

Ocena opatrunków hydrożelowych w płatach, stosowanych w kompleksowym leczeniu ran oparzeniowych

OSTOMY WOUND MANAGEMENT / tom: 53

Numer wydania: 3

Autor: lek. Andrew Burd, FRCSEd, FHKAM (chirurgia)

Zaopatrywanie ran oparzeniowych zależy od ich głębokości i rozległości.¹ W Szpitalu Księcia Walii, Shatin, w Hongkongu, strategię właściwego zaopatrywania ran oparte są o deskryptywną klasyfikację głębokości oparzenia (patrz rycina 1). Algorytmy zaopatrywania ran danej głębokości^{1,2} zostały opracowane w oparciu o dostępne lokalne zasoby oraz wiedzę fachową i zależą one od tego jakie biomateriały w połączeniu z jakimi dostępnymi na rynku opatrunkami stosowane są w danym szpitalu (patrz rycina 2).

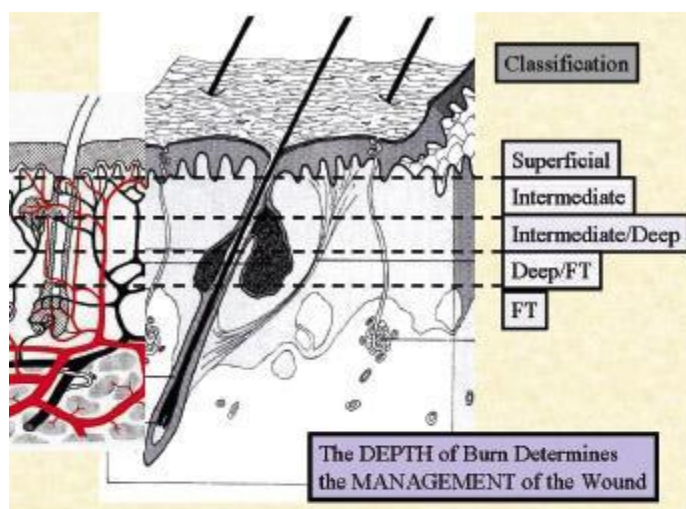


Figure 1. A pragmatic classification with depth determined by a combination of history, clinical examination, and examination under anesthesia where appropriate.

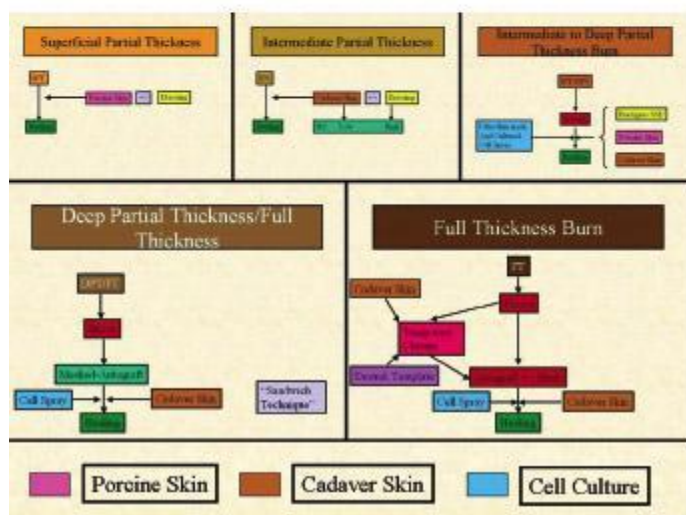


Figure 2. Management algorithms^{1,2} for hydrogel use.

TABLE 1 MANAGEMENT OF EXUDATIVE AND NON-EXUDATIVE WOUNDS

Superficial Partial-Thickness Wound with No Exudate

- Wound is cleansed with normal saline or chlorhexidine solution and hydrogel applied with overlap of 1 cm to 2 cm. If multiple sheets are applied, they should be overlapped, not abutted
- Gauze dressing is applied over the hydrogel and held in place by either crepe bandages or adhesive tape. Note: The gauze dressing gauze will adhere to the hydrogel; the dressing needs careful inspection after 48 hours. If the gauze is dry, the dressing can be left for 5 to 7 days when the hydrogel has become a protective "crust" and the gauze can be removed. When the wound has re-epithelialized, the hydrogel lifts off and can be trimmed back or soaked off

Partial-Thickness Wound with Exudate

- These are generally slightly deeper burns. Method of hydrogel use is similar to the non-exudative burn; by 48 hours, the gauze dressing will contain exudate. The hydrogel and gauze can be replaced as often as necessary until the wound dries or a decision is made to surgically debride the wound

Ostomy Wound Management 2007;53(3):52-62

KEY POINTS

- The author of this clinical evaluation describes how unanticipated problems with the supply of biological dressings resulted in exploring the use of a hydrogel sheet to manage burn wounds and skin graft donor sites.
- The results of subsequent controlled clinical studies may confirm that hydrogel sheet dressings provide a safe and effective alternative to currently available biological and synthetic dressings for burn-related wounds.

Rycina 1. Paradymat klasyfikacji, przy głębokości ustalonej na podstawie wywiadu, badania fizykalnego i badania w znieczuleniu, jeżeli istnieje taka konieczność.

Classification – Klasyfikacja

Superficial – Powierzchnowe

Intermediate/Deep – Pośrednie/Głębokie

Deep/FT – Głębokie/pełnej grubości skóry

FT – Oparzenie pełnej grubości skóry

Głębokość oparzenia wpływa na proces zaopatrywania rany

Rycina 2. Algorytmy postępowania^{1,2} dla opatrunków hydrożelowych.

