

## Functional Textiles in Prevention of Chronic Wounds, Wound Healing and Tissue Engineering

U. Wollina, M. Heide, W. Müller-Litz, D. Obenauf, J. Ash (Newsletter März 2005)

Aus: Textiles and the Skin. Editors: Elsner P, Hatch K, Wigger-Alberti W. Karger 2003: 82-97

### Auszug

Der Einsatz von Textilien hat in der Medizin eine lange Tradition. Ein wichtiges Gebiet ihrer Anwendung ist die Therapie und der Schutz chronischer Wunden, insbesondere bei Druckgeschwüren. Innerhalb der langen Liste von Textilien, sind Bandagen und Wundauflagen am populärsten. Der Einsatz der Textilien wird durch ihre Verfügbarkeit, den Preis und die Wiederverwendbarkeit beeinflusst. Meistens werden gewebte Textilien genutzt. Trotz der Tatsache, dass traditionelle Textilien primäre Qualitätskriterien wie Biokompatibilität, Flexibilität und Festigkeit erfüllen, gibt es einen zunehmenden Bedarf an speziellen Funktionen. Die technologische Entwicklung derartiger funktioneller Textilien erreicht bei der Nutzung in der Wundheilung und dem Schutz chronischer Wunden eine neue Qualität in der Interaktivität zwischen biologischem Gewebe und den Textilien.

### Nutzung von Abstandsgewirken (spacer fabrics) zur Prävention vor chronischen Wunden

Abstandsgewirke (spacer fabrics) stellen eine interessante textiltechnologische Lösung für die Medizin dar. Das grundlegende Prinzip ist eine Kombination von textilen Flächen, die durch Abstandsfasern (Polfäden) verbunden sind. Einfaserige Polyesterfasern (Monofilamente) haben eine ausgeprägte Steifheit, die sich in spacer fabrics als ein hoher Druckwiderstand darstellt. Im Gegensatz zu kapillaren Fasern sind Monofilament-Konstrukte (zusammengesetzt aus einzelnen Fasern und fixiert durch Hitze) aber nicht geeignet für einen Flüssigkeitstransport. Je höher die Fixierungstemperatur, desto höher ist die Kristallisation der Filamente. Eine Oberflächen-Modifikation wie in Coolmax-Fasern unterstützt den Flüssigkeitstransport. Durch eine Optimierung von Materialien und Herstellungstechnologien wird ein Flüssigkeits- und Wärmetransport möglich. Kombinationen aus synthetischen und Zellulose-Fasern mit unterschiedlich dichten Faserverbindungen zwischen den textilen Flächen ermöglichen einen direkten Flüssigkeitstransport.

Ein weitere wichtige Eigenschaft der spacer fabrics ist ihr druckelastisches Verhalten, das abhängig ist vom Material der Polfäden, dem Winkel der Polfäden und der Nahtdicke. Die mechanischen und mikroklimatischen Eigenschaften sichern die Anwendung als medizinische Textilien, wie für Kompressionsverbände, zur Bettenausstattung und für Operationsunterlagen, um eine Dekubitus-Prophylaxe sicherzustellen.

Spacer fabrics basierte Bandagen sind in einer klinischen Studie bei Patienten mit Lymphödem an den Beinen genutzt worden. Beim primärem Lymphödem ist der mittlere mikrolymphatische Druck von 7,9 mm Hg (gesunde Kontrolle) auf 15,0 mm Hg angestiegen. Daher erreicht der mikrolymphatische Druck den Bereich des interstitiellen Drucks. Der lymphatische Fluss wird gehemmt. Ein analoger Mechanismus entwickelt sich bei sekundärem Lymphödem, z.B. in Verbindung mit chronisch venöser Insuffizienz oder nach Lymphknotendisektion und/oder Bestrahlung. Die physikalische Behandlung mittels Lymphdrainage und spezieller Kompressionsverbände ist der Grundstein einer modernen Therapie. Spacer fabrics basierte Bandagen haben gezeigt, dass sie genauso wirksam sind wie klassische Bandagen, aber wesentlich komfortabler, da nur mit einer Schicht bandagiert wird. Bei spacer fabrics wird das Schwitzen und Überhitzen der Haut verhindert. Das gleiche Prinzip kann zur Verringerung von Druckspitzen bei Bettauflagen, in Schuhen, bei Textilien für den Operationstisch oder für Rollstühle genutzt werden. Spacer fabrics werden auch in der Biochirurgie als Überträger von lebenden Maden eingesetzt, die ein Wunddebridement durchführen und die Wundheilung stimulieren.

### Absorbierende Textilien

Inkontinenz ist ein großes Problem für kleine Kinder und ältere Menschen. Die Vermeidung von Hautirritationen durch Enzyme von Exkrementen und Urin ist obligatorisch bei Druckgeschwüren und in der Windeldermatitisprophylaxe. Die Einführung der Superabsorber beeinflusste wesentlich die Aufnahmekapazität an Flüssigkeiten der Inkontinenzprodukte. Die Oberfläche dieser Produkte ist auch

von Bedeutung für die Bequemlichkeit und den Schutz vor mechanischen Irritationen. Eine glatte Oberfläche eignet sich besser zur Vermeidung von Irritationen.

