



GENERÁTOR EXOGENÉNEHO OXIDU DUSNATÉHO **ALMENO PLASMA G-NO 70**



MEDICÍNSKY MANUÁL

URČENĚ VÝHRADNE PRE ODBORNÚ VEREJNOSŤ!



G-NO plasma

**MEDICÍNSKA TECHNOLOGIA NA LIEČBU
TRAUMATICKÝCH A ZÁPALOVÝCH PROCESOV
ZALOŽENÁ NA POUŽITÍ
AIR PLAZMY A EXOGÉNNEHO OXIDU DUSNATÉHO**



OBSAH

Úvod	4
1. Indikácie použitia medicínskej technológie	5
2. Kontraindikácie použitia medicínskej technológie	7
3. Materiálovo-technické zabezpečenie medicínskej technológie	
4. Opis zdravotníckej technológie	8
4.1. Princíp tvorby oxidu dusnatého (NO) a získavanie plynových tokov obsahujúcich NO	9
4.2. Koagulácia	10
4.2.1. Koagulácia povrchových rán	11
4.2.2. Mierna koagulácia povrchových rán	12
4.3. Deštrukcia (rozrezanie)	13
4.4. Účinky exogénneho oxidu dusnatého (NO-terapie)	14
4.4.1. Technológia uskutočňovania procedúr NO-terapie koagulatorom a deštruktorom	14
4.4.2. Technológia uskutočňovania procedúr NO-terapie stimulatoromkoagulatorom	15
4.4.3. Technológia uskutočňovania procedúr NO-terapie úzko-nasmerovaným úplne ochladeným plynovým tokom obsahujúcim NO	16
4.4.4. Technológia výroby antiseptického roztoku na báze peroxidu vodíka a oxidu dusnatého	17
4.5. Aplikácia nových technológií v rôznych oblastiach medicíny	18
4.5.1. Všeobecná a hnisavá chirurgia	19
4.5.2. Poľná chirurgia	20
4.5.3. Onkológia	22
4.5.4. Traumatológia a ortopédia	23
4.5.5. Dermatológia	24
4.5.6. Gynekológia	25
4.5.7. Pneumológia	26
4.5.8. Ftiziatria	26
4.5.9. Gastroenterológia	27
4.5.10. Stomatológia	28
4.5.11. Otolaryngológia	29
4.5.12. Oftalmológia	30
4.6. Použitie antiseptického roztoku na báze peroxidu vodíka a oxidu dusnatého	31
5. Možné komplikácie pri používaní medicínskej technológie a spôsoby ich odstránenia	32
6. Účinnosť používania zdravotníckej technológie	36
6.1. Efektívne využívanie technológie v rôznych oblastiach medicíny	37
6.2. Spoločenský význam novej medicínskej technológie	38

ÚVOD

Metóda NO-terapie ranových a zápalových patológií je úplne novou metódou a až v posledných rokoch sa začína čoraz viac používať v klinickej praxi. Exogénny oxid dusnatý je plazmo-chemického pôvodu a je obsiahnutý vo vysoko a nízko-teplotných prúdoch plynu (od 4000 °C do 20 °C) vytváraných zo vzduchu prístrojom **G-NO plasma®**, ktorý je momentálne **svetovým unikátom**.

Terapeutická účinnosť exogénneho oxidu dusnatého (NO) je založená na jeho vlastnostiach, ktoré boli objavené na konci 20. storočia - **endogénny NO je multifunkčným fyziologickým regulátorom** (Nobelova cena za medicínu za rok 1998) a prejavuje sa nasledovne:

- normalizácia mikrocirkulácie (na úkor vazodilatácie), antiagregačný a antikoagulačný účinok NO
- priamy baktericídny účinok NO, ako aj nepriamy prostredníctvom peroxynitritu, tvoriaceho sa v tkanivách pri interakcii NO s superoxidaniónom ($\text{NO} + \text{O}_2^- \rightarrow \text{ONOO}^-$)
- indukcia fagocytózy baktérií neutrofilmi a makrofágmi
- aktivácia antioxidantnej ochrany
- zvýšenie sekrécie protizápalových a proregeneračných cytokínov a faktorov angiogenézy
- zlepšenie nervovej vodivosti (neurotransmisie) - regulácia špecifickej a nešpecifickej imunity
- priama indukcia proliferácie fibroblastov, rast krvných ciev, syntéza kolagénu, tvorba a dozrievanie granulocytárneho tkaniva, proliferácia epitelu
- regulácia apoptózy a prevencia patologického jazvenia

Hlavnou výhodou NO-terapie na rozdiel od väčšiny fyzikálnych a medikamentózných faktorov liečby je vplyv polyfunkčného NO na všetky fázy zápalovo-regeneračného procesu, čo podmieňuje vysokú účinnosť liečby v rôznych medicínskych odboroch.

Ďalšou výhodou NO-terapie je možnosť lokálneho vplyvu na patologické ložisko, čo umožňuje vyhnúť sa všeobecným vedľajším účinkom, ako napríklad pri použití nitropreparátov – medicínskych donorov NO.

Pridaním manipulátora prístroja k endoskopickým nástrojom, punkčným ihlám a drenážnym trubiciam môžeme upravovať nielen otvorené ranové alebo vredové povrchy, ale aj hlboké ranové dutiny, priestory v pohrudnicovej a brušnej dutine, dutiny pohlavných orgánov. Ďalšou výhodou NO-terapie je schopnosť exogénneho NO prenikať nielen cez povrch rany, ale aj cez neporušenú kožu a sliznice, t.j. možnosť neinvazívneho účinku na hĺbkové ložiská a neurovaskulárne zväzky.

Významnou prednosťou je možnosť kombinácie tepelného účinku na tkanivo vzdušnou plazmou s nasledujúcou NO-terapiou. Vysoká teplota vzdušných plazmových prúdov sa používa pri koagulácii povrchu rany a jej súčasnej sterilizácii a rovnako sa pri hemo-, lymfo-, aero-cholestáze ničia (odparujú) novotvary a veľké masy nekrotického tkaniva pri rezaní.

Na základe vyššie uvedeného je univerzálnosť (polyfunkčnosť) metódy NO-terapie pri liečbe rôznych ochorení, ktoré sú spôsobené zápalovými, deštruktívnymi, antiregeneračnými procesmi a cievnu dysfunkciou ako aj tých, ktoré sú spojené s polyfunkčnými vlastnosťami endogénneho oxidu dusnatého v tele a jeho účasťou na patogenéze a autogenéze rôznych ochorení.

Polyfunkčný charakter tejto zdravotníckej techniky je jeden z princípov jej kvality a efektivity.

Metóda tepelného účinku a NO-terapie môže byť v dôsledku technickej jednoduchosti, vysokej spoľahlivosti a malých rozmerov prístroja G-NO plasma® použitá v praxi vo verejných zdravotníckych zariadeniach na rôznych úrovniach všetkých medicínskych centier.

Jeden prístroj môže byť použitý na rôznych oddeleniach, čo robí túto metódu veľmi rentabilnou.

Polyfunkčný charakter, **univerzálnosť tohoto prístroja a široké spektrum ochorení**, pri ktorých je táto terapia indikovaná, sú nenahraditeľné svojou užitočnosťou pri práci praktických lekárov prvého kontaktu.



1. INDIKÁCIE POUŽITIA ZDRAVOTNÍCKEJ POMÔCKY

1. Všeobecná a hnisavá chirurgia

- 1.1. Pooperačné rany: hnisavé (profilaktika), rany pri nepriaznivých podmienkach (diabetes, rádio- alebo chemoterapia, oslabení pacienti, atď), otváranie sa švov.
- 1.2. Rozsiahle post-traumatické rany.
- 1.3. Hnisavé rany, abscesy, mastitída, hidradenitis, vrede, paraproctitis, hnisavý mediastenit, komplikované a nekomplikované formy eryzipelového zápalu, peritonit (zápal podbrušnice).
- 1.4. Trofické vrede venózneho alebo arteriálneho pôvodu, hnisavo-nekrotické poškodenia dolných končatín pri diabetes, dekubity.
- 1.5. Popáleniny (ľahké aj hnisavé).
- 1.6. Príprava k autodermaplastike, svalovej a kožno-svalovej plastike, prevencia odmietnutia transplantovaných štepov.

2. Onkológia

Radiačné rany, radiačný osteomyelitis, dlhodobé nehojivé rany aj na pozadí radiácie a chemoterapie, otváranie sa švov, plastika mäkkých tkanív, radiačná fibróza, odstránenie (deštrukcia) nádorov kože, perinea, čelustno-lícovej oblasti a ďalších oblastí, koagulácia povrchu rany s cieľom hemostázy, odstránenie nádorových buniek (ablácia).

3. Traumatológia a ortopédia

Osteomyelitis fistúl, rany po sekvestrektómii, otvorené zlomeniny, atď.

4. Poľná chirurgia

Strelné poranenia, zlomeniny, trieštivé zlomeniny, zranenia po výbuchu mín, poškodenie vnútorných orgánov.

5. Pulmonológia a ftiziatría

Nešpecifický a tuberkulózný empyém pleury, nešpecifický a tuberkulózný zápal priedušiek, fibrózne-kavernózne a infiltratívna tuberkulóza a osteo-artikulárna tuberkulóza, atď.

6. Gynekológia

Ektópia (pseudoerózia) krčka maternice, genitálne kondilómy, pooperačné rany, hnisavo-zápalové ochorenia parametria maternice a jej príveskov, tubárno-peritoneálna neplodnosť, zachraňujúca chirurgia vajcovodov, vaječníkov, rekonštrukčno-plastická chirurgia po myomektómii, endometrióze, atď.

7. Gastroenterológia

vredy žalúdka a dvanástorníka, erozívna gastritída a ezofatit, črevné fistuly, cysty pankreasu pri pankreatitíde, atď.

8. Dermatológia

vredy na pozadí vaskulitídy a angiopatie, dermatitída, ekzémy, palmárna a plantárna psoriáza, sklerodermia, plochý lišaj (lichen planus), atď.

9. Stomatológia

paradentóza, zápal ďasien, aftózne a herpetická stomatitída, ulcerózna stomatitída po protéze, pri plochom lišaji (lichen planus), atď.

10. Otorinolaryngológia

jazvy hrtana a priedušnice, akútna stenózná laryngotracheobronchitída, faringostómia, racheostómia, sínusitída rôznej lokalizácie (vrátane polypóznej), zápal hltana, angína, akútna paratonzilitída, stav po tonzilektómii alebo lakunotómii mandlí, flegmón krku, nádcha, akútny a chronický zápal stredného ucha, bakteriálny zápal stredného ucha, stav po tympanoplastike, neurosenzórna strata sluchu, krvácanie z nosa, operácie z dôvodu chrápania, atď.

11. Oftalmológia

erózia, invazívne poškodenie a popálenie rohovky, popáleninová ischemia spojoviek, dioptrické zmeny (šedý a zelený zákal).

2. KONTRAINDIKÁCIE POUŽÍVANIA ZDRAVOTNÍCKEJ POMÔCKY

2.1. Pod vplyvom AIR plazmy:

Nie sú žiadne kontraindikácie.

3. MATERIÁLOVO-TECHNICKÉ ZABEZPEČENIE MEDICÍNSKEJ TECHNOLOGIE

Na implementáciu nových medicínskych technológií sa používa prístroj **vzdušnoplazmový skalpel – koagulátor - stimulátor G-NO plasma®**.

Princípom prístroja G-NO plasma® je účinok prúdu AIR plazmy s chirurgickým efektom na tkanivá a prúdu plynu získaného ochladením AIR plazmy, ktorý obsahuje molekuly oxidu dusnatého (NO) s liečebným efektom (NO-terapia).

Prístroj umožňuje koaguláciu a sterilizáciu povrchu rany, deštrukciu a odparovanie nekrotických tkanív a patologických novotvarov, rezanie biologických tkanív tokom plazmy pri teplote až 4000 °C, ako aj účinnú liečbu rán, vredov, zranení a zápalových procesov prúdom plynu od 20 °C až do 50 °C, ktorý obsahuje exogénny oxid dusnatý.

Zariadenie pracuje s výmennými manipulátormi, ktoré umožňujú režimy koagulácie, deštrukcie ako aj režim terapie (NO-terapia).

Prístroj **G-NO plasma®** využíva na prácu iba konvenčné napájanie zo siete (230V), je prenosný, autonómny, spoľahlivý a ľahko ovládateľný, takže sa môže použiť v operačných aj prevádzkových priestoroch, ako aj pri posteli pacienta, či v ambulantnej starostlivosti.

4. OPIS MEDICÍNSKEJ TECHNOLOGIE

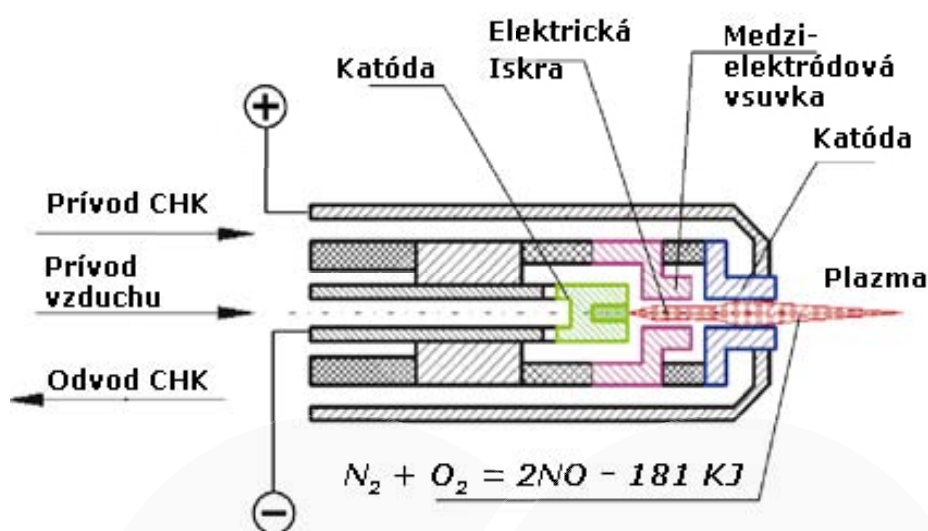
4.1. Zásady tvorby oxidu dusnatého a získavania prúdov plynu obsahujúcich NO s požadovanou teplotou.

Pri použití prístroja **G-NO plasma®** sa liečebný efekt zabezpečuje samotným dodaním prúdu plynu na biologické tkanivá, pri rôznych teplotách (od 4000 °C až po izbovú teplotu), ale s rovnakým obsahom oxidu dusnatého (NO). To sa dosahuje dodávaním atmosférického vzduchu cez pracovnú časť zariadenia - manipulátor.

Z technického pohľadu sú všetky manipulátory prístroja **G-NO plasma®** generátormi plazmy konštantného prúdu, vyrobeného podľa lineárnej troj-elektrodovej schémy.

