जैव अनुकृत एवं जैव प्रेरित झिल्लियों का घावों की चिकित्सा में उपयोग

Applications of Biomimetic and Bioinspired Membranes in Wound Dressing

डॉ मोना मरकाम और डॉ अंजलि बाजपेयी
शासकीय विज्ञान महाविद्यालय, जबलपुर
mona.markam@gmail.com, abs_112@rediffmail.com

सारांश :

प्रकृति में पाये जाने वाले जीवित प्राणियों की शारीरिक संरचना में उपयोग में आने वाले पदार्थों की रचना एवं बनने की प्रक्रिया अत्यंत अद्भुत होती है। इसी कारण उनके कार्य भी विशिष्ट प्रकार के होते है। इन्ही पदार्थों से प्रेरणा लेकर जैव अनुकृत एवं जैव प्रेरित झिल्लियों (biomimetic and bioinspired membranes) का निर्माण किया जा रहा है। जीवों की नकल पर आधारित झिल्लियाँ जैव अनुकृत (biomimetic) एवं जीवों की संरचना से प्रेरणा लेकर बनाई गई झिल्लियाँ जैव प्रेरित (bioinspired) कहलाती है। जैविक प्रक्रियाओं (biological processes) की नकल कर पदार्थ बनाना जैव अनुकरण (biomimetics) कहलाता है, जबकि जैविक प्रक्रियाओं के आधारभूत सिद्धांतों को समझकर नये पदार्थों को बनाना जैव प्रेरणा (bioinspiration) कहलाता है। ये दोनों दृष्टिकोंण एक दूसरे के पूरक हैं, जिनके द्वारा झिल्लियों (membranes) के निर्माण के लिये उन्नत झिल्ली प्रौद्योगिकी (advanced membrane technology) का विकास किया जा सकता है। जैव बहुलक (biopolymers) उदाहरणार्थ – सेल्यूलोज, स्टार्च, काइटिन, काइटोसन, ऊन, रेशम, जिलेटिन एवं कोलेजन अविषाक्त (non-toxic), जैव–अपघट्य (biodegradable) एवं जैवसंगत (biocompatible) होते हैं, जिनका जैव चिकित्सा (biomedicine) में सुनियंत्रित औषधि मोचन यंत्रों (controlled drug delivery devices), ऊतक यांत्रिकी (tissue engineering), घाव पट्टी (wound dressing) एवं बैक्टीरियारोधी लेपन (antibacterial coating) में व्यापक रुप से उपयोग होता हैं। इस लेख में जैव अनुकृत एवं जैव प्रेरित झिल्लियों की रुपरेखा एवं अधुनातन विकास (latest developments) का संक्षिप्त विवरण प्रस्तुत है।

Abstract:

Materials being used in physiological structure of living organisms have remarkable composition, structure and process of formation. Hence, their functions are also very specific. These materials have served as an inspiration in the development of biomimetic and bioinspired membranes. Imitating the fundamental principles associated with biological processes is called biomimetics, while bioinspiration involves the implementation of these principles to develop new materials. These two approaches are complementary, which can be used to develop advanced membrane technology for production of membranes. Biopolymers, like-cellulose, starch, chitin, chitosan, wool, silk, gelatine and collagen are non-toxic, antibacterial, biodegradable and biocompatible, these are widely applicable in biomedicine for development of drug delivery devices, tissue engineering scaffolds, wound dressings and antibacterial coatings. This article presents a brief overview on the recent advancements in the design and development of biomimetic and bioinspired membranes.

Key Words: Biomimetic Membranes, Bioinspired Membranes, Wound Dressing, Wound Healing, Tissue Engineering, Drug Delivery

प्रस्तावना :