Tabela 1

ZAOPATRYWANIE RAN Z WYSIĘKIEM I BEZ WYSIĘKU

Powierzchnowe rany częściowej grubości skóry, bez wysięku

- Rana oczyszczana jest zwykłym roztworem fizjologicznym soli lub roztworem chlorheksydyny oraz hydrożelem, nachodzącym 1-2 cm na zdrową skórę. Jeżeli użyjemy kilku płatów, muszą one nachodzić na siebie, a nie przylegać do siebie brzegami.
- Opatrunki z gazy stosuje się na hydrożel, a następnie mocuje bandażami elastycznymi lub plastrem. Uwaga: opatrunek gazowy będzie przywierał do hydrożelu; należy obejrzeć stan opatrunku po 48 godzinach. Jeżeli gaza będzie sucha, opatrunek można pozostawić na następne 5-7 dni, a gdy hydrożel stworzy ochronną „skorupę”, będzie można usunąć gazę. Gdy tylko na ranie wytworzy się nowa warstwa naskórka, płat hydrożelowy uniesie się i będzie można go odciąć lub odmoczyć.

Rany częściowej grubości skóry, z wysiękiem

- Są to zazwyczaj nieco głębsze oparzenia. Metoda stosowania hydrożelu jest podobna do tej używanej w przypadku oparzenia bez wysięku. Hydrożel i gazę można zmieniać tak często, jak to konieczne, aż do wyschnięcia rany lub podjęcia decyzji na temat chirurgicznego opracowania rany.

Ramka:

Ostomy Wound Management 2007;53(3):52-62.

PUNKTY KLUCZOWE

- Autor niniejszej pracy opisuje w jaki sposób nieoczekiwane problemy z zaopatrzeniem w opatrunki biologiczne doprowadziły do zastosowania płatów hydrożelowych w leczeniu ran oparzeniowych i miejsc pobrania skóry do przeszczepu.
- Wyniki przeprowadzonych później badań klinicznych potwierdzają, że opatrunki hydrożelowe stanowią bezpieczną i skuteczną alternatywę dostępnych na rynku opatrunków biologicznych i syntetycznych przeznaczonych do stosowania w przypadku ran oparzeniowych.

To indywidualne podejście jest konieczne ze względu na dużą różnorodność dostępnych na rynku opatrunków.³ Lokalny bank skóry współpracujący ze szpitalem odpowiedzialny jest za pobieranie i przetwarzanie skóry świnińskiej i skóry pobranej ze zwłok. Materiał biologiczny musi zostać przesłany ze Specjalnego Regionu Administracyjnego Hongkong w Chinach do Shenzhen w Chinach. Wraz ze zmianą przepisów celnych związanych z importem/eksportem tkanek biologicznych, konieczne stało się znalezienie dostępnej i skutecznej tymczasowej alternatywy dla skóry świnińskiej i pobranej ze zwłok, stosowanych w leczeniu ran. Pod uwagę brano głównie koszty, dostępność i skuteczność nowego materiału. Rozważono różne dostępne substytuty skóry⁴, w tym Biobrane (Bertek Pharmaceuticals, Inc. Morgantown, WV). Biobrane opisano jako materiał skuteczny w leczeniu oparzeń u dzieci.⁵ Inną rozważaną opcją była glicerowana skóra pobrana ze

zwłok, z banku Euroskin, ponieważ szpital stosował już ją wcześniej, w okresie większego zapotrzebowania na opatrunki biologiczne.⁶ Choć obie opcje byłyby opłacalnym substytutem dostarczanej lokalnie skóry ze zwłok, były one zbyt drogą alternatywą skóry świńskiej. Dodatkowym minusem była potencjalna cytotoksyczność niektórych materiałów na bazie srebra, stosowanych w pielęgnacji oparzeń i ran (np. laminaty, pianki, włókna⁷).

W celu poszukiwania nowych potencjalnych opatrunków, autor niniejszej pracy otrzymał grant rządowy Hongkongu na badania laboratoryjne i kliniczne na temat hydrożelu w połączeniu z modulacją elektrochemiczną (Innovation and Technology Fund, the Government of the Hong Kong SAR to Prof. Andrew Burd, ITS/086/03). Firma Maxford Medical Technology Company Ltd, Hong Kong była partnerem przemysłowym w ramach wspomnianego grantu. W perspektywie stałej współpracy i nadchodzącego kryzysu w służbie zdrowia, firma zobowiązała się dostarczać opatrunki hydrożelowe (MaxGel) po cenie produkcyjnej (produkt jest dostarczany przez Anacapa Technologies w Stanach Zjednoczonych). Ze względu na cenę, dostępność i bezpieczeństwo, postanowiono ocenić skuteczność tych opatrunków w leczeniu ran oparzeniowych.

Opatrunki hydrożelowe

Zgodnie z opublikowaną recenzją⁸, opatrunki hydrożelowe obejmują liczne materiały i stanowią trwałą, trójwymiarową sieć hydrofilowych polimerów; woda wypełnia przestrzenie między łańcuchami polimerów. Opatrunki hydrożelowe dostępne są w postaci żeli, płatów i żeli aplikowanych na gazy. W przypadku ran jamistych stosowane są żele amorficzne. Na rany powierzchniowe można stosować płaty lub opatrunki z impregnowanej gazy.⁸ Ich biomedyczne zastosowanie obejmuje: produkty pielęgnacyjne do ran, materiały dentystryczne i okulistyczne, systemy nośnikowe dla leku, części implantów i wypełniacze tkanek.^{9,10} Hydrożele w pełni syntetyczne są często wykonane z piroolidonu poliwinylowego, poliakrylamidu lub tlenku polietylenu. Jeden z tych podstawowych składników, poliakrylamid, okrył się ostatnio złą sławą, ze względu na swój związek z wstrzykiwanymi wypełniaczami hydrożelowymi i możliwym rozpadem do neurotoksycznego i/lub karcynogennego monomeru.¹¹⁻¹³ Hydrożel stosowany w niniejszym badaniu zawiera piroolidon poliwinylowy, glikol polietylenowy i agar. Sterylny, trwały hydrożel tworzy przezroczysty płat grubości 3-4 mm. Hydrożel posiada certyfikat CE (Conformité Européene) i został dopuszczony do obrotu przez FDA (US Food and Drug Administration).

