

Zdravotnické prostředky v hojení ran IV: Hydrogelová krytí, hydrokoloidní krytí a hydrovlákna

Barbora Vraníková, Andrej Kováčik

Katedra farmaceutické technologie, Farmaceutická fakulta UK v Hradci Králové

Hojení ran je klíčovým procesem v udržení stálosti vnitřního prostředí lidského organismu. Je obecně známo, že se tento proces skládá z několika fází, které je vhodné aktivně podporovat pomocí správně zvoleného krytí na rány. Prostředky určené ke klasickému hojení ran (prostředky z gázy a netkané textilie) však nejsou schopné udržovat vhodné mikroprostředí v ráně, a proto jsou často nahrazovány moderními formami krytí určenými k vlhkému hojení ran. Cílem tohoto článku je představit tři podskupiny moderních krytí pro vlhké hojení, a to hydrogelová krytí, hydrokoloidní krytí a hydrovlákna. Součástí této publikace jsou základní charakteristiky dané podskupiny a přehled vybraných komerčně dostupných produktů z řad popisovaných zdravotnických prostředků.

Klíčová slova: fáze hojení ran, vlhké hojení ran, hydrogelová krytí, hydrokoloidní krytí, hydrovlákna, zdravotnické prostředky.

Medical devices in wound healing IV: Hydrogels, hydrocolloids and hydrofibers

Wound healing represents a key process in maintaining the stability of the internal environment of the human organism. It is generally known that this process consists of several stages, which should be actively supported by a properly selected wound dressing. However, devices intended for traditional wound healing (dressings made of gauze and non-woven fabric) are not able to maintain a suitable microenvironment in the wound. For this reason, these devices are often replaced by modern dressings intended for moist wound healing. Thus, the aim of this article is to introduce three subgroups of modern dressings for moist healing, namely hydrogels, hydrocolloids and hydrofibres. This publication includes the basic characteristics of the given subgroup and an overview of selected commercially available products representing the described medical devices.

Key words: moist wound healing, phases of wound healing, wound dressings, hydrogels, hydrocolloids, hydrofibers, medical devices.

Úvod

Hojení ran představuje komplexní, dynamický proces, během kterého dochází k obnově integrity a funkce tkání a buněk. Fyziologický průběh hojení se skládá ze čtyř dočasných, vzájemně se překrývajících fází (1, 2). První z nich se označuje jako fáze hemostázy a je charakterizována vazokonstrikcí a srážením krve. Tyto změny mají za úkol omezit krevní ztráty a vytvořit provizorní matrix

umožňující migraci buněk. Krevní destičky obsažené v této matrix uvolňují růstové faktory a cytokiny, které přitahují endoteliální buňky, fibroblasty a buňky imunitního systému (1).

Následnou fází je **fáze zánětlivá** neboli exsudativní, čisticí či katabolická, během které se z rány odstraňují veškeré nežádoucí složky (např. cizorodé částice, odumřelá tkáň, mikroorganismy). V průběhu této fáze dochází k migraci zánětlivých buněk a rozvoji zánětu, což

se projevívá otokem, zarudnutím, bolestivostí a zvýšením teploty postiženého místa (3). V místě rány může vznikat nekróza, která se společně s fibrinovým povlakem stává mechanickou a funkční překážkou v uzavírání rány. Pro úspěšný proces hojení je tudíž nezbytné odstranit veškeré odumřelé buňky, cizorodé částice, případné nekrózy, devitalizované tkáně a povlaky. Hlavní roli v zánětlivém procesu hojení sehrávají fagocyty, konkrétně neutro-

fily a makrofágy. Neutrofily uvolňují volné kyslíkové radikály a proteázy, jejichž úkolem je ránu vyčistit od poškozených buněk a zabránit bakteriální kontaminaci, zatímco hlavní funkcí makrofágů je fagocytóza, tedy proces rozpoznávání a pohlcování odumřelých tkání i přítomných mikroorganismů. Makrofágy navíc uvolňují, obdobně jako krevní destičky, růstové faktory a cytokiny přitahující endoteliální buňky, fibroblasty a keratinocyty zapojující se do obnovy poškozených cév. Zánětlivá fáze trvá zpravidla 3 dny od poranění a je ukončena apoptózou imunitních buněk. U nehojících se ran dochází k prodloužení tohoto intervalu například z důvodu rozvinutí přetrvávající nekrózy a fibrinových povlaků, které často těsně přiléhají ke spodině rány. V takových případech je vhodné přistoupit k tzv. débridementu, tedy odstranění nekrotických tkání, které může být provedeno mechanicky, chirurgicky (nekrektomie) nebo šetrněji, a to enzymaticky či autolyticky (1–3).

Na zánětlivou fázi přímo navazuje **fáze granulační**, někdy též označovaná jako proliferativní či anabolická. Během tohoto třetího stádia hojení rány dochází k tvorbě nových cév (neoangiogeneze), replikaci fibroblastů a postupnému vyplňování rány nově se tvořící granulační tkání, která vytváří podklad pro následnou epitelizaci. Fibroblasty produkují kolagen a proteoglykany, které postupně uzavírají okraje rány a dodávají jim pevnost a pružnost (2, 4). V této fázi je vhodné v ráně udržovat optimální vlhkost a teplotu a také volit šetrné metody v jejím ošetřování, aniž by došlo k poškození nově vznikající tkáně. Zároveň je však nutné zabránit nadměrnému růstu granulační tkáně (tzv. hypergranulacím), infekci a traumatizaci rány. Určení barevného spektra nově vznikajících struktur je významným hodnotícím kritériem efektivity procesu hojení. Hojící se rána postupně mění barvu z tmavě červené na lososovou, a to vlivem zvětšující se granulační tkáně. Pokud se barva rány postupně mění z lososové na šedou, granulační tkáň postupně ztrácí barvu, je houbovitá a povleklá, projevuje se u rány inhibice až úplná zástava hojení. Naopak ostře červené útvary jsou mnohdy znakem tzv. ohnivých granulací a rozvoje infekce (2). K určení adekvátního postupu léčby slouží tzv. kontinuum hojení rány (angl. The Wound

Healing Continuum) založené na rozpoznání barvy, která na spodině rány převažuje (Tab. 1).

Finální etapu procesu hojení představuje **fáze epitelizační** neboli diferenciační, remodelační či reparační. Proces epitelizace rány, který bezprostředně doprovází fázi granulace, začíná z jejího okraje nebo epitelizačních ostrůvků uvnitř rány. K epitelizaci tkáně zpravidla dochází přibližně 7. až 8. den, přičemž postupná přestavba a dozrávání jizvy může trvat 3 týdny až několik let (1). Během epitelizace ztrácí granulační tkáň pozvolně vodu, dochází v ní k úbytku cév a nová tkáň se zpevňuje a přeměňuje v jizevnatou. V této fázi dochází k migraci buněk po vlhké spodině, proto je nutné epitelizující ránu chránit před vyschnutím (1, 6). Nově vytvořenou tkáň je rovněž vhodné mechanicky chránit před poškozením, jelikož je vysoce náchylná k traumatu, čímž se zvyšuje riziko vzniku nového defektu (1).