विगत कुछ दशकों से वैज्ञानिकों ने पर्यावरण संरक्षण (environment protection) की दृष्टि से पदार्थ विज्ञान (material science) के क्षेत्र में धारणीय विकास (sustainable development) की अवधारणा (concept) पर ध्यान केन्द्रित किया है। चिकित्सा विज्ञान (medical science) एवं खाद्य पदार्थों की पैकेजिंग (food packaging) के क्षेत्र में विशेष रूप से इस दिशा में अनुसंधान (research) निरन्तर प्रगति पर हैं। धारणीय विकास के लिये प्रकृति सर्वोत्तम अनुकरणीय उदाहरण है। अतः पदार्थ विज्ञान, रसायन विज्ञान एवं रासायनिक अभियांत्रिकी [1] के शोध कार्यों में नूतन पदार्थों के विकास के लिये जैव अनुकृत (biomimetic) एवं जैव प्रेरित (bio inspired) नीतिकौशल (strategy) अग्रिम मोर्चे (fore front) पर हैं।

वर्तमान में संश्लेषित बहुलकों (synthetic polymers) की उपयोगिता एवं व्यापकता (diversity) बहुमान्य है, किन्तु इन पदार्थों का जैव अपघटन (biodegradation) नहीं होता है, अतः उपयोग के उपरान्त प्रकृति में इनका निष्पादन (disposal) एक दुरुह एवं विकराल समस्या बनकर उभर रहा है।

जैव बहुलक (biopolymers) यथा – सेल्यूलोज, स्टार्च, काइटिन, काइटोसन, ऊन, रेशम, जिलेटिन एवं कोलेजन जैव अपघट्य (biodegradable) होते हैं तथा संश्लेषित बहुलकों की तुलना में अधिक जैवसंगत (biocompatible) होते हैं। जैव बहुलकों के प्रयोग में व्यावहारिक कठिनाई यह है, कि जैव चिकित्सकीय (biomedical) पदार्थों में आर्द्र वातावरण में भी यांत्रिक सामर्थ्य (mechanical strength) की एक निर्धारित सीमा आवश्यक है। जैव बहुलक जलशोषी या जलस्नेही (hydrophilic) होने के कारण इस शर्त पर खरे नहीं उतरते हैं। अतएव जैव संकर (biohybrid) एवं जैव अनुकृत (biomimetic) पदार्थों के विकास की आवश्यकता अनुभव की जा रही है।

जैव अनुकृत एवं जैव प्रेरित झिल्लियाँ (Biomimetic and Bioinspired membranes) :

जैव अनुकृत झिल्लियाँ इस प्रकार बनाई जाती है, कि उनका संघटन (composition), संरचना (structure), निर्माण प्रविधि (production process) एवं कार्य (function) जैविक झिल्लियों (biological membranes) की तरह हो। जैविक झिल्लियों में दो स्तर होते हैं। फास्फोलिपिड (phospholipid) एवं कार्यशील प्रोटीन (functional protein) निश्चित क्रम में जमे होते हैं। फास्फोलिपिड उभयस्नेही (amphiphilic) होते हैं अर्थात पानी और तेल दोनों में घुल सकते हैं। ये झिल्लियाँ कोशिका को आकार प्रदान करती है एवं अन्य कोशिकाओं के साथ अधिसंख्य अन्योन्य क्रियाओं (interactions) में भाग लेती है। जैविक निकायों (biological systems) में अनेक समानान्तर क्रियायें होती रहती हैं, जिनके बीच में बड़ी कुशलता से सामंजस्य (coordination) किया जाता है, यथा–ऊर्जा का प्रभावी रूपान्तरण (effective energy transformation), विभिन्न कोशिकाओं के मध्य संकेतों का आदान प्रदान, पदार्थों का रूपान्तरण एवं स्थानान्तरण (material transformation and transfer)। जैविक झिल्लियों की अत्यंत जटिल संरचना का पूर्णतः अनुकरण करना अत्यंत कठिन होता है, अतः उनके विशिष्ट गुणों के अनुरुप सरलीकृत संश्लेषित प्रादर्शों (simplified synthetic models) का विकास किया जा रहा है। इनका प्रयोग वर्तमान में उपयोग की जा रही संश्लेषित झिल्लियों के स्थान पर मुख्यतः जलपरिशोधन (water purification), स्वच्छ ऊर्जा (clean energy), कार्बन डाइआक्साइड अधिशोषण

(carbon dioxide capture) एवं स्वास्थ्य रक्षा (health care) [2] जैसे क्षेत्रों में किया जा रहा है।