Istnieje wiele opinii na temat płatów hydrożelowych. Zgodnie z przeglądem autorstwa Eisenbuda⁸, liczne badania porównywały amorficzne hydrożele z innymi opatrunkami, szczególnie w leczeniu ran przewlekłych, takich jak odleżyny.⁸ Niemniej, istnieje niewiele raportów z badań klinicznych na temat opatrunków hydrożelowych i ich zastosowania w leczeniu oparzeń. Na rynku można zakupić produkt Vigilon® (C.R. Bard, Inc, Covington, Ga), dostępny w USA od prawie 25 lat. Ten płat w postaci galaretowatej masy zawiera nierozpuszczalne kopolimery siatkowe tlenku polietylen z wodą, jako ośrodkiem dyspergującym. Wytrzymałość na rozciąganie tego materiału i niska masa molekularna powodują, że jest on wrażliwy na nagłą utratę wody przez parowanie (usuwalna błona polietylenowa pokrywająca jedną stronę opatrunku kontroluje stopień przepuszczanej pary wodnej). Wskazania kliniczne do stosowania produktu są ograniczone do następujących sytuacji klinicznych: przerwanie ciągłości skóry, niewielkie oparzenia chemiczne lub termiczne, rozcięcia, otarcia naskórka, nacięcia pooperacyjne i, najczęściej, poradiacyjne zapalenie skóry. Pozostałe pozycje literaturowe na ten temat ograniczają kliniczne zastosowanie tego produktu do przypadków poradiacyjnego zapalenia skóry i chirurgii kosmetycznej (pooperacyjnie). Produkt nie był stosowany w bardziej rozległych ranach oparzeniowych.

Inne marki opatrunków hydrożelowych — Nu-Gel™ (Johnson and Johnson, New Brunswick, NJ), Clear Site (Conmed Corporation, Utica, NY), Aquasorb (DeRoyal, Powell, Tenn) i Flexderm (Bertek [Dow Hickam] Sugar Land, Tex) — stosowane są głównie jako początkowe opatrunki na płytkie rany, w określonych obszarach anatomicznych. Nie ma dostępnych raportów na temat ich stosowania w przypadku dużych ran oparzeniowych. Wyboru produktu do badania dokonano po uwzględnieniu tego faktu i informacji na temat dostępności produktu.

Metody

W celu odpowiedzi na zapotrzebowanie szpitala, dokonano oceny klinicznej opatrunku hydrożelowego w płatach, stosowanego zamiast skóry pobranej ze zwłok czy skóry świńskiej. Lekarze i pielęgniarki z oddziału oparzeniowego zdecydowali się stosować hydrożel u wszystkich pacjentów przyjmowanych na oddział, którzy w normalnych warunkach byliby leczeni skórą świńską lub pobraną ze zwłok, zgodnie z obowiązującymi protokołami postępowania. Oceniano również zastosowanie opatrunków hydrożelowych w przypadku innych ran – np. po pobraniu skóry do przeszczepu. Ponieważ oceniany produkt był już zatwierdzony do stosowania w pielęgnacji ran, nie była wymagana zgoda komisji bioetycznej. Jeżeli zaistniała taka konieczność, informowano pacjenta, że opatrunek tego rodzaju został użyty ze względu na brak standardowo stosowanych produktów. Wszystkie opatrunki były zakładane przez personel oddziału oparzeniowego (pielęgniarki zakładały opatrunki na oddziale, zaś lekarze na salach operacyjnych). Stosowano subiektywne i obiektywne narzędzia oceny bólu w celu monitorowania stanu pacjenta. Wśród nich znajdowały się: wizualna skala analogowa¹⁴, z punktacją od 1 do 10, stosowana u osób dorosłych oraz Wong Baker FACES Pain Rating Scale, jako skala stosowana u dzieci.¹⁵ Jediną zmianą w istniejącym protokole było zastąpienie skóry świńskiej lub skóry pobranej ze zwłok płacami hydrożelowymi. Starszy personel medyczny i pielęgniarski (w tym autor, kierownik oddziału szpitalnego i pielęgniarka ze specjalizacją kliniczną) sprawowali nadzór nad opieką i procedurami dokumentacyjnymi, które zostały wyszczególnione w karcie pacjenta. Rany leczono wówczas, gdy opatrunek można było bez bólu oderwać, a znajdująca się pod nim skóra była całkowicie zreepitalizowana.

Ocena kliniczna

Hydrożel oceniany był w szpitalu autora w pięciu typach sytuacji klinicznych obejmujących rany urazowe i jatrogenne, powszechnie spotykane w opiece nad pacjentami z oparzeniami: jako opatrunek po pobraniu skóry do przeszczepu i w ostrych ranach oparzeniowych połowy grubości skóry, jak również jako tymczasowy opatrunek dla wyciętych ran pełnej grubości, opatrunek autogennych przeszczepów siatkowych i przeszczepionych komórek z hodowli.

Opatrywanie miejsca po pobraniu przeszczepu. W ocenie tej płat hydrożelowy został po raz pierwszy zastosowany w miejscu pobrania przeszczepu skóry pośredniej grubości, na lewym podudziu. Czternastoletnia pacjentka przeszła zabieg rekonstrukcyjny po rozległym oparzeniu, który opisano wcześniej.¹⁶ Miejsce pobrania przeszczepu (6 cm x 10 cm) pokryto płatem hydrożelu, gazą higroskopijną i bandażem elastycznym. Hydrożel aplikowano tak, aby stworzyć 2-centymetrowy margines na zdrowej skórze. Opatrunek nie przesiąkł płynem wysiękowym, a pacjent nie odczuwał żadnego bólu w miejscu pobrania przeszczepu. Opatrunek pozostawiono na 10 dni, a następnie usunięto. Hydrożel wysechł, a gaza higroskopijna nieco przywarła do niego. Po usunięciu gazu, suchy, „kruchy” hydrożel pozostał na miejscu (patrz rycina 3 a, b, c), a po zdjęciu opatrunku odsłonięto zagojone miejsce pobrania przeszczepu (patrz rycina 5 a, b). Pacjentka nie odczuwała bólu podczas tego zabiegu.