Na trhu je dostupná celá řada produktů určených k podpoře hojení ran, nicméně výběr optimálního prostředku není jednoduchý ani jednoznačný, neboť je nezbytné vzít do úvahy nejen stav rány (např. hloubku, rozsah, fázi hojení, míru exsudace, přítomnost infekce či nekrózy) a potřeby konkrétního pacienta, ale také cíl léčby (např. débridement, ochrana rány). Z tohoto důvodu neexistuje ideální krytí, které by pokrylo všechny požadavky. Aby bylo zajištěno optimální prostředí pro hojení, měla by krytí splňovat následující kritéria (7):

- **Udržovat vlhkost v ráně** – vlhké prostředí umožňuje epidermálním buňkám migraci po spodině rány. Naopak suchá spodina rá-

ny nutí buňky zanořovat se hlouběji do vlhkých vrstev, čímž se proces hojení prodlužuje.

- **Odstraňovat přebytečný exsudát z rány** – exsudát, mikroorganismy, toxiny a odumřelé buňky by měly být z rány odstraněny, aby se zmírnila macerace rány, edém tkání a snížila se tak bolestivost postiženého místa.
- **Zajišťovat tepelnou izolaci** – stálá teplota 37 °C je nezbytná pro udržení fyziologických procesů spojených s hojením rány (dělení buněk, aktivita enzymů).
- **Nepropouštět cizorodé látky** – krytí by mělo bránit průniku mikroorganismů k povrchu rány (mokrý či prosakující krytí umožňuje průchod bakterií v obou směrech).
- **Umožňovat výměnu plynů** – v různých fázích hojení je zapotřebí odlišný přísun kyslíku do rány (v anaerobním prostředí dochází k rychlejší obnově mikrocirkulace, zatímco přítomnost kyslíku je nezbytná pro vývoj fibroblastů a kolagenu).
- **Neuvolňovat vlákna a být netoxická** – uvolněná vlákna mohou způsobovat podráždění a stát se ohniskem vzniku infekce. Granulační tkáň může prorůstat do otevřené sítky a přilnout tak ke krytí, což má za následek bolestivé převazy a opětovnou traumatizaci rány.
- **Být neadhezivní, pohodlná a flexibilní a chránit ránu před mechanickým poškozením.**
- **Být nákladově efektivní a dostupná široké škále pacientů.**

Tab. 1. Kontinuum hojení rány s doporučeným ošetřením. Převzato a upraveno podle (5)

BARVA	VÝZNAM	OŠETŘENÍ
RŮŽOVÁ 	konečná fáze hojení ránu pokrývá nový epitel	chránit před vysycháním a před mechanickým poškozením
ČERVENÁ 	granulační tkáň podklad pro epitelizaci	zachytit nahromaděný exsudát udržovat rovnováhu vlhkosti
ŽLUTÁ 	suchá (odpadávající)/mokvající tkáň	rehydratace/chirurgické odstranění tkáně absorpce exsudátu
ČERNÁ 	odumřelá tkáň nekróza	tkáň chirurgicky odstranit
ZELENÁ 	infekce (+ zápach)	zlepšit drenáž exsudátu chránit okolí před exsudátem lokální/systémová antibakteriální léčba

Je však nezbytné mít na paměti, že krytí na rány jako takové ránu neléčí ani nehojí, ale mělo by proces hojení podporovat a ochraňovat tkáň před dalším poškozením (vytvářet optimální podmínky pro proces hojení). Komerční trh nabízí celou řadu produktů od krytí pro klasické hojení ran (krytí z gázy a netkané textilie) (8), přes obinadla, náplasti (9, 10) a savé prostředky (vaty) (8) až po moderní krytí pro vlhké hojení ran, která zahrnují mimo jiné hydrogelová krytí, hydrokoloidní krytí a hydrovlákna.

Obecně je možné rozlišovat tři základní přístupy k hojení ran, a to suché, mokré a vlhké (11). **Suché hojení** využívá absorpční krytí, která v ráně neudržují žádnou vlhkost. Tento přístup nejčastěji využívá krytí pro klasické hojení ran, tedy prostředky z gázy či netkané textilie (8), a až do 60. let 20. století se jednalo o hlavní strategii v péči o rány. **Mokré hojení** je založeno na uzavření rány nepropustnou membránou, která zadrží veškerou tekutinu v ráně. Tento typ hojení je možné považovat za předchůdce posledního přístupu založeného na **vlhkém hojení**. To využívá krytí, které absorbuje přebytečný exsudát z rány, ale zároveň zachovává v ráně určitou vlhkost nezbytnou pro optimální hojení. Udržování vlhkého či mokrého prostředí v ráně je využíváno již dlouhou dobu, přičemž první doložitelné zmínky datující se do 7. století jsou spojeny s Pavlem z Aeginy. Udržování mokrého prostředí v ráně využíval v roce 1850 také Langenbeck a o několik let později Passavant a následně Hebra popsali mokré hojení popálenin spojené s ponořením postiženého do vany s vodou. Moderní forma vlhkého hojení ran je pak připisována G. D. Winterovi, který jako první v roce 1962 popsal krytí složené z nepropustné polyethylenové membrány, které v ráně vytvářelo mokré prostředí s přebytkem vody na povrchu rány (12, 13). Revoluce moderní péče o rány však skutečně začala na přelomu 80. a 90. let 20. století, a to díky rozsáhlému vědeckému a klinickému výzkumu v této oblasti a s tím souvisejícímu výraznému nárůstu počtu dostupných prostředků podporujících hojení ran (13). Předpokládá se, že okluzivní krytí na rány zvyšují proliferaci a aktivitu tím, že udržují v ráně optimální hladinu exsudátu, který obsahuje životně důležité proteiny a cytokiny produkované v reakci organismu

na poranění. Tyto látky usnadňují autolytický débridement rány (odstranění nekrotické tkáně) a podporují celý proces hojení (urychlení angiogeneze a epitelizace) (14). Navíc byl prokázán pozitivní vliv vlhkého hojení ran na syntézu kolagenu stimulací fibroblastů, které jej produkují. Proces vlhkého hojení také snižuje riziko infekce v ráně a výrazně omezuje jizvení tkáně (13).

Jednou z důležitých fyzikálních charakteristik krytí podporujících vlhké hojení ran je jejich schopnost přenášet vodní páru mezi ránou a vnějším prostředím, neboť přímo regulují úroveň hydratace rány. Rychlost přestupu vodní páry (angl. Water Vapor Transmission Rate; WVTR) je definována jako ustálený stav, při kterém vodní pára proniká krytím za definovaných teplotních a vlhkostních podmínek. Získané hodnoty jsou obvykle vyjadřovány jako množství vody prošlé jednotkou plochy tkáně/krytí za jednotku času [$\text{g}/\text{m}^2/24 \text{ h}$, popřípadě $\text{g}/\text{m}^2/\text{h}$]. Hodnoty WVTR neporušené kůže se pohybují obvykle okolo $200\text{--}300 \text{ g}/\text{m}^2/24 \text{ h}$, zatímco u otevřené rány může být ztráta vody až $10\times$ vyšší. Z tohoto důvodu jsou schopnost krytí zadržovat vlhkost v ráně a řízení odpařování vlhkosti z rány důležitými vlastnostmi krytí na rány (Obr. 1). Čím nižší je hodnota WVTR použitého prostředku, tím menší je ztráta vody z rány a naopak (13).