Schéma konštrukcie univerzálnej generátorovej časti manipulátora

Obr. 1 Konštrukčná schéma unifikovanej generátorovej časti manipulátora.



Pri pripojení manipulátora ku konštantnému a stabilizovanému prúdu vzniká medzi katódou a anódou horiaci elektrický oblúk, geometricky stabilizovaný kanálom medzielektrodovej vložky. Atmosférický vzduch je privádzaný do manipulátora zabudovaným mikroprocesorom, prechádza cez elektrický oblúk, ohrieva sa, prechádza do plazmového stavu a následne otvorom v anóde vychádza z generátorovej časti manipulátora. Geometrické parametre kanálovej časti generátora, napájacie a chladiace vlastnosti, sú pri elektrickom oblúku vybrané tak, aby teplota plynu v oblúku bola optimálna pre tvorbu oxidu dusnatého.

PLASMA

Analýza zloženia termodynamickkej rovnováhy plazmy vzduchu ukázala, že pri teplotách pod 2000 °C koncentrácia NO v plyne nepresiahne 1 %, s rastúcou teplotou rýchlo rastie a dosiahne maximum (~ 5 %) pri teplote 3500-4000 °C. Tento rozsah teplôt je optimálny pre tvorbu oxidu dusnatého. Rozsah reťazových a rozvetvených-reverzibilných plazmochemických reakcií vedúcich k tvorbe NO, môže byť vyjadrený chemickou rovnicou:



Vzhľadom na to, že stabilita molekuly oxidu dusnatého pri vysokých teplotách zodpovedá času jej syntézy, je potrebné vykonávať rýchle ochladenie reakčnej zmesi - stabilizovanie.

V prípade manipulátora - koagulátora a deštruktora - zohriaty vzdušnoplazmový prúd (VPP) vyteká nepretržite priamo do okolitého priestoru vo forme jasne svietiaceho plameňa. Stabilizovanie oxidu dusnatého prebieha pri brzdení vytekajúceho prúdu do okolitého studeného vzduchu. Koagulátor a deštruktor sa od seba líšia len priemerom výstupného kanála anódy - 1,2 mm a 0,7 mm. Týmto sa dosahuje rozdiel v rýchlosti vzdušnoplazmového prúdu - do 200 m/sekundu pre koagulátor a až do 600 m/sekundu pre deštruktor. Teplota VPP po výstupe do okolitého priestranstva na reze výstupného kanála dosahuje 4000 °C, čo je dostačujúce na dosiahnutie chirurgického efektu (koagulácie a deštrukcie).

V niektorých prípadoch, napr. pri malom chirurgickom zákroku, pri ktorom nedochádza k intenzívnemu krvácaniu, nie je potrebné na uskutočnenie procedúry NO-terapie dodať do tkanív taký horúci prúd. Teplota plynu, musí byť znížená, no nie na úkor obsahu oxidu dusnatého v ňom. V prístroji **G-NO plasma®** sa tento cieľ dosahuje prostredníctvom dodatočného ochladenia prúdu vytekajúceho z generátorového bloku, ktorý umožňuje na jednej strane znížiť teplotu prúdu až na teplotu okolia, na druhej strane - "zmrazenie" molekúl oxidu dusnatého, vzniknutého v elektrickom oblúku bloku generátora.

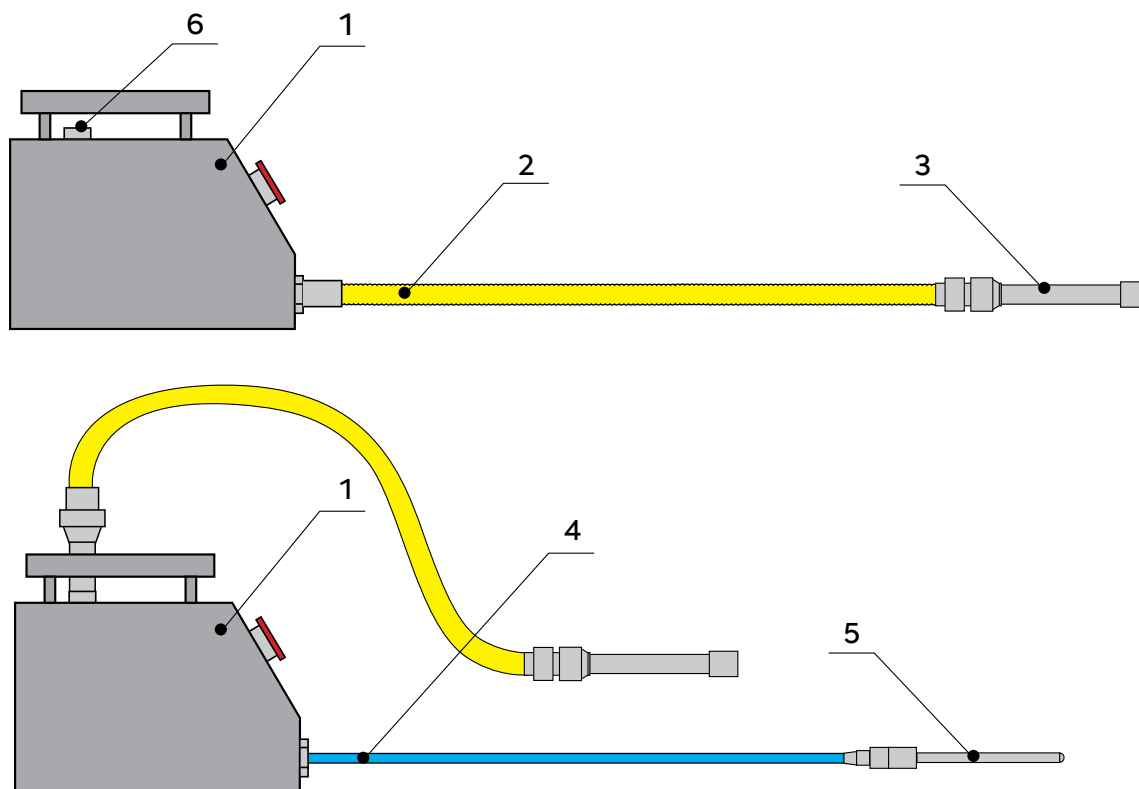
V prístroji **G-NO plasma®** je dodatočné chladenie vykonávané dvoma spôsobmi. Podľa prvej schémy je na generátor pripojené dodatočné chladenie, druhá schéma využíva mohutný chladič labyrintového typu vstavaný do servisného bloku prístroja.

Pri prvom type usporiadania je vzdušnoplazmový prúd z generátorovej časti manipulátora vedený do otvoru kanála dodatočného chladenia, z ktorého vyteká do okolitého priestoru. Zmenou dĺžky kanála dodatočného chladenia môžeme dosiahnuť prakticky ľubovoľné zníženie teploty prúdu na výstupe z manipulátora. Manipulátor používaný podľa schémy zapojenia s dodatočným pridaním chladenia sa nazýva stimulátor-koagulátor. Ten je tiež účinný pri difúznom zastavení krvácania, a na NO-terapeutické procedúry.

PLASMA

Na získanie plynového prúdu obsahujúceho oxid dusnatý pri izbovej teplote sa používa zabudovaný chladič.

Obr. 2 Prevádzkové verzie prístroja

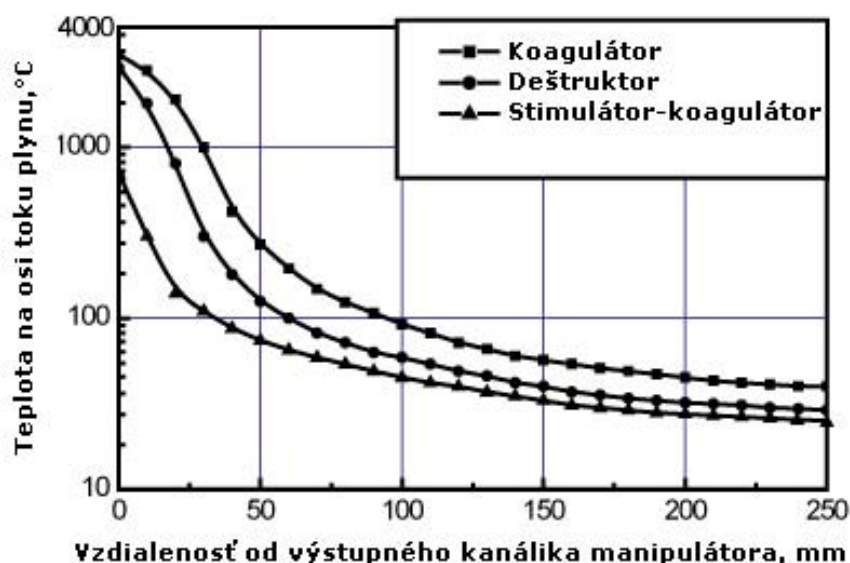
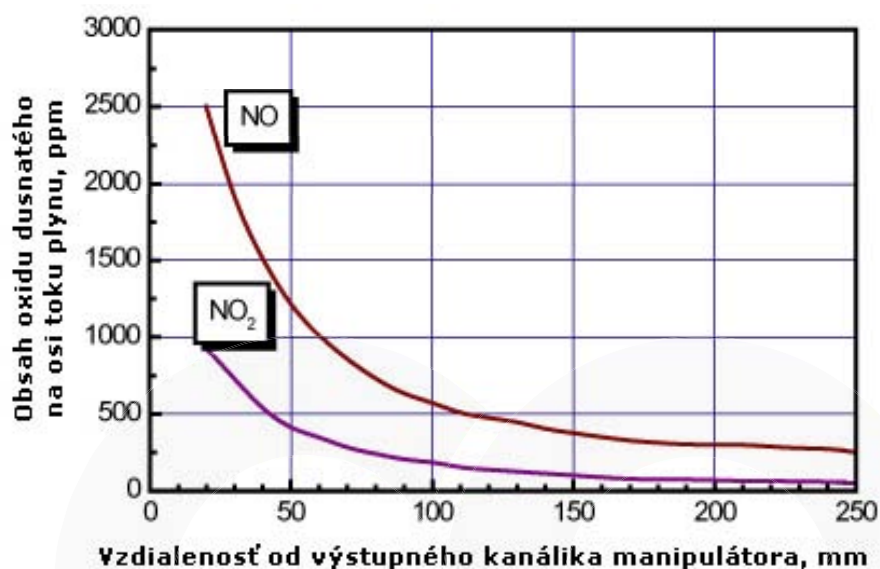


- 1.** Servisný blok, **2.** elektro-hydro-pneumatický (EHP) prívod, **3.** manipulátor, **4.** trubica prívodu plynu s obsahom NO, **5.** výmenný nadstavce **6.** otvor chladiča

Ako je znázornené na obr. 2, ľubovoľný manipulátor môže byť pripevnený do špeciálneho otvoru chladiča, ktorý sa nachádza v hornej časti prístroja. Výsledkom ochladenia vo vstavanom chladiči sa teplota prúdu generovaného manipulátorom zníži na izbovú teplotu. Prísun ochladeného prúdu plynu obsahujúceho NO k objektu sa uskutočňuje špeciálnou pružnou hadicou s vymeniteľnými koncovkami.

Základnými fyzikálno-chemickými parametrami prúdu sú teplota a obsah oxidu dusnatého v ňom. Teplota na konci deštruktora, a koagulátora predstavuje ~ 4000 °C, a pre stimulátor-koagulátor ~ 1000 °C (obr. 3). So vzdialovaním od výstupného kanála manipulátora teplota prúdu rýchlo klesá a vo vzdialenosti 100 mm nepresahuje 100 °C. Množstvo oxidu dusíka na osi prúdu plynu je uvedený na obr. 4.

PLASMA

Obr. 3. Teplota na osi toku plynu**Obr. 4** Obsah oxidu dusnatého na osi toku plynu

Treba poznamenať, že molekula oxidu dusnatého má silný oxidačný potenciál a vo vzdušnom prostredí vstupuje do reakcií s molekulami kyslíka, pričom vytvára chemicky stabilnú látku - oxid dusičitý (NO₂), ktorý z tohto dôvodu bude vždy prítomný v plynovom prúde obsahujúcom NO.

Aplikácia jednotnej generátorovej časti u všetkých manipulátorov umožňuje získavať prúdy s rovnakou koncentráciou obsahu oxidu dusnatého, ako je to znázornené na obr. 4. Rozpätie získavaných koncentrácií NO je veľmi široké -od 2500 ppm do nuly. To lekárovi umožňuje zvoliť parametre, ktoré považuje za najvhodnejšie. Analýza závislosti obsahu oxidu dusnatého na osi plynového prúdu od teploty preukazuje, že **G-NO plasma®** poskytuje užívateľovi obrovské pole možností kombinácií tepelno-fyzikálnych a biochemických vplyvov na biologické tkanivá a objekty.

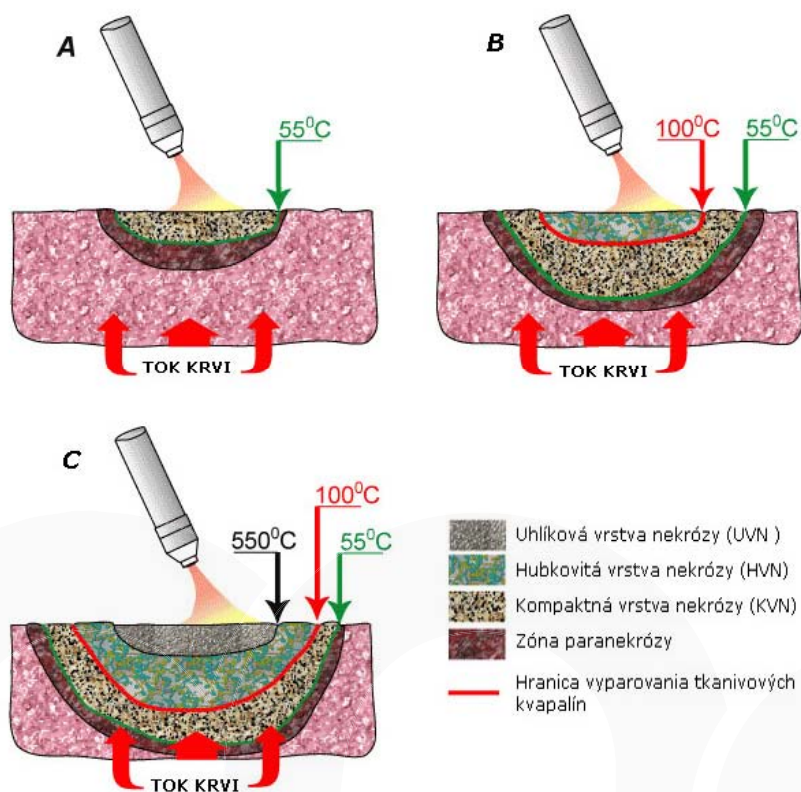
4.2. Koagulácia

4.2.1. Koagulácia povrchov rán

Koagulácia sa vykonáva dodávaním vysoko-teplotného vzdušno plazmového prúdu (ďalej len VPP) priamo na povrch rany. Teplota toku v oblasti kontaktu by nemala byť menšia ako 2000 °C, teda vzdialenosť od výtoku z manipulátora v oblasti účinku musí byť menšia ako 25 mm (obr. 3).

