysčių ir sukeliamos komplikacijos, tokios kaip audinių ar plaučių edema.

Hidrokoloidiniai tvarsčiai – nudegimams gydyti naudojami tvarsčiai, kurie gaminami iš koloidinių medžiagų kartu su elastomerais ir alginatais.

Hidrogeliniai tvarsčiai – nudegimams gydyti naudojami tvarsčiai, pagaminti iš netirpių hidrofilinių sintetinių polimerų, tokių kaip polimetakrilatas ir polivinilpirolidinas.

Žuvies odos dangalai – tai tvarsčių analogai, gaminami iš dalinai apdorotos žuvies odos. Šie etninį gydymo pagrindą turintys tvarsčių analogai naudojami tiriamajam nudegimų gydymui.

5. ĮVADAS

Nudegimai, kaip sunkūs sužalojimai, vis dar yra didelė sveikatos sistemos problema. Nudegimų sukeltus sunkius sužalojimus dažnai lydi uždegiminės ir imuninės organizmo reakcijos, taip pat medžiagų apykaitos pokyčiai ir šokas – tai gali sukelti daugelio organų nepakankamumą ir gydymas yra sunkus ir sudėtingas [1]. Patyrus nudegimą, oda praranda pagrindinę, tai yra apsauginę barjerinę, funkciją – saugoti nuo patogenų, aplinkos veiksnių ir šilumos praradimo. Atsižvelgiant į nudegimo laipsnį, paciento būklę ir traumos aplinkybes parenkama teisinga gydymo taktika. Nudegimo sunkumas ir mastas gali svyruoti nuo nedidelio nudegimo iki didelio nudegimo ar net kritinio nudegimo [2]. Per paskutinius keletą dešimtmečių pasaulyje atsirado dar daugiau nudegimų gydymo centrų, kurių darbas lėmė geresnę gydymo kokybę ir sumažėjusį mirtingumą. Vis dėlto, net ir esant dideliui progresui gydant nudegimus, specialistams kyla nemažai problemų, nes nukentėjusieji daug dienų praleidžia ligoninėse, taip pat sudėtinga jų potrauminė priežiūra, randų gydymas ir psichologinių problemų sprendimas [3]. Amerikos nudegimų asociacija (angl. *American burn association*) atrinktoje nudegimų centrų 2018–2022 metų statistikoje pažymi, kad pagal lytį buvo 66 % vyrų ir 34 % moterų, paguldytų dėl nudegimų. Dauguma nudegimų buvo dėl ugnies – 40 %, dėl nuplikymų 32 %, kontaktinių nudegimų 10 %, elektros ir cheminių po 3 %, o likusieji 9 % dėl kitų priežasčių [4]. Nemirtini nudegimai sukelia daug gretutinių susirgimų, jiems gydyti reikalingas ilgas hospitalizacijos laikas, taip pat gali būti suluošinimas, neįgalumas, dažnai būdinga stigma ir atstūmimas [5].

6. DARBO TIKSLAS

Atsižvelgiant į nudegimų diagnostikos ir gydymo ypatumų sudėtingumą ir vis atnaujinamos informacijos poreikį, išnagrinėti esamas ir naujas diagnostikos bei gydymo rekomendacijas.

7. TEMOS AKTUALUMAS

Nudegimas yra vienas iš pavojingiausių sužalojimų, kuriuos gali patirti žmogus [6]. Tarp dažniausiai patiriamų traumų nudegimai užima 4 vietą visame pasaulyje ir aplenkia autoįvykius, nukritimus, smurtą. Tai sudėtingos traumos, reikalaujančios multidisciplininės priežiūros ir gydymo taktikos [7]. Pasaulio sveikatos organizacijos (PSO) duomenimis, maždaug 11 milijonų žmonių kasmet patiria nudegimų traumas, iš jų apie 180 000 miršta. Nudegimai sukelia sudėtingas, sunkiai gyjančias žaizdas, gretutinius susirgimus ir didelį mirtingumą [5, 8]. Tokios traumos dėl ilgo ir komplikuoto gydymo bei reabilitacijos yra finansinė našta valstybėms ir jos gyventojams [9].

8. LITERATŪROS APŽVALGA

Šiame darbe literatūros šaltiniai daugiausia pasirinkti ne senesni nei 2014 metų, t. y. naujesni nei 10 metų. Didžioji dalis straipsnių iš *Pubmed*, *MDPI*, *Sciencedirect*, *Springer nature*, *Wiley online library*. Paieškoje naudoti deskriptoriai „nudegimų diagnostika“, „nudegimų gydymas“, „nudegimas“, „ponudegiminis šokas“, „rekomendacijos“. Literatūra anglų ir lietuvių kalbomis. Visa literatūra „Open access“ ir rasta „Google Scholar“. Dėl vis gerėjančių diagnostinių gairių ir nudegimų centrų atsiradimo pacientų gydymas tampa vis sėkmingesnis. Teisingai pasirinktos gydymo taktikos ir prireikus chirurginės operacijos gelbsti ne tik gyvybes, bet ir pagerina išeitis bei gyvenimo kokybę. Dabar gydytojai gali naudoti įvairias tvarstomasias medžiagas, atlikti odos transplantacijas pasitelkdami įvairius odos pakaitalus. Kaip nurodoma lietuviškoje ir užsienio literatūroje, didžiausios problemos kyla dėl nudegimų jauname ir senyvame amžiuje bei šių traumų prevencijos. Nors nudegimų diagnostika ir gydymas stipriai pažengę į priekį, tačiau nepakankami prevenciniai mokymai, nespecializuotas gydymas, kol pacientas patenka į nudegimų centrus, per didelis antibiotikų naudojimas, neteisingas žaizdos sunkumo lygio nustatymas didina mirtingumo rodiklius ir ekonominę naštą valstybėms. Taip pat yra menkai išnagrinėtas reabilitacijos klausimas ir reikalauja papildomų tyrimų ateityje, nes socialinė stigma ir socialinis atstūmimas ir nepriėmimas dar yra akivaizdūs.

9. RIZIKOS FAKTORIAI

9.1. LYTIS

Pagal naujausius duomenis, nuo nudegimų dažniau miršta moterys nei vyrai, nors ir susižalojimų pobūdis, ir dažnis dvigubai didesnis tarp vyrų. Didelis moterų mirtingumas siejamas su nudegimais virtuvėje dėl nesaugių kaitinimo elementų, atviros ugnies, kai gali uždegti rūbus. Tarp vaikų berniukų susižeidimai yra 25–75 % dažnesni dėl laisvalaikio, elgsenos ir jų priežiūros skirtumų, todėl ir nudegimų dažnis yra daug didesnis [5, 10].

9.2. AMŽIUS

Vaikai, kaip ir vyresnio amžiaus moterys, dažniau patiria nudegimų sužalojimų, kurie užima 5 vietą tarp dažniausių nemirtinų traumų. Dažniausiai mažamečiai nusidegina karštais skysčiais, ypač daug nudegimų pasitaiko 6–36 mėnesių amžiaus vaikams dėl sparčiai besivystančios motorikos ir didelio judrumo, kai ant savęs užsiverčia arbatą ar kitą karštą skystį. Paauglystėje dalis nudegimų pasitaiko dėl pirotechnikos naudojimo, kitų pavojingų veiklų. Vyresnio amžiaus (virš 65 metų) žmonės nudegimus patiria dažniau dėl susilpnėjusios koordinacijos, pusiausvyros, situacijų vertinimo, kognityvinių gebėjimų bei gretutinių ligų [5, 10].

9.3. SOCIOEKONOMINIAI FAKTORIAI

Žmonės, gyvenantys šalyse, kur gaunamos mažos ir vidutinės pajamos, turi didesnę riziką patirti nudegimų sužalojimų nei gyvenantys šalyse, kur pajamos didesnės [5, 11]. Maždaug 90 % visų pasaulio nudegimų įvyksta besivystančiose šalyse. Dėl prasto gydymo ir nepakankamos sveikatos apsaugos sistemos pagalbos daugiau nei 40 % mirčių nuo nudegimų ištinka pietrytinių Azijos valstybių gyventojus [12].

9.4. KITI RIZIKOS FAKTORIAI

Be didžiųjų rizikos faktorių, yra ir mažesnių, kurių vaidmuo taip pat itin didelis. Darbas ir darbo sąlygos, kur dirbama su ugnimi ar pavojingoje aplinkoje, perpildytos erdvės, kur nesilaikoma saugumo reikalavimų, gretutinės ligos, kaip epilepsija, periferinė neuropatija, kognityviniai sutrikimai ar fizinė negalia. Taip pat pasikeitusi šeimos situacija, kai jaunos mergaitės gamina virtuvėje ar rūpinasi dar mažesniais vaikais. Rūkymas ir alkoholio vartojimas išlieka svarbia nudegimų priežastimi, kaip ir neteisingas degių medžiagų naudojimas [5].

10. NUDEGIMŲ DIAGNOSTIKA

10.1. NUDEGIMŲ GYLIO KLASIFIKACIJA

Nudegimo gylis gali būti vertinamas skirtingomis gylio klasifikacijomis. Dažniausiai naudojama Tarptautinė nudegimų gylio klasifikacija, kuri nustato odos pažeidimą pagal pažeistus histologinius odos sluoksnius [2]. 1 laipsnio nudegimas – epidermio nudegimas (angl. *superficial burn*), 2 laipsnio nudegimas – dalies odos storio nudegimas (angl. *partial thickness skin burn*), 2A laipsnio nudegimas – paviršinis dalies odos storio nudegimas (angl. *superficial partial thickness skin burn*), 2B laipsnio nudegimas – gilus dalies odos storio nudegimas (angl. *deep partial thickness skin burn*), 3 laipsnio nudegimas – viso odos storio nudegimas (angl. *full thickness skin burn*), 4 laipsnio nudegimas – kai pažeidžiami gilesni kūno audiniai (angl. *extension to deep tissues*) [13].

Paviršiniai nudegimai (1 laipsnio)

Paviršiniai nudegimai laikomi 1 laipsnio nudegimais, kurie pažeidžia tik epidermį. Šie nudegimai dažniausiai būna 5–10 dienų, per 3–4 dienas skausmas ir eritema pradeda mažėti, o vėliau pažeistas epitelis keičiasi į naują epidermio sluoksnį. Nudegimų žaizdos sugyja be randų. Tai vidutiniškai skausmingi nudegimai, rožinės spalvos, vietomis pereinantys į raudoną spalvą, sausos ir be pūslių žaizdos. Paspaudus nudegimai pabąla [13, 14].

Dalies odos storio nudegimas (2 laipsnio)

Dalies odos storio nudegimai laikomi 2 laipsnio nudegimais, kurių metu pažeidžiamas epidermis ir dalis dermos. Dar plačiau skirstomi į paviršinį (2A laipsnio) arba gilų (2B laipsnio) nudegimą [13, 14].

Paviršinis dalies odos storio nudegimas pažeidžia paviršinį dermos sluoksnį. Per 24 valandas po nudegimo tarp epidermio ir dermos iškyla pūslės. Dažniausiai, atliekant pirminę apžiūrą, pūslės būna vientisos ir nesutrūkusios. Po pūslės žaizdos labai skausmingos, šlampančios ir pabąla paspaudus. Tikslusis gylis nustatymas įmanomas tik po 12–24 valandų, nors nudegus gali atrodyti, kad pažeistas tik epidermio sluoksnis. Tokio tipo nudegimai dažniausiai sugyja per 7–21 dieną su nedideliais randais arba pigmento pokyčiais [13, 14].

Gilus dalies odos storio nudegimas – kai pažeidžiamas epidermis ir gilesnis dermos sluoksnis, taip pat plaukų folikulai, liaukinis audinys. Iš pirmo žvilgsnio nudegimas gali atrodyti lengvesnio laipsnio, tačiau atvėrus žaizdą ir ją paspaudus, ji sunkiai pabąla, gali būti sausa arba lyg vašku padengta ir skirtingų raudonos ir baltos spalvos atspalvių. Pacientas patiria nedidelį skausmą. Kartais skausmas padidėja tik spaudžiant žaizdą. Šie nudegimai gali sugyti ir be chirurgo intervencijos ir gydymo, tačiau randai yra neišvengiami. Nudegimas sugyja per 2–9 savaites. Dažnai susidaro hipertrofinių randų, o jei jie arti sąnario, tai gali sumažinti galimybes atsistatyti net ir pasitelkus kineziterapiją [13, 14].

Viso odos storio nudegimas (3 laipsnio)

Viso odos storio nudegimas, taip pat žinomas kaip 3 laipsnio nudegimas, yra be galo pavojingas ir gilus odos sužalojimas, kurio metu pažeidžiamas epidermis, visas dermos sluoksnis ir poodinis sluoksnis. Denatūravęs negyvos odos židinyje dažniausiai lieka vientisas ir jei užima didelį galūnės ar liemens plotą, gali pakenkti tų kūno vietų gyvybingumui. Nudegimai kieti ir sausi, paspaudus spalvos nekeičia. Spalva gali būti nuo vaškinės baltos iki pilkos ar apanglėjusios juodos. Plaukeliai lengvai ištraukiami iš folikulų. Dėl nervų pažeidimo pacientas nepatiria jokio skausmo ir nieko nejaučia. Gijimo procesas ilgas, virš 8 savaičių, ir reikalinga chirurgo intervencija, nes be tinkamo gydymo susidaro kontraktūrų, o savaiminis žaizdos sugijimas neįmanomas [13, 14].

Nudegimas su gilesniais kūno audinių pažeidimais (4 laipsnio)

Tokie gilūs nudegimai, kurių metu pažeidžiami ne tik odos sluoksniai, bet ir raumenys ar net kaulai, yra potencialiai mirtini. Jie sukelia daug komplikacijų, taip pat reikalauja ilgo, sudėtingo laipsniško gydymo [2, 13].

10.2. NEAIŠKAUS NUDEGIMO GYLIO NUSTATYMAS, NAUJI DIAGNOSTIKOS METODAI

Klinikinis nudegimo įvertinimas yra dažniausiai naudojamas metodas nustatant pažeidimo gylį, tačiau apžiūrą atliekant net ir patyrusiam chirurgui tai būna tikslu tik maždaug 60–75 %. Dažniais atvejais pacientų nudegimai būna įvairaus atspalvio, skirtingo gylio ir nevienodo sudėtingumo, todėl pasitelkiamos įvairios technologijos: lazerinio doplerio skenavimas, termografija, dermatoskopija, indocianino žalumos dažymo būdas.

Lazerinio doplerio skenavimas yra neinvazivus tyrimas, kurio metu nustatomas kraujo ląstelių judėjimo greitis paviršinėje dermoje. Toks rodiklis pateikiamas kaip indeksas ir vertinamas kaip kraujo perfuzija audiniuose. Šis tyrimas leidžia tiksliau diferencijuoti paviršinius ir gilius nudegimus ir priimti tinkamą gydymo taktiką, atsižvelgiant į tai, ar reikalingas chirurginis gydymas, ar užtenka ir konservatyvaus [13, 15].

Indocianino žalumos dažymo būdas atliekamas į veną suleidžiant dažo, kuris apšviečiamas ultravioletine šviesa. Vaizdinėje medžiagoje matoma tiek arterinė, tiek veninė fazė, kurios leidžia stebėti odos perfuziją pažeistose zonose [13].

Termografija naudojama odos perfuzijos indeksui nustatyti pasitelkiant audinio temperatūrą. Šis tyrimas pateikia dviejų dimensijų perfuzijos vaizdą dideliuose audinių plotuose [13].