Další důležitou vlastností je schopnost krytí absorbovat kapalinu (exsudát), jelikož

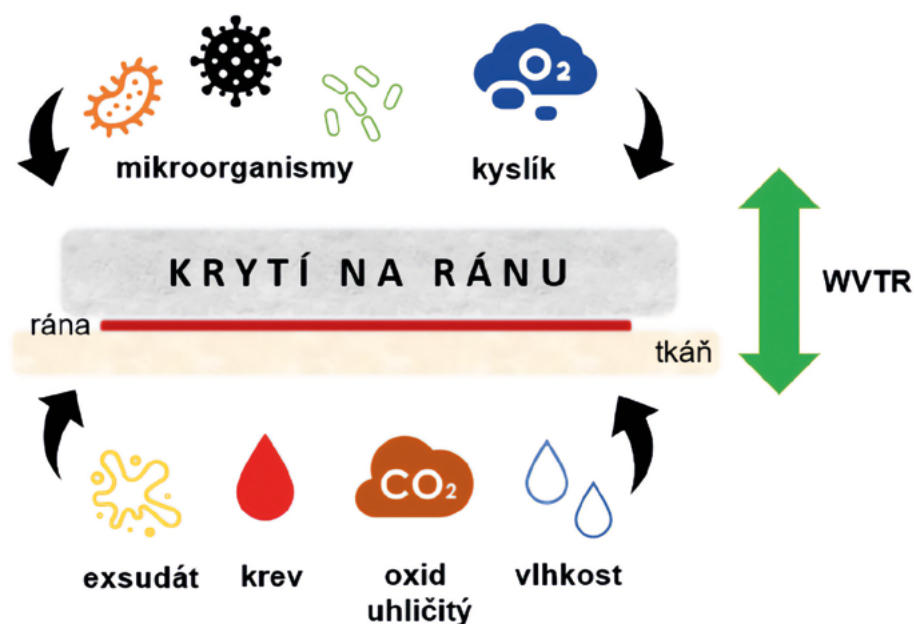
krytí nasycené kapalinou musí být vyměněno. Z tohoto důvodu je nezbytné zvolit prostředek s absorpční kapacitou odpovídající množství exsudátu produkovaného ránou tak, aby se předešlo akumulaci přebytečné tekutiny v ráně či naopak dehydrataci rány (13).

Jednou z charakteristik těchto zdravotnických prostředků je také doba, po kterou mohou být na ráně ponechány. Tu je obtížné predikovat, neboť závisí především na stavu rány (např. známky infekce jsou indikací pro výměnu krytí). Nicméně také vlastnosti použitého krytí mohou ovlivnit frekvenci převazů. Některá krytí je nezbytné vyměňovat denně (zpravidla tradiční a gázová krytí), zatímco jiná mohou být na ráně ponechána po dobu několika dní. Nejdůležitější vlastnosti krytí, které ovlivňují četnost převazů, jsou absorpční kapacita, strukturální integrita a přilnavost k ráně, respektive jejímu okolí. Pokud je dosaženo maximální absorpční kapacity daného krytí, je nezbytné jej vyměnit, stejně tak pokud dochází k úniku exsudátu nebo odchliповání krytí z rány (13). Z tohoto důvodu by vždy měla být dodržována doporučená doba aplikace uvedená výrobcem.

Hydrogelová krytí

Hydrogelová krytí mohou být definována jako krytí na bázi gelů hydrofilních polymerů s vysokým obsahem vody (70–90 %). Struktura hydrogelu je tak podobná extracelulární ma-

Obr. 1. Schematické znázornění mikroprostředí rány a faktory, které ho ovlivňují; rychlost přestupu vodní páry (WVTR) je označeno šipkou zeleně. Převzato a upraveno podle (13)



trix, díky čemuž je možné je považovat za biokompatibilní a nedráždivé prostředky, které nereagují s biologickou tkání a jsou přístupná pro metabolity (13, 15). Jejich měkká a poddajná textura podobná gumě a nízké mezipovrchové napětí navíc minimalizují závažné reakce v přilehlých oblastech okolo rány (5). Tento typ moderního krytí umožňuje díky svému složení udržovat optimální vlhkost v ráně, a to monitorováním výměny tekutin z povrchu rány. To v praxi znamená, že krytí je schopno suchým ranám dodávat potřebnou vlhkost, a naopak u exsudujících ran přebytečnou vlhkost do jisté míry absorbovat, díky čemuž se zjednodušují jednotlivé fáze hojení, především fáze granulace a epitelizace. Kromě toho hydrogely usnadňují autolytický débriement, aniž by porušovaly okolní zdravou tkáň, umožňují difúzi kyslíku, pomáhají chránit místo před sekundární infekcí a je možné je využívat také k čištění ran (16–19). Vyjma podpory hojení rány vyvolávají hydrogely chladivý pocit a přinášejí úlevu od bolesti po dobu několika hodin (18, 20). Nespornou výhodou většiny hydrogelových krytí je i jejich transparentnost, která umožňuje průběžné monitorování aktuálního stavu rány (19).

S ohledem na jejich měkkost a flexibilitu je aplikace hydrogelových krytí snadná, mohou být aplikována na jakékoliv místo na těle a jejich odstranění po zhojení rány je jednoduché a bezbolestné (21). Hydrogelová krytí vykazují relativně vysoké hodnoty WVTR (okolo 9000 g/m²/24 h) (13). To znamená, že mají tendenci k vysychání, což je důvodem k častějším převazům. Hydrogelová krytí je proto doporučeno překrýt sekundárním krytím (např. krytím z gázy, lipofilní mřížkou nebo filmovým krytím) tak, aby byla zajištěna jejich fixace na ráně a zároveň nedocházelo k vysu-

šování krytí v důsledku odpařování vody (22). Kombinace vícero prostředků však může být v některých případech nevýhodná. Například absorpční sekundární krytí může absorbovat vlhkost z hydrogelu a dehydratovat tak spodinu rány či absorbovat samotný hydrogel. Naopak použití filmového krytí přes hydrogel může způsobovat maceraci rány spojenou se zhoršením jejího stavu, a to kvůli zadržování přebytečné vlhkosti v ráně (23). Hydrogelová krytí by měla být pravidelně vyměňována ve chvíli, kdy jsou saturována absorbovanou kapalinou či naopak vysušena, zpravidla každé 1–3 dny s ohledem na doporučení výrobce (22).