Figure 3. A) A small area of graft harvested from the left lower leg and the donor site dressed with hydrogel. The dressing was removed 10 days later. B) The hydrogel has become dry and "crispy." A hole has been made in the hydrogel cover. C) The donor site healed beneath the hydrogel.



Figure 4. A) Adherence of dry hydrogel to the underlying, newly regenerated epidermis is reversed when moistened with saline to facilitate removal. B) Following rehydration, the "crisp" hydrogel became "plastic" in nature and a finger could be inserted under the hydrogel.



Figure 5. A) The hydrogel sheet could be cut with scissors and peeled back to reveal healed skin. B) A flat, dry, blood clot was evident on the surface of the skin.

Rycina 3 A) Mały obszar pobrania przeszczepu na lewym podudziu oraz ten sam obszar opatrzony za pomocą hydrożelu. Opatrunek usunięto po 10 dniach. B) Hydrożel wysechł i stał się „kruchy”. Zrobiono dziurę w „skorupie” hydrożelowej. C) Miejsce przeszczepu zagoiło się pod warstwą hydrożelu.

Rycina 4 A) Zwilżenie suchej warstwy hydrożelu za pomocą fizjologicznego roztworu soli, w celu zmniejszenia jego przywierania do nowo wytworzonej warstwy naskórka i usunięcia go. B) Po zwilżeniu, „kruchy” hydrożel stał się plastyczny, co umożliwiło włożenie palca pod jego warstwę.

Rycina 5 A) Płat hydrożelu można było rozciąć nożyczkami i zdjąć, w celu odsłonięcia zagojonej skóry. B) Na powierzchni skóry widoczny płaski, zaschnięty skrzep krwi.

Podobnie korzystnie przebiegło gojenie w 6 pozostałych przypadkach (10 miejsc pobrania przeszczepu) leczonych hydrożelem stosowanym jako opatrunek miejsca pobrania przeszczepu. Wszystkie wspomniane miejsca zagoiły się w ciągu 10 dni – tj. w normalnym okresie dla oddziały oparzeniowego.¹⁷ Problem występował jedynie wówczas, gdy opatrunek zakładano na większe obszary pobrania skóry do przeszczepu. Większe płaty hydrożelu zazwyczaj ślizgały się na świeżych miejscach pobrania przeszczepu, co wymagało wykonywania dużej „zakładki” sąsiednich płatów hydrożelowych i dużego marginesu na zdrowej skórze. Gazę owijano wokół płatów hydrożelowych, a następnie mocowano bandażem elastycznym i plastrem (Omnifix®, Hartman, Heideman, Niemcy).

Hydrożel a opatrunki alginianowe. Kobieta w wieku 73 lat, ogólnie zdrowa, z oparzeniami tułowia i podudzia lewego stanowiła przypadek w którym można było porównać skuteczność hydrożelu i opatrunku alginianowo-wapniowego (Kaltostat, Convatec Ltd, Deeside, UK — jednego z wielu dostępnych na rynku opatrunku alginianowego stosowanego w zaopatrywaniu ran oparzeniowych w jednostce autora) (patrz rycina 6 a, b i rycina 7 a, b). Pacjentka miała dwa miejsca pobrania skóry do przeszczepu, dzięki czemu możliwe było porównanie obu typów opatrunków. Oba opatrunki wymagały namoczenia przed zdjęciem. Choć jest on nieco trudniejszy w aplikacji, niż opatrunek alginianowy, nieprzywierający hydrożel wymaga jednak dodatkowego opatrunku podtrzymującego. Opatrunek alginianowo-wapniowy przylega dobrze do miejsca pobrania skóry do przeszczepu – płat hydrożelowy zdaje się być tak skuteczny jak opatrunek alginianowo-wapniowy jeżeli chodzi o czas gojenia i łatwość zdejmowania. Poza tym jest tańszy (patrz rycina 8). Pacjentka odczuwała minimalny ból przy usuwaniu obu opatrunków.



Figure 6. A) As more was learned about hydrogel, dressings were peeled back. B) The dry dressing separated easily and non-traumatically from the healed donor site.



Figure 7. A) The patient's (see Figure 6a, 6b) right calf donor site was dressed with calcium alginate. B) This also dries into a "crisp" dressing that needs to be peeled off.



Figure 8. The two donor sites show equivalent healing.

Rycina 6 A) W miarę badania stanu hydrożelu, zdejmowano opatrunek. B) Suchy opatrunek łatwo się oddzielił od wyleczonego miejsca pobrania przeszczepu, nie powodując uszkodzeń skóry.

Rycina 7 A) Na prawym podudziu pacjenta (patrz rycina 6a, 6b) w miejscu pobrania skóry do przeszczepu założono opatrunek alginianowo-wapniowy. B) On również wysycha tworząc „kruchą” skorupę, którą trzeba zdjąć.

Rycina 8. Dwa miejsca pobrania skóry do przeszczepu – jednakowy stopień gojenia rany.