Dermatoskopas leidžia įvertinti ne tik epidermį ir paviršinius odos komponentus, bet ir mikrocirkuliaciją. Dermatoskopo tikslumas siekia 96,7 %, tai yra daug tikslesnis tyrimas nei klinikinis įvertinimas [16].

10.3. NUDEGIMŲ DYDŽIO NUSTATYMAS

Tikslus ir nuodugnus nudegimų ištyrimas ir pažeisto ploto nustatymas yra esminis dalykas norint gydyti teisingai ir sėkmingai. Yra porą metodų, kaip medicinos personalas vertina nudegimus. Nudegimo dydis yra skaičiuojamas TBSA (angl. *total body surface area*, liet. bendro kūno paviršiaus ploto pažeidimas) procentais. Skaičiavimo metodai yra *Lund-Browder*, *devynių taisyklė* bei *delno metodas*. Paviršiniai (1 laipsnio) nudegimai nėra įtraukti į šiuos skaičiavimo metodus [13, 17, 18].

Lund-Browder metodas

Lund-Browder nomograma, sukurta 1944 m. po „Cocoanut Grove“ tragedijos, yra pats populiariausias ir tiksliausias metodas iš visų trijų suaugusiųjų ir vaikų nudegimams nustatyti. Nomogramoje yra pateikiamos priekinė ir užpakalinė kūno dalių schemos, kurios suskirstytos į regionus ir pagal tai sudaro procentinę viso kūno paviršiaus plotą dalį (angl. TBSA). Vaikams kiekviena ranka yra po 10 %, priekinis ir užpakalinis liemens paviršius po 13 %, o pacientų galvos ir kojų procentai skiriasi priklausomai nuo paciento amžiaus [18, 19].

Devynių taisyklė

Dėl skirtingų kūno proporcijų devynių taisyklė geriau pritaikoma suaugusiems nei vaikams. Atskiroms kūno dalims yra priskirtas procentinis bendro kūno paviršiaus plotas dydis: galvai ir kaklui 9 proc., krūtinei ir pilvui po 9 proc., visai rankai 9 proc., šlauniai ir blauzdai po 9 proc., juosmeniui ir nugarai taip pat po 9 proc., o tarpvietei ir genitalijoms tik 1 proc. Vaikams galvos ir kojų procentai skiriasi: galva – 18 proc., o kojos po 13,5 proc. [17, 18].

Delno metodas

Tai mažiausiai tikslus metodas, nes kūno proporcijos ne visada yra tikslios. Paciento delno dydis be pirštų yra prilyginamas 0,5 % viso kūno paviršiaus plotui, o kartu su pirštais 1 %. Delno dydis be pirštų naudojamas mažo dydžio nudegimams nustatyti, o su pirštais – didesniems. Gali būti naudojamas kaip vienintelis būdas arba kartu su devynių ir Lund-Browder aprašo metodu [2, 18, 20].

10.4. NUDEGIMŲ SUNKUMO KLASIFIKACIJA

Nudegimo sunkumą nusako keletas vertinimo kriterijų. Labai svarbu teisingai nustatyti anatominę nudegimo vietą, nudegimo gylį, dydį bei būdą. Pagal tai gydantys specialistai gali parinkti tinkamiausią gydymo planą [21].

1. Lengvas nudegimas
 - a. Antro laipsnio nudegimas suaugusiam, kuris yra mažesnis nei 15 % TBSA.
 - b. Antro laipsnio nudegimas vaikams, kuris yra mažesnis nei 10 % TBSA.
 - c. Trečio laipsnio nudegimas suaugusiam arba vaikui, kuris yra mažesnis nei 2 % TBSA.
2. Vidutinio sunkumo nudegimas
 - a. Antro laipsnio nudegimas suaugusiam, kuris yra tarp 15–25 % TBSA.
 - b. Antro laipsnio nudegimas vaikams, kuris yra tarp 10–20 % TBSA.

- c. Trečio laipsnio nudegimas suaugusiam arba vaikui, kuris yra tarp 2–10 % TBSA.
3. Sunkus nudegimas
- a. Suaugusiam, kurio antro laipsnio nudegimas didesnis nei 25 % TBSA.
 - b. Vaikams, kuriems antro laipsnio nudegimas didesnis nei 20 % TBSA.
 - c. Trečio laipsnio nudegimas suaugusiam arba vaikui, kuris yra didesnis nei 10 % TBSA.
 - d. Kvėpavimo takų nudegimai.
 - e. Elektros srovės sukelti nudegimai.
 - f. Nudegimai su trauma: galvos trauma, kaulų lūžiai, pilvo srities traumos.
 - g. Nėštumo metu patirti nudegimai.
 - h. Paciento ligotumas (imunosupresija, diabetas, kortikosteroidų vartojimas).
 - i. Galvos srities nudegimai, apimantys akis, veidą, ausis, taip pat didžiųjų sąnarių bei genitalijų nudegimai.

Lengvus nudegimus pacientai gali gydytis namuose, kai gydytojas paskiria reikiamą gydymą priėmimo skyriuje arba kabinete. Vidutinio sunkumo nudegimams reikalinga hospitalizacija, tačiau nebūtinai nudegimų centras. Sunkius nudegimus reikėtų hospitalizuoti ir gydyti nudegimų centre arba skyriuje [21, 22].

10.5. ANATOMINĖ NUDEGIMŲ VIETA

Anatominė nudegimų vieta varijuoja dėl tam tikrų faktorių, kaip: lytis, amžius, etiologija, paciento gyvenamoji vieta ir susižalojimo pobūdis. Gali būti galvos, veido, kaklo, kvėpavimo sistemos, krūtinės, pilvo, nugaros, rankų, kojų bei genitalijų nudegimų. Pavyzdžiui, Kinijoje moterims dažniau pasitaiko apatinių galūnių nudegimų, o vyrams – akių bei delnų. Vaikams iki 10 metų yra didelė rizika patirti viso kūno nudegimus, o jauniems (20–50 metų) žmonėms – galvos ir kaklo. Bendrai vertinant, dažniausiai nudegimų būna daugelyje kūno vietų [23].

11. GYDYMAS IR REKOMENDACIJOS

11.1. BENDRAI

Nudegimai ir jų gydymas yra viena iš svarbiausių medicininių problemų nuo antikinių laikų. Pirmieji gydymo būdai jau randami priešistoriniuose piešiniuose, senovės kinų mene, egiptietišrame papiruse. Išlikę istoriniai Hipokrato, Galeno ir kitų rašytiniai šaltiniai pateikia skirtingus tepalų receptus, tvarsčius ir gydymo planus, kurie buvo naudojami skirtingiems nudegimams. 16 amžiaus viduryje Ambrose Pare buvo pirmasis, kuris aprašė ankstyvą nudegimų išpjovimą. 1797 metais Edvard Kentish aprašė spaudimo tvarsčių naudojimą siekiant palengvinti nudegimų ir pūslių susiformavimo padarinius. 1839 metais Dupuytren, ištyręs daugiau nei 50

nudegimo atvejų, sukūrė klasifikaciją su 6 nudegimų gyliais [24]. 1928 atradus peniciliną, nudegimų gydymas smarkiai pasistūmėjo į priekį, nes pasidarė įmanoma kovoti su *Staphylococcus* bakterija ir išvengti toksinio šoko sindromo bei transplantuotų audinių užkrėtimo. Per paskutinius 50 metų, atsiradus geresniam šios traumos fiziologiniam supratimui, įvyko didžiausias šuolis gydant nudegimus. Nudegimų gydymas yra didis iššūkis, kuriam įveikti reikalingas tinkamas pirmosios pagalbos suteikimas, nudegimų gylio ir dydžio vertinimas, skysčių atstatymas, žaizdos ekscizija, odos transplantacija, infekcijos kontrolė ir tinkama mityba [25].

11.2. PIRMOJI PAGALBA NUDEGUS

Pirmiausia nudegusį pacientą reikia įvertinti pagal ABCDE metodą. Kuo skubiau privalo būti atliktas kvėpavimo takų, kraujotakos sistemos, taip pat neurologinės būklės ir aplinkos įvertinimas [2]. Esant nesunkiems nudegimams, nudegusią vietą reikia laikyti po bėgančiu vandeniu bent 20 minučių ir tai pradėti daryti ne vėliau nei per pirmas 15 min. po nudegimo. Nusideginus skysčiais reiktų nuimti šlapius rūbus ar audinius [22]. Pagal Kinijos nudegimų asociacijos rekomendacijas, kad nebūtų sukelta hipotermija, vėsavimo vandens temperatūra turėtų būti 12–25 °C [26]. Taip pat rekomenduojama, kai tik įmanoma, naudoti tokius žaizdų vėsavimo būdus kaip drėgni rankšluosčiai, šalto vandens purškimas ir vėsavimo savybių turintys hidrogeliniai tvarsčiai. Labai svarbu atsižvelgti į pūslių būklę ir kiek įmanoma labiau jas apsaugoti nuo papildomos pažaidos, kol pacientas atvyks iki nudegimų skyriaus, kad būtų sumažinta infekcijos ir gilesnių pažeidimų rizika. Rekomendacijose dar pažymima, kad norint laikinai apsaugoti žaizdą po vėsavimo, reikia naudoti sterilius, neprilimpančius tvarsčius [26].

Esant šarmų, rūgščių ar kitų cheminių medžiagų sukeltiems nudegimams, rekomenduojama nuvilkti pavojingomis medžiagomis užterštus rūbus, išvalyti žaizdą ir ją plauti po tekančiu vandeniu nuo 30 minučių iki 2 valandų. Ant žaizdų negalima naudoti neutralizuojančių medžiagų, nes cheminis procesas gali tik pabloginti nudegimą [22, 26].

Pacientui nukentėjus nuo elektros, pirmiausia užtikrinamas gelbėtojų saugumas atjungiant elektros srovę. Nudegimo vietos vėsavimo naudingumas neįrodytas, todėl žaizdos yra uždengiamos steriliais tvarsčiais ir ligonis kuo greičiau gabenamas į ligoninę [26].

11.3. PONUDEGIMINIS ŠOKAS IR SKYSČIŲ TERAPIJA

Ponudegiminis šokas ištinka pacientą sunkiai nudegus dėl normalios homeostazės sutrikdymo, kurį pradžioje sukelia vietinė, vėliau ir sisteminė reakcijos, kurių metu išsiskiria uždegimo mediatoriai ir citokinai. Distribucinio ir hipovoleminio šoko derinys sukelia kraujotakos nepakankamumą, kuris sumažina kraujo tūrį, padidina kraujagyslinį pasipriešinimą bei sutrikdo širdies veiklą. Ponudegiminis šokas pasireiškia per pirmas 24–72 valandas po pirminio susižalojimo, o pikas

pasiiekiamas praėjus 12–24 valandoms po nudegimo. Nėra vienos specifinės vertinimo sistemos, kuri būtų tiksliai nuspėti ponudegiminio šoko tikimybę ir sunkumą ir galėtų nustatyti skysčių kiekį, kurį pacientas privalo gauti. Nepaisant to, kaip svarbi atrankos priemonė, ar pacientui gresia šokas, yra nudegimo sunkumas. Pagal literatūros duomenis, nudegimams, kurie didesni nei 15–20 procentų bendro kūno paviršiaus ploto (TBSA), yra 2–3 laipsnio ir nepaviršiniai, būtina intraveninė terapija. Taip pat labai svarbu atkreipti dėmesį į susižalojimo mechanizmą, pobūdį, paciento fiziologiją ir kaip organizmas reagavo į pirminę pagalbą [7]. 1952 m. buvo pristatyta Evanso formulė – pirmoji gaivinimo po nudegimų formulė, pagrįsta kūno svoriu ir kūno paviršiaus ploto procentine dalimi. Tai buvo skysčių terapijos nudegimams gydyti pradžia, po kurios sekė tolimesni formulių kūrimai ir jų tobulinimai [27]. Teisinga skysčių terapija, pacientą gydant nuo použdegiminio šoko, yra kritinės svarbos terapinė intervencija. Net ir 2 valandas atidėta skysčių terapija didina mirtingumo riziką. Pagrindinis tikslas yra užkirsti kelią šokui išsivystyti ir kiek įmanoma sumažinti fiziologinių parametrų nuokrypį nuo normos, kol vyksta ląstelinis ir hormoninis atsakas. Siekiant optimizuoti skysčių atstatymą ir kartu išvengti skysčių pertekliaus, dėl kurio vėliau atsiranda ir plaučių edema bei kompartmento sindromas nepažeistose galūnėse ir pilvo srityje, buvo sukurtos kelios skysčių terapijos formulės [27]. 1968 metais daktaras Ch. R. Baxter sukūrė Parklando formulę, kuri yra plačiai naudojama ir pasirinkta kaip pagrindinė apskaičiuojant skysčius. Nors ši formulė yra geras pagrindas, tačiau ji turėtų būti koreguojama ir pritaikyta kiekvienam pacientui individualiai. Jos sukūrimo pradžioje skysčių kiekis buvo $3,8 \text{ mL} \pm 4 \text{ mL}$ 1 kilogramui viso kūno paviršiaus ploto, o vėliau suapvalintas iki 4 mL ir koloidų skyrimas rekomenduojamas tik 24–48 valandoms po traumos. Pusė viso paskaičiuoto skysčių kiekio turi būti paskirta per pirmas 8 valandas nuo nudegimo, o visas likęs kiekis per 16 valandų. Vaikams šalia jau paskaičiuoto skysčių kiekio taip pat turi būti paskiriamas ir palaikomasis skysčių kiekis, nes dėl ribotų glikogenų atsargų vaikus lengviau ištinka hipoglikemija. Tikslus susižalojimo laikas yra be galo svarbus, nes jei pavėluojama pradėti skysčių terapiją, pirmąją pusę viso skysčių kiekio gali tekti skirti kur kas greičiau. Infuzinis Ringerio laktato tirpalas dėl savo efektyvumo yra pirmo pasirinkimo kristaloidas, gydant hipovolemiją ir natrio trūkumą, kurį sukėlė nudegimas. Tai pigus, paprastai laikomas izotoninis kristaloidas, kurio sudėtis artima plazmos sudėčiai. Reikia vengti naudoti fiziologinį tirpalą dideliais kiekiais, nes tai gali sukelti hiperchloreminę acidozę. Visi skysčiai, kurie buvo suleisti pacientui iki atvykimo į ligoninę, turi būti apskaičiuojami ir atimti iš skysčių kiekio, kuris bus suleistas infuzijos būdu per pirmąsias 8 valandas [28, 29]. Per didelis skysčių kiekis taip pat yra problema. Retrospektyvinis tyrimas, kuris buvo atliktas Helsinkio nudegimų centre 2023 metais, parodė, kad dažniais atvejais skysčių kiekis buvo per didelis, maždaug $5,9 \text{ mL/kg/\%TBSA/24 h}$. Norint išvengti komplikacijų, apskaičiuotas skysčių kiekis turėtų būti laikomas pagrindiniu ir koreguojamas atsižvelgiant į šlapimo kiekį, kuris suaugusiems turėtų būti maždaug 0,5–1,0

mL/kg/val., o vaikams 1,0–1,5 mL/kg/val. [3, 30]. Atsiranda vis daugiau įrodymų, jog mažina komplikacijas, susijusias su edema ir skysčių perkrova (angl. *fluid creep*) reanimuojant. Tinkamiausiam koloidui atrasti reikalingos tolimesnės studijos, kurių metu būtų nustatyta tiksliausia sudėtis ir naudojimo laikas [27].