Hydrogelová krytí jsou vhodná pro všechny čtyři fáze hojení (15). Hydrogely je doporučeno používat na suché nebo vysušené rány, odřeniny (např. „silniční lišej“), menší popáleniny (I. a II. stupně), bércové vředy, proleženiny, rány s vývojem granulační tkáně, kůže poškozenou radioterapií a k odstranění nekrotické tkáně a fibrinových povlaků. Tenké formy hydrogelů se s úspěchem využívají u planých neštovic a pásového oparu (24). Uplatnění nacházejí hydrogely také při estetických a plastických zákrocích, kde se používají k ochraně, chlazení, hydrataci a zmírnění účinků způsobených ablativní léčbou laserem, ošetřením mikrodermabrazí, léčebnými peelingy, neinvazivními zákroky nebo po depigmentační terapii. Jejich použití je naopak kontraindikováno při výskytu infekce v ráně (s výjimkou hydrogelů s obsahem antisepticky působících látek) a u silně a velmi silně exsudujících ran, jelikož hydrogely nemohou absorbovat velká množství tekutin a může tak docházet k nežádoucí maceraci rány (25). Jejich použití není rovněž vhodné u ran s gangrenózní tkání, které by měly být

udržovány v suchu kvůli minimalizaci rizika rozvinutí infekce (14). Při nesprávné indikaci hydrogelů může také hrozit macerace okolní pokožky, kterou je tak doporučeno před tímto nežádoucím jevem chránit.

Podle původu hydrofilního polymeru je možné rozlišovat hydrogelová krytí na bázi syntetických (např. polyethylenoxid, polyvinylalkohol, polyvinylpyrrolidon nebo kyselina polyakrylová) a přírodních polymerů (např. alginát, chitosan, kolagen, želatina, kyselina hyaluronová, celulóza, agar, pektiny) nebo jejich směsí. Do vysoce hydratované trojrozměrné polymerní sítě hydrogelu mohou být navíc inkorporovány antibakteriální látky, buňky, růstové faktory, léčiva či biomakromolekuly, které mohou dále usnadňovat proces hojení (26). Častější rozdělení hydrogelů je však na základě komerčně dostupné formy, kdy se rozlišují hydrogelová krytí plošná (Obr. 2 A), hydrogely v podobě amorfni hmoty (v tubě; Obr. 2 B) a hydrogely na textilním nosiči (27).

Plošná forma hydrogelových krytí je indikována především na suché a mírně exsudující neinfikované rány v granulační a epitelizační fázi hojení (Obr. 2 A). Příkladem plošných hydrogelových krytí mohou být zdravotnické prostředky Suprasorb G, samo-adaptivní krytí Enluxtra či HydroTac® transparent a HydroTac® transparent Comfort (s lepivými okraji), která poskytují rovnoměrnou hydrataci rány až po dobu 7 dní (28–30). Dalšími prostředky z řad plošných hydrogelů jsou Hydrosorb® a Hydrosorb® Comfort (s lepivými okraji) (30). Tento typ zdravotnických prostředků je možné ponechat na ráně až 5 dní, přičemž k výměně by mělo dojít ve chvíli, kdy se na krytí vytvoří vyklenutí připomínající puchýř ve velikosti rány. Velikost použitého krytí je nezbytné zvolit s ohledem na rozsah rány, kdy

Obr. 2. Plošné hydrogelové krytí a schematické znázornění jeho aplikace na poškozenou tkáň (A) a hydrogelové krytí v podobě amorfni hmoty (B). Převzato a upraveno podle (28)



by krytí mělo o 1–2 cm přesahovat ránu. V případě potřeby je velikost krytí možné upravit sterilními nůžkami.

Častěji využívanou formou jsou amorfní hydrogely dostupné v podobě hustých, viskózních gelů bez konkrétního tvaru (Obr. 2B) (14). Amorfní hydrogely jsou dostupné v tubách či sprejích. Amorfní hmota se využívá hlavně jako výplň neinfikovaných ran ve fázi zánětlivé i fázi granulační, ran se suchou spodinou, nekrotických ran a slabě až středně secernujících ran různé hloubky. Na rozdíl od plošné formy je amorfní hmota schopna přizpůsobit se nepravidelným konturám spodiny rány. Tyto zdravotnické prostředky by se měly nanášet tak, aby zcela pokryly či vyplnily ošetřovanou ránu. Amorfní hmotu je možné také nanést na obvazy, gázu, kompresy či materiál určený k výplni ran. Některé amorfní formy hydrogelů však obsahují propylenglykol, který může u starších osob způsobovat alergické reakce (24). Příkladem hydrogelových krytí v podobě amorfní hmoty jsou prostředky Medisorb G, Cutimed Gel, ActiMaris Gel, HYIODINE (hyaluronát sodný + antimikrobiálně působící jód), Octenilin® wound gel (antisepticky působící oktenidin-dihydrochlorid), NU-GEL hydrogel s alginátem (alginát zlepšuje jeho absorpční schopnosti), Intrasite-gel (již předplněn v aplikátoru), NAWA® Hydrogel či Hydrosorb Gel ve speciálním aplikátoru ve tvaru stříkačky s upraveným koncem do kónusu pro bezpečnou a sterilní aplikaci (30, 32–36). Přestože i některé z výše uvedených prostředků obsahují aktivní složku, Číselník zdravotnických prostředků (37) řadí do skupiny amorfních hydrogelových krytí s aktivní látkou pouze zdravotnický prostředek

HyalEcaSan® obsahující chlornan sodný s antimikrobiálním efektem a regeneračně působící hyaluronát sodný (38).

Dostupné jsou také hydrogely nanesené na textilním nosiči (např. gázových přířezech). Příkladem tohoto typu zdravotnických prostředků jsou Intrasite Conformable a Cutimed® Sorbact® gel. Druhé ze zmíněných komerčních krytí je vyrobeno z acetátové tkaniny potažené dialkylkarbamoylchloridem (DACC) a je určeno k odstraňování bakterií a dalších mikroorganismů z kontaminovaných ran. Mechanismus účinku tohoto prostředku je založen na principu přirozeného shlukování hydrofobních částic ve vlhkém prostředí. Hydrofobní interakce vznikají mezi mikroorganismy (např. *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus sp.*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans*) a materiálem krytí, což vede k ireverzibilní vazbě mikrobů na vnitřní povrch krytí Cutimed® Sorbact® gel (Obr. 3). K účinnému navázání mikroorganismů je však nezbytný přímý kontakt s povrchem rány, a proto především u hlubokých či dutých ran je nutné krytí aplikovat tak, aby se zajistil přímý kontakt s celým povrchem rány. Častost výměny krytí závisí na stavu rány, především pak na množství exsudátu a znečištění rány. Výměna by zpravidla měla probíhat každé 1–3 dny (39).