Ostre rany częściowej grubości skóry. Płaty hydrożelowe założono na 10 ran bez wysięku i 6 z wysiękiem, w tym ranę oparzeniową twarzy. Oparzenia twarzy są szczególnie trudnym rodzajem ran z wysiękiem, gdy u pacjenta występują oparzenia wziewne i pacjent jest zaintubowany. Na drodze doświadczenia odkryto, że duże płyty hydrożelu dobrze przylegają do łożyska rany i są szybkie i łatwe w aplikacji. Ranę łatwo obejrzeć przez opatrunek, a u nieprzytomnego, wentylowanego mechanicznie pacjenta, nie jest wymagany opatrunek podtrzymujący (patrz rycina 9a). W przypadku 23-letniego mężczyzny z oparzeniami 70% powierzchni ciała na skutek eksplozji, opatrunek trzymano przez 48 godzin. Po 48 godzinach opatrunek napęczniał i ukazywał niewielkie żółte przebarwienie, na skutek absorpcji płynu wysiękowego. Znajdująca się pod nim rana była sucha (patrz rycina 9b). Twarz pacjenta goił się samoistnie i operacja nie była potrzebna. W przypadku ran z dużym wysiękiem konieczne mogą być częstsze zmiany opatrunku. Zgodnie z doświadczeniem autora, opatrunek należy zmieniać codziennie, aż będzie on przylegał do łożyska rany. W powierzchniowych oparzeniach częściowej grubości skóry, z niewielką ilością wysięku lub brakiem wysięku, pierwszy zakładany opatrunek hydrożelowy staje się suchy

i przylega do rany. W miarę gojenia rany, hydrożel na jej powierzchni może być stopniowo odcinany (patrz rycina 10). Rany bez wysięku w niniejszym badaniu były ranami powierzchownymi częściowej grubości skóry i goiły się w ciągu 10 dni. Rany z wysiękiem oceniane były klinicznie (nie stosowano biopsji czy metody Dopplera) co 24 godziny. W tym celu stosowano historię choroby, oceniano wygląd rany i odstępy czasowe w jakich zmieniane były opatrunki, aby przewidzieć przebieg procesu gojenia, który, ostatecznie, jest uzależniony od głębokości rany.¹ Rany z wysiękiem okazały się być głębsze, ale wszystkie zagoiły się w ciągu 14 dni od oparzenia. Tabela 1 przedstawia szczegóły postępowania klinicznego w przypadku ran z wysiękiem i bez wysięku, częściowej grubości skóry. Tabela ta została opracowana w okresie trwania badania.



Figure 9. A) A large single sheet of hydrogel was applied to a highly exudative partial-thickness facial burn in a patient who required mechanical ventilation. B) Two days later, the dressing swelled with absorbed exudate and the underlying wound was dry.



Figure 10. Hydrogel applied to a partial-thickness burn. The dressing adhered to the non-exudative wound. As the wound re-epithelialized, the hydrogel separated and gradually was trimmed back.

Rycina 9 A) Duży pojedynczy płat hydrożelu zastosowany na ranę z dużym wysiękiem, częściowej grubości skóry, w obrębie twarzy, u pacjenta wymagającego mechanicznej wentylacji. B) Dwa dni później opatrunek zwiększył objętość na skutek wchłonięcia płynu wysiękowego, zaś rana pod opatrunkiem była sucha.

Rycina 10. Hydrożel zaaplikowany na ranę oparzeniową częściowej grubości. Opatrunek przylegał do rany bez wysięku. Po odbudowie naskórka, hydrożel odseparował się od rany i mógł być stopniowo odcinany.

Oparzenia pełnej grubości skóry: opatrunki tymczasowe. Placówka autora stosuje protokół dotyczący zaopatrywania ran oparzeniowych pełnej grubości skóry, zgodnie z którym dokonuje się wczesnego oczyszczenia rany (opracowanie chirurgiczne może obejmować usunięcie niespalonej tkanki), wymagającego właściwych opatrunków, w celu pokrycia rany chirurgicznej. Technika kanapkowa (sandwich technique) stosowana jest wówczas, gdy dostępna jest wystarczająca ilość skóry do przeszczepu autologicznego. Obejmuje ona stosowanie szeroko rozciągniętego autoprzyszczepu na łożysko rany po wycięciu tkanki która uległa oparzeniu pełnej grubości skóry. Zazwyczaj, przeszczep siatkowy pokrywany jest allogeniczną skórą pobraną ze zwłok, aby ochronić łożysko rany przed desykcją nacięć przeszczepu siatkowego. Opatrunku hydrożelowego można również używać w następujących sytuacjach (patrz rycina 11 a, b, c). W zilustrowanym przypadku (patrz rycina 12 a, b), 35-letnia kobieta, ofiara eksplozji, doznała oparzeń 70% powierzchni ciała. Zastosowano siatkowy autoprzyszczep nacięty w proporcji 1:6, a następnie pokryto go hydrożelem. Choć 2 tygodnie później hydrożel przybrał żółte zabarwienie, ponad 70% przeszczepu przyjęło się, a nacięcia w autoprzyszczepie uległy reepitalizacji. Gdy przeszczep rozciągano w mniejszym stopniu, jeszcze lepiej się przyjmował. U tego samego pacjenta, hydrożel stosowano bezpośrednio na łożysko opracowanej rany – czyli tam, gdzie w normalnych warunkach stosowano by skórę pobraną ze zwłok. Płat hydrożelu mocowany był klamrami do łożyska rany, w celu unieruchomienia. Hydrożel nie wraść w ranę, ale nasiąkał, absorbując płyn wysiękowy z rany. W takich warunkach skóra pobrana ze zwłok osiągała lepsze wyniki.