11.4. PONUDEGIMINĖ ANTIBIOTIKOTERAPIJA

Nudegusiems pacientams papuolus į ligoninę, dažnai užklumpa plačiai paplitusios ir pavojingos hospitalinės infekcijos. Be daugelio skirtingų gydymo taktikų, viena iš jų yra ir antibiotikoterapija [31]. 1928 metais škotų kilmės mokslininkas seras Aleksandras Flemingas padarė proveržį gydant mikrobines infekcijas atradęs peniciliną. Penicilinas buvo labai svarbus 1942 metais gydant per „Coconut Grove“ (JAV, Bostonas) gaisrą apdegusias aukas ir kovojant su stafilokoko bakterijomis, kurios paprastai sukeldavo toksinio šoko sindromą ir užkrėsdavo odos transplantatus [25]. 5 metų studijoje, kuri buvo atlikta Johanesburge, Pietų Afrikoje, daugiau nei 50 % nudegusiųjų turėjo augančias bakterijų kultūras kraujyje, dažniausiai *Acinetobacter baumannii*, *Pseudomonas aeruginosa* ir *Staphylococcus aureus* (MRSA) [32]. Žmonėms, kurių nudegimai yra infekuoti ir jiems reikalinga antibiotikų terapija, gydymas yra sudėtingesnis, nei sergant kitomis ligomis. Nudegusių žmonių organizmuose pakitus farmakokinetiniams antibiotikų parametrams (absorbcijai, metabolizmui, ekskrecijai, pasiskirstymui), atsiranda daug gydymo variacijų. Kaip pagrindinį pokytį galima įvardyti nepakankamą antibiotikų įsotinimą į audinius, o tai tiesioginis faktorius, nulemiantis nesėkmingą gydymą ir atsparumą vaistams, kaip ir įprastų dozių veiksmingumo sumažėjimą. Todėl nudegusiems pacientams standartinis gydymas ir gairės antibiotikams naudoti ne visada gali būti tinkamos [33]. Nudegimų žaizdas dažniausiai iš pradžių kolonizuoja gramteigiamos bakterijos, o tik po to gramneigiamos. Atsižvelgus į šį dėsnį, ankstyvasis sepsis, pasireiškęs dėl nudegimų, paprastai gydomas penicilinais, aminopenicilinais arba meticilinu, kurie puikiai veikia stafilokokus ir streptokokus, kurie yra gramteigiami. Ankstyvosios gramneigiamų bakterijų sukeltos infekcijos gali būti gydomos trečios kartos cefalosporinais. Vėliau esant poreikiui pacientai gali būti gydomi karbapenemais arba plataus spektro penicilinais su beta laktamazių inhibitorių deriniais, kad būtų apimtas didesnis spektras gramneigiamų infekcijų. Vankomicinas pridedamas, jei atsiranda MRSA arba aminoglikozidas, jei įtariamas *P.aeruginosa*, kuris atsparus daugeliui vaistų. Nustačius vaistams atsparią infekciją svarbu pašalinti visas galimas infekcijos patekimo vietas (šlapimo kateteriai, infekuoti ar mirę audiniai) [34]. Svarbu paminėti, kad antibiotikų, tokių kaip ciprofloksacinas ar penicilinai, kurie atsparūs fermentui penicilinazei, poveikis dažniausiai žaizdų vietose nustatomam sukėlėjui *Staphylococcus aureus* sumažėjo [33]. Daugelio Japonijos nudegimų centrų pastebėjimu, dažnu atveju, kai pacientas užsikrečia meticiliniu atspariu *Staphylococcus aureus*, atsiradusiu dėl kvėpavimo aparatų sukeltos pneumonijos,

naudojamas trimetoprimas / sulfametaksazolas. Šis vaistas pastebimai sumažino mirtingumą ir ankstyvą pneumonijos išsivystymą. Sisteminių antibiotikų naudojimas persodinant odą po nudegimų buvo aprašytas daugelyje tyrimų. Didžioji jų dalis užsimena apie retesnę odos atmetimą, taip pat sumažėjusią žaizdų kolonizaciją. Tinkami gydymo antibiotikais kursai gali užkirsti kelią sepsiui, kuris yra viena iš pagrindinių mirties priežasčių [33].

11.5. HIPERMETABOLIZMAS

Hipermetabolizmas vis dar yra rimta klinikinė nudegimų problema. Kiekviena organų sistema reaguoja ir metaboliškai kinta kaip atsakas į nudegimo traumą [35]. Stiprus katecholaminų sekrecijos padidėjimas su medžiagų apykaita iki 140–180 proc. ramybės būsenoje [2]. Hipermetabolinio atsako į nudegimą metu pakyla kraujo spaudimas ir pulsas, atsiranda insulino rezistentiškumas, suintensyvėja baltymų ir lipidų katabolizmas, kuris padidina energijos sunaudojimą ramybėje, kūno temperatūrą, viso kūno baltymų praradimą, raumenų nykimą. Toks atsakas būdingas visoms traumoms, kaip ir kritiškai ligotiems bei operuojamiems pacientams, tačiau hipermetaboliniai simptomai ypač išreikšti nudegimų traumas patyrusiems žmonėms [36]. Hipermetabolizmo gydymas skirstomas į farmacinį (augimo hormonas, į insuliną panašus augimo faktorius, oksandrolonas, propranololis, insulinas ir kiti) ir nefarmacinį (mityba, ankstyvas žaizdų uždarymas, kineziterapija).

11.6. KLINIKINĖ MITYBA

Mityba, nors ir kontroversiška tema, bet be galo svarbi gydant hipermetabolizmą. Pagrindinis tinkamos mitybos tikslas yra palaikyti pakankamą energijos kiekį ir gauti maistinių medžiagų, reikalingų gerai organų funkcijai ir gyvybingumui. Adekvatus ir greitai paskirtas enterinis maitinimas sumažina katabolinį procesą ir pagerina gydymo rezultatus. Tačiau esant per dideliu kalorijų ar baltymų kiekiui padidėja hiperglikemijos, anglies dioksido pertekliaus kraujotakoje, riebalų infiltracijos į organus bei azotemijos tikimybė. Paskutiniu metu ramybėje reikalingas energijos kiekis apskaičiuojamas naudojant lygtis, kurių parametrai yra kūno masė, amžius ir lytis. Kol kas nėra geriausio ir labiausiai paplitusio būdo (angl. *Gold Standard*) sudarant mitybą pacientams, patyrusiems nudegimus. Kiti rekomenduoja didinti gliukozės suvartojimo lygį, baltymų ir aminorūgščių kiekį bei mažinti riebalų ir pridėti riebalų rūgščių turinčią mitybą. Taip pat vis daugiau dėmesio susilaukia vitaminai ir mikroelementai. Esant sunkiems nudegimams, kurie išprovokuoja vitaminų ir mikroelementų pasišalinimą per šlapimą ir didelį jų praradimą per pažeistą odą, jų kiekis plazmoje per ilgus periodus ženkliai krenta. Mikroelementų organizme atstatymas sumažina nudegusių pacientų ligotumą, todėl vitaminų ir mineralų papildų skyrimas yra indikuotinas [37].

11.7. ADJUVANTINIAI GYDYMO PREPARATAI

Kasdienis rekombinantinio augimo hormono skyrimas pacientams, kurie buvo hospitalizuoti dėl nudegimų, davė labai gerus rezultatus mažinant hipermetabolizmą ir uždegimą. Naudojant rAH buvo pastebėtas teigiamas anabolinis efektas raumenyse ir odoje tiesiogiai per augimo hormono receptorių arba netiesiogiai per į insuliną panašų augimo faktorių (IGF-1). Tačiau atliktuose klinikiniuose tyrimuose vartojant rAH padidėjo ligotumas ir mirštamumas. Tiksliai nėra žinoma kodėl, tačiau tai siejama su hiperglikemija ir insulino rezistentiškumo padidėjimu. Vėlesniuose tyrimuose, nei vartojant šį hormoną trumpai, nei ilgai, nebuvo rasta sąsajų su mirtingumu tarp vaikų. Dėl gaunamų skirtingų tyrimų rezultatų šio hormono dabar nerekomenduojama vartoti [37].

Kaip organizmas reaguoja į insuliną panašų augimo hormoną (IGF-1), pradėta tirti dėl to, kad augimo hormonas (AH) didina IGF-1 kiekį ir nėra aišku, kas lemia teigiamą rAH poveikį, AH ar IGF-1. Tyrimuose su gyvūnais buvo pastebėtas priešuždegiminis efektas, taip pat sumažėjęs anabolinis ir streso atsakas. Dėl didelio šalutinio poveikio skiriant atskirai, IGF-1 buvo sujungtas 1:1 su jungiančiuoju proteinu (IGFBP-3). IGF-1/BP-3 kombinacija pagerino baltymų apykaitą ir susilpnino katabolizmą su mažesne hiper- arba hipoglikemija. Taip pat sumažina baltymų raumenyse irimą, pagerina imuninį atsaką bei sumažina uždegiminę reakciją. Tačiau dėl atsirandančių neuropatijų sunkiai nudegusiems pacientams šio vaisto klinikinis naudojimas yra pristabdytas, kol bus išspręstos ir pritaikytos reikiamos modifikacijos [37].

Oksandrolonas, nors ir pristatytas kiek daugiau nei prieš tris dešimtmečius, vis dar mažai ištirtas. Šis vaistas yra testosterono analogas, kuris turi tik 5 % androgeninio poveikio. Pacientams su nudegimais oksandrolonas pagerina baltymų, esančių raumenyse, katabolizmą padidindamas baltymų sintezę. Naudojant 10 mg oksandrolono, nepriklausomai nuo amžiaus sumažėjo nudegusių pacientų ligotumas ir mirtingumas. Pastebėtas ne tik trumpalaikis, bet ir ilgalaikis šio vaisto vartojimo privalumas, nes sumažina chroninį hipermetabolizmą ir padeda didinti ir raumeninę kūno masę, ir kaulų tankį, palyginus su pacientais, kurie nevartojo oksandrolono. Tačiau yra ir šalutinių efektų. Pastebėta, kad pacientų su plaučių ventiliacija ventiliavimosi laikas yra ilgesnis, būdingi pakilę kepenų fermentai ir galimas kepenų nepakankamumas. Nepaisant galimų šalutinių poveikių, oksandrolonas vis tiek yra puikus gydymo variantas, tačiau reikalaujantis atidumo jį skiriant [37].

β2 adrenerginių receptorių blokada, sukelta propranololio, viena iš veiksmingiausių antikatabolinių terapijų gydant terminius nudegimus. Katecholaminų kiekio padidėjimas yra pagrindinis mediatorius, sukeliantis hipermetabolizmą, todėl jų receptorių blokavimas gali turėti naudos. Ne

kartą pastebėta, kad greitas propranololio, kaip β_1/β_2 receptorių antagonistu, skyrimas turi priešstresinį ir priešuždegiminį poveikį. Propranololis taip pat mažina atsparumą insulinui pagerindamas gliukozės apykaitą, didina raumeninę kūno masę bei sumažina skeleto raumenų nykimą. Šis vaistas atstato sutrikusią mitochondrijų veiklą ir padeda sumažinti streso lygį bei hipermetabolinį atsaką. Ilgalaikis propranololio vartojimas pastebimai sumažino padidėjusį AKS, energijos kiekį, kuris reikalingas esant ramybės būsenos, ir riebalų kaupimąsi bei padidino raumeninę kūno masę, kartu užkirsdamas kelią kaulų nykimui. Svarbu pastebėti, kad propranololio sukeltų šalutinių poveikių buvo labai mažai [37].

Insulinas yra daugiafaktorinį poveikį turintis hormonas. Jis geba reguliuoti gliukozės apykaitą, veikti riebalų ir aminorūgščių apykaitą bei skatina ląstelių regeneraciją. Pacientams su prasta glikemijos kontrole yra didesnė bakteremijos ar grybelinės infekcijos rizika, taip pat didesnė mirtingumo rizika nei pacientams su sureguliuota gliukozės koncentracija kraujyje. Daugelyje studijų insulino terapija buvo naudinga pacientams su nudegimais. Tačiau ne visada pavyksta išlaikyti tinkamą glikemijos indeksą. Hipoglikemija dėl per didelio insulino terapijos skyrimo taip pat padidina mirtingumo riziką. Dabar yra rekomenduojama gliukozės koncentraciją palaikyti ties 130 mg/dl siekiant geriausios kontrolės zonos ir nesukeliant hipoglikemijos [37, 38].

Vis ieškant, kas galėtų prailginti persodintos odos išgyvenamumą, pagerinti jos būklę ir sumažinti atmetimo riziką, buvo pradėta taikyti imunosupresija. Azatioprinas, antitimocitų globinas, steroidai ir ciklosporinas pastebimai pagerino persodintų audinių išgyvenamumą [39]. 1998 metais Charles W. Hewitt iškėlė hipotezę, kad ankstyvas nekrotinių audinių išpjovimas bei autologinės odos persodinimas su ciklosporino imunosupresine terapija turi teigiamą efektą gydant nudegimus. Kaip ir buvo tikėtasi, persodintos odos atmetimas buvo ženkliai mažesnis naudojant ciklosporiną nei kontrolinėje grupėje [40].

Kiti gydymo pasirinkimai gali būti metforminas arba į gliukagoną panašus peptidas (GLP-1). Iš nedidelių tyrimų rezultatų matyti, kad metforminas gydant nudegusius pacientus sumažino endogeninės gliukozės gamybą, taip pat pagreitino gliukozės klirensą. Metformino pranašumas prieš kitus antidiabetinius vaistus, kad jis nesukelia hipoglikemijos. GLP-1 nudegusiems pacientams mažina gliukozės kiekį, tačiau įrodyta, kad jo, kaip vieno vaisto, nepakanka, todėl papildomai skiriamas insulinas [37].