Na samotnom začiatku (obr. 5a) pri privedení energie VPP s teplotou nad 2000 °C k biologickému tkanivu, nastane náhrev tkanivovej tekutiny až do bodu varu. Vytvorí sa kompaktná vrstva nekrózy (ďalej len KVN), pozostávajúca z produktov deštrukcie bielkovinových zlúčenín, čiastočne poškodených a nekrotických, ktoré si zachovávajú bunkovú štruktúru (55 °C) a zóna paranekrózy - pásmo čiastočne reverzibilných zmien v bunkách. Následne sa zóna paranekrózy stáva zdrojom regenerácie.

Obr. 5. Schéma procesov prebiehajúcich pri koagulácii



Ďalšie predĺženie doby expozície (obr. 5b) vedie k zosilneniu procesu varu a vyparovaniu tkanivovej tekutiny. Vytvára sa hubovitá vrstva nekrózy (ďalej len HVN) – pórovitá, elastická a hermetická štruktúra, pozostávajúca z dehydrovaných bielkovín a tukových zlúčenín. V tkanive sa objavuje výrazná fyzikálna hranica odparenej kvapaliny, ktorá oddeľuje hubovitú (HVN) a kompaktnú nekrotickú vrstvu (ďalej len KVN) tkaniva (100 °C).

Horná teplotná hranica hubovitej nekrotickej vrstvy je v zhode s teplotou počiatočného termického rozkladu bielkovín a tukových zlúčenín z ktorých vznikajú jednoduché chemické elementy (550 °C, obr. 5c). Nad HVN sa vytvára karbonizovaná (uhlíková) vrstva nekrózy (ďalej len UVN), ktorá pozostáva zo zhoreného a zuhoľnatého tkaniva.

Kvalitná hemo- aero- lymfo- cholestáza je definovaná kladnou dynamikou vytvárania kompaktnej a špongiovitej nekrotickej vrstvy alebo nízkou mierou vzniku UVN.

Tepelno-fyzikálne a geometrické parametre plazmového prúdu koagulátora sú optimalizované tak, aby sa spoľahlivo dosiahla hemo- aero- lymfo- cholestáza na ľubovoľných biologických tkanivách pri akejkoľvek rýchlosti protismerného prúdu. Veľký prietok horúceho plynu z otvoru koagulátora (cca. 200 m/s) vytvára na povrchu tkaniva podmienky, pri ktorých sa koagulovaná vrstva vytvára priamo zo samotného tkaniva a nie z postupných protismerných tokov tekutín ako je krv alebo lymfa. Univerzálny spôsob dávkovania, ktorý je nevyhnutný pre koaguláciu, je zmena expozičného času a vzdialenosti od výstupu z koagulátora do priestoru koagulácie.

Ak chcete získať spoľahlivú koaguláciu, vzdialenosť ošetrovaného povrchu od výstupu z manipulátora by mala byť cca 25 mm.



UPOZORNENIE

V praxi môže byť hemo- aero- lymfo- cholestáza dosiahnutá aj bez prítomnosti všetkých druhov tepelných zmien. Koagulačný efekt nastane napríklad aj bez vzniku uhoľnej vrstvy nekrózy.

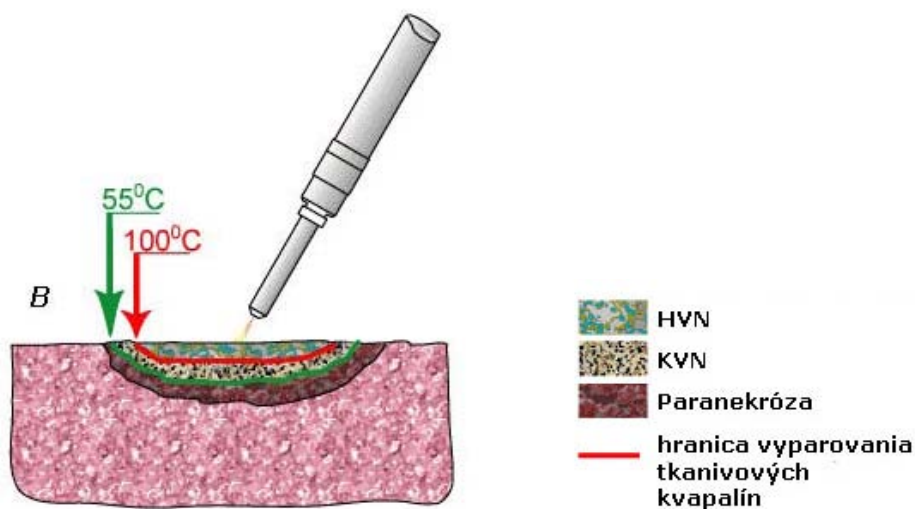
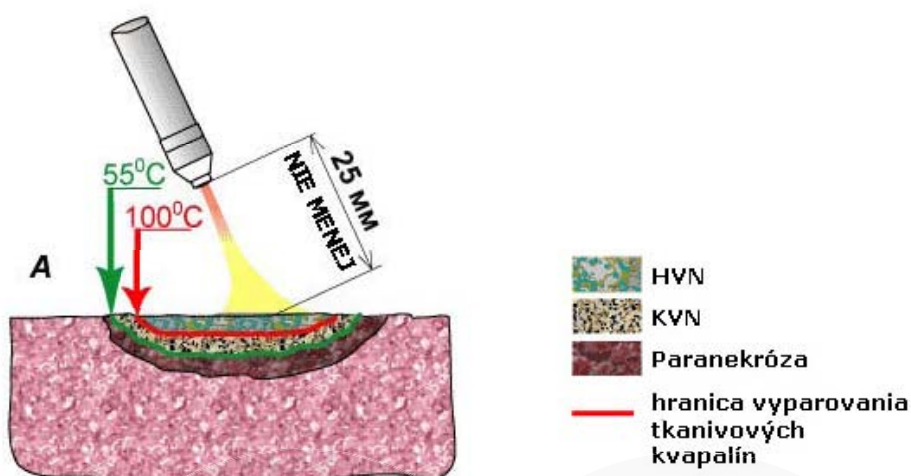
4.2.2. Mierna koagulácia povrchov rán

V niektorých prípadoch, keď chýba intenzívny prísun tekutín (napr. krv alebo lymfa) z hlbších vrstiev tkaniva na povrch, je potrebné vykonávať sušenie povrchu v režime miernej koagulácie kvôli odpareniu patologických tekutín (napr. exudátu) a dosiahnutiu efektívnej sterilizácie.

Na dosiahnutie schnutia a vyššie uvedených výsledkov nie je nevyhnutné používať plný tepelný potenciál VPP. Postačuje, aby bola v mieste dotyku plazmy a tkanív zabezpečená teplota v rozmedzí od 1000 do 2000 °C. Nákras miernej koagulácie je na obr. 6.

Miernu koaguláciu môžeme vykonávať koagulátorom a stimulátorom-koagulátorom. Pri používaní koagulátora by vzdialenosť od otvoru do oblasti koagulácie nemala byť menšia ako 25 mm. Vizualne to približne zodpovedá koncu svietiacej časti plameňa koagulátora. Znižovanie tejto vzdialenosti vedie k prekročeniu tepelnej hranice 2000 °C.

PLASMA

Obr. 6 Schéma uskutočnenia miernej koagulácie pomocou koagulátora**Obr. 7** Schéma uskutočnenia miernej koagulácie pomocou stimulátora-koagulátora

Tepelné procesy vyskytujúce sa počas miernej koagulácie sú v mnohých ohľadoch podobné procesom prebiehajúcim pri tradičnej koagulácii (4.2.1.). Nízky teplotný potenciál prietoku neumožňuje plne vytvárať oblasti tepelnej zmeny. Tento proces je obmedzený na vytváranie nevelkých zón hubovitého tkaniva (HVN), kompaktnej zóny nekrózy (KVN) a zóny paranekrózy. V dôsledku tohto vplyvu na povrch tkanív sa vytvára nepriehľadný film matného odtieňa hrúbky menšej než 200 mikrónov, čo je cieľom miernej koagulácie. Pri vykonávaní miernej koagulácie koagulátorom-stimulátorom je vzdialenosť od výtoku z manipulátora ku tkanivu minimálna (obr. 7), takže teplota výstupného prúdu nepresahuje 1000 °C (obr. 3). Preto, ak je nevyhnutné podrobiť koagulácii väčšiu plochu, mal by byť používaný koagulátor, v prípade potreby koagulovať menšie plochy je vhodné použiť stimulátor-koagulátor.

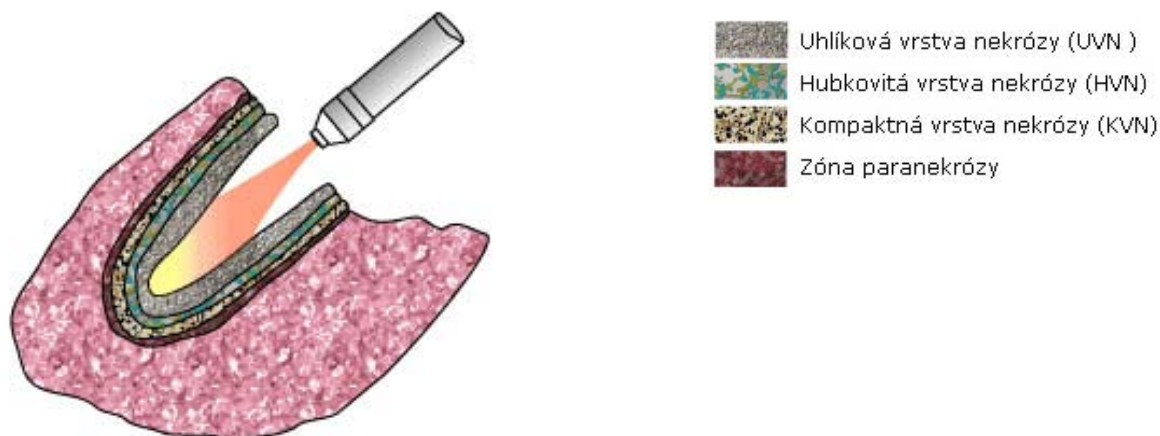
**UPOZORNENIE**

Pre rovnomerné zrážanie filmu je potrebné neustále meniť uhol prietoku plazmy na povrch rany v súlade s jeho povrchom.

4.3. Deštrukcia (rezanie)

Hlavný rozdiel medzi manipulátormi deštruktora a koagulátora je priemer výstupu (koagulátor 1,2 mm, deštruktor 0,7 mm). Takéto konštrukčné riešenie umožňuje úzko nasmerovať a skoncentrovať energiu a navyše zvýšiť rýchlosť jej výtoku.

Obr. 8. Schéma procesov prebiehajúcich pri deštrukcii



Pri opracovávaní živých tkanív s koncentrovaným a úzkonasmerovaným VPP deštruktora sa zuhoľnatená vrstva tkaniva zahrieva na ~ 800 °C a začína sa rozpadáť na malé častice - sublimovať a vysokorýchlostný tok unáša (odfukuje) ZVT produkty rozpadu z opracovávanej zóny



UPOZORNENIE

Pri deštrukcii alebo rozrezaní steny pohlavných orgánov, môže vzniknúť riziko poškodenia ich vnútorného povrchu vzhľadom na preniknutie horúceho plynu cez rez.

Pri takejto dynamike UVN prestáva byť prirodzeným tepelným štítom ako v prípade koagulátora a celá štruktúra oblasti termických zmien sa presúva hlbšie do tkaniva. Výsledkom je zóna deštruovaných tkanív, ktoré sú obkolesené koagulovanou vrstvou, ktorá zabezpečuje spoľahlivú hemostázu.

Na efektívnu prácu musí byť vzdialenosť od výstupu z manipulátora minimálna. To umožňuje dosiahnuť vysoko-kvalitný rez s minimálnym možným poškodením okolia tkanív a orgánov.

.4. Vplyv exogénneho oxidu dusnatého (NO-terapia)

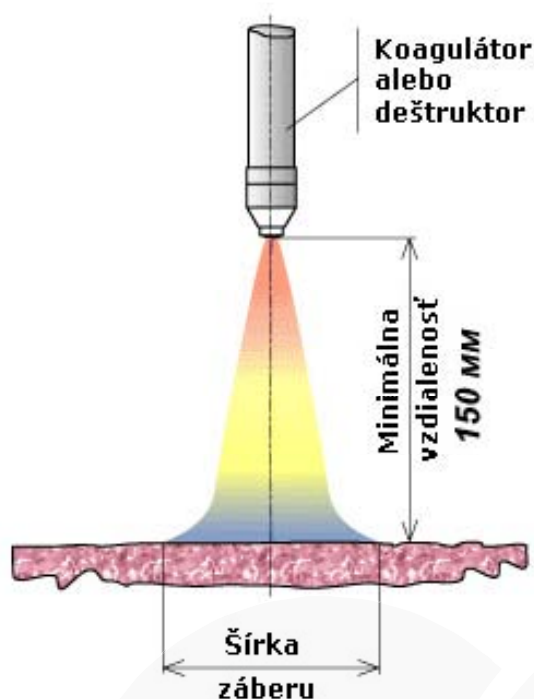
4.4.1. Technológia uskutočňovania procedúr NO-terapie koagulátorom a deštruktorom

Univerzálnosť generátorovej časti dovoľuje používať ľubovoľný manipulátor na pôsobenie exogénneho oxidu dusnatého na biologické objekty, tkanivá a patologické ložiská. Principiálne je fyzikálnym obmedzením používania technológie NO-terapie vo všeobecnosti teplotný faktor.

Optimálna teplota účinku je stanovená nasledujúcimi podmienkami:

- 1) neexistenciou možnosti termického poškodenia bunkových štruktúr,
- 2) chýbajúca citlivosť pacienta na tepelné nepohodlie.

Obr. 9 Schéma uskutočňovania procedúr NO-terapie koagulátorom alebo deštruktorom



Prax ukazuje, že optimálna teplota pôsobiaceho prúdu je 40 ± 10 °C. To na jednej strane znamená menšiu teplotu na začiatku denaturácie proteínov, na druhej strane vytvára u pacienta príjemný pocit ako pri ofukovaní teplým vzduchom.

Minimálna vzdialenosť od výstupného kanála k objektu, pri ktorej sa ešte dajú robiť procedúry NO-terapie koagulátorom alebo deštruktorom je 150 mm (obr. 3). Technologická schéma uskutočňovania procedúr NO-terapie je zobrazená na obr. 9.