कमल पत्र की अत्युच्च जलप्रतिरोधी (super hydrophobic) [3] संरचना के कारण जल में रहकर भी असंपृक्त (unaffected) रहने के संदर्भ में कमल पत्रों का दृष्टांत कवियों एवं दार्शनिकों ने अनेकानेक बार दुहराया है। कमल पत्र की अत्युच्च जल प्रतिरोधी क्षमता से प्रेरणा लेकर वैज्ञानिकों ने प्रोन्नत (advanced) पदार्थ बनाने की तकनीक विकसित की हैं। इसी प्रकार छिपकली के पैरों की चिपकने की क्षमता सुपर गोंद (super adhesive) के निर्माण की प्रेरणा देती है।

जैविक निकायों (biological systems) की असाधारण क्षमताओं के लिये जैविक पदार्थों (biomaterials) के स्वसंयोजन (self-assembly) गुण का महत्वपूर्ण योगदान होता है। इसी संरचना शैली का प्रादर्श (model) लेकर जेल निर्माण (gelation) तकनीक द्वारा ऊतकों की प्रतिकृतिवत हाइड्रोजेल (tissue-mimicking hydrogels) बनाये जा रहे हैं, जिनका विशेष कार्यों के लिये उपयोग किया जा सकता है। इस प्रकार के हाइड्रोजेलों को बनाने के लिये मूल पदार्थों (raw material) के रूप में प्राकृतिक बहुलकों (Natural polymers) एवं जैवसंगत संश्लेषित बहुलकों (biocompatible synthetic polymers) का चयन अत्यंत स्वाभाविक है।

विभिन्न आयामों (different length scales) में हाइड्रोजेल की आंतरिक संरचना सुनिश्चित करने के लिये बहुलक एवं विलायक (solvent) की प्रकृति के आधार पर उपयोग में लाई जानी प्रविधियाँ है– हिमीकरण (न्यून तापमान पर जमाना) निर्वात में पिघलाना (Freeze-thaw), परत–दर–परत संयोजित करना (layer-by-layer assembly), सुनिश्चित साँचे में आकार देना (templating), त्रिविम प्रिन्टिंग (3D-printing) एवं स्वसंयोजन (self-assembly).

हाइड्रोजेलों के अतिरिक्त जैवसंकर पदार्थों (biohybrid materials) का विकास भी निरन्तर प्रगति पर है। इस दिशा में नैनो संरचना युक्त जैव संकर पदार्थ (nanostructured biohybrid materials) शोधार्थियों के आकर्षण के विशेष केन्द्र हैं। इनमें प्रमुखतः जैव एवं अकार्बनिक पदार्थों की सामंजस्ययुक्त जमावट (synergistic assembly) पर ध्यान केन्द्रित होता है। जैव संकर पदार्थ बनाने के लिये जैव पदार्थों को किसी आधार पर स्थिर (immobilize) किया जाता है। ये आधार इस प्रकार वर्गीकृत (classified) किये जा सकते हैंः सरन्ध्र ठोस (porous solids), माइक्रो अथवा नैनोकण युक्त ठोस (micro-or nanoparticulated solids), नर्म जालिकाएँ (soft networks).

नीचे से प्रारंभ कर (bottom up) उपयुक्त संरचनायुक्त इकाइयों (structural units) की स्वतः जमावट (self assembly) द्वारा सुनिर्धारित संरचना के जैव–अकार्बनिक संकरों (bio-inorganic hybrids) का निर्माण संभव है। इस प्रक्रिया के लिये निम्नानुसार नीतिकौशल (strategy) प्रयुक्त होते हैंः

(i) सॉल–जेल प्रविधि (sol-gel process) : इस प्रविधि में प्राकृतिक या संश्लेषित अकार्बनिक घटक कार्बनिक घटकों के लिये आतिथेय (host) का कार्य करते हैं। अकार्बनिक एवं कार्बनिक घटकों के साथ एकलक (monomer) मिश्रित कर बहुलीकरण करने से प्राप्त आव्यूह (matrix) दोनों घटकों को आबद्ध कर लेता है।