11.8. KVĖPAVIMO TAKŲ NUDEGIMAI IR GYDYMAS

Inhaliacinės nudegimų traumos vis dar išlieka kaip pagrindinė kvėpavimo takų pažeidimo priežastis su dideliu mirtingumu [41]. Patobulėjus nudegimų priežiūrai, taip pat pasikeitė ir infekcijų pasireiškimo epidemiologija. Dabar viena iš populiariausių ir dažniausių infekcijų yra pneumonija. Kvėpavimo takų traumas patiria iki trečdaliao nudegusių pacientų ir daugeliui iš jų taikoma dirbtinė plaučių ventiliacija [42]. Pažymėtina, kad kol kas nėra optimalios plaučių ventiliacijos strategijos, kuri būtų tiksliai apibrėžta [41]. Yra trys susižalojimo klasės: supraglotinė, subglotinė ir sisteminė. Jų gydymo metodika skiriasi dėl patofiziologinių pokyčių skirtumo. Terminiai sužalojimai dažniausiai nenukeliauja giliau nei *supraglottis*, dėl efektyvaus šilumos išsisklaidymo viršutiniuose kvėpavimo takuose, taip pat dėl apsauginio *glottis* poveikio, kuris linkęs užsidaryti ir nepraleisti šilumos į apatinius kvėpavimo takus. Edema, kuri atsiranda dėl viršutinių kvėpavimo takų sužalojimo, gali juos užkimšti praėjus vos kelioms valandoms po nudegimo. Pagrindinis patofiziologinis subglotinės inhaliacijos traumos pokytis yra kraujotakos bronchuose padidėjimas. Sukelta gleivinės hiperemija pasireiškia kaip edema, padidėja gleivių sekrecija, plazmos transudacija į kvėpavimo takus ir inaktyvuojasi hipoksinė vazokonstrikcija. Visi šie pakitimai sustiprina kvėpavimo takų obstrukciją, kai epitelio atplaišos, fibrino krešuliai ir išsiskyrusių gleivių nuosėdos sutrikdo plaučių ventiliaciją. Skubus bronchoskopinis ištyrimas, diagnozės nustatymas ir tinkamo gydymo paskyrimas pagerina paciento gydymo rezultatus [42, 43]. Pagal turimus duomenis, yra matoma bronchoskopijos su išsiurbimu, purškiamo heparino fibrino san kaupoms šalinti, taip pat ir purškiamo acetilcisteino gleivių san kaupoms šalinti bei bronchus plečiančių vaistų skyrimo nauda [44]. Plaučių pažeidimas, sukeltas inhaliacinio nudegimo, turi tiesioginę sisteminę patofiziologiją, tokią kaip: hiperkapniją, acidozę, hipoksemiją, sisteminių uždegimą, kuris atsiranda dėl mediatorių, kurie išsiskiria uždegimo metu iš pažeistų plaučių. Anglies monoksidas (CO) ir cianidas yra tirpūs degimo produktai, kurie be galo nuodingi. CO jungiasi prie hemoglobino, todėl pablogėja oksigenacija audiniuose. Pirminis supraglotinio kvėpavimo takų pažeidimo gydymas yra oralinė arba nazalinė intubacija. Intubacija dauguma atvejų atliekama dar prieš pacientui atvykstant į nudegimų skyrių, ją atlieka patirties su nudegusiais pacientais neturintis personalas. Jei yra galimybė, pacientas turi gauti drėkinamojo deguonies, kad nebūtų apsunkintas sekreto pasišalinimas. Paciento galva turi būti pakelta 45 laipsnių kampu, kad jam gulint būtų sumažinta edema ir vidaus organų spaudimas. Steroidai ir diuretikai taip pat yra naudingi supraglotinio nudegimo metu. Subglotinio nudegimo gydymas koncentruojasi į pagrindines patofiziologines priežastis, tokias kaip edema, bronchų spazmas, gleivinės hiperemija. Gydant svarbu neprisidaryti daugiau žalos. Ventilatoriaus sukelta barotrauma dėl per didelio slėgio gali būti panašaus sunkumo į įtampos pneumotoraksą, o tai labai pavojinga gyvybei [42]. Daugiausia kvėpavimo takų nudegimams naudojami bronchodilatatoriai, mukolitikai, antikoagulantai [2].

Bronchodilatatoriai

Bronchodilatatoriai naudojami inhaliacinių nudegimų metu siekiant padidinti oro kiekio patekimą į plaučius. Albuterolis ir salbutamolis yra $\beta 2$ adrenerginiai agonistai, kuriuos naudojant buvo atlikti tyrimai su žmonėmis ir avimis. Avys buvo apnuodytos dūmais ir gydytos purškiamu epinefrinu ir albuteroliu ir tai pagerino PaO_2/FiO_2 santykį, nes sumažėjo bronchų spazmas. Taip pat epinefrinas mažina kraujo patekimą į pažeistus kvėpavimo takus [45, 46]. Muskarininių receptorių antagonistai, tokie kaip tiotropinas, sukelia parasimpatinę reakciją plaučiuose ir priverčia lygiuosius raumenis susitraukti kartu su citokinų ekskrecija bei pogleivio liaukų stimuliacija. Todėl kvėpavimo takuose sumažėja slėgis, gleivių sekrecija ir citokinų raiška. Yra įrodymų, kad ir muskarininių receptorių antagonistai ir $\beta 2$ adrenerginiai agonistai gali sumažinti uždegiminį organizmo atsaką. Taip pat abu receptoriai yra kvėpavimo takų epitelio liaukų ląstelėse ir gali padėti regeneruotis ir gyti po nudegimo [45].

Mukolitikai

Acetilcisteinas yra vienas iš pagrindinių mukolitikų ir gali stipriai pasitarnauti mažinant reaktyviųjų deguonies radikalų (ROS) žalą, nes šis vaistas yra stiprus reduktorius ir glutathiono pirmtakas. Jis puikiai suskaido kvėpavimo takų sekretą, bet dėl kvėpavimo takų dirginimo kaip šalutinį poveikį gali sukelti bronchų susiaurėjimą, todėl dažnai kartu skiriami ir bronchodilatatoriai [45].

Antikoagulantai

Inhaliaciniai antikoagulantai yra naudojami fibrino apnašoms mažinti, kurios po kvėpavimo takų traumos sukelia obstrukciją [45]. Keli ikiklinikiniai kvėpavimo takų traumos modeliai rodo teigiamą įkvėpiamojo heparino, kaip atskiro arba kartu su kitais vaistais, poveikį [47]. Naudojant hepariną, audinių plazminogeno aktyvatorius sumažina plaučių edemą, kvėpavimo takų obstrukciją ir pagerina dujų apykaitą [45]. Apžvelgus heparino, heparinoidų, antitrombino bei fibrinolitikų poveikį inhaliacinės traumos atveju, pastebėtas geresnis išgyvenamumas ir mažesnis ligotumas ikiklinikiniuose bei klinikiniuose tyrimuose [45, 48].

11.9. VIETINIS NUDEGIMŲ GYDYMAS

Teisingai pasirinktas tvarstis yra esminis dalykas, kuris lemia žaizdos gijimą ir atlieka keletą funkcijų. Tvarstis apsaugo epitelį, kuris ir taip jau pažeistas, sulėtina bakterijų ir grybelių kolonizacijas bei jas sumažina. Taip pat padeda palaikyti pažeistos odos padėtį. Po traumos pažeistos zonos praranda daug šilumos ir garina vandenį, todėl uždaras tvarstis padeda sumažinti šiluminius nuostolius. Svarbu, kad tvarstis užtikrintų žaizdos stabilumą ir suteiktų pacientui komfortą ir apsaugą [3]. Nepriklausomai nuo žaizdos pakenkimo lygio, labai svarbu teisingai ir

greitai ja pasirūpinti, atsižvelgiant į profesionalias priežiūros rekomendacijas. Tvarstis ir perrišimas parenkamas pagal žaizdos gylį, vietą, dydį, tipą bei išskyrų kiekį ir ar yra infekcija [49]. Pirmo laipsnio nudegimams dažniausiai ypatingų tvarščių nereikia. Skausmui malšinti ir drėgmei palaikyti užtenka įvairių balzamų, gelių alavijo pagrindu ar pantenolio. Antro laipsnio paviršiniai dalies odos storio nudegimai gali būti tvarkomi kasdien keičiant tvarščius [3]. Kai žaizdos pūslė nepažeista, rekomenduojama patepti aliejinio pagrindo kremu ir uždengti tvarščiu. Jei pūslė trūkusi ir pažeista, rekomenduojama pirmenybę teikti biologiniams tvarščiams arba putų formos tvarščiams, hidrokoloidiniams tvarščiams, tiems, kurie pasižymi geromis absorbcijos, drėkinimo funkcijomis [26]. Esant antro laipsnio giliam dalies odos storio nudegimui, trečio laipsnio nudegimui ir, svarbiausia, ketvirto laipsnio nudegimui būtinas operacinis gydymas, o pirminis gydymas tvarstant reikalingas tik apsaugoti nuo bakterinio augimo ir jį kontroliuoti bei užtikrinti žaizdos apsaugą nuo gilesnio pažeidimo [3]. Tradiciniai žaizdų tvarščiai, padaryti iš medvilnės ar marlės, sugeria labai daug drėgmės, kuri susidaro iš žaizdos, todėl išsausėjęs paviršius mažina gijimo greitį ir padidina skausmą nuimant tvarstį [49].

11.10. ODOS TVARŠČIŲ KLASIFIKACIJA

Pagal kliniškes tvarščių savybes jie skirstomi į antimikrobinius, turinčius gerą absorbciją, okliuzinius, prilimpančius ir šalinamuosius. Pagal tai, kokia yra jų fizinė forma, tvarščiai gali būti plėvelės, putų, gelio ar tepalo pavidalu. O pagal medžiagos kilmę tvarščiai yra gyvūninės, augalinės ir sintetinės kilmės [49, 50].

11.10.1. GYVŪNINĖS KILMĖS TVARŠČIAI

Šioje grupėje svarbiausi tvarščiai yra kolageno kempinės, kurios pasižymi gebėjimu sugerti didelį kiekį vandens – maždaug 40–90 g vienam gramui tvarščio. Ribotas šios rūšies tvarščių kiekis susijęs su sudėtinga ir brangia gamyba ir sunkumu teisingai juos sandėliuoti. Kolagenas turi veiksmingą hemostatinį efektą netekus daug kraujo [49]. Atlikus tyrimus su kolagenu, išgautu iš *Rhopilema esculentum* medūzų, pastebėta, kad kolageno kempinėlių sugėrė daugiau skysčių nei medicininės marlės. Taip pat kryžminis ryšys tarp liofilizuotų medūzų kolageno padidino jų stabilumą kempinėse. Kraujo krešėjimo rodikliai naudojant medicininės marlės, palyginti su kempinėmis, buvo kur kas didesni, o kolageno koncentracija koreliavo su hemostazės savybėmis. Kraujo krešėjimo savybės buvo geresnės kolageno kempinėse nei kontrolinėje marlėje ir tyrime buvo nustatyta, kad kempinių paviršius puikiai tinkamas eritrocitams ir trombocitams prikibti. Todėl iš gautų rezultatų matyti, kad naudojant medūzų kolageno kempinę galima pasiekti gerų žaizdų gydymo rezultatų [51].

Daug gerų gydymo rezultatų galima sulaukti ir naudojant nanopluoštą, pagamintą elektrinio verpimo metodu. Mokslininkų sukurtos kempinės iš tilapijos kolageno, naudojant minėtą metodą,

yra naudojamos tvarsčiuose. Šis produktas pasižymi dideliu terminiu stabilumu ir teigiamomis brinkimo savybėmis. Nanopluoštai skatina didesnę žmogaus keratinocitų proliferaciją. Per kontroliuojamą genų raišką šie tvarsčiai skatina epidermio atsinaujinimą. Remiantis rezultatais, tilapijų kolageno nanopluoštai gali būti naujas ir efektyvus žaizdų tvarstymo būdas, kuris yra ekonomiškai tvarus ir klinikinėje praktikoje gali užkirsti kelią infekcinėms ligoms plisti per pažeistą odą [49]. Taip pat paminėtina, kad jūrinio kolageno peptidai, išgauti iš Nilo tilapijos atskiriant jos kolageną, tyrimuose su triušiais pagerino žaizdų gijimo greitį [52].

11.10.2. SINTETINĖS KILMĖS TVARSČIAI

Atsiradus poreikiui gaminti tvarsčius iš pigios žaliavos, buvo sukurti tvarsčiai polimero pagrindu, kurie gaminami iš poliuretano. Poliuretanai dėl puikios biologinio suderinamumo, tinkamų mechaninių savybių, gero prisitaikymo prie žaizdos, dujų apykaitos ir mažo toksiškumo ląstelėms yra plačiai naudojami gydant žaizdas [54]. Jeffrey G. Lundin į poliuretano putas įtraukė kaoliną (baltąjį molį), kad jos įgautų hemostatinių savybių. Kaolino su poliuretanu kompozitai pasižymi geromis hemostatinėmis savybėmis net ir esant nedideliame kaolino kiekiui, maždaug 5 % visos masės. Dėl ekonominio efektyvumo ir absorbuojančių ir hemostatinių savybių šie kompozitai gali būti naudojami žaizdų tvarsčiams gaminti [55]. Kitame tyrime buvo taikytas vakuuminis sublimacinis džiovinimo būdas ir dalelių išgaudymo metodas, kurio metu buvo sukurtas naujas sintetinis, hemostatinis poliuretano ir šlapalo putų žaizdų tvarstis. Nustatyta, kad paruoštų plėvelių porų dydis buvo 50–130 μm , o poringumas 71,01 %. Esant geresnei skysčių absorbcijai į plėvelę, pasidarė įmanoma užtikrinti tinkamą žaizdos drėgnumą. Buvo pastebėtas geresnis poliuretano su šlapalu tvarsčių skysčių sugėrimas nei paprastų komercinių poliuretano tvarsčių. Tačiau naudojant tiek vienus, tiek kitus tvarsčius, odos reepitelizacija baigėsi po 13 dienų [56]. Heyu Li sukūrė termoreguliuojančius žaizdų tvarsčius, padarytus iš poli(*N-isopropylacrylamide*), poli(*L-lactic acid-co-ε-caprolactone*) ir antibiotiko ciprofloksacino. Šių tvarsčių naudojimas sumažino antrinių sužalojimų keičiant tvarsčius kiekį. Ciprofloksacinas pasižymėjo pakankamomis antibakterinėmis savybėmis prieš *E.coli* ir *S. aureus*. Bandymuose su žiurkių žaizdomis buvo pastebėta, kad termoreguliuojantys pluoštai su ciprofloksacinu pagerino žaizdų gijimo rodiklius, palyginti su paprastomis komercinėmis marlėmis [57].

11.10.3. AUGALINĖS KILMĖS IR KOMPOZICINIAI TVARSČIAI BE MEDIKAMENTŲ

Tvarsčiai be medikamentų dažniausiai gaminami hidrokoloidų ir alginatų pagrindu, kurie paprastai būna gelio, plėvelių ar sluoksniuotų putų pavidalu. Esminės šių tvarsčių savybės yra palengvinti nudegimo žaizdos gijimo procesą ir sudaryti tinkamos drėgmės žaizdos paviršių [49].

Alginatas yra biopolimeras, įvairiose biomedicinos srityse naudojamas dėl gerų savybių, tokių kaip netoksiškumas ir biologinis suderinamumas [58]. Pirmieji alginato pagrindu sukurti tvarsčiai buvo patvirtinti ir pradėti naudoti Japonijoje 1993 metais [59]. Alginato pagrindo tvarsčiai gaminami iš kalcio druskos ir natrio alginato rūgšties, būna putų ir lankstaus pluošto pavidalu. Pagrindinė šių tvarsčių dalis išgaunama iš rudųjų jūros dumblių, o susilietęs su žaizdos skysčiu alginatas sudaro gelį. Todėl išdžiūvusioms žaizdoms alginato pagrindo tvarsčiai nelabai tinka, nes efektyviausiam jo veikimui reikalinga drėgmė. Dėl nelipnumo ir gebėjimo sugerti skysčius šis tvarstis gali absorbuoti maždaug 20 kartų didesnę svorį iš žaizdų sekreto. Alginato pagrindo tvarsčius rekomenduojama naudoti vidutinio sunkumo ir sunkiai drenuojamoms žaizdoms, tačiau nepatartina naudoti 3 laipsnio nudegimams ar su atvirais kaulų lūžiais. Naudojant šiuos tvarsčius būtini antriniai tvarsčiai, nes visada galimas žaizdos dehidratavimas, o tai sulėtina gijimą [60]. Fateme Fayyazbakhsh atliktame tyrime su 3D spausdintuvu buvo gaminami tvarsčiai, naudojant klinikiniam pritaikymui tinkamus hidrogelius, skirtus giliems dalies odos storio nudegimams gydyti. Skirtingais santykiais buvo atspausdinti želatinos ir alginato mišiniai ir ištirtos naujų pluoštų mechaninės savybės, hidratacijos ir irimo greitis, reologinės savybės, siekiant išgauti geriausią hidrogelinę sudėtį žaizdoms gydyti. Tvarstis su 75 % želatinos ir 25 % alginato pasižymėjo geriausiomis klinikinėmis savybėmis. Šio tyrimo rezultatai parodė, kad 3D tvarsčiai su tinkamu želatinos ir alginato santykiu gali pagreitinti žaizdų gijimo procesą iki 7 parų ir palaikyti gilių dalies odos storio nudegimų drėgmę [57].