Všechny výše uvedené hydrogelové prostředky jsou součástí Číselníku zdravotnických prostředků a jsou tak hrazeny z veřejného zdravotního pojištění. Jejich předepsání na pokaz je však podmíněno schválením revizním lékařem (37). Kromě těchto zdravotnických prostředků je možné se v lékárně setkat také s dalším krytím na bázi hydrogelů. V plošné

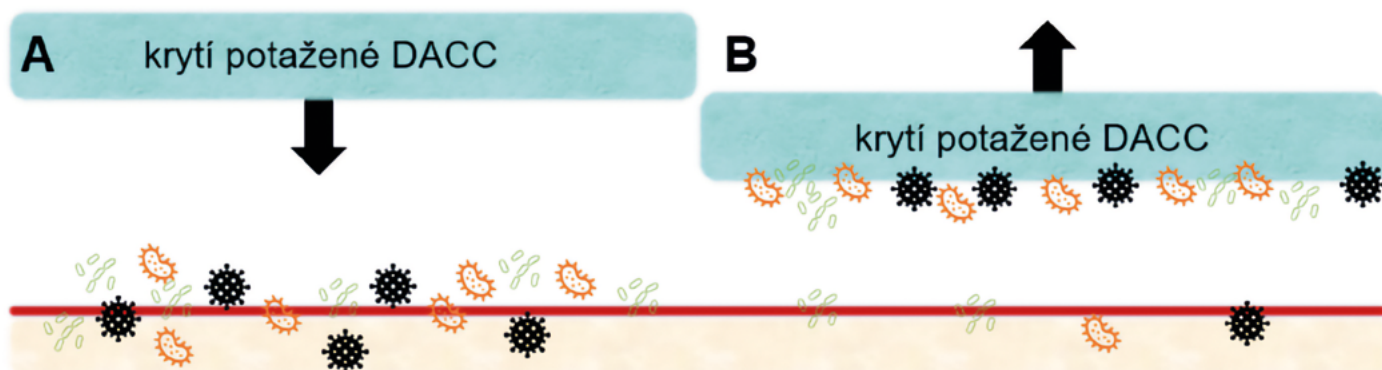
formě je dostupný např. prostředek MEDELA hydrogelové polštářky (40). Tento zdravotnický prostředek se zklidňujícím a chladivým účinkem si kojící matky aplikují na ragády v oblasti bradavek, což jim přináší úlevu od bolesti. Hydrogelové polštářky se používají v době mezi kojením a mohou být opakovaně použity po dobu 24 hodin. V amorfní podobě jsou pak pacientům k dispozici PRONTOSAN Wound Gel X určený k ošetření popálenin (41), akutních a chronických ran či český výrobek HemaGel® (42). Relativní novinku na trhu představují hydrogely ve formě spreje, jako jsou např. AKUTOL™ Hydrogel, AKUTOL™ Sprej na popáleniny či MASTER AID® Idra care (43, 44).

Hydrokoloidní krytí

Hydrokoloidní krytí lze definovat jako okluzivní krytí složené ze dvou vrstev – z vnitřní vrstvy tvořené suspenzí hydrokoloidních částic (např. karmelózy, želatiny či pektinu) a elastomerů a vnější polyuretanové vrstvy nepropustné pro vodu a bakterie, což snižuje riziko infikování rány. Při kontaktu hydrokoloidního krytí s povrchem rány dochází k vytvoření gelu, který napomáhá zvlhčení rány, podporuje autolytický debridement (zadržením proteáz odstraňujících nekrotickou tkáň) a ochraňuje granulační tkáň díky absorpci exsudátu (5, 25, 45). Některá krytí tvoří soudržný gel, který je z velké části uzavřen uvnitř adhezivní matrix, zatímco jiná tvoří mobilnější, méně viskózní gely, které se nezachytí ve struktuře krytí (46).

Hydrokoloidní krytí jsou historicky jedním z nejpoužívanějších a nejlépe prozkoumaných typů krytí (5). Termín „hydrokoloid“ byl poprvé použit v 60. letech 20. století, a to během vý-

Obr. 3. Schematické znázornění hydrogelového krytí potaženého dialkylkarbamoylchloridem (DACC) v průběhu jeho aplikace (A) a odstranění (B). Převzato a upraveno podle (39)



voje mukoadheziv založených na karmelóze používaných k léčbě orálních vředů (aftů). Později se toto označení začalo používat pro popis nového typu krytí založeného na stejné technologii. První hydrokoloidní prostředek byl uveden na trh ve Velké Británii v roce 1982 pod obchodním názvem GranuFlex® a o rok později na americký trh pod označením Duoderm. Toto krytí mělo tendenci vytvářet v přítomnosti exsudátu viskózní „mobilní“ gel, a proto ve snaze vylepšit složení prostředku byla v roce 1993 představena novější forma GranuFlex® E, respektive Duoderm CGF, které postupně nahradily původní produkty. Od té doby byla na trh uvedena řada hydrokoloidních krytí, která jsou si vzhledově i použitím značně podobná, a to i přes určité rozdíly v jejich struktuře a složení (45, 46).

Hydrokoloidní krytí vykazují spíše nižší WVTR (okolo 500 g/m²/24 h), což je způsobeno tvorbou gelu při kontaktu s tekutinou v kombinaci s přítomností polyuretanové vrstvy, díky čemuž jsou prakticky nepropustná pro kyslík, vodu a bakterie. Z tohoto důvodu je tento typ krytí využíván k ošetření ran s nízkou až střední mírou exsudace, jako jsou například otlaky, popáleniny nižšího stupně, odřeniny, pooperační rány, mělké vředy a proleženiny především v sakrální oblasti (13). Použitím hydrokoloidních krytí dochází k výraznému snížení rizika tření, nicméně je nezbytné vzít do úvahy, že stříhový efekt může být naopak v některých případech zvětšen. Jejich nespornou výhodou je možnost ponechat krytí na ráně po dobu až 7 dní (22, 25), rána tudíž není traumatizována častými převazy. I z tohoto důvodu jsou hydrokoloidní materiály využívány také v podložkách některých stomických systémů (47). Na rozdíl od hydrogelových krytí hydrokoloidy nevyžadují překrytí sekundárním krytím. Díky přítomnosti polyuretanové fólie mají hydrokoloidní krytí dobré bariérové vlastnosti, a proto je možné se s nimi i sprchovat (14, 48). Naopak nevýhodou krytí na bázi hydrokoloidů je jejich relativně omezená použitelnost (nejsou předepisovány u neurotrofických vředů, silně exsudujících ran apod.). Hydrokoloidní krytí jsou kontraindikována u infikovaných ran (zejména anaerobními patogeny), při výrazné sekreci z rány a při výskytu alergie na některou ze složek prostředku (riziko rozvinutí alergické

kontaktní dermatitidy například vlivem derivátů kalafuny). U některých hydrokoloidních materiálů bylo také popsáno, že mají tendenci ulpívat ke spodině rány, což je spojeno s bolestivými převazy (25, 49). Z tohoto důvodu byly vyvinuty novější generace hydrokoloidních krytí, které mají minimální přilnavost k ráně, vyšší absorpční kapacitu a umožňují nebolestivé odstranění krytí z rány (23). K nevýhodám těchto zdravotnických prostředků patří rovněž jejich neprůhlednost, která omezuje možnosti průběžného monitorování stavu rány (13), což limituje jejich použití např. u diabetických vředů (14). Hydrokoloidní krytí mohou produkovat v některých případech výrazný zápach, který je zpravidla způsoben rozpadem produktu a nesouvisí přímo s ránou (např. zápach v důsledku infekce) (50).