(ii) कार्बनिक घटकों का 2D ठोस परतों अथवा 3D-नैनो या मीसों सरन्ध्र संरचनाओं में अंतर्निवेशन (intercalation). इस प्रविधि में अतिथि (कार्बनिक घटक) एवं आतिथेय (अकार्बनिक घटक) का आबन्धन निम्नांकित बलों से हो सकता हैः

  (a) स्थिर विद्युत आकर्षण बल (electrostatic forces)

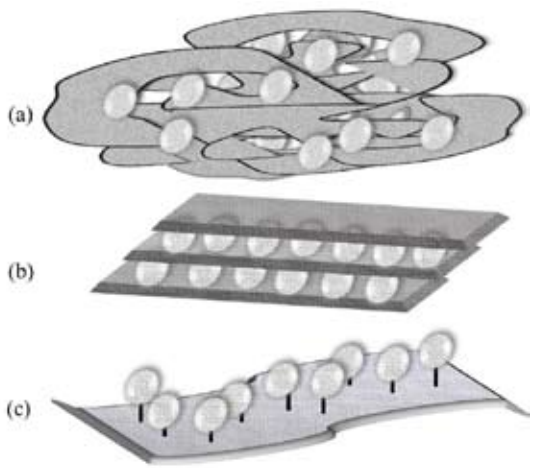
  (b) हाइड्रोजन आबन्ध एवं जल सेतु (hydrogen bonds and water bridges)

  (c) आयन–द्विध्रुव सहसंयोजक बल (ion-dipole covalent force)

(d) प्रोटान एवं इलेक्ट्रॉन स्थानान्तरण (proton and electron transfer)

(e) वाण्डरवाल बल (van der Waal forces)

(iii) कार्बनिक घटकों का कलमरोपण (grafting of organic components) : अकार्बनिक ठोसों पर सहसंयोजक आबन्धों द्वारा कार्बनिक घटकों का कार्यशः व्यवस्थापन (functionalization)



चित्र 1: जैव–अकार्बनिक संकरों के निर्माण की योजनाबद्ध प्रस्तुति (अ) सॉल–जेल प्रविधि द्वारा आव्यूह आबद्धन (entrapment in matrices generated by sol-gel process), (ब) कार्बनिक घटकों का 2D ठोस परतों अथवा 3D-नैनो या मीसों सरन्ध्र संरचनाओं में अंतर्निवेशन (intercalation in 2D-solids or inclusion in 3 D-solids), (ग) कार्बनिक घटकों का कलमरोपण (grafting on inorganic solid surface)

जैव अनुकृत एवं जैव प्रेरित झिल्लियों के चिकित्सकीय अनुप्रयोग (Clinical applications of biomimetic and bioinspired membranes) :

चिकित्सकीय अनुप्रयोग के लिये प्रयोग में लाये जाने वाले पदार्थों के लिऐ आवश्यक है, कि वे अविषाक्त (nontoxic), जैव संगत (biocompatible), जैव अपघट्य (biodegradable), यांत्रिक स्थायित्व युक्त (mechanically stabilised) और जैव सक्रिय (bioactive) हों अर्थात् कोशिका के विस्तार (cell expansion) के लिये सतह उपलब्ध कराएँ। जैव अनुकृत एवं जैव प्रेरित झिल्लियॉ घाव पट्टी (wound dressing) के लिये विशेष उपयोगी हैं।

घाव चिकित्सा (Wound healing) :