Terminas *hidrogelis* pirmą kartą paminėtas 1894 metais. Tai buvo koloidinis neorganinių druskų gelis, kuris skiriasi nuo šiandien naudojamų. Šių laikų hidrogelis, skirtas biologiniam naudojimui, sukurtas Wichterle ir Lim 1960 metais. Nors hidrogelių naudojimas medicinoje dabar yra plačiai pripažintas, iki 1974 metų publikacijų apie hidrogelius buvo mažiau nei 100 per metus [61]. Hidrogeliniai tvarsčiai yra pagaminti iš netirpių hidrofilinių sintetinių polimerų, tokių kaip polimetakrilatas ir polivinilpirolidinas. Didelis hidrogelio skysčių kiekis (maždaug 70–79 %) padeda granuliaciniams audiniams ir epiteliui gyti [60]. Šie tvarsčiai daugiausia naudojami gydyti sausoms žaizdoms, nes hidrogelis sukuria drėgną aplinką ir šalina negyvus audinius ir svetimkūnius [49]. Hidrogeliniai tvarsčiai palaiko sausų, gleivėtų ar nekrotizavusių žaizdų švarą rehidratuodami negyvus audinius ir padidindami autolitinį žaizdos valymąsi ir paviršinį šaldymą. Pacientams hidrogeliai gali sumažinti skausmą ir palengvinti tvarsčių keitimą. Taip pat naudojant hidrogelius galima išvengti galimų komplikacijų, susijusių su tvarsčių keitimu, tokių kaip infekcija, audinių maceracija ar skausmas dėl greito biologinio suirimo [62]. Valentin Brumberg straipsnyje pažymi, kad hidrogelius galima nesunkiai ir efektyviai sujungti su mezenchiminėmis kamieninėmis ląstelėmis (MKL) ir net jų produktais. Rezultatai parodė, kad terapinės mezenchiminės ląstelės (riebalinės kilmės mezenchiminės kamieninės ląstelės ir placentos mezenchiminės kamieninės

ląstelės) ir jų produktai kur kas efektyvesni kartu su hidrogeliais, nes padidina žaizdų susitraukimo greitį, nei naudojant kurį nors atskirai [63].

Hidrokoloidiniai tvarsčiai gaminami iš koloidinių medžiagų kartu su elastomerais ir alginatais. Dažniausiai šie tvarsčiai yra biologiškai suyrantys ir biologiškai suderinami. Hidrokoloidai puikiai tinka paviršinėms opoms, nedideliems nudegimams, sumušimams gydyti [49, 60]. Terminas *hidrokoloidas* pirmą kartą buvo pavartotas septintojo dešimtmečio pradžioje sukūrus karboksimetilceliuliozės, klijų ir lipnumą reguliuojančių medžiagomų mukoadheziinius tvarsčius, naudojamus burnos opoms gydyti. Ankstyvą hidrokoloidų naudojimą gydant terminius sužalojimus aprašė Hermansas ir Hermansas (1984 m.). Jie aprašė „Granuflex / Duoderm“ naudojimą gydant 24 pacientus, iš kurių 7 buvo su daugybiniais nudegimais, o tai leido palyginti tvarsčių efektyvumą su kitais gydymo būdais. Šis tyrimas atvėrė kelią tolimesnioms publikacijoms (1986, 1987 m.), kur buvo pastebėta teigiama dinamika paviršinius ir gilius nudegimus gydant su sidabro sulfadiazino kremu ir alograftais [64]. Hidrokoloidai, panašiai kaip ir hidrogeliai, gali sugerti minimalų ar vidutinį žaizdos eksudato kiekį. Jie yra uždari, todėl neleidžia iš išorės į žaizdą patekti bakterijoms, vandeniui ir deguoniui. Kai tvarstis susiliečia su nudegimo žaizdos išskiriamu skysčiu, jie kartu sudaro gelius ir sukuria drėgną aplinką, kuri apsaugo granuliacinį audinį [60]. Hidrokoloidinių tvarsčių naudojimas sukelia daug mažiau skausmo uždedant ir nuimant nei dauguma kitų tipų tvarsčiai. Jie taip pat gali būti įvairių formų, dydžių, storio bei skirtingo lipnumo kraštais, todėl dėl mažos tikimybės susiraukšlėti ar kraštams atlipti ir užsisukti jie labai gerai tinka žaizdoms, esančioms alkūnių, kulnų ar kryžkaulio srityse [65]. Taip pat hidrokoloidiniai tvarsčiai dėl mažo skausmingumo pertvarstant rekomenduojami naudoti vaikams [60]. M. Saaiq tyrime hidrokoloidiniai tvarsčiai, skirtingai nei naudojant sidabro sulfadiazino tvarsčius, pasižymėjo geresniais rezultatais analizuojant nudegimų gijimą, jo trukmę, tvarsčių kiekio sunaudojimą ir retesnę poreikį persodinti odą. Atsižvelgiant į gautus rezultatus, šie tvarsčiai turėtų būti pasirenkami gydant vaikų nudegimus, kai yra paviršinių nudegimų ar gilių dalinių odos nudegimų [66]. Hidrokoloidiniai tvarsčiai turi ir trūkumų. Jie nerekomenduojami stipriai eksuduojančioms žaizdoms ir neuropatinėms opoms gydyti, taip pat šie tvarsčiai naudojami kaip antriniai tvarsčiai [60].

11.10.4. TVARSČIAI SU MEDIKAMENTAIS

Į tvarsčių gamybos procesą įtraukus gydomąsias medžiagas, sutrumpėja žaizdų gydymas ir palengvėja jų tvarkymas. Viena pagrindinių gydomųjų medžiagų yra antibiotikai, nes juos galima naudoti norint išvengti žaizdų infekcijų [49]. Dažniausia antimikrobinė medžiaga sidabro sulfadiazinas, kurį veiksmingai galima naudoti prieš stafilokokus ir streptokokus, yra plačiai

taikomas nudegimams gydyti nuo 1968 metų [3]. Augimo faktoriai naudojami efektyvesnei odos regeneracijai, o vitaminai ir mineralai negyviems audiniams pašalinti [49]. Seniau kaip vaistų pernešėjai buvo naudojamos paprastosios marlės ar parafinu impregnuotos marlės. Šiais laikais medikamentams pernešti naudojami jau anksčiau minėti tvarsčiai alginato pagrindu, hidrogeliai, hidrokoloidai ar poliuretano plėvelės, putos. Normaliame audinių regeneracijos procese ląstelių veiklą reguliuoja augimo faktoriai. Kai žaizdos tampa lėtinės, ląstelės ir augimo faktoriai sulaikomi žaizdos epicentre esančiuose krešuliuose ir sutrinkdomas gijimo procesas. Paskyrus augimo faktorius iš išorės, buvo pastebėtas pagreitėjęs žaizdų gijimas [60]. Nekrozinį audinių pašalinimas fermentais yra labai svarbus gijimo procesui skatinti. Šiuo metu nekroziniais audiniams gydyti naudojami iš papaino ir kolagenazės pagaminti tepalai. Papainas išgaunamas iš papajų vaisių ir yra nespecifinė cisteino proteazė. Jis skaido daug skirtingų nekrozinį audinių substratų. Kitas fermentinio šalinimo pavyzdys yra kolagenazė. Kolagenazės tepalas yra selektyvus, todėl skaido tik kolageną, kuris yra pagrindinė negyvų žaizdos audinių dalis. Tvarstymas su kolagenaze trumpina uždegiminį procesą, nes sumažėja uždegiminių citokinų kiekis. Taip pat jis gali paskatinti žaizdos gijimą dėl didesnės ląstelių migracijos, jų proliferacijos ir angiogenezės [67].

11.11. CHIRURGINIS NUDEGIMO ŽAIZDŲ GYDYMAS

Ankstyvas chirurginis nudegimų gydymas yra viena iš svarbiausių procedūrų, kuri gali būti atlikta ligoninėje. Nudegimų ekscizija ir odos transplantacija duoda geriausius rezultatus, kai būna atlikta per 2–12 dienų po nudegimo. Ankstyvas nudegimo žaizdos sutvarkymas yra be galo svarbus pacientų išgyvenamumui ir gydymo rezultatams [68]. Ankstyvas nudegimo žaizdos išpjovimas yra geriausias ir labiausiai paplitęs gydymo būdas (angl. *Gold Standard*), norint suvaldyti hipermetabolizmą ir pašalinti nudegimo židinį, kuriame gali plisti infekcija ir susidaryti didesnė sepsio rizika [1]. Šašų ir pūslių išpjovimą ir atvėrimą reikėtų atlikti kiek galima greičiau, kad būtų išvengta antrinės žalos, daromos nestabdomos uždegiminės kaskados. Daliniai ar viso odos storio nudegimai ir negyvos odos zonos sudaro tinkamą aplinką gramteigiamam celiulitui atsirasti ir taip apsunkina žaizdų gijimą, sutrinka fiziologinės žaizdos savybės, atsiranda kontraktūrų ir funkcinis deficitas [68, 69]. Nesvarbu, koks operacinis metodas pasirenkamas, svarbiausia yra uždaryti žaizdą [1].

Tangentinė nudegusių audinių ekscizija naudojama negyvam audiniui ir šašui pašalinti sluoksniu po sluoksniu, kol pasiekiamas gyvybingas kraujuojantis audinys. Šis metodas, esant tikslesniam mirusių audinių šalinimui ir sumažintam gyvų audinių pertekliniam išpjovimui, sumažina sergamumą ir mirtingumą. Nudegusiems pacientams atlikus žaizdų ekscizijas ir transplantacijas, sutrumpėja hospitalizacijos trukmė ir paspartinamas gijimas [68, 69]. Jei paciento būklė pakankamai stabili, kad būtų galima operuoti, ir jo donorinės odos vietos yra tinkamos, turėtų būti

atliekama autotransplantacija, kol žaizda yra neužkręsta ir šviežia. Jei nėra sutariama dėl žaizdoje esančių audinių gyvybingumo ar bakterinio užterštumo, reiktų naudoti laikiną alograftą išvalytai žaizdai uždengti. Chirurginiu požiūriu, nerekomenduotina palikti visiškai sudegusių odos sluoksnių ir reikėtų išvalyti žaizdą iki gyvų audinių. Odos transplantatai, nepriklausomai nuo eiliškumo, paprastai yra tinkliniai ir skirti nugarai, liemeniui, kojoms bei rankoms. Kosmetinėms sritims, tokioms kaip rankos, veidas ar kaklas, naudojami lakštiniai transplantatai [1].

Kraujo netekimas yra dažna problema chirurginio nudegimų gydymo metu. Pacientai gali prarasti iki kelių litrų kraujo. Svarbu turėti pasiruošus eritrocitų masės ir plazmos, jei reiktų atstatyti kraujo tūrį. Kad nebūtų per daug prarasta kraujo, galima naudoti kompresinius tvarsčius, turniketų, galūnių pakėlimą, epinefrino tirpalus, elektrokauterį, rekombinantinį trombiną ar fibrinogeną. Taip pat nukraujavimą mažina etapis ekscizinis gydymas ir persodinimas. Visi išvardyti variantai gali padėti išvengti anemijos ar hemodinaminio nestabilumo antrinio nukraujavimo metu operuojant pacientą [68, 70].

11.11.1. ŽUVIES ODOS TVARSČIŲ ANALOGAI

Gydant nudegusių pacientų žaizdas, galima naudoti žuvies odos transplantatus, ypač kai trūksta donorinės odos vietų. Šie transplantatai gaminami iš minimaliai apdorotos Atlantinės menkės odos [17]. 2013 metais JAV maisto ir vaistų administracija patvirtino Šiaurės Atlanto menkės naudojimą įvairioms žaizdoms gydyti. Žuvies odos transplantate gausu kolageno, fibrino, glikozaminoglikanų ir proteoglikanų, todėl puikiai gali būti naudojamas kaip odos pakaitalas [71]. Ankstesniuose tyrimuose buvo įrodyta, kad omega-3 polinesočiosios riebalų rūgštys, dokozaheksaeno rūgštis ir eikozapentaeno rūgštis, kurių labai daug žuvyse, taip pat ir jų odoje, sumažina uždegimines reakcijas ir skatina prouždegiminius citokinus, reikalingus žaizdų gijimui skatinti [72]. Vienoje ikiklinikinėje studijoje buvo tiriami dviejų tipų odos transplantatai – iš žuvies odos, kurioje gausu omega-3 riebalų rūgščių, ir galvijų vaisiaus odos, kurie buvo chirurgiškai uždėti ant gilių dalinių odos nudegimų žaizdų. Kaip tiriamieji objektai, buvo šešios atsitiktine tvarka anestezuotos Jorkšyro kiaulės. Naudojant abu transplantato tipus žaizdos padengtos sėkmingai, kol pradėjo formuotis granuluotas žaizdos dugnas ir tapo tinkamas vėlesnei odos transplantacijai, jei toks gydymo metodas būtų indikuotinas. Siekiant nustatyti funkcinis žaizdų gijimo rezultatus, buvo vertinama vaskuliarizacija, žaizdos hidratacija ir barjerinių funkcijų atkūrimas. Žuvies odos transplantatas pasižymėjo greitesne epitelizacija, mažesne žaizdos kontrakcija nei galvijų vaisiaus odos transplantatas. Statistiškai reikšmingas reepitelizacijos procesas įvyko 14 parą, o tai parodė, kad žuvies odos transplantatai gali būti naudojami didelio ploto žaizdoms gydyti. Naudojant abu tirtus odos pakaitalus oda reepitelizavosi per 60 parų nuo nudegimo, šio tyrimo išvados kliniškai reikšmingos, nes greitesnis žaizdų uždarymas sumažina potencialių infekcijų riziką [73]. Palyginti

su, pavyzdžiui, kiaulių ar galvijų odos transplantatais, žuvies odos gaminiai turi mažesnę riziką pernešti tokias ligas kaip Krocifeldo-Jakobo liga, kuri priklauso spongiforminės encefalopatijos ligų grupei, todėl sterilizavimo procesas gali būti supaprastintas, kurio metu nebūtų sunaikintos omega-3 riebalų rūgštys [71, 74]. Kitame tyrime Ahmed Ibrahim įvertino Nilo tilapijos odą kaip biologinį tvarstį, naudojamą asilų metakarpaliniams viso odos storio nudegimams gydyti. Žuvies odos transplantatai buvo paimti nuo šviežių Nilo tilapijų ir 5 minutėms panardinti į sidabro nanodalelių tirpalą, kad būtų tinkamai sterilizuoti. Kiekvienam asilui buvo padarytos 2 centimetrų odos žaizdos, kurios reprezentuotų viso odos storio nudegimą. Dešinėsios pusės žaizdos buvo tvarstomos steriliomis žuvų odomis, o kairės pusės – su steriliais neprilimpančiais tvarsčiais be papildomų vietinių medikamentų. Žaizdos buvo vertinamos mikrobiologiškai, histologiškai praėjus 7, 14 ir 21 parai po žaizdų atsiradimo. Tyrimo išvadose buvo pastebėtas reikšmingas mikrobu sumažėjimas žaizdose, kurios buvo apdorotos su žuvų oda. Sumažėjo bendras bakterijų skaičius, stafilokokų ir *E. coli* bei panašių koliforminių bakterijų kiekis. Naudojant žuvų odą, pastebimai susitraukia ir sumažėja žaizda ir epitelio tarpas ir reikia daug mažiau pertvarstymų, palyginus su paprastai tvarstoma žaizda [75].