VPP sa v ideálnom prípade nasmerováva na povrch pod pravým uhlom. Svetelná škvrna na povrchu (opticko-geometrická projekcia výstupového kanála manipulátora na opracovávanú plochu) pomáha užívateľovi orientovať sa v tom, kde je stred prúdu a tým ho umožňuje nasmerovať správnym smerom. Zároveň sa v oblasti kontaktu prúdu s tkanivom vytvára stabilná kruhová oblasť so zvýšeným obsahom oxidu dusíka. Maximálna koncentrácia NO je pozorovaná na osi plynového prúdu a plynule

klesá smerom k periférii. Koncentrácie NO a NO₂ na geometrickej osi plynového prúdu sú definované závislosťami podľa obr. 4.

Efektívny priemer zasiahnutia opracovávaného povrchu plynovým prúdom obsahujúcim NO možno určiť na základe jednoduchého vzorca:

$$\text{Efektívny priemer zasiahnutia} = \frac{\text{vzdialenosť výstupného kanála manipulátora od objektu}}{4}$$

V prípade geometrických rozmerov ošetrovaného priestoru alebo ak je objekt väčší ako priemer zasiahnutia, opracovávanie sa vedie rovnomerným skenovaním alebo krúživým pohybom s rýchlosťou premiestňovania zóny zvýšenej koncentrácie približne 0,5-1,5 cm/s.



UPOZORNENIE

Priemer svetelnej škvrny nesmie byť menší ako priemer zasiahnutia opracovávaného povrchu. Svetelná škvrna umožňuje správne orientovať stred vzdušného prúdu s obsahom oxidu dusnatého.



UPOZORNENIE

Pri vykonávaní procedúr NO-terapie koagulátorom alebo deštruktorom je nevyhnutné veľmi pozorne sledovať a kontrolovať vzdialenosť od výstupného kanála manipulátora po opracovávanú oblasť pre vylúčenie možnosti spôsobenia termického poškodenia.

PLASMA

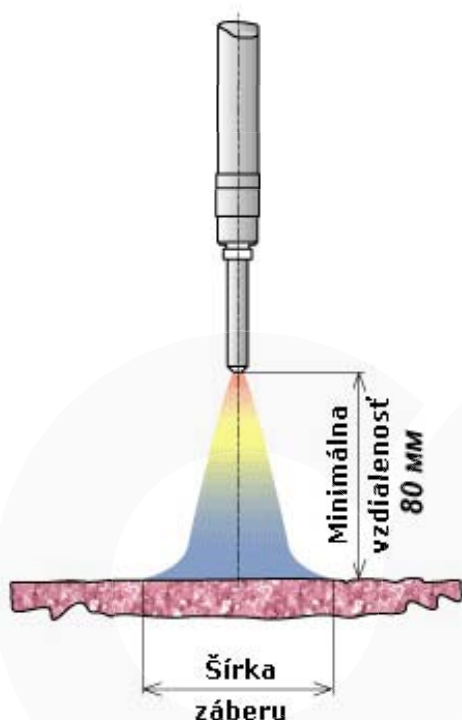
4.4.2. Technológia vykonávania procedúr NO-terapie stimúlátorom-koagulátorom

Stimulátor-koagulátor ako zariadenie pridané ku generátorovej časti chladiča generuje plynový prúd obsahujúci oxid dusnatý s menším tepelným potenciálom ako koagulátor alebo deštruktor.

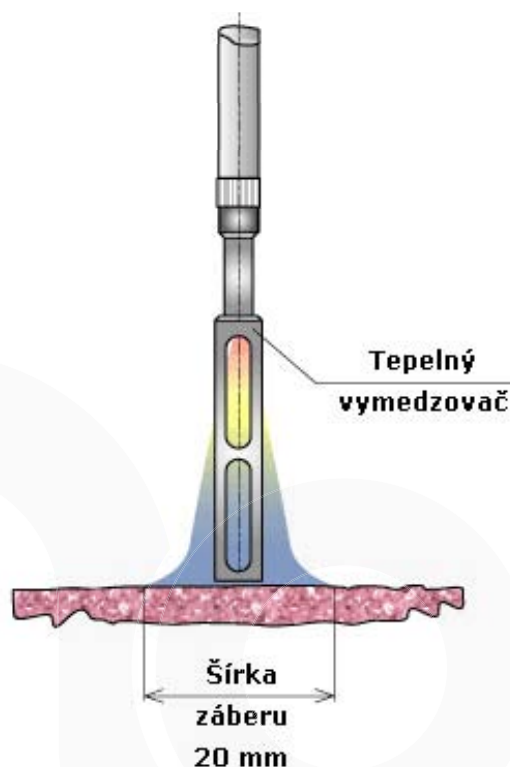
Pri vykonávaní procedúr NO-terapie, nám táto skutočnosť umožňuje priblížiť sa s manipulátorom k biologickému objektu a vytvoriť vyššiu koncentráciu NO v povrchových vrstvách.

Technologická schéma uskutočnenia procedúr NO-terapie stimúlátorom – koagulátorom je uvedená na obr. 10. V súlade so závislosťami (obr. 3) je minimálna vzdialenosť od výstupného kanála po povrch (kde teplota nepresiahne $40 \pm 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$) približne 80 mm.

Obr. 10 Schéma vykonávania procedúr NO-terapie stimúlátorom -koagulátorom



Obr. 11 Schéma vykonávania procedúr NO-terapie stimúlátorom -koagulátorom s dištančným nastavcom



POZOR!

Vzhľadom na možnosť zohriatia tepelného dištančného nastavca pri dlhodobom používaní sa vyhýbajte mechanickému kontaktu s tkanivom.

Ideálne nasmerovanie je pod pravým uhlom na cieľový objekt. Prúd sa bude postupne šíriť po povrchu, čím vytvára symetrickú oblasť so zvýšeným obsahom oxidu dusnatého. Centrum svetelnej škrvny ukazuje používateľovi, kde je prúd nasmerovaný v danom momente.

Efektívny priemer zasiahnutia opracovávaného povrchu je definovaný ako štvrtina vzdialenosti od výstupného kanála manipulátora po povrch. Z dôvodu predchádzania možného termického poškodenia konštrukcia prístroja umožňuje inštaláciu odnímateľného tepelného dištančného nástavca na stimulátor-koagulátor, ktorého použitie umožňuje fixovať fyzikálno-chemické parametre prúdu (obr. 11).

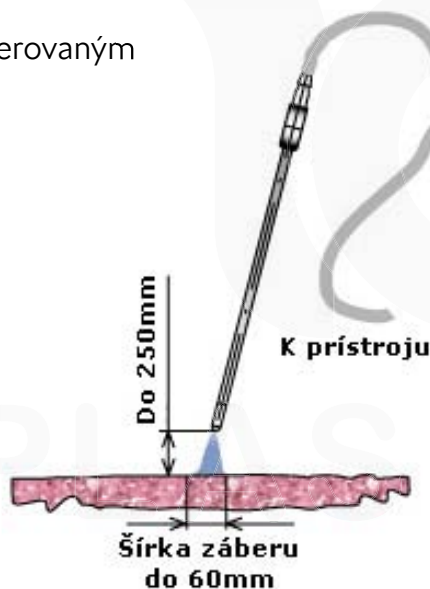
Dištančný nástavec má tvar dutého valca s veľkými bočnými otvormi. Jeho dĺžka je zvolená tak, aby teplota prúdu plynu s obsahom NO na konci dištančného nástavca bola $40 \pm 10 \text{ }^{\circ}\text{C}$, kým koncentrácia oxidu dusnatého bude mať hodnotu $\sim 750 \text{ ppm}$. Inštalácia tepelného dištančného nástavca nespôsobuje zmeny v geometrických parametroch toku plynu obsahujúceho NO. Efektívny priemer zasiahnutia je rovnako ako predtým vo štvrtine vzdialenosti a maximálne možné priblíženie stimulátora-koagulátora s nasadeným dištančným nástavcom k cieľovému objektu je $\sim 20 \text{ mm}$.

4.4.3. Technológia uskutočňovania procedúr NO-terapie úzkonasmerovaným, úplne ochladeným plynovým prúdom s obsahom NO

Použitie doplnujúceho chladiča labyrintového typu umožňuje úplné ochladenie VPP až na teplotu okolitého prostredia. Na získanie úzko-nasmerovaného plynového prúdu s obsahom NO izbovej teploty je nevyhnutné zaviesť ľubovoľný manipulátor do otvoru vstavaného chladiča a zapnúť ho (obr. 2). Ochladený prúd sa privádza k objektu cez pružnú silikónovú trubicu a kovový nástavec (obr. 12) v tvare tenkostennej trubice s priemerom 4 mm, ktoré sú vyrobené z biologicky inertných materiálov. Lokalizácia a nasmerovanie sú dosiahnuté kalibráciou výstupného otvoru nástavca. Na uspokojenie súčasných úloh NO-terapie sa optimálnym javí priemer výstupného otvoru násadky menší ako 1 mm.

Aplikácia úzko-nasmerovaného úplne ochladeného prúdu plynu s obsahom NO dovoľuje opracovávať oblasť patológie z akejkoľvek vzdialenosti až do 250 mm. Ochladenie prúdu plynu obsahujúceho NO umožňuje jeho použitie pri opracovávaní dutín v dvoch variantoch.

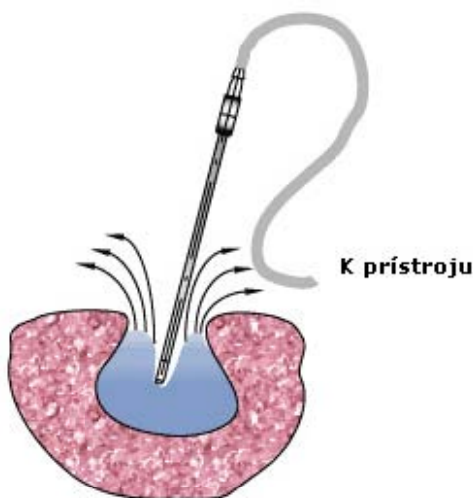
Obr. 12 Opracovávanie povrchu úzko-nasmerovaným prúdom plynu s obsahom NO



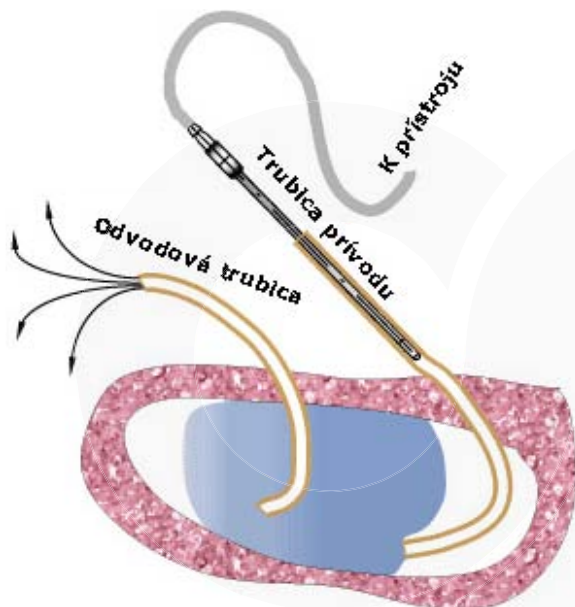
**POZOR!**

Pri používaní úzko-nasmerovaného plynového prúdu s obsahom NO starostlivo vyberajte trvanie procedúry, pretože pri malej vzdialenosti od špičky k povrchu cieľového objektu sa vytvára vysoká koncentrácia oxidu dusnatého (obr. 4.)

Obr. 13 Varianty používania prúdu plynu obsahujúceho NO pri opracovávaní dutín

**Variant 1**

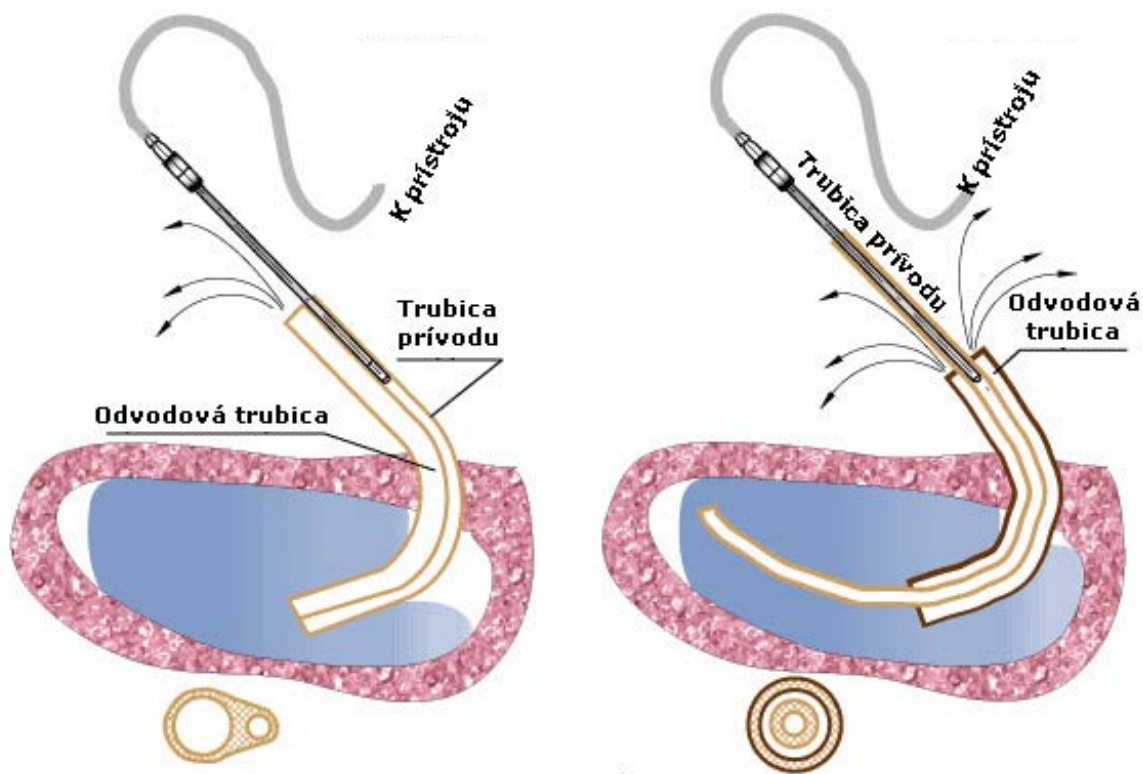
Ak má dutina tvar vaku a otvor je väčší ako priemer kovového hrotu, násadka sa zavádza priamo do otvoru. Vzduch nachádzajúci sa v dutine je vytláčaný aplikovaným prúdom plynu obsahujúcim NO. Po nejakej dobe sa v dutine vytvorí atmosféra s vysokým obsahom oxidu dusnatého.