Obdobně jako hydrogelová krytí je možné i hydrokoloidy rozdělit do několika skupin s ohledem na jejich podobu. První skupinu představují hydrokoloidní krytí bez adhezivního okraje, která jsou v celé ploše tvořena hydrokoloidní savou vrstvou bez patrných okrajů (Obr. 4 A). Příkladem hydrokoloidních krytí bez okraje mohou být zdravotnické prostředky Suprasorb® H Standard, Suprasorb® H tenký, Medisorb H, GranuFlex®, GranuFlex® Extra Thin, Cutimed® Hydro Lite (označovaný také jako Cutimed® Hydro L), NU-DERM hydrokoloidní krytí či RepliCare Ultra (28, 30, 31, 35, 39, 51, 52). Některé prostředky z této skupiny (např. Hydrocoll®, Hydrocoll® Thin, Suprasorb® H Sacrum, GranuFlex® Signal) nabízejí ztenčené okraje, které zlepšují adhezi prostředku ke zdravé tkáni v okolí rány a omezují nežádoucí rolování prostředku při jeho nošení. Zdravotnický prostředek GranuFlex® Signal obsahuje navíc indikátor výměny krytí v podobě zelené linky (Obr. 4 B) (51). Exsudát z rány se objeví jako bublinka pohybující se směrem k indikátorové linii, přičemž překroče-

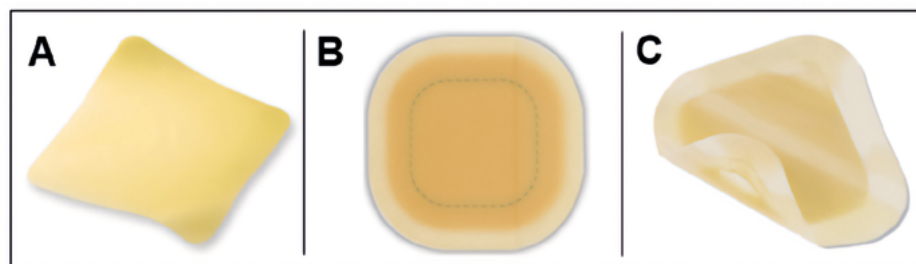
ní indikátorové linie je signálem pro výměnu prostředku. Dostupné jsou také tvarově specifické prostředky určené k aplikaci na určitou část těla. Krytí Hydrocoll® Sacral a Suprasorb® H Sacrum jsou tvarově přizpůsobena k ošetření ran v křížové oblasti (Obr. 5 A), zatímco Hydrocoll® concave se využívá u ran situovaných na patách či loktech (Obr. 5 B) (28, 30).

Druhou skupinu tvoří hydrokoloidní krytí s okraji, které zajišťují lepší přilnavost a snižují riziko protečení exsudátu (Obr. 4 C). K těmto zdravotnickým prostředkům je možné zařadit Suprasorb® H border, GranuFlex™ Bordered a Cutimed® Hydro Bordered (někdy označovaný také jako Cutimed® Hydro B) (28, 39, 51).

Další skupinu tvoří hydrokoloidní pasty, které jsou obdobou amorfni formy hydrogelů. Přestože dle úhradových skupin (27) je tato skupina označena jako pasty, výrobci těchto zdravotnických prostředků je označují nejen jako hydrokoloidní pasty (dříve dostupná GranuFlex® hydrokoloidní pasta (51)), ale také jako hydrokoloidní gely (GranuGel® (51)) či dokonce masti (HYALO4 Start). Poslední skupinu pak oficiálně tvoří hydrokoloidní zá-sypy, avšak do této úhradové skupiny není v současné době zařazen žádný zdravotnický prostředek (37). Nicméně k hydrokoloidním zá-sypům je možné zařadit prostředky pro pacienty se stomií, jako je např. Ochranný pudr Stomahesive® (53).

Všechny zmíněné prostředky jsou součástí Číselníku zdravotnických prostředků, a tudíž plně či částečně hrazeny z veřejného zdravotního pojištění. Jejich úhrada zdravotní pojišťovnou je podmíněna schválením revizním lékařem. Kromě těchto prostředků jsou dostupné i další produkty založené na hydrokoloidních materiálech. Příkladem mohou být náplasti na puchýře (např. COSMOS náplasti Na puchýře Twi-tec, COMPEED® Náplast na puchýře atd.), náplasti na opary

Obr. 4. Hydrokoloidní krytí bez okrajů (A), bez okrajů s indikátorem výměny krytí (zelená linka; B) a hydrokoloidní krytí s okraji (C). Převzato a upraveno podle (28, 51)



(např. COMPEED® Náplast na opary), náplasti na akné (např. AnsCare™ Náplasti na akné), náplasti na kuří oka (např. COMPEED® Active náplast na kuří oka), náplasti na mozoly (COMPEED® náplast na mozoly) či náplasti na drobná poranění (např. COSMOS náplast Na Odřeniny, URGO Fast Healing-Knee) (10). V amorfní podobě je pak na českém trhu možné nalézt prostředky BepanGel® hojivý gel, Flamigel® nebo prostředek Pasta vyrovnávací Stomahesive® určený pro vyrovnávání nerovností v okolí stomie (53–55).

Hydrovlákna (hydrofiberová krytí)

Prostředky na bázi hydrovláken představují měkká netkaná absorpční krytí, která se při kontaktu s exsudátem mění na pevný gel napomáhající vytvářet optimální vlhké prostředí pro hojení ran (51). Ve struktuře vzniklého kohezivního gelu mohou být navíc imobilizovány bakterie obsažené v exsudátu, čímž se minimalizuje riziko rozvoje infekce (56, 57). Hydrovlákna jsou vyrobena z vysoce absorpčních materiálů (např. hydrokoloidní sodná sůl karmelózy, polyvinylalkohol, ethylsulfonát celulózy apod.), díky čemuž jsou schopna absorbovat až 25násobek své hmotnosti při současném zachování integrity celého krytí (usnadnění převazů) (19). Se schopností zadržovat vysoké objemy tekutin souvisí i jejich nízká hodnota WVTR spojená s nižší ztrátou vlhkosti v ráně. Hydrovlákna zajišťují vertikální vztlínání tekutiny zabráňující jejímu laterální-

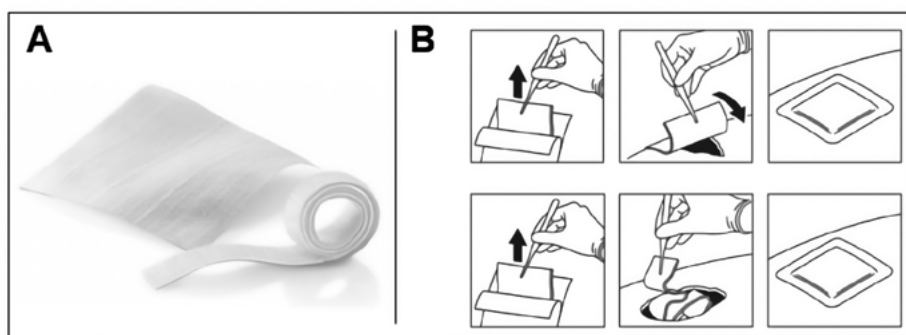
mu šíření do okolní kůže, podporují optimální řízení exsudátu a minimalizují riziko macerace rány a jejího okolí. Vertikální absorpce navíc usnadňuje přenos exsudátu do sekundárního krytí, které je zpravidla nezbytné pro fixaci neadherentních hydrovláken na místě (28, 58–60). Stejně jako hydrogelová a hydrokoloidní krytí podporují hydrovlákna rovněž autolytický débridement.