11.11.2. AUTOLOGINĖS ODOS PERSODINIMAS

Nors ir atliekami moksliniai tyrimai su įvairiais transplantatais, pripažįstama, kad autologinės odos transplantatai yra geriausias ir labiausiai paplitęs gydymo būdas (angl. *Gold Standard*) chirurgijoje norint išgydyti nudegimų sukeltas traumas, nes joks, kad ir labai išstobulintas, odos pakaitalas nesugeba užtikrinti pakankamos odos funkcijos. Per keletą pastarųjų dešimtmečių odos persodinimas stipriai patobulėjo. Ne tik autologinės transplantacijos buvo tobulinamos ir optimizuojamos, taip pat buvo tiriami alogeniniai odos transplantatai ir jų panaudojimas, tačiau rezultatai nebuvo tokie geri ir sėkmingi [76].

Odos transplantatai dažniausiai skirstomi pagal donoro odos gylį. Viso storio odos transplantatas apima visą epidermį ir dermą išsaugant ir pridėtines struktūras. Dalies storio odos transplantatai apima visą epidermį ir dalį dermos, kurioje tik dalis pridėtinių struktūrų. Epidermio odos transplantatus sudaro tik epidermio sluoksnis, kuriame gausu keratinocitų ir melanocitų, kurie patenka į recipiento vietą [77].

Odos transplantatus taip pat galima skirstyti pagal transplantato paėmimo būdą. Žnybimo, arba perforacinis transplantato paėmimo, būdas (angl. *pinch or punch grafting*), kai oda paimama naudojant skalpelį arba perforacinę biopsijos įrankį, paprastai taikomas, kai reikalingi maži donoriniai plotai. Kai reikalingi dideli donoriniai plotai, pasitelkiami mechaniniai arba elektriniai dermatomai efektyvumui didinti. Prieš pradedant naudoti šiuos transplantatus, jie padaromi

tinkliniais, kad padidėtų paviršiaus plotas, pro tarpus galėtų pasišalinti eksudatas ir nesutriktų transplantato ir žaizdos dugno sąveika [77].

Autologinis odos persodinimas, o ypač dalies odos storio persodinimas, yra pagrindas gydant nudegimų žaizdas rekonstrukcinėje chirurgijoje. Tačiau naudojant šiuos transplantatus yra ir apribojimų dėl didesnio sergamumo ir donorinių vietų trūkumo, ypač pacientams su dideliais odos nudegimų plotais [78]. Taip pat odos persodinimas yra siejamas su estetiniu ir funkcinio donorinių vietų pablogėjimu, kaip ir pačių nudegimų vietų dėl hipertrofinių randų, kitokio, nei sveikos odos, elastingumo ir sąnarių judesių apribojimų susidarius randinėms kontraktūroms [79]. Todėl vis dar didelis iššūkis yra užtikrinti patenkinamą estetinį rezultatą operuojant plataus masto nudegimus.

Abdulmalik Alsaif atliktame tyrime buvo bandoma palyginti viso ir dalies odos storio transplantato rezultatus gydant vaikų plaštakų nudegimus. Gauti rezultatai parodė, kad viso storio odos transplantatai statistiškai reikšmingai sukėlė mažiau kontraktūrų ir rečiau prireikė chirurginės intervencijos. Antriniai rezultatai atskleidė, kad pilno storio odos transplantatai turėjo geresnį pooperacinį funkcinį pajėgumą nei dalinio storio odos transplantatai, o daliniai buvo pranašesni vertinant randus, estetiką ir spalvą. Nei donoro, nei recipiento vietos žymiai nesiskyrė vertinant pagal jutimus ir nekėlė nusiskundimų [80].

11.12. REKONSTRUKCIJA, KONTRAKTŪROS IR RANDAI

Ūmios fazės nudegimų žaizdų gydymas ir vėlesnės gydymo taktikos ir intervencijos yra be galo svarbios tolimesniam žaizdų gijimui ir randų kokybei [80]. Sudėtingoms žaizdų gijimo problemoms spręsti buvo sukurti odos pakaitalai, kurie pradėti naudoti nudegimams gydyti ir rekonstrukcinėje chirurgijoje. Šie odos pakaitalai buvo sukurti imituoti žmogaus odos dermos sluoksnio struktūrą ir būti panašūs į jį bei atlikti panašią funkciją. Dėl komponentų, tokių kaip elastinas, kolagenas ir sintetinių polimerų kombinacijos, įvairovės šie pakaitalai gali būti naudojami kaip audinių atstatymo ir regeneracijos pagrindas. Uždėti ant žaizdų, odos pakaitalai prisideda prie ląstelių migracijos ir naujų audinių susiformavimo, taip pat skatina žaizdų gijimą. Pacientams, kuriems atliekamos rekonstrukcinės operacijos, odos pakaitalai dėl savo unikalios sudėties turi keletą privalumų, tokių kaip potencialus randų kokybės pagerėjimas ir jų kokybiškesnis susiformavimas [81, 82]. Atliekant operacines rekonstrukcines žaizdų ir randų procedūras, odos pakaitalai gali turėti lėtesnį gijimo greitį, nes yra reikalingas ilgesnis laikas tikrajai odai peraugti per dermos pakaitalą, lyginant su dalies odos storio transplantatais. Net ir žinant šį trūkumą, yra daroma prielaida, kad taikant rekonstrukcinį nudegimų ir jų randų gydymą odos pakaitalai duoda geresnių rezultatų [81].

Esant giliems daliniams ir viso odos storio nudegimams, kurių gydymas yra pavėluotas arba nepakankamas, dėl dažnai susidarančių nudegimo randų kontraktūrų pacientai gali likti neįgalūs. Po nudegimų susidariusios kontraktūros būna labai skausmingos, neišvaizdžios ir niežti. Dažnai tokie

pacientai susiduria su kasdienių darbų sunkumais [83]. Yra ne vienas gydymo būdas kontraktūroms mažinti: kortikosteroidų injekcijos, antihistamininiai vaistai, hidroterapija, dinaminiai arba statiniai įtvarai, lazerinės terapijos, chirurginė ekscizija ir rekonstrukcija. Tačiau iki dabar nėra visiškai aišku, kokias gydymo taktikas rinktis ir kaip dažnai jas taikyti [83, 84]. Kol kas geriausius rezultatus kontraktūroms atpalaiduoti suteikia chirurginis gydymas. Defektus reikia keisti donoriniais odos dariniais, kurie atitinka spalvą, paslankumą ir tekstūrą. Geriausias atitikmuo yra odos lopai, kurie užtikrina geresnius funkcinis rezultatus po defektinių odos darinių prapjovimo ir atpalaidavimo. Geriausias ir labiausiai paplitęs gydymo būdas (angl. *Gold Standard*) odos randų rekonstrukcijoje yra gretimų odos darinių naudojimas, nes taip sumažinamas skirtumas tarp odos savybių. Yra bandoma išlaikyti pusiausvyrą tarp randų atnaujinimo ir donoro vietų sužalojimo bei tolimesnio gijimo, tačiau tai yra sudėtinga problema, nes reikia atsižvelgti į nudegimo ploto dydį, pažeidimo sritį ir galimybes naudoti donorinės odos lopus iš nesudegusių vietų [83].

Atliktame tyrime nustatyta, kad dažniausios rekonstrukcinės vietos yra kaklo ir viršutinių galūnių, nes netinkamas šių anatominių vietų gydymas gali sukelti didelį funkcinį neįgalumą, todėl jų rekonstrukcija būtina. Populiariausi rekonstrukcijos būdai yra odos lopų ir autotransplantatų. Nors dalinių odos transplantatų taikymas susijęs su mažu pacientų sergamumu ir jie plačiai naudojami labai stipriai nudegusiems pacientams, pasikartojančių kontraktūrų skaičius yra daug didesnis. Šis tyrimas atskleidė, kad norint, jog būtų nustatyti prevenciniai metodai, didesnis dėmesys turi būti skirtas randams ir kontraktūroms gydyti ir metodams kurti [85].

12. NUDEGIMŲ REABILITACIJA

Pacientams patyrus didelio laipsnio ar sunkumo nudegimų traumas, prasideda ilgas sveikimo kelias, kurio metu fiziologinės funkcijos dažnu atveju yra sunkiai atkuriamos, o kartais ir apskritai to padaryti nepavyksta. Todėl, siekiant kuo sėkmingesnės nudegusio paciento reabilitacijos, svarbų vaidmenį atlieka intervencinės priemonės, tokios kaip chirurgija, farmakologinės priemonės, dieta, fizinė reabilitacija [86]. Nudegimų traumas yra labai sudėtingos ir būtinas įvairialypis požiūris bei gydymas, įskaitant specializuotą medicininį ir chirurginį gydymą, o vėliau ir reabilitaciją. Nukentėjusiems nuo nudegimų ir jų artimiesiems labai svarbi psichosocialinė pagalba [1, 87]. Dideli nudegimai dažnai susiję su neigiamomis pasekmėmis, tokiomis kaip gyvenimo kokybės, psichosocialinės gerovės sumažėjimas, nuolatinis skausmas, miego sutrikimai, fizinio aktyvumo sumažėjimas ir negalėjimas grįžti į darbą ar normalų gyvenimo tempą. Visa tai gali turėti neigiamą įtaką žmogaus šeimyniniame gyvenime ir sudaryti papildomų iššūkių sveikatos sistemai, ypač jei pacientas gyvena regionuose ir yra žemi socialiniai ir demografiniai rodikliai [88, 89].

12.1. FIZINIAI METODAI

Spaudimo terapija taikoma žaizdų ir odos transplantatų profilaktikai ir jiems gydyti, kai gijimas trunka ilgiau nei 14–21 parą ir atsiranda didesnė hipertrofinių randų rizika. Kai oda pradeda gyti ir gali toleruoti suspaudimo ir šlyties jėgas, rekomenduojama suspaudimo terapiją taikyti 23 valandas per parą, kol randinis audinys subręsta. Kad būtų taikomas nuolatinis spaudimas randams, naudojami specialiai tam pritaikyti drabužiai, įtvarai, permatomos veido kaukės. Teoriškai optimalus spaudimas turi būti didesnis nei kapiliarų (t. y. > 24 mmHg). Klinikiniuose bandymuose teigiami rezultatai buvo matyti naudojant slėgį, kuris siekė vos 5–15 mmHg. Tačiau daugelis autorių teigia arba įrodo, kad 15 mmHg ar net 20–30 mmHg slėgis yra būtinas gijimo procesui greitinti, o mažo slėgio poveikis yra minimalus [90, 91].

Fiziniai pratimai yra svarbūs kasdieniai nudegusio paciento gydymo komponentai. Sunkūs nudegimai padidina katabolizmą, todėl pacientai praranda raumeninę kūno masę – sumažėja aktyvumas ir padidėja raumenų silpnumas. Fizinio aktyvumo stoka ir ilgas lovos režimas daro įtaką reabilitacijos procesui. Dėl hipertrofinių randų susidarymo ir kontraktūrų atsiradimo pacientai praranda judesių amplitudę, todėl reabilitacijos programa pradedama nuo aktyvių ir pasyvių judesių, viršutinių arba apatinių galūnių jėgos lavinimo arba atstatymo, iki sudėtingesnių pratimų, tokių kaip lovos dviračio naudojimas. Vėliau pacientas sodinamas, statomas išbūti su pagalba arba be jos. Priklausomai nuo paciento būklės, fizinė reabilitacija, konsultuojantis su gydančiu gydytoju, gali būti pradėta ir po 24–48 valandų po nudegimo ar chirurginės intervencijos [86, 91].

Šalia įprastinio nudegimų gydymo, kaip nurodoma Hend M. Elazazy tyrime, veiksminga priemonė yra odos reabilitacinė masažo terapija, kuri padeda suvaldyti randinio audinio susidarymą ir skatina greitesnį žaizdų gijimą, ją taikant atsiranda judesių laisvė ir didėja jų amplitudė, taip pat mažėja skausmas ir niežulys. Nudegimų randų turintiems pacientams dažnais atvejais pasireiškia vidutinio arba stipraus sunkumo niežulys. Suaugusiems pacientams niežulys būna iki 78 % atvejų. Niežulį gali sukelti žaizdos, esant pažeistoms prakaito liaukoms, sausumas, randų susidarymas ir audinių stingimas, kuris yra žaizdos gijimo proceso dalis. Tyrimo rezultatai parodė, kad skausmas, niežėjimas ir randų sunkumas reikšmingai sumažėjo reabilitacinėje programoje naudojant odos masažą ir geresni rezultatai matomi pirmą ir trečią tyrimo savaitę. Išvadose yra rekomenduojama masažo terapiją taikyti kaip sudėtinę reabilitacinio nudegimų gydymo dalį [92]. Vis dėlto Yu-ting Zhang, Cecilia W. P. Li-Tsang paskelbtoje sisteminėje analizėje, kurioje buvo bandoma nustatyti mechaninio tempimo naudą gydant hipertrofinius randus po nudegimų, nurodoma, kad nebuvo rasta tvirtų įrodymų, kad mechaninis tempimas pasitelkiant masažą ar įtvarus turi teigiamą poveikį hipertrofiniams randams. Dėl skirtingo veiksmingumo ir galutinių rezultatų rodiklių nebuvo

galima pateikti tvirtų išvadų, todėl reikalingos tolimesnės studijos su didelėmis tiriamųjų grupėmis ir standartizuotais matavimo metodais [93].

12.2. TECHNOLOGIJOMIS PAREMTI REABILITACIJOS GYDYMO BŪDAI

Lazerinė terapija yra nauja hipertrofinių randų gydymo forma, galinti pagerinti fizinius simptomus. Gali būti naudojami 2 pagrindiniai lazerių tipai. Impulsinis dažų lazeris (PDL) naudojamas paraudimui ir niežėjimui randų formavimosi metu mažinti, abliacinis frakcinis CO₂ lazeris (AFCL) gerina bendrą rando storį ir struktūrą. Esant selektyviai kraujagyslių fototermolizei, naudojant PDL sumažėja randų paraudimas dėl redukuoto hipervaskuliarumo. Yra manoma, kad niežulys naudojant PDL sumažėja dėl reguliacinių cheminių medžiagų pokyčio randiniame audinyje. AFCL stimuliuoja kolageno persitvarkymą rando srityje ir gerina žaizdų gijimą [94]. Karen L. Connolly atliktame tyrime, naudojantis frakciniu CO₂ lazeriu, buvo apdorojami brandūs hipertrofiniai randai po nudegimų. Buvo pastebėtas statistiškai reikšmingas kraujagyslių tankio padidėjimas dermos paviršinėje dalyje, taip pat ir eritemos sumažėjimas bei bendros išvaizdos pagerėjimas [95]. Jennifer Zuccaro tyrime buvo pastebėtas hipertrofinių randų sukeltų simptomų pagerėjimas pediatriiniams pacientams kartu naudojant abu – PDL ir AFCL lazerius [94].

Virtualios realybės (VR) naudojimas gydant nudegimų žaizdas ir jas prižiūrint yra veiksminga ir svarbi pagalbinė priemonė. Oliver Czech tyrime pasitelkus VR metodą pacientas panardinamas į virtualią realybę ir atsitraukia nuo skausminių dirgiklių, todėl žaizdų tvarkymo ir tvarsčių keitimo metu jis gali lengviau iškęsti nemalonius jausmus. Pacientai nurodo žemesnius skausmo balus, kai naudojama VR technologija, palyginus su standartiniu gydymu. Reikšmingas privalumas yra nefarmakologinis VR veikimo pobūdis [96]. Margarida F. Pereira sisteminėje apžvalgoje buvo pateikiami VR ir AR (angl. *augmented reality*) privalumai, taikyti rankų rehabilitacijoje po nudegimų. Pagal turimus įrodymus, pacientams gali būti naudinga taikyti VR ir AR, bet kartu su kitais gydymo ir rehabilitacijos metodais [97].