**Variant 2**

Pripojenie kovového nástavca na existujúce alebo nainštalované drenážne rúrky umožňuje opracovávať oxidom dusnatým prakticky ľubovoľné vnútorné dutiny človeka.

Preto sa kovový nástavec hermeticky pripája na drenážne rúrky (sondy) v dutine. Plynový prúd obsahujúci NO sa privádza do dutiny a plyn nachádzajúci sa v nej prúdi cez ďalšiu trubicu, ktorá spája dutinu s okolitým priestorom (vývodná trubica).

Existujú aj varianty ošetrovania dutín dvojkanálovou drenážnou trubicou (obr. 14a) alebo koaxiálnou verziou (trubica v trubici) vstupu prúdu plynu s obsahom NO do dutiny (obr. 14b), ako aj dodávanie NO do oblastí patológie cez punkčné ihly a bioptické kanály endoskopických prístrojov.

Obr. 14 Použitie drenáže pri opracovávaní dutín**Schéma A** - dvojkanálová drenáž**Schéma B** - koaxiálna drenáž**UPOZORNENIE**

Pri podávaní oxidu dusnatého do ľubovoľnej dutiny je nevyhnutné zabezpečiť jej drenáž pre výstup použitého plynu do okolitého priestoru.

4.4.4. Technológia získavania antiseptického roztoku na základe peroxidu vodíka a oxidu dusnatého

Na získanie antiseptického roztoku na báze peroxidu vodíka a oxidu dusnatého je nevyhnutné rozpustiť určité množstvo NO v 3% roztoku peroxidu vodíka. Nízka rozpustnosť oxidu dusnatého vo vodných roztokoch neumožňuje takéto riešenie bez použitia technológie prebublávania.

Schéma technologického procesu je zobrazená na obr. 15.

V priehľadnej nádobe je naplnené konštantné množstvo 3 % roztoku peroxidu vodíka. Cez hermeticky uzatvorené veko nádoby sa zavedie kovová násadka prívodu plynového prúdu obsahujúceho NO tak, aby bol výstupný otvor násadky umiestnený pod hladinou kvapaliny v nádobe. Navyše je do veka nádoby osadená drenážna rúrka na spojenie voľného priestoru nádoby s atmosférou.

Po zapojení prístroja **G-NO plasma®** sa plynový prúd obsahujúci NO, privádza priamo do 3 % roztoku peroxidu vodíka vo forme bublín, nasycujúc tak peroxid oxidom dusnatým.

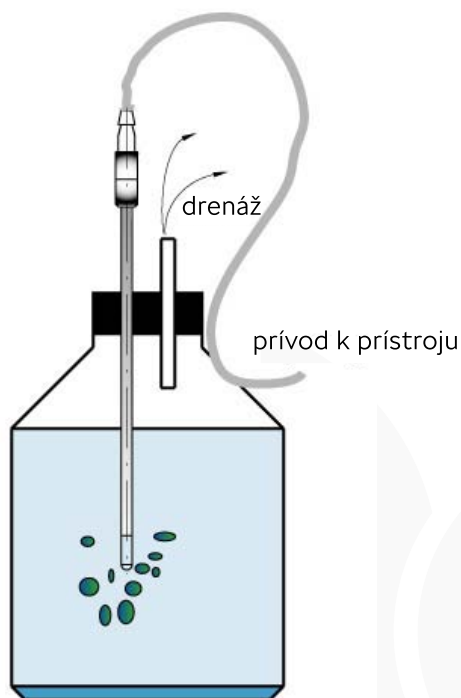
Optimálna doba na prípravu roztoku závisí od objemu chystaného roztoku a stanovuje sa podľa vzorca:

$$t = 0,06 \cdot V$$

V - objem roztoku v ml **t** - čas bublania v minútach.

Získaný roztok môže byť použitý pri ošetrovaní ihneď alebo do 20 dní, ak je uložený na chladnom a tmavom mieste.

Obr. 15 Technológia získavania antiseptického roztoku na základe peroxidu vodíka a oxidu dusnatého



POZOR!

Získavanie antiseptického roztoku sa vykonáva v digestore alebo v miestnosti vybavenej ventiláciou.

4.5. Aplikácia novej technológie v rôznych oblastiach medicíny

Technológia práce s prístrojom **G-NO plasma®** pri liečbe rôznych chorôb, zápalových, deštruktívnych a disregeneratívnych procesov je v princípe rovnaká.

Avšak vzhľadom na použitie NO-terapie a vysokoteplotnej vzdušnej plazmy v rôznych oblastiach medicíny, je potrebné uviesť niektoré metodické odporúčania pre prístroj **G-NO plasma®** pri rôznych patologických procesoch a v rôznych fázach ochorenia (akútne, subakútne, chronické), ako aj pri prevencii. Preto je vhodné zdôrazniť, že NO-terapia sa môže kombinovať s vysokoteplotnými plazmovými prúdmi, ako aj inými metódami liečby (lieky, biologické a polymérne obvazy, laserové, ozónové a iné fyzikálne terapie, atď.) v súčasnosti používanými pri liečbe rôznych chorôb v nižšie uvedených oblastiach medicíny.

4.5.1. Všeobecná a hnisavá chirurgia

NO-terapia **lineárne zašitých rán**. Na prevenciu hnisania a stimuláciu hojenia rán sa používa stimulátor-koagulátor s pridaným dištančným nástavcom (pozri oddiel 4.4.2, obr. 11). Ranu opracovávame pri minimálnej alebo normálnej spotrebe vzduchu zo vzdialenosti 2-3 cm od dištančného nástavca po ošetrovaný povrch veľmi pomalým premiestňovaním manipulátora pozdĺž švu. Čas opracovávania je 10-20 sekúnd na 1 cm² plochy denne po dobu 3-5 dní. V miestach rozchádzania sa švov sa vykonáva bodové ošetrovanie kde je expozičný čas 20-40 sekúnd na 1 cm² povrchu rany pri normálnom režime spotreby vzduchu denne až do zahojenia rany. Pri nahnisaní pooperačných rán sa NO-terapia vykonáva po predchádzajúcom vyčistení rany (odstránenie tekutiny, hnisavého detritu, fibrínu, atď). Schéma a postup uskutočnenia opracovania sú analogické vyššie uvedenému popisu.

Pri liečbe **post-traumatických hnisavých rán, infikovaných popálenín, flegmo-nekrotických eryzipelov, septických rán po otvorení flegmóna, abscesov, mastitíd, hydradenitov** a pod. sa pred NO-terapiou vykonáva radikálne chirurgické opracovanie hnisavého alebo hnisavo-nekrotického ložiska s odstránením nekrotizovaných a odumretých tkanív, so širokým odhalením všetkých záhybov a vakov. Opracovanie prúdom plynu obsahujúcim NO sa vykonáva pri normálnej alebo maximálnej spotrebe vzduchu vo vzdialenosti 2-3 cm od dištančného nástavca k povrchu rany.

Na zabratie väčšej plochy môžeme používať aj stimulátor-koagulátor bez dištančnej násadky (pozri 4.4.2, obr. 10), ako aj koagulátor-deštruktor (pozri 4.4.1, obr. 9). Doba opracovávania je 10-60 sekúnd na 1 cm², celková doba trvania procedúry zodpovedá ploche rany a závisí od hĺbky zranenia a fázy procesu. Pri prevahe alteratívno-exudatívnych prejavov je doba opracovávania maximálna, vo fáze proliferácie a rastu granulácie sa čas opracovávania znižuje.

Kritériom pre ukončenie procedúry je „predsušenie“ povrchu rany, rovnako ako subjektívne pocity bolesti alebo pálenia u niektorých pacientov.

V druhom prípade je možné zvýšiť vzdialenosť od manipulátora alebo použiť úzko-nasmerovaný prúd NO izbovej teploty (pozri 4.4.3, obr. 12). Pri hyperestézii povrchu rany u detí mladších ako 1 rok by mal byť použitý len úzko-nasmerovaný prúd NO (pozri 4.4.3, obr. 12).

Celkom sa počas liečby vykonáva 5 - 12 procedúr v závislosti od veľkosti rany a charakteru priebehu ranového procesu. NO-terapia by mala pokračovať aj po chirurgickom uzavretí rany, uložení sekundárnych stehov alebo vykonaní kožnej plastiky až do prijatia kožných štepov (3-5 procedúr pri normálnom alebo minimálnom režime spotreby vzduchu). Doba trvania a účinnosť liečby sa hodnotí na základe klinických, mikrobiologických a cytologických údajov a ukazovateľov zmien v mikrocirkulácii (LDF, pO₂, atď).

(LDF = laser-doplerová fluorometria) je ďalšou metódou liečby hnisavých lézií je kombinácia chirurgickej liečby hnisavého ložiska a následné liečenie rany teplovzdušným prúdom plazmy (koagulátor alebo deštruktor) -NO-terapia. Po otvorení hnisavého ložiska sa povrch rany opracováva deštruktorom (pozri 4.3, obr. 8), odparením zvyškov nekrotického detritu a hnisavého exudátu na hraniciach živého tkaniva. Potom pokračuje spracovanie koagulátorom (pozri 4.2.1, obr. 5) na dosiahnutie hemostázy a sterilizácie povrchu rany. Po 2-3 ošetrovaniach v režime miernej koagulácie (pozri 4.2.2, obr. 6, 7) sa rana zošívá alebo sa vykonáva autodermaplastika. V pooperačnom období dopĺňa NO-terapia prúdmi vzdušnej plazmy (3-5 procedúr) chirurgické zákroky, čím zvyšuje efektívnosť liečby hnisavých chirurgických patológií.

NO-terapia pri liečbe hnisavých procesov v **čelustno-lícovej chirurgii** a abscesov odontogénnych flegmónov ústnej spodiny tváre a krku sa realizuje pomocou systému drenážnych rúrok (pozri 4.4.3). Náсадка, ktorou sa privádza ochladený prúd plynu s obsahom NO sa bezprostredne fixuje do drenážnej trubice (pozri 4.4.3, obr. 14). Opracovanie sa vykonáva pri normálnom režime spotreby vzduchu, expozícia trvá 30-60 sekúnd v závislosti od veľkosti plochy. Liečenie NO-terapiou sa vykonáva v priemere 7 až 8 procedúrami uskutočňovanými raz denne. Pri liečbe abscesov, vredov a karbunkulov liečenie trvá v priemere 3 až 5 procedúr.

Pri povrchovej lokalizácii pyo-zápalového procesu (nahníšané rany, zápalové infiltráty) sa používa stimulátor-koagulátor s dištančným nastavcom (pozri 4.4.2, obr. 11). Vzdialenosť od opracovávaného povrchu je 3-5 cm od dištančného nastavca, bez nastavca vo vzdialenosti 15-20 cm od výstupného otvoru manipulátora. Doba expozície je 8-10 sekúnd na 1 cm² otvoreného povrchu, celková doba trvania expozície závisí od veľkosti rany alebo infiltrátu. Kritériom pokračovania expozície je vizualizácia povrchu rany, ktorý sa stane matným a vysušeným. Účinnosť liečby je meraná ustúpením bolesti, zmenami v charaktere exudácie, znížením trvania zápalových reakcií, čistením rany, granuláciou tvorbou okrajovej epitelizácie a tiež na základe cytologického, histologického a imunomorfologického pozorovania biologických vzoriek.

V niektorých prípadoch sa odporúča použitie kombinácie chirurgických a liečebných režimov prístroja **G-NO plasma®**. Hnisavé ložisko sa otvára, odstraňujú sa nekrotizované tkanivá a novovzniknutý povrch rany je liečený vzdušno-plazmovým prúdom koagulátora (pozri 4.2.2, obr. 6) pri maximálnom prietoku vzduchu. Vzdialenosť od výstupu koagulátora po objekt je ~10 cm. Opracovávanie sa vykonáva do objavenia sa tenkého priehľadného filmu na povrchu rany (zvyčajne počas 30-90 sekúnd, v závislosti na ploche). Vzhľadom na obmedzené abscesy lokalizované v podkožnom bunkovom tkanive sa pri otváraní vredov a karbunkulov používa manipulátor-deštruktor (pozri 4.3, obr. 8), ktorý umožňuje „odparovať“ hnisavo-nekrotické tkanivo. V pooperačnom období, pri preväzo, sa vykonávajú procedúry NO-terapie podľa techniky pre post-traumatické rany.

Pri liečbe trofických vredov venózne a arteriálnej etiológie, preležanín, hnisavo-nekrotickej lézie dolných končatín u pacientov s cukrovkou typu 1 („diabetickej nohy“) a ďalších veľkých dlhodobu sa nehojajúcich rán pomocou NO-terapie sa vyskytujú viaceré metodické zvláštnosti.

Pred začiatkom procedúry je potrebné uskutočniť čistenie rany, odstrániť ranový detrit, hnisavý exudát a fibrín. Pri prítomnosti suchej chrasty je nevyhnutné ju odstrániť, môžu sa použiť obväzy s proteolytickými enzýmami. Pri neuropatickej forme syndrómu diabetickej nohy (slabo exudujúce rany) sa odporúča „utišiť“ okraje rany a odstrániť časti hyperkeratózy. Očistený povrch rany sa „utišuje“ antiseptickým roztokom a osušuje sa savou suchou sterilnou vatou - tampónom. Po tomto sa začína procedúra NO-terapie.

Pre liečbu vredov alebo povrchových rán sa používa buď stimulátor-koagulátor (pozri 4.4.2, obr. 10) vo vzdialenosti 10-15 cm od ošetrovaného povrchu priamo alebo s nasadenou dištančnou násadkou (pozri 4.4.2, obr. 11), pričom vzdialenosť od dištančného nastavca po povrch je 3-6 cm. Možno použiť aj úzko-nasmerovaný prúd plynu obsahujúci NO (pozri 4.4.3, obr. 12). Ofukovanie sa uskutočňuje kolmo na povrch rany, postupným premiestňovaním manipulátora kruhovým pohybom od stredu k periférii alebo opačným postupom či priamočiarym pohybom ako pri skenovaní povrchu. Čas opracovávania pri normálnom režime spotreby vzduchu kolíše od 8-10 do 60 sekúnd na 1 cm² povrchu v závislosti od rozmerov rany (čo do veľkosti i hĺbky), charakteru patológie a fázy hojenia rany. Maximum je prípustné pri alteratívno-exudatívnej fáze a znižuje sa pri transformačnom procese do fázy regenerácie – objavenia sa granulácie a minimum je pri epitelizácii. Táto závislosť určuje aj počet procedúr na liečbu, ktorý je stanovený začatím hojenia rán (vredov) a kolíše od 4-5 až do 15 (maximálne 20) procedúr. Na začiatku liečby sú terapeutické procedúry vykonávané denne, následne vo fáze II. spravidla každý druhý deň. V osobitných prípadoch pri rozsiahlych a hlbokých poškodeniach je možné uskutočniť procedúry v týždňových intervaloch. Objektívne kritériá pre stanovenie dĺžky liečby a zhodnotenie jej účinnosti sú: klinický obraz, výsledky planimetrie, dáta mikrobiologických, cytologických, morfológických pozorovaní, normali-zácia ukazovateľov mikrocirkulácie (podľa LDF), atď.