भौतिक या रासायनिक आघात (physical or chemical damage) से त्वचा घायल हो सकती है। त्वचा मेरुदण्डधारी प्राणियों (vertebrates) के शरीर का सबसे बड़ा अंग है । त्वचा शरीर के कुल भार का लगभग दसवां हिस्सा वहन करती है। त्वचा पर्यावरणीय आघातों (environmental damages) के प्रति शरीर की प्रथम रक्षा पंक्ति (first line of defense) है। त्वचा की त्रिस्तरीय जटिल संरचना (three-layered complex structure) में बाहयत्वचा (epidermis), अंतरत्वक (dermis) एवं अधस्त्वक (hypodermis) शामिल हैं। त्वचा रक्तवाहिकाओं एवं तंत्रिकाओं (blood vessels and nerves) को आधार प्रदान करती है, शरीर के तापमान का नियंत्रण करती है तथा निर्जलीकरण (dehydration) से बचाती है। त्वचा शरीर के अंगों का सूक्ष्मजीवों (microbes) के आक्रमण तथा यांत्रिक एवं रासायनिक अपघातों (physical or chemical damage) से बचाव करती है। त्वचा प्रतिरक्षा निगरानी (immune surveillance) एवं विभिन्न संवेदों की पहचान (sensory detection) का दायित्व भी निवर्हन करती हैं।[4] सामान्य शारीरिक अवस्था में त्वचा का निरंतर नवीनीकरण/पुनर्निर्माण (self-renewal) होता रहता है। [5] यदि त्वचा क्षतिग्रस्त होती है, तो घाव भरने की जटिल एवं पीड़ादायक प्रक्रिया प्रारंभ होती है। घाव भरना (wound healing) ऊतकों की वृद्धि एवं पुनर्जनन (growth and regeneration of tissue) का जैविक पथ (biological route) है। इस निरंतर गतिशील पुनर्जनन प्रक्रिया (continuous dynamic regenerative process) में निम्नलिखित पद होते हैं:

(i) रक्त स्तंभन (Haemostatics)

(ii) प्रदाह अर्थात् सूजन और जलन (Inflammation)

(iii) प्रचुरोद्भवन या प्रसरण (Proliferation)

किया में भाग लेने वाली कोशिका के प्रकार	प्लेटलेट न्यूट्रोफिल्स लिम्फोसाइट मेकोफेज उपर्त्वचीय कोशिका	केरैटिनोसाइट एण्डोथीलियल कोशिकाएँ फाइब्रोब्लास्ट मेकोफेज बाहयत्वचा कोशिका	मायोफाईब्रोब्लास्ट मेकोफेज

चित्र 2: त्वचा के घाव भरने के योजनाबद्ध प्रस्तुति : प्रदाह, प्रसरण, पुनः प्रतिरुपण

घाव भरने की प्रक्रिया में घाव को ढंकना आवश्यक है, ताकि क्षति एवं संक्रमण के खतरे को कम किया जा सके, ऊतक की अखण्डता (integrity) की पुनर्स्थापना को बढ़ावा दिया जा सके, अन्यथा घाव पर सूक्ष्मजीवियों की अनेक प्रजातियों की संख्या में बेतहाशा वृद्धि हो सकती है। 48 घंटे में त्वचा के प्रति ग्राम पर 1 अरब सूक्ष्मजीवी पनप सकते हैं। सूक्ष्मजीवियों की कॉलोनी के निर्माण से क्रॉनिक (chronic) घाव बन जाते हैं। मधुमेहग्रस्त रोगियों (diabetic patients) के पैरों के अल्सर, दबावग्रस्त अल्सर एवं पैरों की शिराओं के अल्सर (venous leg ulcer) इसी श्रेणी में आते हैं।

बुरी तरह से घायल व्यक्तियों की मृत्यु का एक प्रमुख कारण प्राथमिक उपचार के अभाव में अतिशय रक्तस्राव (hemorrhage) होता है। अस्पताल पूर्व चिकित्सा में सामान्यतः रक्त रोकने के लिये पट्टी बांधना (gauze bandage), दबाव के साथ पट्टी बांधना (pressure bandage) शामिल हैं। रक्त स्राव को रोकने के लिये नई तकनीक एवं नवीन उपकरण विकसित किये जा रहे हैं। फाइब्रिन पट्टी (fibrin dressing) रक्त स्राव को रोकने के लिये टांके (stitches) लगाने के समान प्रभावकारी है, किन्तु इसमें रोगों के संक्रमण (infection) का उच्च खतरा शामिल है, क्योंकि मानवीय स्रोत से प्राप्त रक्त के घटक (blood components) उपयोग में लाये जाते

हैं। घावों की मरहम–पट्टी के लिये उपयोग में लाये जाने वाले पदार्थ में निम्नलिखित गुण होने चाहिये–