12.3. PSICHOLOGINĖ INTERVENCIJA PO NUDEGIMŲ

Pacientai, nerimaudami dėl pasikeitusios išvaizdos, būna įsitempę, jaučia gėdą ir vengia bendrauti po nudegimų dėl susiformavusių randų ir kitų odos pakitimų. Tai nestebina, nes asmenys, patyrę nudegimus ir turintys matomų skirtumų, patiria sunkumų dėl esančios stigmos ir nemalonios kitų žmonių reakcijos. Apie trečdalis suaugusiųjų, patyrusių nudegimų traumas, turėjo baimių ir buvo susirūpinę, kaip jie atrodys po išrašymo iš ligoninės [98]. Hong-Mei Yu tyrime su vyresnio amžiaus žmonėmis buvo bandoma įvertinti kognityvinės elgesio terapijos (KET) veiksmingumą pacientams, kurie patyrė sunkius ir didelio laipsnio nudegimus, ypač daug dėmesio skiriant emocinei savijautai, pasitikėjimui savimi ir gyvenimo kokybei. Tyrimas atskleidė, kad kognityvinė elgesio terapija, kaip

psichologinė intervencija, reikšmingai pagerino ir sumažino nerimo bei depresijos rodiklius, palyginus su paprasta nudegimų priežiūra. Taip pat pacientai, kuriems buvo taikyta KET, pasižymėjo didesniu pasitikėjimu savimi, saviverte ir gyvenimo kokybe. KET yra vertinga psichologinė intervencinė priemonė, kurią taikant vyresnio amžiaus pacientams veiksmingai sumažinama emocinė našta ir pagerinama psichologinė gerovė. Pakeitus neigiamus kognityvinius modelius, suteikiant prisitaikymo mechanizmus ir skatinant spręsti problemas, KET prisideda prie sėkmingesnės reabilitacijos ir aukštesnės gyvenimo kokybės [99]. Nancy Hornsby atliktoje sisteminėje analizėje pažymima, kad vaikų nudegimų atveju yra keletas psichosocialinių intervencijų ir priemonių, kurias pasitelkus galima vertinti rezultatus. Nudegimų stovyklos, kognityvinė elgesio terapija ir tėvų konsultavimas duoda gerų rezultatų. Taip pat įrodyta, kad dėmesio atitraukimo priemonės perrišant žaizdas ar fizinės reabilitacijos metu veiksmingai malšina skausmą ir mažina nerimą įvairaus amžiaus vaikams [100].

13. IŠVADOS

Nudegimų diagnostikai reikšmingiausi yra klinikiniai nudegimų diagnostikos metodai, įvertinama nudegimų apimtis (plotas ir gylis) bei pažeistos kūno vietos ir organai. Nudegimų diagnostikai ir aprašymui naudojama Tarptautinė nudegimų gylio klasifikacija, bendros nudegusio kūno ploto dalies įvertinimas (Devynetų taisyklė, delno metodas bei Lund-Browder aprašymo metodas). Nudegusio paciento pasveikimo prognozė įvertinama ir aprašoma remiantis Bauxo indeksu. Nudegimo pažeidimui patikslinti gali būti naudojamas lazerinis doplerio skenavimas, indocianino žalumos dažymo būdas, termografija ir dermatoskopas. Negilūs ir vidutinio gylio nudegimai gydomi uždengiant tvarsčiais. Labiausiai paplitęs ir prieinamas gilių nudegimų odos atstatymo būdas yra autologinės odos transplantacija. Gilių nudegimų ankstyva savos odos transplantacija yra efektyviausia jei atliekama per 2–12 dienų po nudegimo, tačiau ir vėlesniu laikotarpiu ne mažiau reikšminga, kadangi stabilaus, brandaus odos barjero sugrąžinimas yra neišvengiamai būtina gydymo sąlyga. Vis dėlto, nudegimo gydymas nėra apibrėžtas vienos chirurginės ar nechirurginės procedūros parinkimo rėmuose. Tai yra kruopščiai administruojamo integruoto, komandinio, klinikinės inteligencijos, resursų bei klinikinių padalinių koordinuoto darbo reikalaujantys gydymo projektai. Randų ir kontraktūrų gydymui turi būti skirtas didesnis dėmesys, nes randai ir kontraktūros sukelia funkcinį neįgalumą savęs tapatumo ir socialinės integracijos traumą. Reabilitacinis nudegimų gydymas yra įvairialypis ir susideda iš kineziterapijos ir kitų fizinių metodų, technologijomis paremtų terapijų ir psichologinės intervencijos. Reabilitacinis gydymas pradedamas stacionare iškart po traumos ir trunka keletą metų. Nudega įvairaus amžiaus, lyties ir profesijų žmonės. Nudegimams taip pat didelę įtaką turi gyvenamoji aplinka, darbo sąlygos ir gretutinės ligos. Pacientai dažniau nudega ne darbe, kadangi darbo aplinkoje nudegimų rizikos veiksniai yra labiau kontroliuojami. Vis dėlto, vyresnio amžiaus moterys ir vaikai nudegimus patiria sąlyginai dažniau.

14. PRAKTINĖS REKOMENDACIJOS

1. Naudoti Tarptautinę nudegimų gylio klasifikaciją ir Lund-Browder nomogramą, kad būtų tiksliausiai nustatytas nudegimų gylis ir dydis.
2. Lazerinio doplerio skenavimą naudoti esant neaiškiam gyliui ir norint nustatyti, ar reikalingas chirurginis gydymas, ar užteks ir konservatyvaus.
3. Diagnozuojant nudegimo sunkumą svarbu teisingai nustatyti anatomicinę nudegimo vietą, nudegimo gylį, dydį ir būdą. Pagal tai gydantys specialistai gali parinkti tinkamiausią gydymo planą.
4. Suteikiant pirmąją pagalbą naudoti tokius žaizdų vėsinimo būdus kaip drėgni rankšluosčiai, šalto vandens purškimas ir vėsinimo savybių turintys hidrogeliniai tvarsčiai. Taip pat, kaip laikiną žaizdos apsaugą, po vėsinimo reikia naudoti sterilius, neprilimpančius tvarsčius.
5. Kristaloidų terapija remiantis Parklando formule bei įvertinant galimą skysčių perteklių.
6. Hipermetabolizmui gydyti svarbus ankstyvas žaizdų užvėrimas ir klinikinė enterinė/parenterinė mityba.
7. Kvėpavimo takų nudegimo įvertinimas ir gydymas reikšmingas paciento išgyvenamumui.
8. Kai žaizdos pūslė nepažeista, rekomenduojama uždengti tvarsčiu, slopinti skausmą. Jei pūslė trūkusi ir pažeista, rekomenduojama pirmenybę teikti hidrokoloidiniams tvarsčiams, pasižymintiems geromis absorbcijos, drėkinimo funkcijomis.
9. Gilūs nudegimai, negalintys regeneruoti iš žaizdos dugno gydomi operaciniu būdu.
10. Hidrokoloidiniai tvarsčiai dėl mažo skausmingumo pertvarstant rekomenduojami naudoti vaikams ir suaugusiems
11. Kontraktūras ir randus reikėtų pakeisti donoriniais odos dariniais, kurie atitinka spalvą, paslankumą ir tekstūrą.
12. Reabilitacijoje rekomenduojama pasitelkti fizinius pratimus, spaudimo terapiją ir masažą, taip pat VR dėmesiui nuo skausminio dirgiklio nukreipti ir psichologinę terapiją, norint pagerinti depresijos rodiklius, savivertę ir gyvenimo kokybę.

15. LITERATŪRA

1. Jeschke MG, van Baar ME, Choudhry MA, Chung KK, Gibran NS, Logsetty S. Burn injury. *Nat Rev Dis Primers*. 2020 Feb 13;6(1):11.
2. Mantas Fomkinas, Žilvinas Jucius, Gediminas Samulėnas. Intensive care of burn injuries: principles of treatment. *Medical Sciences* 2021. 2021 Mar 30;9(2):08–115.
3. Radzikowska-Büchner E, Łopuszyńska I, Flieger W, Tobiasz M, Maciejewski R, Flieger J. An Overview of Recent Developments in the Management of Burn Injuries. *IJMS*. 2023 Nov 15;24(22):16357.
4. Ivanko A, Garbuzov AE, Schoen JE, Kearns R, Phillips B, Murata E, et al. The Burden of Burns: An Analysis of Public Health Measures. *Journal of Burn Care & Research*. 2024 Sep 6;45(5):1095–7.
5. Recent Trends in Burn Epidemiology Worldwide: A Systematic Review. *Burns*. 2017 Mar; 43(2): 249–257.
6. Greenhalgh DG. Management of Burns. Longo DL, editor. *N Engl J Med*. 2019 Jun 13;380(24):2349–59.
7. Brychta P. European practice guidelines for burn care: Minimum level of burn care provision in Europe. In: Jeschke MG, Kamolz LP, Sjöberg F, Wolf SE, editors. *Handbook of Burns* [Internet]. Vienna: Springer Vienna; 2012 p. 97–102. Available from: http://link.springer.com/10.1007/978-3-7091-0348-7_6
8. Markiewicz-Gospodarek A, Koziół M, Tobiasz M, Baj J, Radzikowska-Büchner E, Przekora A. Burn Wound Healing: Clinical Complications, Medical Care, Treatment, and Dressing Types: The Current State of Knowledge for Clinical Practice. *IJERPH*. 2022 Jan 25;19(3):1338.
9. Albayrak Y. Factors Affecting The Mortality At Patients With Burns: Single Centre Results. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*. 2020; Available from: https://jag.journalagent.com/travma/pdfs/UTD_26_5_777_783.pdf
10. Stewart BT. Epidemiology, risk factors, and prevention of burn injuries. *UpToDate*; 2024 Nov.
11. Cohler S, Chestovich P, Saquib S, Batra K. 34 Evaluation of Socioeconomic Status and Burn Injuries: A Retrospective Review From a Desert Burn Center. *Journal of Burn Care & Research*. 2023 May 15;44(Supplement_2):S6–7.
12. Adil SO, Nisar N, Ehmer-Al-Ibran, Shafique K, Baig-Ansari N. Severity of burn and its related factors: A study from the developing country Pakistan. *Burns*. 2016 Jun;42(4):901–5.
13. Rice PL, Orgill DP. Assessment and classification of burn injury. Waltham: UpToDate; 2025 Jan.

14. Warby R, Maani CV. Burn Classification. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539773/>
15. Venclauskiene A, Basevicius A, Zacharevskij E, Vaicekauskas V, Rimdeika R, Lukosevicius S. Laser Doppler imaging as a tool in the burn wound treatment protocol. *Wideochir Inne Tech Maloinwazyjne*. 2014 Mar;9(1):24–30.
16. Mihara K, Nomiya T, Masuda K, Shindo H, Yasumi M, Sawada T, et al. Dermoscopic insight into skin microcirculation – Burn depth assessment. *Burns*. 2015 Dec;41(8):1708–16.
17. Jeschke MG, van Baar ME, Choudhry MA, et al. Burn injury. *Nat Rev Dis Primers*. 2020;6:11
18. Schaefer TJ, Szymanski KD. Burn Evaluation and Management. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK430741/>
19. Murari A. A modified Lund and Browder chart. *Indian J Plast Surg*. 2017;50(2):220–1.
20. Giretzlehner M, Ganitzer I, Haller H. Technical and Medical Aspects of Burn Size Assessment and Documentation. *Medicina (Kaunas)*. 2021 Mar 5;57(3):242.
21. Rice PL, Orgill DP. Assessment and classification of burn injury. Waltham: UpToDate; 2024 Dec.
22. Yasti AC. Guideline and Treatment Algorithm for Burn Injuries. *Ulus Travma Acil Cerrahi Derg*. 2015. Available from: <https://www.journalagent.com/travma/pdfs/UTD-88261-REVIEW-YASTI.pdf>
23. Yang J, Liu J, Ma K, Bai H, Ran M, Tian G, et al. Analysis of anatomic location of burns inpatients in China from 2009 to 2018. *BMC Public Health*. 2024 Jul 5;24(1):1799.
24. Żwierzeło W, Piorun K, Skórka-Majewicz M, Maruszewska A, Antoniewski J, Gutowska I. Burns: Classification, Pathophysiology, and Treatment: A Review. *Int J Mol Sci*. 2023 Feb 13;24(4):3749.
25. Lee KC, Joory K, Moiemmen NS. History of burns: The past, present and the future. *Burns Trauma*. 2014;2(4):169–80.
26. Ji S, Xiao S, Xia Z, Chinese Burn Association Tissue Repair of Burns and Trauma Committee, Cross-Straits Medicine Exchange Association of China. Consensus on the treatment of second-degree burn wounds (2024 edition). *Burns Trauma*. 2024;12:tkad061.
27. Evans EI, Purnell OJ, Robinett PW, Batchelor A, Martin M. Fluid and electrolyte requirements in severe burns. *Ann Surg*. 1952 Jun;135(6):804–17.
28. Dahl R, Galet C, Lilienthal M, Dwars B, Wibbenmeyer L. Regional Burn Review: Neither Parkland Nor Brooke Formulas Reach 85% Accuracy Mark for Burn Resuscitation. *Journal of Burn Care & Research*. 2023 Nov 2;44(6):1452–9.