NO-terapia sa používa aj na prípravu povrchu rany k autodermoplastike, pri trofických vredoch veľkého rozmeru a rozsiahlych dlhodobu sa nehojajúcich ranách. V pooperačnej perióde pokračujú NO-procedúry ďalej (zvyčajne 5 - 8 procedúr) na stimuláciu prijatia transplantovaných kožných štepov.

Pri liečbe trofických vredov, ktoré sa vyznačujú rozvojom hypergranulácie (Martorell vredy), sa využíva kombinácia chirurgických a liečebných režimov prístroja **G-NO plasma®**. Najprv sa s použitím koagulátora alebo deštruktora „odparí“ hypergranulácia, na vredovom povrchu vznikne tenká chrasta koagulácie a následne sa NO-terapia vykonáva bežným postupom. Pri liečbe hlbokých preležanín, trofických vredov a „diabetickej nohy“ s prevahou výrazných hnisavo-nekrotických prejavov, rovnako ako pri liečbe hlbokých popálenín za účelom nekrektómie a sterilizácie rán sa vykonáva povrchové opracovávanie v režime deštrukcie alebo koagulácie až po odparení nekrotického detritu a vytváranie tenkej koagulačnej chrasty. Potom je povrch rany počas 10-15 dní ošetrovaný v režime NO-terapie.

PLASMA

Pri peritonitíde vyvolanej akútnym zápalovým ochorením orgánov brušnej dutiny (apendicitída, cholecystitída, perforované vrede žalúdka a čriev, akútna črevná obštrukcia, akútne gynekologické ochorenia, atď.) sa NO-terapia vykonáva:

- 1. Intra-operačne** po odstránení primárneho ložiska a sanácii brušnej dutiny prostredníctvom opracovávaní (najmä v oblasti hnisavých podliatín a primárnych ložísk) stimulátorom-koagulátorom s pridanou dištančnou násadkou (pozri 4.4.2, obr. 11) zo vzdialenosti 3-5 cm s expozíciou 7-10 sekúnd na 1 cm², s celkovou dobou procedúry až do 3 min. Pri absencii primárneho ložiska (napr. pri črevnej obštrukcii) je vzdialenosť 7-9 cm od konca dištančnej násadky, expozícia 5-7 sekúnd na 1 cm², celková doba opracovávaní je do 10 minút (používa sa mód s maximálnym prietokom vzduchu). Pri intraoperačnom ošetrení voľnej brušnej dutiny je nevyhnutné sa vyhnúť vysušaniu črevnej steny.
- 2. V pooperačnom období** sa prúd plynu obsahujúci NO izbovej teploty privádza cez dvojkanálové drenážne rúrky (pozri 4.4.3, obr. 14a). Čas expozície je spojený s aktivitou zápalového procesu 1 až 3 minúty na každú drenáž, no nie viac ako 10 minút celkovej expozície. Počet a frekvencia procedúr tiež závisí od rýchlosti procesu normalizácie. Pri prítomnosti hnisavých ložísk sa vyžadujú každodenné procedúry. Pri vykonávaní procedúry by sa malo začať s minimálnym režimom prúdenia vzduchu a ak nie sú prítomné nepríjemné pocity, je možné prejsť k normálnemu režimu prietoku vzduchu.

Kritériami pre ukončenie procedúry sú: výskyt nepríjemných pocitov, bolesti, hemodynamická nestabilita, ktoré sa nezmenšujú znižovaním spotreby vzduchu. Ak sa aj pri nasledujúcich procedúrach objavia uvedené symptómy, potom je vhodnejšie drenážnu NO-terapiu neposkytovať.

Indikáciami pre ukončenie NO-terapie a odstránenie drenáže sú všeobecne akceptované kritériá – neprítomnosť vylučovaného exkrétu, sterilný osev peritoneálneho exudátu, vymiznutie napätia svalov brušnej steny a príznaky peritoneálneho podráždenia, zlepšenie klinických krvných testov, atď. Uskutočnenie NO-terapie má za cieľ dopĺňať metódy účinkovania na lymfatický systém (endolymfatické podávanie liekov, lymfatické odvodnenie toku, mimotelová detoxikácia, peritoneálna laváž).

4.5.2. Poľná chirurgia

V oblasti **poľnej chirurgie** sa prúd plynu obsahujúci NO a vzdušno-plazmové toky generované prístrojom **G-NO plasma®**, rovnako ako ich kombinácie, používajú na liečbu **strelných rán, strelných a trieštivých zlomenín, mínových a výbušných poranení a ich hnisavých infekčných komplikácií, pri operácii vnútorných orgánov**, atď.

Pri primárnej chirurgickej liečbe strelnej rany sa používa stimulátor-koagulátor v režime miernej koagulácie pri teplote VPP nie vyššej ako 2000 °C (pozri 4.2.2, obr. 6, 7). Malé oblasti neživého tkaniva sa odparujú deštruktorom (pozri 4.3, obr. 8).

Pri opakovanej chirurgickej liečbe rán sa mierna koagulácia (pozri 4.2.2, obr. 6, 7) používa v záverečnej fáze po dopĺňujúcom odoperovaní mäkkých tkanív, odstránení neživých tkanív ako aj ranového exkrétu.

Po operácii sa NO-terapia vykonáva (pozri 4.4.1, obr. 9) zo vzdialenosti 15-20 cm od výstupu manipulátora - koagulátora alebo deštruktora.

Opracovávanie kostno-svalových rán sa tiež vykonáva v režime miernej koagulácie mäkkých tkanív. Kostné tkanivo sa neopracováva, účinok sa prejavuje len na kostnej dreni, kde sa zabraňuje jej výtoku.

Metódou výberu je použitie vzdušno-plazmového prúdu v kombinácii s následnou NO-terapiou pri strelných a výbušných poraneniach, komplikovaných hnisavou infekciou. V týchto prípadoch procedúra miernej koagulácie (pozri 4.2.2, obr. 6, 7) predchádza opakované chirurgické ošetrenie rán, počas ktorého sa vykoná ich revízia, nekrektómia, otvorenie a drenážovanie hnisavých podliatín ako aj hematómov. V pooperačnom období sa pri preväzoch vykonávajú procedúry NO-terapie (4 až 10 krát) pri 5-10 sekundách na 1 cm². Po vykonaní plastickej etapy operácie sa rany opracovávajú prúdom plynu obsahujúcim NO v okolí rany cez drenážne rúrky (pozri 4.4.3, obr. 13, 14), alebo na povrchu transplantátu. Kritériá pre ukončenie liečby a hodnotenie efektívnosti sú klinické ukazovatele a údaje mikrobiologických, cytologických a histologických pozorovaní.

Vzdušno-plazmové prúdy a prúdy plynu obsahujúceho NO sa používajú aj v **hrudnej chirurgii pri poranení hrudníka a pľúc**, aby sa dosiahla spoľahlivá hemostáza, aerostáza, profilaktika a liečba hnisavých komplikácií. Pri vykonávaní torakotómie sa využíva deštruktor pri maximálnom prietoku vzduchu na rozrezanie svalov hrudného koša, ale nie kože s podkožnými a väzivovými tkanivami (pozri 4.3, obr. 8). Pleurálna dutina sa otvára skalpelom. Na konci operácie sa torakotómna rana ďalej opracováva VPP v režime miernej koagulácie (pozri 4.2.2, obr. 6, 7) za účelom zníženia bakteriálnej kontaminácie. Po operácii pokračuje NO-terapia podľa metodiky pre lineárne zošité rany.

Vzdušno-plazmové prúdy v režime deštrukcie (pozri 4.3, obr. 8) a koagulácie (pozri 4.2.1, obr. 5) sa používajú aj pri resekcií rebier, poškodení osteomyelitídy, pľúc, pleurálnej adhézii, oddelení zrastených častí interlobulárnych štrbín pľúc, vo fáze chirurgickej liečby s cieľom aero a hemostázy vytvárajúcej sa v dôsledku operácie povrchovej rany.

V **chirurgii parenchýmových orgánov brušnej dutiny** sa VPP v koagulačnom režime používa ako prostriedok doplnkovej alebo konečnej hemostázy pri kapilárnom alebo parenchýmovom krvácaní, pre cholestázu pri operáciách pečene, pri koagulačnej liečbe lôžka žlčníka, pri cholecystektómii, pri operáciách zachraňujúcich orgány - operácie sleziny a pankreasu (pozri 4.2.1, obr. 5).

Pre viac informácií o použití AIR plazmy pre NO-terapiu v poľnej chirurgii odporúčame pozrieť „**Pokyny pre používanie prístroja G-NO plasma® v chirurgickej praxi.**“

PLASMA

4.5.3. Onkológia

V onkológii sa používajú všetky režimy prístroja **G-NO plasma®**:

1. Na odstránenie menších nádorov (papilóm, bradavica, nezhubné cievne nádory) sa používa opracovávanie v režime deštrukcie (pozri 4.3, obr. 8).
2. Koagulačný režim (pozri 4.2.1 obr. 5) sa používa intraoperačne na chirurgické odstránenie nádorov veľkých rozmerov. Koaguláciou povrchu rany sa dosahuje zmenšenie difúznej straty krvi a plazmy, blokáda lymfatických trhlín a kapilár, zvýšenie ablácie chirurgického zákroku. Priestor operácie sa ošetruje koagulátorom vo vzdialenosti od 0,5 do 15 cm až po vytvorenie tenkého koagulačného filmu na povrchu rany. Doba opracovávania je určená veľkosťou a stavom rany.
3. V režime NO-terapie sa prístroj **G-NO plasma®** používa v pooperačnom období, aby sa zabránilo rozchádzaniu sa švov, liečbe komplikácií pooperačných rán, rozsiahlych dlhodobých nehojivých rán a donorských štepov, postradiačných vredov, mokrých a suchých epidermitov, radiačných fibróz a aby sa zabránilo odlúčeniu kožných štepov v dermoplastike.

NO-terapeutické procedúry sa uskutočňujú pri normálnom alebo maximálnom prietoku vzduchu, pomocou stimulátora-koagulátora s nasadenou dištančnou násadkou (pozri 4.4.2, obr. 11), vo vzdialenosti 2-5 cm od výstupu. Celková doba expozície závisí od plochy, optimálna doba opracovávania je 1 min na 1,5-2 cm². Kritériom pre ukončenie procedúry je vizuálne vysušenie tkaniva rany a formovanie tenkého suchého filmu na jej povrchu. Celkový počet procedúr na liečbu je 7 - 10.

Ak je to nevyhnutné, je možné liečbu po týždňovej prestávke zopakovať. Objektívnym kritériom pre hodnotenie účinnosti liečby je: čistenie rany, objavenie sa granulácie a epitelizácie, hodnoty laboratórnych a inštrumentálnych sledovaní. K liečbe hlbokých uzavretých dutín sa využívajú prúdy plynu obsahujúceho NO izbovej teploty (pozri 4.4.3, obr. 13).

4. Liečba radiačnej osteomyelitídy (pozri nižšie bod 4.5.4).

4.5.4. Traumatológia a ortopédia

V traumatológii a ortopédii sa NO-terapia používa pri liečbe **osteomyelitických fistúl, rán po sekvestrektómii otvorených zlomenín**. Pre opracovávanie sa používa koagulátor (pozri 4.4.1, obr. 9) vo vzdialenosti 20-25 cm, stimulátor-koagulátor (pozri 4.4.2, obr. 10) vo vzdialenosti 10-15 cm, pri použití dištančnej násadky (pozri 4.4.2, obr. 11) sa vzdialenosť skracuje až do 3-5 cm. Pri prítomnosti fistúl alebo hlbokých drenážovaných dutín sa používajú plynové prúdy obsahujúce NO pri izbovej teplote (pozri 4.4.3, obr. 13, 14), ktoré sa privádzajú až ku ložisku použitím koaxiálnych alebo dvojkanálových sterilných drenážnych rúrok. Čas expozície kolíše od 1 do 6 minút v závislosti od rozmerov ložiska a prejavov hnisavo-nekrotického procesu.

Liečba NO-terapiou sa skladá z 5-10 procedúr vykonávaných každý deň alebo obdeň.

Prístroj **G-NO plasma®** sa tiež používa pri liečbe **radiačnej osteomyelitídy**. Po sekvestrektómii a sanácii kostnej dutiny sa NO-terapia vykonáva pomocou úzkonasmerovaného ochladeného prúdu plynu obsahujúceho NO (pozri 4.4.3, obr. 12) vo vzdialenosti 1 cm od výstupu trysky. Doba trvania expozície jednej oblasti je do 60 sekúnd. Do hlbokých častí osteomyelitickéj dutiny sa studený prúd plynu privádza cez drenáž, po 30 sekundách na jednu drenáž vykonávanú denne, 7-8 procedúr počas súvislej liečby. Osteoflegmóny sa opracovávajú v oblasti fistúl alebo hnisavých rán denne, po dobu 7-8 dní, doba trvania procedúry je od 1 do 2 minút.

Na prevenciu hnisavých komplikácií v otvorených zlomeninách sa NO-terapia používa pred chirurgickým opracovaním rán mäkkého tkaniva pri injekčnom podaní antibiotík do zdravej končatiny, napríklad Tartsefaksimu lymfotropnou metódou Yarema IV (1990), t.j. v podkožnom bunkovom tkanive, s nasledujúcou lymfomasážou prístrojom APKU 5 v režime „bežiackej vlny“. Pri opracovaní prúdom plynu obsahujúcim NO (15 sekúnd na 1 cm² povrchu) sa pozoruje zvýšená koncentrácia antibiotika v sére a ranovom exudáte, čo zvyšuje antiseptickú aktivitu preparátu a pomáha v prevencii hnisavých komplikácií. Táto metóda môže byť použitá aj pri liečbe iných hnisavých procesov, ktoré vyžadujú antibiotickú liečbu, rovnako ako na posilnenie účinkov iných liekov na patologické ložisko pri iných lymfotropných podaniach.

4.5.5. Dermatológia

V dermatológii sa **G-NO plasma®** používa v režime NO-terapie s normálnou spotrebou vzduchu na **liečbu vredových foriem zápalov kože, ekzémov, palmárno-plantárnej psoriázy, sklerodermie a plochého lišaja**. Vzdialenosť od výstupu stimulátora-koagulátora (pozri 4.4.2, obr. 10) ku koži je 10-15 cm, doba expozície závisí od povahy a rozsahu chorobného procesu a je od 30 do 60 sekúnd na 1 cm² kože, pri otvorených vredových povrchoch 30 sekúnd na 1 cm². Priemerný počet procedúr NO-terapie: vredy - 10 - 15 procedúr, pri zvyšných nosológiách - 5-8 procedúr.