Technisch gesehen ist die wichtigste Komponente für die Produktion der Superabsorber die Acrylsäure. Die monomere Acrylsäure wird polymerisiert mit Verbindungen wie Tri-Allylamin. Copolymerisation erlaubt den Überzug zellulosehaltiger Fasern wie Viskose oder Lyocell. Solche Materialien werden für Windeln und andere Hygieneprodukte eingesetzt. Durch Anwendung dieser Komponenten-Methode können Multilayer-Produkte produziert werden, bei denen verschiedene Schichten unterschiedliche Funktionen erfüllen. Aufsaugende Pads aus modifiziertem, nichtgewebtem voluminösem Material mit gestrickten Fasern sind für akute (Spalthautentnahmestellen) und chronische Wunden (Ulcus cruris) entwickelt und erfolgreich genutzt worden. Zur Prophylaxe gegenüber Druckulzera sind spezielle Produkte, wie z.B. Decken, noch in der Untersuchungsphase.

#### Antibakterielle Textilien

Textilien sind Überträger für Bakterien und Pilze. Zur Kontrolle von Bakterien- oder Pilzwachstum in Textilien, können (a) durch Harze antibakterielle/antimykotische Substanzen an der Stoffoberfläche fixiert oder (b) antimikrobielle/antimykotische Substanzen auf Zellulose-Ketten, wie z.B. Viskose oder Lyocell, aufgetragen werden.

Seit kurzem wird Kawoll, eine homogene Kombination aus hohlen Kapokfasern und Wolle, für Bettdecken eingesetzt. Auf Grund seiner Aufnahmekapazität für Feuchtigkeit und einem ungewöhnlich hohen Luftgehalt hat es eine positive Wirkung auf das Mikroklima. Die Kapokfaser ist auch antimikrobiell wirksam.

Die wichtigsten Kriterien für die Auswahl von Zusatzstoffen sind (a) eine äußerst niedrige Löslichkeit in Wasser, Laugen und Säuren, (b) chemische Stabilität gegenüber starken Säuren, Basen und Oxidantien und (c) thermische Stabilität. Zusatzstoffe sollten keinen negativen Einflüsse auf den Spinnprozess und die Eigenschaften der Fasern haben. Sie müssen die Fähigkeit zur Migration vom Faserinneren zur Oberfläche haben und sollte ausgezeichnete toxikologische Eigenschaften besitzen und umweltverträglich sein.

Die antibakterielle Aktivität von kleinen Ionen wie Silber, Zink, Kupfer und quartären Ammoniumverbindungen ist gut dokumentiert. Silberimprägnierte Textilien werden als Wundauflagen bei infizierten Wunden oder Wunden mit hohem Infektionsrisiko eingesetzt. Verbindungen zwischen bioziden Stoffen und Zellstoffen bilden reaktive Hydroxyl-Gruppen, wohingegen solche reaktiven Stellen bei Polyamiden, Polypropylen und Polyester fehlen. Quartäre Ammoniumsalze besitzen ein positiv geladenes Stickstoffion, das mit den negativ geladenen Gruppen von anionischen Farbstoffen interagieren kann. Diese intermolekularen Interaktionen innerhalb der Fasern sichern die Beständigkeit der eingelagerten bioziden Substanzen. Farbstoffmoleküle können als Brücken benutzt werden, um funktionelle antimikrobielle Gruppen an chemisch stabile synthetische Polymere zu binden. Quantitative antimikrobielle Untersuchungen von behandelten Gewirken zeigen eine signifikante Verringerung der Bakterienzahlen bei Oberflächenkontakt.

Chitosan, ein natürliches Polysaccharid, besteht es aus Beta-1,4 glykosidisch verknüpften 2-Acetamido-2-desoxy-Beta-D-glukopyranose. Die Verbindung ist hoch biokompatibel. Chitosan, sowie seine natürliche Quelle Chitin, erhält wegen seiner antimikrobiellen Wirkung zunehmende Aufmerksamkeit. Chitosan basiertes Material wurde erfolgreich als Wundauflage bei Verbrennungen und chronischen Wunden, wie Ulcera cruris, eingesetzt. Chitosan-Fasern oder Fasern, die mit Chitosan bedeckt sind, unterstützen die lokale Blutgerinnung. Andere interessante natürliche Polymere sind Pektin, Alginate, bakterielle Zellulose und sulfonierte Kohlenhydrate wie Carrageenan.

Es wurden Baumwoll-Wundauflagen hergestellt, die überschüssige Elastasen in chronischen Wunden binden können. Diese sind für eine verzögerte Wundheilung verantwortlich. Ein weiterer Versuch ist das Aufbringen von Elastaseinhibitoren auf Baumwollfasern, so dass eine kontinuierliche Abgabe erfolgt. Ein dritter Versuch ist die Modifizierung von Mulloberflächen, um Elastase und Metalloproteinasen in chronischen Wunden abzukapseln.

Zellulose ist ein Bestandteil moderner Wundabdeckungen, wie z.B. in Hydrokolloiden. Es konnte nachgewiesen werden, dass Carboxymethylzellulose in der Lage ist, die Vermehrung von Keratinozyten unter in vitro Bedingungen anzuregen [Wollina et al., unveröffentl. Daten].

Der Originalartikel steht unter folgender Adresse (01.03.2005) als pdf-Datei zum Download zur Verfügung:

<http://www.karger.com/gazette/67/Elsner/wollina.pdf>