(i) आरामदायक, अविषाक्त (non-toxic), अनअलर्जिक (non-allergenic) हो,

(ii) घाव पर चिपके नहीं,

(iii) दवाइयों के साथ सुसंगत (compatible) हो,

(iv) सुस्थिर हो अर्थात् घाव में घुल न जायें,

(v) गैसों के आदान–प्रदान में बाधक न हो,

(vi) घाव की सतह पर पर्याप्त आर्द्र वातावरण बनाये रखे,

(vii) अतिरिक्त बहिस्राव (exudates) को सोख ले,

(viii) घाव भरने की किसी भी प्रक्रिया में व्यवधान न उत्पन्न करे,

(ix) सुगमता से उपलब्ध ऐसे जैव पदार्थ से बनाया जा सके, जिसमें प्रतिसूक्ष्मजैविक (antimicrobial) गुण हों तथा न्यूनतम प्रसंस्करण (minimal processing) की आवश्यकता हो।

प्राय: त्वचा के घाव ठीक होने के बाद चिन्ह (scar) छोड़ देते हैं तथा उस स्थान की त्वचा पुनः पूर्ण रुपेण सक्रिय नहीं हो पाती है। अतएव अनेक प्रकार की त्वचा प्रत्यारोपण (skin graft) विधियों का उपयोग किया जा रहा है, ताकि घाव के स्थान पर त्वचा बिना किसी चिन्ह के पुनरुद्भवित (regenerate) हो सके। परन्तु त्वचा ग्राफ्ट करने के लिए त्वचा प्रदाता स्थल (donor sites) अत्यंत सीमित होते हैं या रुग्ण होते हैं। इसके अतिरिक्त प्रक्रिया पीड़ादायक (painful) है और संक्रमण की आशंका बनी रहती है। संपूर्ण प्रक्रिया त्वचा ग्राफ्ट पदार्थ अधिरोपण स्थल (grafted site) की कोशिकाओं एवं ऊतको द्वारा निर्मित पर्यावरण के साथ प्रतिक्रिया पर निर्भर करती है। ग्राफ्ट किये पदार्थ पर मेजबान कोशिकाओं के विस्तारण एवं विभेदीकरण (proliferation and differentiation) को प्रश्रय (support) मिलना चाहिये। अतः इस समस्याओं के सफल निदान हेतु ऊतक अभियांत्रिकी (tissue engineering) प्रविधियों का अनुसंधान किया जा रहा है।

इस परिप्रेक्ष्य में त्वचा के पुनर्जनन (regeneration of skin) हेतु किसी जैव पदार्थ (उदाहरणार्थ –पॉलीसैकेराइड) की फिल्म या हाइड्रोजेल पर वृद्धिकारक (growth factor) एवं जीवाणुरोधी (antibacterial) औषधियों के द्वारा अंतर्जनित (endogeneons) या बहिर्जनित (exogeneous) कोशिकाओं को वृद्धि हेतु उत्तेजित (stimulate) किया जाता है। इस प्रकार की ड्रेसिंग में कम मूल्य के प्राकृतिक जैवसंगत पदार्थों का उपयोग किया जाता है, जो प्रतिसूक्ष्मजीवी (antimicrobial) प्रकृति के होते है तथा रोगी द्वारा सहन किये जा सकते हों।

विस्तृत श्रेणी की मरहम पट्टियाँ (wound dressing) व्यावसायिक रूप से उपलब्ध हैं। इनमें संश्लेषित एवं प्राकृतिक पदार्थों का मिश्रण होता है, जैसे–पॉलीमेम्स (polymems) पॉलीसैकेराइड, जैसे–स्टार्च से बने हुए आयोडोसार्ब्स (iodosorbs)। घाव भरना एक जटिल प्रक्रिया है, अतः भिन्न–भिन्न प्रकार के घावों (wounds) की चिकित्सा हेतु भिन्न प्रकार की मरहम पट्टी आवश्यक होती है ।