4.5.6. Gynekológia

NO-terapia **endocervicitídy, ektópie (pseudoerózia) krčka maternice, kraurózy vulvy, dekubitálnych vaginálnych vredov** sa vykonáva pri normálnom alebo maximálnom režime prietoku vzduchu stimulátorom-koagulátorom s nasadeným dištančným nastavcom (pozri 4.4.2, obr. 11), vzdialenosť od konca dištančného nastavca je 3-5 cm, dĺžka expozície od 30 do 60 sekúnd na 1 cm². Liečba sa skladá z 10 procedúr realizovaných obdeň. Účinnosť liečby sa hodnotí kolposkopickým vyšetrením (dynamika zápalového procesu a miera epitelizácie), kontrolou výterov mikroflóry a cytologickými stermi.

NO-terapia sa používa aj v **gynekologickej chirurgii** na prevenciu a liečbu zahnisaných pooperačných rán a švov, až do 10-12 procedúr s dobou trvania 1-3 minúty.

PLASMA

V režime koagulácie (pozri 4.2.1, obr. 5) sa plazmové prúdy používajú pri vykonávaní laparoskopických orgáno-zachraňujúcich operácií na vajíčovodoch z dôvodu mimomaternicového tehotenstva, na vaječníkoch, pri ošetrovaní hnisavého zápalu maternice za účelom hemostázy a sterilizácie povrchu rany, pri rekonštruktívno-plastických operáciách na maternici po myomektómii z dôvodu koagulácie ložísk poškodeného endometria, z dôvodu koagulácie krčka maternice, po diatermokoagulácii.

Pri orgáno-zachraňujúcich operáciách vajíčovodov, pri resekcii vaječníkov, je na laparoskopické použitie špeciálne navrhnutá modifikácia koagulátora, ktorá je určená pre použitie v spojení so systematizovaným laparoskopickým zariadením (koagulátor pre laparoskopiu výrobca dodáva na želanie zákazníka ako voliteľné príslušenstvo). Po odstránení nádoru vaječníkov, sa povrch rany koaguluje zo vzdialenosti 0,5-1 cm od výstupu z manipulátora, doba opracovávania závisí na povrchu, ktorý je liečený a predstavuje 20-30 sekúnd na 1 cm². Pri mimomaternicovom tehotenstve, sa najprv vytvára koagulačná línia v predpokladanom pozdĺžnom reze kanála, po odstránení oplodneného vajíčka sa hemostáza zabezpečuje prúdom horúcej plazmy koagulátora. Potom sa rana a vajcovod opracováva prúdom plynu obsahujúcim NO v terapeutickom režime (pozri 4.4.3, obr. 12). Pri laparoskopickom vyšetrení sa vredy v maternici liečia prúdom plynu obsahujúcim NO v terapeutickom režime (pozri 4.4.3, obr. 12).

U pacientiek so zápalenými prívieskami maternice sa počas laparoskopických operácií po úplnej sanácii hnisavých foriem povrch rany opracováva v terapeutickom režime (pozri 4.4.3, obr. 12).

Po otvorení a sanácii abscesu vaječníka sa jeho vnútorný povrch opracováva tokom plazmy v režime koagulácie.

4.5.7. Pulmonológia

V **pulmonológii** v komplexnej liečbe **nešpecifických empyém pleury** sa používa kombinované použitie koagulácie a NO-terapie. Indikácie torakoskopickej sanácie sú neúspešná laváž dutiny pleury alebo nemožnosť sanácie z dôvodu prítomnosti broncho-pleurálnych fistúl. Plazmové prúdy v koagulačnom režime (pozri 4.2.1, obr. 5) sa využívajú počas operácií brušnej dutiny, pri odstraňovaní hnisu a detritu, vyparovaní viscerálnej pleury, liečbe bronchiálnych fistúl. V pooperačnom období sa počas drenáže vykonáva nafúknutie prúdom plynu s obsahom NO (pozri 4.4.3, obr. 13, 14), v trvaní 60-90 sekúnd denne alebo každý druhý deň, 5-8 procedúr počas doby liečenia. Na konci každej procedúry sa aktívne odsáva obsah pleurálnej dutiny.

NO-terapia sa používa aj pre liečbu **nešpecifických bronchitíd, bronchiektázie, pľúcnych abscesov**. Prúd plynu obsahujúci NO izbovej teploty pri nastavenom režime minimálneho prúdenia vzduchu sa používa na opracovávanie ložísk prostredníctvom bronchoskopu (pozri 4.4.3).

Doba trvania procedúry je 1-2 minúty. Ak nastane u pacienta bolestivý kašeľ, procedúru je nutné ukončiť. Ošetrovanie sa vykonáva raz za dva dni. Liečba trvá 2-4 procedúry pri nešpecifickom bronchite, 6-7 procedúr pri abscese pľúc. Kritériom pre ukončenie NO-terapie a hodnotenie jej efektívnosti sú klinické parametre (absces dutiny, atď), röntgenové vyšetrenie, endoskopia, bakteriologické štúdie a morfológické štúdie biopsických vzoriek.

4.5.8. Ftiziatria

V praktickej **ftizii** sa NO-terapia používa pri liečbe pacientov s rôznymi formami pľúcnej tuberkulózy. Pacienti s infiltratívnou a fibróznou-kavernóznou tuberkulózou počas 2 týždňov prijímajú aktívnu špecifickú liečbu procedúrami NO-terapie, prúdmi plynov obsahujúcimi NO pri izbovej teplote s minimálnym režimom prúdenia vzduchu.

Insuflácia sa vykonáva:

- cez biopsický kanál bronchoskopu (pozri 4.4.3) v broncho-pulmonárnej lokalizácii;
- cez drenážnu rúrku (pozri 4.4.3, obr. 13, 14) pri tuberkulóznej pleuritíde a pleurálnom empyéme;
- cez kavernostóm (pozri 4.4.3) pri kavernóznej tuberkulóze.

Procedúry sa uskutočňujú 2 × týždenne, s trvaním 1-2 minúty, liečebná kúra sa skladá z 10-12 procedúr. NO-terapia je zvlášť účinná pri infiltratívnej lézii priedušiek, zvyčajne stačí 4-5 procedúr.

Kritériami pre ukončenie NO-terapie a hodnotenie jej účinnosti sú dáta rádiologických, bakteriologických, endoskopických vyšetrení a morfológické pozorovanie, endoskopická biopsia vzoriek pľúcneho tkaniva a pohrudnice (zmenšenie rozmerov dutín 2-3 krát, odstránenie baktérií, atď.).

4.5.9. Gastroenterológia

NO-terapia sa používa v endoskopickom oddelení pri liečbe **žalúdočných vredov a vredov dvanástorníka, erozívnej gastritídy a erozívnej ezofagitídy**. Prúdy plynu obsahujúce NO izbovej teploty sa privádzajú cez bioptický kanál gastroskopu (pozri 4.4.3) pri minimálnom prúdení vzduchu. Distálny koniec endoskopu sa umiestňuje na vzdialenosť 1-2 cm od vredu. Doba účinkovania je 1-2 minúty. Ak sa počas procedúry dostaví pocit bolesti žalúdka, procedúru je nutné ukončiť. Procedúra sa uskutočňuje raz za dva dni, pri žalúdočnom vrede je priemerný počet procedúr 4-5, pri vrede bulbusu dvanástorníka 5-6 procedúr, pri erozívnej gastritíde a gastroduodenitíde 3-4 procedúry. Kritériom na ukončenie NO-endoskopической liečby sú známky zjazvenia a epitelizácie erózií.

NO-terapia sa používa aj pri liečbe **zápalu pankreasu, cýst podžalúdkovej žľazy ako aj črevných fistúl**. Prúd plynu obsahujúci NO izbovej teploty sa privádza k patologickému ložisku cez dvojkanálové drenážne rúrky s minimálnym alebo normálnym režimom prietoku vzduchu (pozri 4.4.3, obr. 14a). Priemerná doba trvania procedúry je 1 minúta. Doba trvania kúry pri liečbe cýst pankreasu je 6-7 procedúr raz za deň, pri liečbe črevných fistúl 7-10 procedúr.

PLASMA

4.5.10. Stomatológia

Ošetrovanie zubných ochorení sa vykonáva pomocou úzkonasmerovaného úplne ochladeného NO (pozri 4.4.3, obr. 12) a špeciálnych trubíc vo forme ohýbaných rúrok s 90° uhlom na konci (tryska na stomatológiu sa dodáva ako samostatné príslušenstvo na požiadanie). Pri **zápale ďasien alebo paradentóze** sa násadka plynulým pohybom pohybuje pozdĺž okraja ďasien ako vo vestibulárnom, tak aj v orálnom povrchu na úrovni krčka zubov, privádzajúc prúdy plynu obsahujúce NO ku ďasnám.

Vzdialenosť od trysky k ďasnu je 0,5-1 cm, čas opracovania je 1 minúta pri normálnom režime prúdenia vzduchu. Celkový kurz NO-terapie sa odporúča v trvaní od 5 do 20 procedúr v intervale 2-3 dni. Kritériom na ukončenie pokračovania procedúr je spazmus ciev (poblednutie slizníc). Kritériom hodnotenia účinnosti liečby sú klinické a cytologické parametre, normalizácia ukazovateľov mikrocirkulácie.

Pri liečbe **ulceróznej stomatitídy** sa používa normálny alebo maximálny režim prietoku vzduchu, vzdialenosť od ošetrovaného povrchu sliznice je 3-4 cm, čas opracovávania sa líši v závislosti od oblasti poškodenia. Afty a erózie do 10 mm priemeru, sa liečia po dobu 15 sekúnd denne. Počas opracovávania pri erózii vredu sa čas zvyšuje na 1 minútu. Pri liečbe **recidivujúcej aftóznej a herpetickej stomatitídy** zvyčajne stačí 2 až 5 procedúr, pri plochom lišaji 4-7 procedúr. Hodnotenie efektívnosti – zmiznutie bolesti, epitelizácia erózie a vredov, normalizácia ukazovateľov mikrocirkulácie.

4.5.11. Otorinolaryngológia

NO-terapia sa používa pri liečbe mnohých ochorení uší, nosa a hrdla:

jazvové stenózy hrtana a trachey (postintubačné, posttraumatické, a postnádorové) a paralytické stenózy, akútna stenóza laryngotracheobronchitída, chronický tonzilit, rôzne formy angíny pectoris, stav po tonzilektómii alebo lakunotómii mandlí, abscedujúca alebo infiltratívna forma akútnej paratonzilitídy, flegmón krku a podčeľustný absces, akútna a chronická faryngitída, faringostómia, vrátane postlaryngektomickej, akútna nádcha, krvácanie z nosa, akútne a chronické zápaly vedľajších nosových dutín, vrátane pooperačného obdobia, polypózna rhinosinusitída, akútny a chronický hnisavý zápal stredného ucha, vrátane pooperatívneho obdobia, akútny a chronický plesňový povrchový otit, akútna a chronická senzoroneurálna strata sluchu, stav po tympanoplastike a stapedoplastike atď.

Využíva sa aj NO-terapia v normálnom režime spotreby vzduchu pri teplom prúde plynu (pri opracovávaní vonkajšej časti ucha), ale vo väčšine prípadov sa pracuje s prúdom plynu pri izbovej teplote, ktorý sa privádza cez dvojkanálovú drenáž, Kalinowského ihlu alebo sínus katéter (pozri 4.4.3). Pri použití stimulátora-koagulátora sa pracuje s nasadenou dištančnou náradkou vo vzdialenosti 4-6 cm tak, aby pacient nepociťoval nepríjemné spaľujúce teplo.

Priemerná doba expozície by nemala presiahnuť 1 min, pri spracovaní sínusov 30 sekúnd.

Pri práci v ústach alebo v nose, najmä pri použití prúdu plynu s obsahom NO izbovej teploty, sa celková doba expozície rozdeľuje na intervaly v trvaní 5-10 sekúnd, aby sa zabránilo nepríjemným pocitom pacienta (nadmerné slinenie, kašeľ, atď). Celkový počet procedúr na liečbu (denne alebo obdeň) závisí od nosologickej formy ochorenia a aktivity zápalového procesu:

- pri jazvovej stenóze hrtana a trachey do 10; - pri zápale mandlí - 6-8 (obdeň);
- pri tonzilektómii - 3-5 (obdeň);
- pri chronických faringitídach - 7-10, akútna - 3-5 (obdeň); - pri faringostómii - 10-14;
- pri nádche - 2-3;
- pri sínusoch - 5-10 (obdeň);
- pri zápale stredného ucha - 7-10.

Kritériom obmedzenia doby trvania procedúr je objavenie sa okamžitých ťažkostí - pálenie, kašeľ, a pod. Kritérium hodnotenia účinnosti liečby a jej ukončenia: vymiznutie zápalu, absencia patologických exkrétov a patologickej mikroflóry, výsledky cytológie.

4.5.12. Oftalmológia

V **oftalmológii** sa NO-terapia používa pri traumatických poraneniach predných častí oka - popáleniny, erózie a invazívne poškodenia rohovky, popáleninová ischemia spojiviek. Používa sa tu úzkonasmerovaný prúd plynu s obsahom NO izbovej teploty (pozri 4.4.3, obr. 12) vo vzdialenosti najmenej 15-20 cm. Doba expozície je od 10 do 90 sekúnd v závislosti na hĺbke

poškodenia a kardiovaskulárnych reakciách. Pre obnovenie mikrocirkulácie v spojivkách je trvanie expozície 15 sekúnd, pri erózii rohovky 10 sec, pri invazívnej rane rohovky 60-90 sekúnd, pri ťažkých popáleninách 60 sec. Celkový počet procedúr na liečbu je 2 – 7, raz denne alebo každý druhý deň. Predávkovanie NO v post-traumatickom období, pri nízkej intenzite ranového procesu môže viesť k sympatickému zápalu, preto je nevyhnutné dodržiavať ostražitosť pri vykonávaní NO-terapie invazívnych poranení.

4.6. Aplikácia antiseptického roztoku peroxidu vodíka a NO

V súčasnej dobe sa vyvinul ďalší spôsob liečby pacientov pri **hnisavých infekciách, kostnej a kĺbovej tuberkulóze**, prúdom plynu obsahujúcim NO (M. T. Alexandrov). Pri prebublávaní 3% peroxidu vodíka studeným prúdom plynu obsahujúcim NO (pozri 4.4.4, obr. 15) nadobúda roztok výrazné baktericídne vlastnosti z dôvodu tvorby a hromadenia silného oxidačného činidla - peroxynitritu (ONOO-) v tekutine. Opracovávanie (laváž) ložiska hnisavej infekcie v alteratívno-exudatívnej fáze zápalu antiseptickým roztokom, dramaticky znižuje bakteriálne osemenenie nešpecifických hnisavých (absces, flegmón, atď.) a tuberkulózných (kostová a kĺbová tuberkulóza, komplikovaná fistulami, tuberkulóza mäkkých tkanív, vrátane tuberkulózy lymfatických uzlín po otvorení) ložísk.