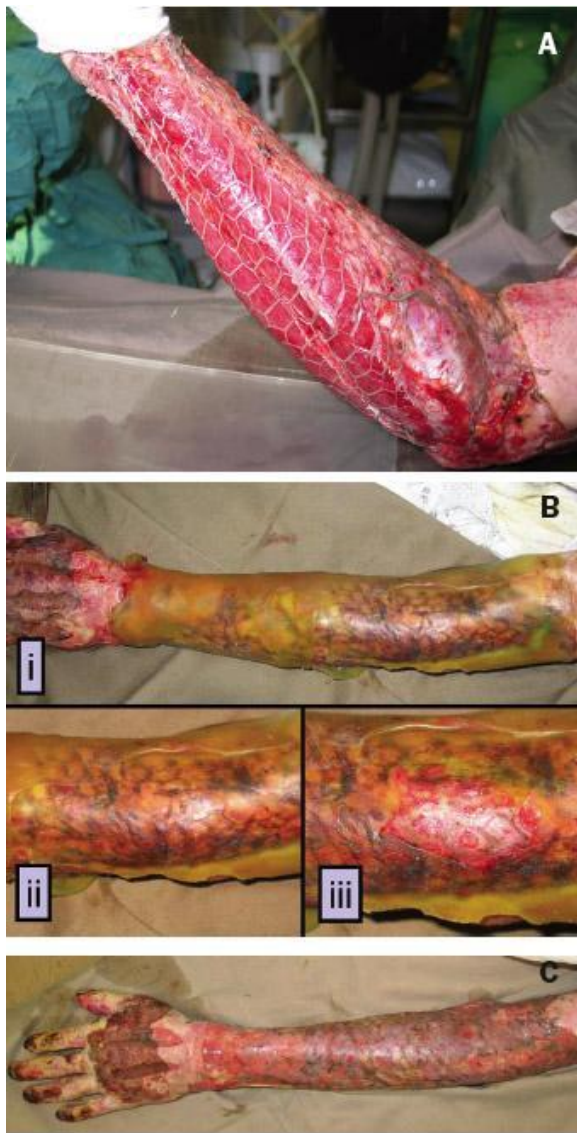


Figure 11. A) Extensive full-thickness burns are treated with early fascial excision and sandwich grafting where possible. A 1:6 meshed autograft was applied to the left forearm and covered with hydrogel. B) i: Two weeks later, the gel is dry and intact and has a yellowish appearance; ii: The hydrogel is transparent with underlying infection; iii: A hole in the hydrogel reveals the graft has taken and the interstices have re-epithelialized; C) The hydrogel was removed to reveal a 70% graft take for the entire forearm.

Rycina 11. A) Rozległe rany pełnej grubości skóry leczone są poprzez wczesne nacięcia powięzi i przeszczepy kanapkowe tam, gdzie to możliwe. Autoprzeszczep siatkowy nacięty w proporcji 1:6 położono na lewe przedramię, a następnie pokryto go hydrożelem. B) i: Dwa tygodnie później, żel jest suchy i nienaruszony. Posiada żółtawe zabarwienie; ii: Hydrożel jest przezroczysty i ukazuje zakażenie toczące się pod nim; iii: Otwór zrobiony w „skorupie” hydrożelu pozwolił na stwierdzenie przyjęcia się przeszczepu i reepitalizacji nacięć; C) Hydrożel został usunięty i stwierdzono przyjęcie 70% przeszczepu na całym ramieniu.

Rycina 12. Na przeciwległej kończynie, zastosowano przeszczep kanapkowy z nacięciem w proporcji 1:1,5, zastosowany na dłoni (przyjęcie 100%) oraz z nacięciem w proporcji 1:3, użyty na prawym przedramieniu (przyjęcie 95%).



Figure 12. On the contralateral limb, sandwich grafting was used with 1:1.5 mesh over the hand with 100% graft take and over 1:3 mesh on the right forearm with 95% graft take.

Zakażenie. W kilku pierwszych przypadkach wycięcia skóry z oparzeniem pełnej grubości, posiew z łożyska rany dał wynik dodatni, głównie w kierunku *Pseudomonas*. Ponieważ hydrożel nie zawiera w swym składzie środka antybakteryjnego, płaty hydrożelu pokryto w kolejnych przypadkach gazą nasączoną betadyną lub chlorheksydyną. Modyfikację tę wprowadzono na

podstawie nieopublikowanych eksperymentów laboratoryjnych autora, które badały wrażliwość flory bakteryjnej w oddziałach oparzeniowych na miejscowe środki antybakteryjne. Opatrunki zmieniano co 2-3 doby, a łożysko rany pozostawało zdrowe, bez tkanki martwiczej i niezakażone, umożliwiając dalsze przeszczepy kanapkowe, gdy tylko pierwsze miejsca pobrania przeszczepu zagoiły się.

Hodowle komórek. Choć zawiesziny komórek nie są często stosowane w praktyce autora, miał on dostęp do hodowli komórek. Komórki stosuje się po to, aby szeroko rozciągnięty przeszczep siatkowy lepiej się przyjął lub aby stworzyć de novo pokrycie dla obszaru wyciętej oparzonej tkanki. Biopsja skóry przed wykonaniem przeszczepu skóry pośredniej grubości pobierana jest z obszaru nieoparzonej skóry. Pobrany fragment poddawany jest separacji enzymatycznej naskórka od skóry właściwej. Keranocyty są zawieszane i namnażane w hodowli – otrzymane w ten sposób komórki można stosować w postaci przeszczepów płatowych lub zawieszin komórek, nanoszonych na ranę w sprayu.¹⁸ Jeżeli chodzi o tę drugą formę nanoszenia komórek na ranę, doświadczenie autora jest inne – można użyć skóry ze zwłok lub opatrunku Mepitel (Molnlycke Health Care, Norcross, Ga).¹⁹ Głównym celem jest umożliwienie wyhodowanym komórkom przeżycia i proliferacji in situ. Głównym problemem jest zaś cytotoksyczność opatrunków, w szczególności tych na bazie srebra.⁷

Szczególnie interesujące było dla autora zbadanie co się stanie, gdy wyhodowane komórki umieści się na ranie brzucha u pacjenta z rozległymi oparzeniami, którego rany były pokryte opatrunkiem hydrożelowym (patrz rycina 13). Wynik był następujący: 40% przyjętych komórek po 10 dniach. W porównaniu z opublikowanymi danymi¹⁸, wynik ten był lepszy. Niemniej, celem nie było jedynie pokrycie obszaru komórkami, ale również przygotowanie szeroko rozciągniętego autoprzyszczepu siatkowego, który następnie umieszczano na ranie, dzięki czemu możliwe było całkowite zamknięcie rany.