Hydrovlákna jsou indikována u akutních i chronických ran se střední až silnou exsudací, jako jsou například bérkové a diabetické vředy, dekubity, popáleniny II. stupně, tržné a řezné rány, oděrky, traumatické rány a rány se sklonem ke krvácení (např. po chirurgickém nebo mechanickém débridementu) a místa odběru kožních transplantátů. Speciální měkká struktura hydrovláken jim umožňuje kopírovat spodinu rány, díky čemuž se zmenšuje nevyplněný prostor v ráně, a omezí tak prostor pro množení bakterií. Z tohoto důvodu jsou tato krytí vhodná také pro rány hluboké. Krytí

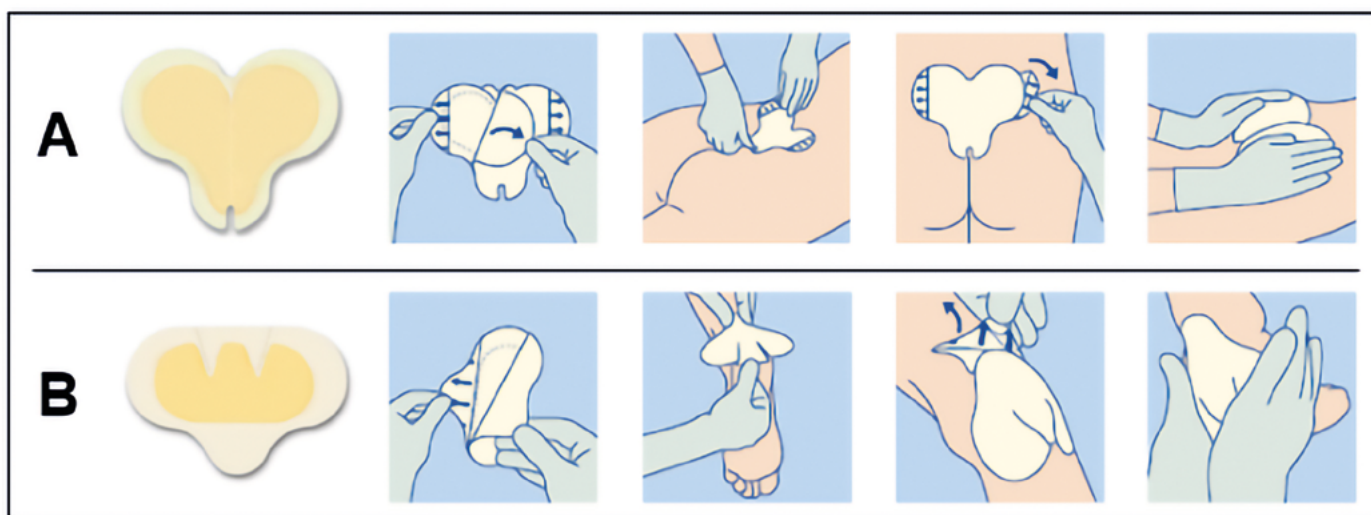
z hydrovláken je jedním z nákladově efektivních krytí, neboť může být aplikováno na několik dní (dle některých výrobců až na dva týdny, nicméně skutečný interval výměny je individuální) (56, 58). Přestože jsou hydrovlákna považována za krytí s velmi nízkým alergenním potenciálem, byla u některých pacientů (přibližně 3 %) ošetřovaných tímto typem krytí pozorována kontaktní dermatitida. Hydrovlákna by neměla být používána u suchých ran, jelikož mohou zanechávat vláknité pozůstatky viditelné na spodině rány při výměně obvazu. U mírně exsudujících ran je pak doporučeno krytí před odstraněním z rány namočit ve sterilní vodě nebo fyziologickém roztoku, díky čemuž se převaz rány usnadní, sníží se jeho bolestivost a minimalizuje se traumatizace rány (61).

Krytí založené na hydrovláknech je možné dále rozdělit na hydrovlákna plošná a provazce a tampony (Obr. 6 A). Mezi plošná hydrovlákna patří například zdravotnické prostřed-

Obr. 6. Krytí ve formě hydrovláken (A) a schematické znázornění jejich použití na povrchové (B nahoře) a hluboké rány (B dole). Převzato a upraveno podle (28, 58)



Obr. 5. Schematické znázornění aplikace tvarově specifického hydrokoloidního krytí určeného na záda v křížové oblasti (A) a patu (B). Převzato a upraveno podle (30)



ky Exufiber®, Aquacel™ Surgical, Aquacel™ Extra, Suprasorb® Liquacel, Durafiber, HYALO4 High Gelling Fibre či Krytí ran z modifikované celulózy StopBac STERILE Cel (28, 35, 51, 58, 62). K dostání jsou také plošná hydrovlákna s aktivní látkou, kterou jsou ve většině případů stříbrné ionty. Krytí impregnované stříbrem se používá k ošetření kriticky kolonizovaných a lokálně infikovaných ran. Antimikrobiální efekt stříbra může být vysvětlen zásahem stříbra do dýchacího řetězce bakterií a následnou interferencí iontů s komponenty mikrobiálního elektronového transportního řetězce a inhibicí replikace DNA. Příkladem hydrovláken s obsahem stříbra mohou být prostředky Exufiber® Ag+, Aquacel™ Ag+, Aquacel™ Ag+ Extra a Aqvix® Flowfiber Ag (51, 58). Kromě těchto prostředků, které jsou součástí Číselníku zdravotnických prostředků, je možné do této skupiny zařadit i prostředek Suprasorb® Liquacel Ag (28). Zajímavé postavení má komerčně dostupný zdravotnický prostředek Vacutex Capillary Wound Dressings, který sice dle platného Číselníku patří do této skupiny produktů, avšak neobsahuje žádnou aktivní látku. Patentovaná třívrstvá struktura polyesterových a bavlněných vláken tohoto prostředku mu umožňuje fungovat na základě

kapilárních jevů jako „pumpa“. V procesu hojení rány má Vacutex obdobný mechanismus působení jako podtlaková terapie, kdy v ráně vytváří podtlak 68 mm Hg a lze jej tak využít v terapii obtížně se hojících ran se střední až velkou mírou exsudace (63).