Dostatočný čas na opracovanie hnisavých ložísk sa kontroluje zhasínaním fluorescencie metabolických produktov etiologickej mikroflóry metódou laser-fluorescenčnej diagnostiky (LFD) s použitím zariadenia LESA-01.

Bez použitia LFD sa ložická hnisavých infekcií omývajú antiseptickým roztokom počas 6-8 minút, v závislosti od veľkosti ložiska. Kĺby postihnuté tuberkulózou sa ošetrujú 8-10 minút pomocou drenážnych rúrok, katétrov alebo tupých ihliel.

Opracovanie antiseptickým roztokom sa opakuje 2-3 krát, kým nedôjde ku granulácii v rane, pretože peroxynitrit vo vysokých koncentráciách brzdí bujnenie buniek. Následne sa vykonáva ofukovanie ložísk poškodenia prúdom plynu s obsahom NO prístrojom **G-NO plasma®** podľa vyššie opísaných metód. Monitorovanie účinnosti liečby sa okrem LFD vykonáva na základe klinických, mikrobiologických a cytologických ukazovateľov.

5. MOŽNÉ KOMPLIKÁCIE PRI POUŽÍVANÍ MEDICÍNSKEJ TECHNOLOGIE A SPÔSOBY JEJ ODSTRÁNENIA

Komplikácie pri používaní prístroja **G-NO plasma®** (v súlade s prevádzkovou dokumentáciou) sa objavujú len zriedkavo.

Pri NO-terapii môžu niekedy nastať nasledujúce komplikácie:

1. Pocit pálenia alebo bolesti v priebehu liečby s teplými prúdmi plynu obsahujúcimi NO pri otvorenej rane u pacientov so zvýšenou citlivosťou. Na odstránenie nepríjemných pocitov je potrebné zvýšiť vzdialenosť od výstupného otvoru z manipulátora na opracovávaný povrch, alebo skrátiť čas procedúry. Ak tieto negatívne účinky nezmiznú, je nutné liečbu prerušiť.
2. Pri práci s ochladeným prúdom v oblasti úst alebo v nose sa môže objaviť kašeľ a nepohodlie. Na odstránenie týchto komplikácií, je vhodné dobu expozície rozdeliť na kratšie intervaly 3-4 sekúnd. V prípade zosilneného kašľa v období medzi každodennými procedúrami je vhodné zmeniť ich periodicitu a vykonávať procedúry raz za 1-2 dni.
3. Niekedy v procese NO-terapie pri nedodržaní režimu práce teplým prúdom plynu obsahujúceho NO pomocou koagulátora alebo stimulátora-koagulátora, napríklad pri práci bez dištančnej násadky alebo príliš malej vzdialenosti od opracovávaného povrchu býva veľmi zriedka u niektorých pacientov s precitlivenosťou možnosť vzniku popáleniny stupňa 1A na koži. V takýchto prípadoch je nevyhnutné pracovať s dištančnou násadkou s väčšími vzdialenosťami alebo použiť studený prúd plynu obsahujúci NO.
4. Okrem komplikácií lokálneho charakteru sa môžu veľmi zriedkavo pri citlivých pacientoch rozvíjať reakcie v podobe pulmonárnych hypotonických kríz (zníženie krvného tlaku, závraty). V tomto prípade je vhodné liečbu prerušiť.
5. Pri liečbe invazívnych poranení oka môžu po prekročení odporúčanej dávky pre liečbu rany vzniknúť sympatické zápal. V takýchto prípadoch by mala byť NO-terapia okamžite zastavená.

6. EFEKTÍVNOSŤ POUŽÍVANIA MEDICÍNSKEJ TECHNOLOGIE

Získané skúsenosti z praktického používania NO-terapie zovšeobecňuje niekoľko tisíc klinických pozorovaní vo všetkých vyššie uvedených oblastiach medicíny. Porovnávacie hodnotenie účinnosti novej technológie s mnohými modernými metódami liečby sa realizuje na základe údajov z rôznych výskumných metód – klinické a laboratórne (planimetrické, mikrobiologické, biochemické, hematologické, cytologické, histologické, histochemické, atď.) a inštrumentálne (endoskopia, LDF, oxygenometria, röntgenoskopia, určenie bakteriálnej funkcie kože, atď.) sú uvedené v 4 doktorandských a 11 kandidátskych dizertáciách, vo viac než 70 článkoch v medicínskych časopisoch, v dvoch zbierkach vedy o materiáloch a praktických konferenciách.

6.1. Efektívne využívanie technológie v rôznych oblastiach medicíny.

Vo **všeobecnej, a hnisavej chirurgii** (podľa údajov rôznych liečebných inštitúcií), profylaktické použitie NO-terapie pooperačných rán 2,5-3 krát znižuje počet komplikácií (otváranie sa švov, nahnisanie, atď.), doba hojenia komplikovaných rán je znížená o 30-40%. NO-terapia, v kombinácii s deštruktívno-koagulačným účinkom vzdušno-plazmových prúdov pri liečení hnisavých rán, hnisavých a nekrotických foriem zápalov, flegmónov, abscesov, furunkulov, hnisavého mediastinitu, dlhodobého nehojivých rán, nahníšaných popálenín, trofických vredov, preležanín, syndrómu diabetickej nohy, atď. výrazne znižuje bolesť, urýchľuje čistenie rany a hnisavých ložísk od hnisavého exudátu a nekrotického tkaniva, normalizuje mikrocirkuláciu a posilňuje krvný obeh, má silný antibakteriálny účinok, potláča zápal, aktivuje fagocytózu neutrofilov a makrofágov, syntézu cytokínov, antioxidačnú ochranu, proliferáciu fibroblastov, neoangiogenézu, zrýchľuje rast a dozrievanie granulačného tkaniva, zjazvenie a epitelizáciu defektov, výrazne (často niekoľkonásobne) urýchľuje hojenie rán a hnisavých ložísk, ako aj ich prípravu na nevyhnutnú autodermplastiku a sekundárne stehy.

Ofukovanie transplantovaných štepov prúdom plynu s obsahom NO pomáha predchádzať ich odmietnutiu.

Pri **hnisavom perytonite** sú kritériami efektívnosti NO-terapie v porovnaní s tradičnými metódami:

- 1) skrátenie doby pobytu pacientov v nemocnici pri počiatočných štádiách na 2-3 dni, pri neskorších štádiách na 5-6 dní,
- 2) zníženie úrovne hnisavo-zápalových komplikácií v počiatočných štádiách peritonitídy trojnásobne, v neskorších štádiách dvojnásobne
- 3) absencia potreby opakovaných chirurgických zákrokov
- 4) až dvojnásobné zníženie úmrtnosti.

PLASMA

Prúdy plynu obsahujúce NO majú priamy baktericídny účinok na mikroflóru, predlžujú účinok hlavných skupín antibiotík v dôsledku ich ukladania v lymfe, stimulujú mikrocirkuláciu a lymfodrenážnu funkciu pobrušnice, vykazujú imunomodulačný účinok, zvyšujú funkčné rezervy fagocytózy neutrofilov (podľa NBT-testu), rýchlejšie (priemerne za 5 dní), normalizujú indexy bunkovej a humorálnej imunity a indexy akútnej fázy zápalu (CRP, α -antitrypsín), zvyšujú regeneračné rezervy mezotelia pobrušnice a významne urýchľujú zoslabovanie zápalového procesu, predstavujú faktor prevencie zrástových procesov v dutine brušnej.

V **poľnej chirurgii** pri liečbe strelných rán a výbušných poranení a ich hnisavých komplikácií kombinácia vzdušno-plazmových tokov v režime deštrukcie-koagulácie s NO-terapiou umožňuje spoľahlivú hermetizáciu povrchov rán a ich sterilizáciu, trojnásobne znižuje počet hnisavých komplikácií. V prípade ich rozvoja rýchlo likvidujú hnisavý proces. Na tomto pozadí sa dvoj až trojnásobne znižuje potreba opakovanej chirurgickej liečby, výrazne sa urýchľuje hojenie rán a pri plastickom uzavretí rán je možné dosiahnuť úspešnosť transplantácie kožných štepov až v 97 % prípadov.

Vzdušno-plazmové prúdy v režime deštrukcie-koagulácie v kombinácii s NO-terapiou sú veľmi účinné aj pri chirurgii pľúc a orgánov brušnej dutiny, poskytujú spoľahlivú aero a hemocholestázu, rovnako ako urýchlenie hojenia.

V **onkológii** je oproti iným metódam intraoperačným použitím vzdušno-plazmových tokov v režime koagulácie a NO-terapie v pooperačnom období možné dosiahnuť lepšie ukazovatele: hemostáza, uzavretie lymfatických štrbín, prevencia rozchádzania švov, niekoľkonásobné urýchlenie procesu hojenia komplikovaných a rozsiahlych dlhodobo sa nehojajúcich rán, radiačných vredov, epidermatity, radiačnej fibrózy.

V **traumatológii a ortopédii** použitie novej technológie na báze AIR plazmy a exogénneho oxidu dusnatého niekoľkokrát urýchľuje hojenie osteomyelitických fistúl (vrátane radiačnej osteomyelitídy) a kostných dutín po sekvestrektómii otvorených zlomenín.

V **dermatológii** NO-terapia podporuje rýchle hojenie ulceróznej formy zápalov kože, ekzémov, palmárno-plantárnej psoriázy, sklerodermie, plochého lišaja.

V **gynekológii** NO-terapia pseudoerózie sliznice krčka maternice v porovnaní s inými typmi liečby (diatermokoagulácia, kryodeštrukcia, atď.), urýchľuje epitelizáciu v priemere o 30-40 %. Pod vplyvom exogénneho oxidu dusnatého rýchlejšie miznú patologické prejavy pri krauróze vulvy, urýchľuje sa hojenie dekubitálnych vredov pošvy. V režime koagulácie prístroj **G-NO plasma®** umožňuje efektívne vykonávať orgáno-zachraňujúce operácie z dôvodu mimomaternicového tehotenstva, na vaječníkoch, pri liečbe hnisavozápalových ochorení príveskov maternice a vykonávanie koagulácie endometriózy a iných patológií.

V **pulmunológii a ftiziatríi** kombinácia režimov koagulácie a NO-terapie výrazne urýchľuje liečbu nešpecifických a tuberkulózných empyém pleury, nešpecifického a tuberkulózného bronchitu, abscesov pľúc, infiltratívnu a fibrózo-kavernóznú pľúcnu tuberkulózu.

V **gastroenterológii** sa NO-terapia efektívne používa na liečbu žalúdočných vredov bulbusu dvanástorníka. Od druhej procedúry miznú bolesti, objavuje sa granulácia na dne vredu a jeho okrajoch, po 3.-4. procedúre začína epitelizácia žalúdočných vredov a vredov dvanástorníka, ktoré sa epitelizujú po 6.-7. procedúre. Kompletné hojenie vredov je takmer 2 krát rýchlejšie ako v kontrolnej skupine. Proliferačná aktivita epitelu podľa údajov imunomorfologickej metódy dosahuje hodnoty proliferčných protilátok pri NO-terapii v priemere $48,2 \pm 0,32$ %, zatiaľ čo v porovnávacej skupine je to len $6,17 \pm 0,4$ %, v biopsiách sa pozoruje výrazná neovaskularizácia. Urýchlenie hojenia vredov sa pozoruje aj pri NO-terapii, ktorá sa konala po rádiokoagulácii z dôvodu krvácania. Výrazne sa urýchľuje hojenie črevných fistúl a cýst podžalúdkovej žľazy, vytvárajúcich sa pri pankreatitíde.

V **stomatológii** používanie exogénneho oxidu dusnatého pri liečbe paradentózy a zápalu ďasien výrazne urýchľuje regresiu zápalových prejavov (na základe klinických pozorovaní a cytologických vyšetrení) a normalizáciu parametrov mikrocirkulácie (podľa LDF, a histologických vyšetrení) v porovnaní s inými typmi liečby. Podobné účinky boli pozorované pri liečbe ulceróznej stomatitídy, rýchlo miznú bolesti, epitelizujú sa erózie a vredy, normalizuje sa mikrocirkulácia.

V **otorinolaryngológii** NO-terapia dvoj až trojnásobne urýchľuje dobu liečenia akútnych a chronických tonzilitov, rán po tonzilektómii, otvorených paratonziliárnych abscesov, zápalu hltanu, faryngitídy, jazvovej stenózy hrtanu a trachey, nádchy, zápalu vedľajších nosových dutín, krvácania z nosa, akútneho a chronického hnisavého zápalu stredného ucha, vonkajšieho otitu, a rady ďalších ochorení.

V **oftalmológii** exogénny NO výrazne urýchľuje hojenie popálenín, erózií, a invazívnych poranení rohovky, obnovu mikrocirkulácie pri popáleninových ischemiách spojovky.

Nová metóda laváže ložísk hnisavej infekcie, ložísk pri kostnej a kľbovej tuberkulóze a tuberkulóze mäkkých tkanív, roztokom 3 % peroxidu vodíka, preublanom studeným prúdom plynu obsahujúcim NO, preukázala veľmi vysokú účinnosť pri znižovaní bakteriálnej kontaminácie, ktorá je výraznejšia ako pri používaní antibiotík a antiseptík.

6.2. Spoločenský význam novej medicínskej technológie

Je potrebné zdôrazniť vysokú spoločenskú hodnotu tejto novej medicínskej technológie založenej na využívaní AIR plazmy a exogénneho oxidu dusnatého, ktorý umožňuje liečbu širokého spektra ranových patológií chronických zápalových procesov, cievnych, pľúcnych, kožných a iných ochorení, t.j. najrozšírenejších patológií.

Sociálno-ekonomický dosah zavedenia novej medicínskej technológie je ťažké presne vypočítať, z dôvodu rozličných klinických situácií. Účinná liečba však môže pacientov s chirurgickými a terapeutickými patológiami, vojakov, obete mimoriadnych udalostí a bojových operácií, rýchlo vrátiť do aktívneho spoločenského života a profesionálnych povinností. Zníženie počtu dní strávených v nemocnici, zlepšenie kvality liečby, urýchlenie rehabilitácie chorých a ranených ako aj zníženie poistného naznačujú výraznú efektivitu tejto novej medicínskej technológie.

Your health is our priority

G-NO Plasma s.r.o.

Vinohradnícka 16, Veľký Biel
900 24 Slovenské republiky
IČO: 55 608 809

www.gnoplasmask

Tento materiál je určený odbornej verejnosti.

Akékoľvek kopírovanie, šírenie, alebo poskytovanie tretím osobám bez súhlasu autora je zakázané.
Dátum prípravy materiálu: 8/2023. Kód materiálu: GNo10823