Usuwanie tkanek martwiczych w ranie oparzeniowej. Doświadczenie kliniczne wykazało, że niektóre rany mogą być częściowo pozbawione tkanek martwiczych poprzez zmianę opatrunków ze skóry świńskiej i codzienne ich wymienianie.² Zaobserwowano, że płaty hydrożelu posiadają zdolność nawadniania ran i absorbowania płynu wysiękowego w przypadku głębszych oparzeń pośredniej grubości skóry. W niektórych ranach, hydrożel pęcznieje, ale nie przylega. Gdy opatrunek jest zmieniany, a rana jest oczyszczana każdego dnia, zmienia się charakterystyka rany – zawiera mniej tkanek martwiczych, a tkanka ziarninowa na powierzchni jest w lepszym stanie. Po 3-4 dobach codziennej zmiany opatrunków, hydrożel zaczyna przylegać do rany (patrz rycina 14).

Dodatkowa obserwacja poczyniona w przebiegu niniejszego badania była następująca: oparzenia występujące po obu stronach ciała, leczone z jednej strony skórą świńską, a z drugiej płatami hydrożelu, goją się inaczej. Mniejszą reakcją zapalną i powierzchowne bliznowacenie obserwowano w przypadku oparzeń leczonych hydrożelem (jak miało to miejsce u 37-letniej kobiety, u której oparzenia kończyn górnych występowały po obu stronach ciała (patrz rycina 15 a, b)).



Figure 13. A patient with 65% body surface area flame burns. Hydrogel dressing was applied to partial-thickness wounds on the upper chest. The abdominal burn was full-thickness and had been excised. A cell suspension was applied and covered with hydrogel.



Figure 14. In exudative, partial-thickness burns, hydrogel can be changed on a PRN basis to control exudate and debride the wound. This patient's hydrogel dressing was changed daily for the first few days.

Rycina 13. Pacjent z oparzeniami 65% powierzchni ciała po kontakcie z płomieniami. Zastosowano opatrunek hydrożelowy na rany częściowej grubości skóry w obrębie górnych partii klatki piersiowej. Rany oparzeniowe na brzuchu były ranami pełnej grubości i tkanki te zostały wycięte. Zastosowano zawiesinę komórek i pokryto ją hydrożelem.

Rycina 14. W ranach oparzeniowych z wysiękiem, częściowej grubości, hydrożel może być zmieniany w celu kontroli wysięku i chirurgicznego opracowania rany. Przez kilka pierwszych dni, opatrunki hydrożelowe u pacjenta zmieniane były każdego dnia.

Rycina 15 Oparzenia przedramienia po obu stronach ciała – jedną stronę leczono skórą świńską, a drugą hydrożelem. Obie strony zagoiły się w ciągu 10 dni. B) Hydrożel był stosowany an lewą dłoń, a skóra świńska na prawą. Robocza hipoteza brzmi, że leczenie hydrożelem (lewa dłoń) powoduje mniejszą reakcję zapalną, niż opatrunek ze skóry świńskiej, a bliznowacenie wiąże się z bodźcem zapalnym.



Figure 15. A) Bilateral forearm burns – one side has been treated with porcine skin and the other with hydrogel. Both healed within 10 days. B) Hydrogel was used on the left hand and porcine skin on the right. The working hypothesis is that the hydrogel treatment (left hand) causes less inflammatory reaction than the porcine skin dressing and that the scarring is related to the inflammatory stimulus.

Omówienie

Na podstawie opisanych przypadków uzyskano wyniki oceny klinicznej ponad 50 ran oparzeniowych u 30 pacjentów. Opatrunek hydrożelowy okazał się być porównywalną opcją terapeutyczną w stosunku do istniejących, standardowych metod zaopatrywania ran po pobraniu przeszczepu i powierzchniowych ran częściowej grubości skóry. Przeszukanie bazy Medline, szczególnie pod kątem informacji na temat stosowania płatów hydrożelowych w pielęgnacji oparzeń, dało małą liczbę artykułów. W literaturze angielskojęzycznej znaleziono tylko jedno badanie kliniczne opublikowane w ciągu ostatnich 10 lat, które analizowało możliwość stosowania hydrożelu i samoprzylepnej półprzepuszczalnej błony w ostrych oparzeniach.²⁰ Jednakże badanie to dotyczyło hydrożelu amorficznego, nie zaś płatów.

Skuteczność i bezpieczeństwo stosowania hydrożeli w ogólnej pielęgnacji ran jest dobrze udokumentowana.⁸ W niniejszym badaniu nie stwierdzono zdarzeń czy działań niepożądanych. Dodatkowo, Agencja FDA uznała badany produkt za urządzenie klasy I. Produkt nie podlega procesowi oceny urządzenia medycznego przed wprowadzeniem na rynek, tzw. 510(K) Medical Device Pre-market Review Process i został on sklasyfikowany jako urządzenie GRAS (Generally Recognized As Safe), czyli ogólnie uznane za bezpieczne.

Ta wstępna ocena kliniczna stanowi pierwszy opublikowany raport na temat stosowania płatów hydrożelu w kompleksowym leczeniu ran oparzeniowych. Badanie zostało przeprowadzone w celu odpowiedzi na nieoczekiwany brak dostępnych opatrunków biologicznych. Ocena była oceną badawczą, mającą na celu analizę bezpieczeństwa i zastosowalności produktu, nie zaś jego skuteczności. Niemniej, doświadczenie autora i porównanie z wcześniej stosowanymi produktami pokazało, że płaty hydrożelowe są tak samo skuteczne, a nawet lepsze od skóry świńskiej w przypadku powierzchniowych ran oparzeniowych częściowej grubości skóry, od opatrunków alginianowych w przypadku ran po pobraniu skóry do przeszczepu i od skóry pobranej ze zwłok w przypadku przeszczepów kanapkowych. Rozpoczęto badanie na potwierdzenie tych danych – prospektywne, zaślepione, randomizowane.