Další skupinou hydrovláken jsou hydrovlákna v podobě provazců a tamponů, které mohou být stejně jako plošná forma impregnovaná aktivní látkou, nejčastěji stříbrem. Tyto pomůcky jsou určeny převážně k ošetření hlubokých ran (Obr. 6 B dole). K vyplnění dutin se využívají například zdravotnické prostředky Exufiber® a Exufiber® Ag (v rozměrech 2 cm × 45 cm) či Suprasorb® Liquacel a Suprasorb® Liquacel Ag (v rozměrech 45 cm × 2 cm) (28, 58). Zajímavým prostředkem z této skupiny krytí je UrigoClean Rope se sterilní sondou indikovaný k použití v čistící fázi exsudujících dutin a sinusových ran. Krytí sestává z úzkého proužku (lanka) v rozměrech 2,5 cm × 40 cm a sterilní sondy, která slouží k usnadnění zavedení prostředku do hlubokých a úzkých ran (64). Délku samotného krytí je možné pomoci sterilních nůžek upravit dle potřeb konkrétní rány. Číselník zdravotnických prostředků do této skupiny dále řadí prostředky Hcel HT a Hcel NaT, které

však svým vzhledem připomínají spíše hydrovlákna plošná (65). K vyplnění hlubších ran je možné využít rovněž krytí plošné (Obr. 6 B nahore). Všechna uvedená hydrovlákna (s výjimkou Suprasorb® Liquacel Ag) jsou hrazena z veřejného zdravotního pojištění, jejich úhrada je však vázaná na schválení revizním lékařem (37).

Závěr

Přestože krytí na rány je neodmyslitelnou součástí standardní péče o rány, je nezbytné mít na paměti, že samotné krytí rány neléčí a stejně tak neexistuje žádné krytí, které by bylo možné použít na všechny typy ran. Z tohoto důvodu je nezbytné pochopit nejen samotný proces hojení rány, ale také znát základní charakteristiky jednotlivých komerčně dostupných typů krytí na rány. Čtvrtý díl seriálu na téma zdravotnické prostředky v hojení ran přinesl přehled vybraných druhů moderního krytí určených k vlhkému hojení ran. Konkrétně se zaměřil na vlastnosti hydrogelových krytí, hydrokoloidních krytí a hydrovláken ve snaze přispět k racionálnímu výběru zdravotnických prostředků pokrývajících konkrétní potřeby pacienta zdravotnickým pracovníkem.

LITERATURA

- Hlinková E, et al. Management chronických ran. Grada Publishing, 2009.
- Pokorná A, Mrázová R. Kompendium hojení ran pro sestry. Grada Publishing, 2012.
- Průvodce fází hojení ran a doporučená péče o rány [cited 2023 May 18]. Available from: <https://www.prosestru.cz/tema/vlhke-kryti-ran/detail/pruvodce-fazemi-hojeni-ran-a-doporucena-pece-o-rany-7284>.
- Wald M. Hojení ran za patologických podmínek. Interní medicína pro praxi. 2002;4(10):494-498.
- Borda LJ, Macquhrie FE, Kirsner RS. Wound Dressings: A Comprehensive Review. Wound Care and Healing. 2016;5:287-297.
- Proces hojení ran krok za krokem a co ho může zkomplikovat [cited 2023 May 18]. Available from: <https://www.prolekare.cz/tema/hojeniran/detail/proces-hojeni-ran-krok-za-krokem-a-co-ho-muze-zkomplikovat-107947>.
- SWY Area Prescribing Committee – Wound Management Formulary. Choosing the ideal dressing [cited 2023 May 25]. Available from: <https://www.swyapc.org/wp-content/uploads/2016/08/Wound-Formulary-4th-Edition-10-5-16-choosing-the-ideal-dressing.pdf>.
- Vraníková B, Kováčik A. Zdravotnické prostředky v hojení ran I: Tradiční a gázová krytí. Praktické lékařství. 2022;18(2):116-121.
- Vraníková B, Kováčik A. Zdravotnické prostředky v hojení ran II: Tradiční náplasti. Praktické lékařství. 2022;18(4):141-145.
- Vraníková B, Kováčik A. Zdravotnické prostředky v hojení ran III: Speciální typy náplasti. Praktické lékařství. 2023;19(1):38-43.
- Junker JPE, Kamel RA, Caterson EJ, Eriksson E. Clinical impact upon wound healing and inflammation in moist, wet, and dry environments. Advances in Wound Care. 2013;2(7):348-356.
- Winter GD. Formation of the Scab and the Rate of Epithelialization of Superficial Wounds in the Skin of the Young Domestic Pig. Nature. 1962;193:293-294.
- Nuutila K, Eriksson E. Moist wound healing with commonly available dressings. Advances in Wound Care. 2021;10(12):695-698.
- Jones V, Grey JE, Harding KG. Wound dressings. BMJ. 2006;332:777.
- Dhivya S, Padma VV, Santhini E. Wound dressings – a review. BioMedicine. 2015;5:22.
- Jones A, Vaughan D. Hydrogel dressings in the management of a variety of wound types: A review. Journal of Orthopaedic Nursing. 2005;9:S1-S11.
- Hydrogely [cited 2023 July 16]. Available from: <https://www.lecbarany.cz/hydrogely>.
- Šeflová L, Stejskalová P, Daniš L. Dekubity v praxi. Medicína pro praxi. 2016;13(5):263-267.
- Shi C, Wang C, Liu H, Li Q, et al. Selection of Appropriate Wound Dressing for Various Wounds. Frontiers in Bioengineering and Biotechnology. 2020;8:182.
- Vlhké hojení ran aneb hydrogel na všechno [cited 2023 June 16]. Available from: <https://doctoro.cz/blogs/clanky/vlhke-hojeni-ran-aneb-hydrogel-na-vsechno#>.
- Bartkowiak G, Frydrych I. 23 – Superabsorbents and their medicinal applications. Handbook of Medical Textiles. 2011:505-546.
- Davey C. Gauze, Hydrocolloid, and Hydrogel Dressings. Basics of Wound Care. 2021. [cited 2023 June 20]. Available from: <https://www.hmpgloballearningnetwork.com/site/wmp/basics-wound-care/gauze-hydrocolloid-and-hydrogel-dressings>.
- Queen D, Orsted H, Sanada H, Sussman G. A dressing history. International Wound Journal. 2004;1(1):59-77.
- Weller C. 4 – Interactive dressings and their role in moist wound management. Advanced Textiles for Wound Care. 2009:97-113.
- Brumberg V, Astrelina T, Malivanova T, Samoilov A. Modern Wound Dressings: Hydrogel Dressings. Biomedicine. 2021;9(9):1235.
- Tavakoli S, Klar AS. Advanced Hydrogels as Wound Dressings. Biomolecules. 2020;10(8):1169.
- Zákon č. 48/1997 Sb. Zákon o veřejném zdravotním pojištění a o změně a doplnění některých souvisejících zákonů. [cited 2023 July 22]. Available from: <https://www.zakonyprolid.cz/cs/1997-48>.
- Zdravotnické prostředky Lohmann & Rauscher Česká republika. [cited 2023 July 15]. Available from: <https://www.lohmann-rauscher.com/cz-cs>.
- Zdravotnické prostředky Enluxtra™. [cited 2023 July 14]. Available from: <https://www.enluxtra.eu/>.
- Zdravotnické prostředky Hartmann®. [cited 2023 July 14]. Available from: <http://www.lekarnahartmann.cz>.
- Zdravotnické prostředky Matopat. [cited 2023 July 14]. Available from: <https://matopat.cz>.

**Další literatura u autorů
a na www.farmaciepropraxi.cz**