29. Mehta M, Tudor GJ. Parkland Formula. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537190/>
30. Lindahl L, Oksanen T, Lindford A, Varpula T. Initial fluid resuscitation guided by the Parkland formula leads to high fluid volumes in the first 72 h, increasing mortality and the risk for kidney injury. *Burns Open*. 2023 Jul;7(3):51–8.
31. Ramos GE. Antibiotic Prophylaxis in Burn Patients: A Review of Current Trends and Recommendations for Treatment. *Journal of Infectiology and Epidemiology*. 2018 Jun 13; Available from: <https://www.infectiologyjournal.com/articles/antibiotic-prophylaxis-in-burn-patients-a-review-of-current-trends-and-recommendations-for-treatment.html>
32. Bahemia IA, Muganza A, Moore R, Sahid F, Menezes CN. Microbiology and antibiotic resistance in severe burns patients: A 5 year review in an adult burns unit. *Burns*. 2015 Nov;41(7):1536–42.
33. Lu J, Yang M, Zhan M, Xu X, Yue J, Xu T. Antibiotics for treating infected burn wounds. Cochrane Wounds Group, editor. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2017 Jul 3; Available from: <https://doi.wiley.com/10.1002/14651858.CD012084.pub2>
34. Vinaik R, Barayan D, Shahrokhi S, Jeschke MG. Management and prevention of drug resistant infections in burn patients. *Expert Rev Anti Infect Ther*. 2019 Aug;17(8):607–19.
35. Sommerhalder C, Blears E, Murton AJ, Porter C, Finnerty C, Herndon DN. Current problems in burn hypermetabolism. *Current Problems in Surgery*. 2020 Jan;57(1):100709.
36. Gauglitz GG, Williams FN. Hypermetabolic response to moderate-to-severe burn injury and management. Waltham. UpToDate; 2023 Jul.
37. Jeschke MG. Postburn Hypermetabolism: Past, Present, and Future. *J Burn Care Res*. 2016;37(2):86–96.
38. Jeschke MG, Pinto R, Herndon DN, Finnerty CC, Kraft R. Hypoglycemia is associated with increased postburn morbidity and mortality in pediatric patients. *Crit Care Med*. 2014 May;42(5):1221–31.
39. Rezaei E, Beiraghi-Toosi A, Ahmadabadi A, Tavousi SH, Alipour Tabrizi A, Fotuhi K, et al. Can Skin Allograft Occasionally Act as a Permanent Coverage in Deep Burns? A Pilot Study. *World J Plast Surg*. 2017 Jan;6(1):94–9.
40. Hewitt CW, Black KS, A. Aguinaldo AM, Achauer BM, Howard EB. CYCLOSPORINE AND SKIN ALLOGRAFTS FOR THE TREATMENT OF THERMAL INJURY: I. Extensive Graft Survival with Low-Level Long-Term Administration and Prolongation in a Rat Burn Model: 1: 2. Transplantation. 1988;45(1). Available from: https://journals.lww.com/transplantjournal/fulltext/1988/01000/cyclosporine_and_skin_allografts_for_the_treatment.3.aspx

41. Sousse LE, Herndon DN, Andersen CR, Ali A, Benjamin NC, Granchi T, et al. High tidal volume decreases adult respiratory distress syndrome, atelectasis, and ventilator days compared with low tidal volume in pediatric burned patients with inhalation injury. *J Am Coll Surg*. 2015 Apr;220(4):570–8.
42. Foncerrada G, Culnan DM, Capek KD, González-Trejo S, Cambiaso-Daniel J, Woodson LC, et al. Inhalation Injury in the Burned Patient. *Ann Plast Surg*. 2018 Mar;80(3 Suppl 2):S98–105.
43. Lan X, Huang Z, Tan Z, Huang Z, Wang D, Huang Y. Nebulized heparin for inhalation injury in burn patients: a systematic review and meta-analysis. *Burns & Trauma*. 2020 Jan 1;8:tkaa015.
44. Kashefi NS, Nathan JI, Dissanaïke S. Does a Nebulized Heparin/N-acetylcysteine Protocol Improve Outcomes in Adult Smoke Inhalation?: *Plastic and Reconstructive Surgery Global Open*. 2014 Jun;2(6):e165.
45. Walker PF, Buehner MF, Wood LA, Boyer NL, Driscoll IR, Lundy JB, et al. Diagnosis and management of inhalation injury: an updated review. *Crit Care*. 2015 Dec 1;19(1):351.
46. Fukuda S, Lopez E, Ihara K, Niimi Y, Andersen CR, Jacob S, et al. Superior Effects of Nebulized Epinephrine to Nebulized Albuterol and Phenylephrine in Burn and Smoke Inhalation-Induced Acute Lung Injury. *Shock*. 2020 Dec;54(6):774–82.
47. Glas GJ, Muller J, Binnekade JM, Cleffken B, Colpaert K, Dixon B, et al. HEPBURN - investigating the efficacy and safety of nebulized heparin versus placebo in burn patients with inhalation trauma: study protocol for a multi-center randomized controlled trial. *Trials*. 2014 Mar 25;15:91.
48. Miller AC, Elamin EM, Suffredini AF. Inhaled anticoagulation regimens for the treatment of smoke inhalation-associated acute lung injury: a systematic review. *Crit Care Med*. 2014 Feb;42(2):413–9.
49. Rezvani Ghomi E, Khalili S, Nouri Khorasani S, Esmaeely Neisiany R, Ramakrishna S. Wound dressings: Current advances and future directions. *Journal of Applied Polymer Science*. 2019;136(27):47738.
50. Kajzar F, Pearce EM, Turovskij NA, Mukbaniani OV. *Key Engineering Materials: Interdisciplinary Concepts and Research*. CRC Press; 2014. 433 p.
51. Cheng X, Shao Z, Li C, Yu L, Raja MA, Liu C. Isolation, Characterization and Evaluation of Collagen from Jellyfish *Rhopilema esculentum* Kishinouye for Use in Hemostatic Applications. *PLoS One*. 2017 Jan 19;12(1):e0169731.

52. Hu Z, Yang P, Zhou C, Li S, Hong P. Marine Collagen Peptides from the Skin of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*): Characterization and Wound Healing Evaluation. *Mar Drugs*. 2017 Mar 30;15(4):102.
53. Akbar AR, Su S, Amjad B, Cai Y, Lin L. Effect of Bamboo Viscose on the Wicking and Moisture Management Properties of Gauze. *IOP Conf Ser: Mater Sci Eng*. 2017 Dec;275(1):012042.
54. Morales-González M, Díaz LE, Dominguez-Paz C, Valero MF. Insights into the Design of Polyurethane Dressings Suitable for the Stages of Skin Wound-Healing: A Systematic Review. *Polymers*. 2022 Jan;14(15):2990.
55. Lundin JG, McGann CL, Daniels GC, Streifel BC, Wynne JH. Hemostatic kaolin-polyurethane foam composites for multifunctional wound dressing applications. *Materials Science and Engineering: C*. 2017 Oct 1;79:702–9.
56. Liu X, Niu Y, Chen KC, Chen S. Rapid hemostatic and mild polyurethane-urea foam wound dressing for promoting wound healing. *Materials Science and Engineering: C*. 2017 Feb 1;71:289–97.
57. Fayyazbakhsh F, Khayat MJ, Leu MC. 3D-Printed Gelatin-Alginate Hydrogel Dressings for Burn Wound Healing: A Comprehensive Study. *Int J Bioprint*. 2022 Sep 19;8(4):618.
58. Aderibigbe B, Buyana B. Alginate in Wound Dressings. *Pharmaceutics*. 2018 Apr 2;10(2):42.
59. Queen D, Orsted H, Sanada H, Sussman G. A dressing history. *Int Wound J*. 2004 May 12;1(1):59–77.
60. Dhivya S, Padma VV, Santhini E. Wound dressings – a review. *Biomedicine (Taipei)*. 2015 Nov 28;5(4):22.
61. Lee SC, Kwon IK, Park K. Hydrogels for Delivery of Bioactive Agents: A Historical Perspective. *Adv Drug Deliv Rev*. 2013 Jan;65(1):17–20.
62. Stoica AE, Chircov C, Grumezescu AM. Hydrogel Dressings for the Treatment of Burn Wounds: An Up-To-Date Overview. *Materials*. 2020 Jun 25;13(12):2853.
63. Brumberg V, Astrelina T, Malivanova T, Samoilov A. Modern Wound Dressings: Hydrogel Dressings. *Biomedicines*. 2021 Sep 16;9(9):1235.
64. Thomas S. Hydrocolloid dressings in the management of acute wounds: a review of the literature. *International Wound Journal*. 2008 Dec;5(5):602–13.
65. Cook KA, Martinez-Lozano E, Sheridan R, Rodriguez EK, Nazarian A, Grinstaff MW. Hydrogels for the management of second-degree burns: currently available options and future promise. *Burns & Trauma*. 2022 Jan 1;10:tkac047.

66. Saaïq M. Presentation and Management Outcome of Childhood Scald Burns Managed With Hydrocolloid Dressings Compared With Silver Sulphadiazine Dressings. *Ann Burns Fire Disasters*. 2023 Jun 30;36(2):158–64.
67. Nowak M, Mehrholz D, Barańska-Rybak W, Nowicki RJ. Wound debridement products and techniques: clinical examples and literature review. *Postepy Dermatol Alergol*. 2022 Jun;39(3):479–90.
68. Anyanwu JA, Cindass R. Burn Debridement, Grafting, and Reconstruction. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK551717/>
69. ISBI Practice Guidelines Committee, Ahuja RB, Gibran N, Greenhalgh D, Jeng J, Mackie D, et al. ISBI Practice Guidelines for Burn Care. *Burns*. 2016 Aug 1;42(5):953–1021.
70. Stone II R, Natesan S, Kowalczewski CJ, Mangum LH, Clay NE, Clohessy RM, et al. Advancements in Regenerative Strategies Through the Continuum of Burn Care. *Front Pharmacol*. 2018 Jul 9;9:672.
71. Luze H, Nischwitz SP, Smolle C, Zrim R, Kamolz LP. The Use of Acellular Fish Skin Grafts in Burn Wound Management—A Systematic Review. *Medicina*. 2022 Jul 9;58(7):912.
72. Yang CK, Polanco TO, Lantis JC. A Prospective, Postmarket, Compassionate Clinical Evaluation of a Novel Acellular Fish-skin Graft Which Contains Omega-3 Fatty Acids for the Closure of Hard-to-heal Lower Extremity Chronic Ulcers. *Wounds*. 2016 Apr;28(4):112–8.
73. Stone R, Saathoff EC, Larson DA, Wall JT, Wienandt NA, Magnusson S, et al. Accelerated Wound Closure of Deep Partial Thickness Burns with Acellular Fish Skin Graft. *Int J Mol Sci*. 2021 Feb 4;22(4):1590.
74. Kjartansson H, Olafsson IH, Karason S, Thorisson H, Baldursson BT, Gunnarsson E, et al. Use of Acellular Fish Skin for Dura Repair in an Ovine Model: A Pilot Study. *OJMN*. 2015;05(04):124–36.
75. Ibrahim A, Soliman M, Kotb S, Ali MM. Evaluation of fish skin as a biological dressing for metacarpal wounds in donkeys. *BMC Vet Res*. 2020 Dec 3;16:472.
76. Schlottmann F, Bucan V, Vogt PM, Krezdorn N. A Short History of Skin Grafting in Burns: From the Gold Standard of Autologous Skin Grafting to the Possibilities of Allogeneic Skin Grafting with Immunomodulatory Approaches. *Medicina*. 2021 Mar 2;57(3):225.
77. Kirsner RS, Bernstein B, Bhatia A, Lantis J, Le L, Lincoln K, et al. Clinical Experience and Best Practices Using Epidermal Skin Grafts on Wounds. *Wounds*. 2015 Nov;27(11):282–92.
78. Rowan MP, Cancio LC, Elster EA, Burmeister DM, Rose LF, Natesan S, et al. Burn wound healing and treatment: review and advancements. *Crit Care*. 2015 Dec;19(1):243.

79. Min JH, Yun IS, Lew DH, Roh TS, Lee WJ. The Use of Matriderm and Autologous Skin Graft in the Treatment of Full Thickness Skin Defects. *Arch Plast Surg*. 2014 Jul;41(04):330–6.
80. Alsaif A, Karam M, Hayre A, Abul A, Aldubaikhi A, Kahlar N. Full thickness skin graft versus split thickness skin graft in paediatric patients with hand burns: Systematic review and meta-analysis. *Burns*. 2023 Aug 1;49(5):1017–27.
81. Van Den Bosch AS, Verwilligen RAF, Pijpe A, Bosma E, Van Der Vlies CH, Lucas Y, et al. Outcomes of dermal substitutes in burns and burn scar reconstruction: A systematic review and meta-analysis. *Wound Repair Regeneration*. 2024 Nov;32(6):960–78.
82. Shahrokhi S, Anna A, Jeschke MG. The Use of Dermal Substitutes in Burn Surgery: Acute Phase. *Wound Repair Regen*. 2014 Jan;22(1):10.1111/wrr.12119.
83. Hayashida K, Akita S. Surgical treatment algorithms for post-burn contractures. *Burns & Trauma*. 2017 Mar 17. Available from: <https://academic.oup.com/burnstrauma/article/doi/10.1186/s41038-017-0074-z/5680324>
84. Bayram Y, Sahin C, Sever C, Karagoz H, Kulahci Y. Custom-made approach to a patient with post-burn breast deformity. *Indian J Plast Surg*. 2014;47(1):127–31.
85. Raborn LN, Janis JE. Prevention and Treatment of Burn Scar Contracture: A Practical Review. *Plastic and Reconstructive Surgery - Global Open*. 2024 Jan;12(1):e5333.
86. Porter C, Hardee JP, Herndon DN, Suman OE. The Role of Exercise in the Rehabilitation of Patients with Severe Burns. *Exercise and Sport Sciences Reviews*. 2015 Jan;43(1):34–40.
87. Al Hanna R, Cofré Lizama LE, Amatya B, Galea MP, Khan F. Rehabilitation in adults with burn injury: an overview of systematic reviews. *Disability and Rehabilitation*. 2024 Dec 17;46(26):6266–87.
88. Bäckström J, Willebrand M, Sjöberg F, Haglund K. Being a family member of a burn survivor – Experiences and needs. *Burns Open*. 2018 Oct 1;2(4):193–8.
89. Yakupu A, Zhang J, Dong W, Song F, Dong J, Lu S. The epidemiological characteristic and trends of burns globally. *BMC Public Health*. 2022 Aug 22;22:1596.
90. Ai JW, Liu J tao, Pei SD, Liu Y, Li DS, Lin H ming, et al. The effectiveness of pressure therapy (15–25 mmHg) for hypertrophic burn scars: A systematic review and meta-analysis. *Sci Rep*. 2017 Jan 5;7(1):40185.
91. Van den Kerckhove E, Anthonissen M. Compression Therapy and Conservative Strategies in Scar Management After Burn Injury. In: Téot L, Mustoe TA, Middelkoop E, Gauglitz GG, editors. *Textbook on Scar Management: State of the Art Management and Emerging Technologies*. Cham: Springer International Publishing; 2020. p. 227–31. Available from: https://doi.org/10.1007/978-3-030-44766-3_27

92. Hend M Elazazy. Effect of Skin Rehabilitation Massage Therapy on Burned Patient' Outcomes. *Journal of Health, Medicine and Nursing*. 2018. Vol. 47. Available from: <https://core.ac.uk/reader/234692480>
93. Zhang Y ting, Li-Tsang CWP, Au RKC. A Systematic Review on the Effect of Mechanical Stretch on Hypertrophic Scars after Burn Injuries. *Hong Kong Journal of Occupational Therapy*. 2017 Jun;29(1):1–9.
94. Zuccaro J, Muser I, Singh M, Yu J, Kelly C, Fish J. Laser Therapy for Pediatric Burn Scars: Focusing on a Combined Treatment Approach. *Journal of Burn Care & Research*. 2018 Apr 20;39(3):457–62.
95. Connolly KL, Chaffins M, Ozog D. Vascular patterns in mature hypertrophic burn scars treated with fractional CO₂ laser. *Lasers Surg Med*. 2014 Oct;46(8):597–600.
96. Czech O, Wrzeciono A, Batalík L, Szczepańska-Gieracha J, Malicka I, Rutkowski S. Virtual reality intervention as a support method during wound care and rehabilitation after burns: A systematic review and meta-analysis. *Complementary Therapies in Medicine*. 2022 Sep 1;68:102837.
97. Pereira MF, Prahm C, Kolbenschlag J, Oliveira E, Rodrigues NF. Application of AR and VR in hand rehabilitation: A systematic review. *Journal of Biomedical Informatics*. 2020 Nov 1;111:103584.
98. Shepherd L, Sirois F, Harcourt D, Norman P, Thompson AR. The acceptability of early psychological interventions for adults with appearance concerns after burns. *Burns*. 2024 Nov 1;50(8):2103–13.
99. Yu H, Wang L, Pan C. The impact of cognitive behavioural therapy-based psychological intervention on emotional improvement in elderly patients with extensive burns. *International Wound Journal*. 2024 Feb;21(2):e14594.
100. Hornsby N, Blom L, Sengoelge M. Psychosocial Interventions Targeting Recovery in Child and Adolescent Burns: A Systematic Review. *Journal of Pediatric Psychology*. 2019 Nov 7;jsz087.