Wnioski

Hydrożel w płatach okazał się być skutecznym substytutem dla skóry świńskiej i/lub pobranej ze zwłok w leczeniu różnych ran oparzeniowych i związanych z oparzeniem. Produkt wypadł dobrze jako opatrunek tymczasowy, stosowany w ramach techniki kanapkowej, jako opatrunek na całą twarz u wentylowanych mechanicznie pacjentów z oparzeniami oraz we wspomaganiu usuwania tkanek martwiczych oparzeń częściowej grubości skóry. Hydrożel raczej nie stymuluje odpowiedzi zapalnej i ułatwia przygotowanie rany do opracowania chirurgicznego. Jest chłonny i dobrze tolerowany przez pacjentów. Pacjenci nie odczuwają bólu przy zmianie opatrunków hydrożelowych lub pomiędzy zmianami opatrunków. Wady obejmują: konieczność zaangażowania więcej, niż jednej osoby przy zakładaniu dużych płatów oraz brak substancji antybakteryjnej w składzie produktu. Płaty hydrożelowe stosowane w niniejszym badaniu są zatwierdzone do stosowania i dostępne w USA, Unii Europejskiej, Hongkongu, Tajwanie, Chinach i Malezji. Ogólnie, płaty hydrożelowe zdają się być realną alternatywą lub zapasowym materiałem opatrunkowym w przypadku różnych ran oparzeniowych. W szczególności, płaty hydrożelowe mogą być użyteczne w kompleksowym zaopatrywaniu ran oparzeniowych. Kwestia ta wymaga jednak dalszych badań.

Podziękowania

Autor chciałby podziękować za nieocenioną pomoc i doradztwo Michaela Tsanga, konsultanta projektu w ramach grantu ITF, odpowiedzialnego za produkcję i opracowywanie produktu

użytego w niniejszej pracy. *Produkty użyte w tym badaniu zostały uzyskane (po kosztach produkcji) od Maxford Medical Technology Company Ltd, Hongkong.*

Piśmiennictwo:

1. Burd A, Chiu T. Allogenic skin in the treatment of burns. *Clin Dermatol.* 2005;23(4):376–387.
2. Chiu T, Burd A. “Xenograft” dressing in the treatment of burns. *Clin Dermatol.* 2005;23(4):419–423.
3. Burd A. Burn dressings. In: Wnek GE, Bowlin GL (eds). *Encyclopedia of Biomaterials and Biomedical Engineering.* New York, NY: Marcel Dekker, Inc;2004.
4. Shakespeare PG. The role of skin substitutes in the treatment of burn injuries. *Clin Dermatol.* 2005;23(4):413–418.
5. Lang EM, Eiberg CA, Brandis M, Bjorn Stark GB. Biobrane in the treatment of burn and scald injuries in children. *Ann Plast Surg.* 2005;55(5):485–489.
6. Burd A. Glycerolised allogenic skin: transplant or dressing? A Medico-legal question. *Burns.* 2002;28:S34–S39.
7. Burd A, Kwok CH, Hung SC, et al. A comparative study of the cytotoxicity of silver-based dressings in monolayer cells, tissue explant, and animal models. *Wound Repair Regen.* 2007;15:94–104.
8. Eisenbud D, Hunter H, Kessler L, Zulkowski K. Hydrogel wound dressings: where do we stand in 2003? *Ostomy Wound Manage.* 2003;49(10):52–57.
9. Kiyozumi T, Kanatani Y, Ishihara M, et al. Medium (DMEM/F12)-containing chitosan hydrogel as adhesive and dressing in autologous skin grafts and accelerator in the healing process. *J Biomed Mater Res B Appl Biomater.* 2006;79:129–136.
10. Parnell LK, Ciufi B, Gokoo CF. Preliminary use of a hydrogel containing enzymes in the treatment of Stage II and Stage III pressure ulcers. *Ostomy Wound Manage.* 2005;51(8):50–60.
11. Christensen LH, Breiting VB, Aasted A, Jorgensen A, Kebuladze I. Long-term effects of polyacrylamide hydrogel on human breast tissue. *Plast Reconstr Surg.* 2003;111(6):1883–1890.
12. Amin SP, Marmur ES, Goldberg DJ. Complications from injectable polyacrylamide gel, a new nonbiodegradable soft tissue filler. *Dermatol Surg.* 2004;30(12 pt 2):1507–1509.
13. Qiao Q, Wang X, Sun J, et al. Management for postoperative complications of breast augmentation by injected polyacrylamide hydrogel. *Aesth Plast Surg.* 2005;29(3):156–161.
14. Tengvall OM, Bjornhagen VC, Lindholm C, Jonsson CE, Wengstrom Y. Differences in pain patterns for infected and noninfected patients with burn injuries. *Pain Manage Nurs.* 2006;7(4):176–182.
15. Wong DL, Hockenberry-Eaton M, Wilson D, Winkelstein ML, Schwartz P. *Wong’s Essentials of Pediatric Nursing*, 7th ed. Available through: www.mosbysdrugconsult.com/WOW/faces.html. Accessed March 5, 2007.
16. Burd A, Pang PC, Ying SY, Ayyappan T. Microsurgical reconstruction in children’s burns. *J Plast Reconstr Aesthet Surg.* 2006;59(7):679–692.
17. Ho WS, Ying SY, Choi PC, Wong TW. A prospective controlled clinical study of skin donor sites treated with a 1-4,2-acetamide-deoxy-B-D-glucan polymer: a preliminary report. *Burns.* 2001;27(7):759–761.
18. Wood FM, Kolybaba ML, Allen P. The use of cultured epithelial autograft in the treatment of major burn injuries: a critical review of the literature. *Burns.* 2006;32(4):395–401.

19. Burd A, Chan E. Keratinocyte-keloid interaction. *Plast Reconstr Surg.* 2002;110:197–202.
20. Osti E. Cutaneous burns treated with hydrogel (Burnshield) and a semipermeable adhesive film. *Arch Surg.* 2006;141:39–42.