किसी भी पदार्थ के घाव पट्टी या प्रलेप (wound dressing) जैसे उपयोग के लिये उसके निम्नलिखित गुणों का मूल्यांकन आवश्यक होता है– (i) संरचना (ii) जलस्नेही एवं जलशोषण गुण (iii) जल वाष्प के पारगमन (water vapour permeation) का वेग एवं आक्सीजन पारगमन (oxygen permeation) (iv) तन्यता एवं तनन सामर्थ्य (elasticity and tensile strength), (v) बैक्टीरिया प्रतिरोधक क्षमता (vi) औषधि मोचन सक्रियता (drug release activity) (vii) विषाक्तता (cytotoxicity)। इन मूलभूत परीक्षणों के उपरान्त एक आदर्श घाव प्रलेप के लिये निम्नलिखित लक्षण आवश्यक हैः

(a) संक्रमण हेतु प्रतिरोधक क्षमता (barrier against infection)

(b) रक्त के स्वाभाविक थक्का जमाव को प्रोत्साहित करना (encourages Natural blood clotting)

(c) तंत्रिका सिरों को अवरुद्ध कर दर्द को घटाना (blocks nerve endings to reduce pain)

(d) क्षतिग्रस्त ऊतक से निकलने वाले तरल पदार्थों का अवशोषण करना (absorbs fluids from inflammation)

(e) ऊतकों को वृद्धि हेतु आधार प्रदान करना (provides scaffold for cell growth)

(f) तंत्रिका ऊतकों को मजबूती देना (Strengthens new nerve tissue)

(g) घाव के चिन्हों का न्यूनीकरण (minimization of scarring)

घाव चिकित्सा में जैव अनुकृति (Biomimmetics in wound healing)

शल्य क्रिया के उपरान्त ऊतकों के चीरे के आरोग्य (healing) को प्रेरित करने के लिये टाँके लगाये जाते हैं। इस प्रक्रिया में समय लगने के साथ ही उत्कृष्ट कौशल (delicate skill) की आवश्यकता होती है। टाँके लगाने की प्रक्रिया में ऊतकों को क्षति भी पहुँच सकती हैं तथा प्रतिरक्षा प्रतिक्रिया (immune response) को भी टाला नहीं जा सकता है। अतः टाँकों की तुलना में ऊतक गोंद (tissue adhesive) एवं चिकित्सकीय सीलेन्ट (medical sealants) अधिक उपयोगी हैं। वर्तमान में संश्लेषित ऊतक गोंद (synthetic tissue adhesive) के रूप में सायनोएक्रायलेट एवं रिसार्सिनॉल/फार्मेल्डिहाइड रेज़िन उपयोग किये जाते हैं। इनमें जलीय वातावरण में भी चिपकने की पर्याप्त क्षमता होती है, किन्तु विषाक्त (cytotoxic) हो सकते हैं। साथ ही संवर्धन (curing) के समय गर्म होने के कारण हानि पहुँचा सकते हैं। प्रोटीन आधारित गोंद (फाइब्रिन एवं जिलेटिन) में यद्यपि उत्तम जैव संगति होती है, किन्तु आर्द्र परिस्थिति में इनकी चिपकने की क्षमता कम हो जाती है।

वर्तमान में प्रयुक्त जैव गोंदों से संबंधित समस्याओं का ट्यूनिकेट (समुद्रीजीव) के घाव भरने की प्रक्रिया को समझकर निकाला जा रहा है। ट्यूनिकेटों का शरीर कवच (tunic) दृढ़ होता है एवं बहुधा पारभासी (translucent) होता है। यह मुख्यतः रवेदार सेल्यूलोज नैनोरेशों (crystalline cellulose nanofibres) एवं प्रोटीन का बना होता है, यह ट्यूनिसिन (tunicin) कहलाता है। इनके अतिरिक्त ट्यनिक्रोम (पेप्टाइड), 3, 4–डाइहाइड्राक्सी फेनिल एलेनाइन (DOPA) के साथ कैटेकॉल तथा 3,4,5–ट्राइहाइड्राक्सी फेनिल एलेनाइन (TOPA) के साथ पाइरोगैलाल से बने होते हैं। ट्यूनिसिन ट्यूनिक को संबल प्रदान करता है। TOPA का पायरोगैलाल समूह चिपकने की क्रिया में मुख्य भूमिका निभाता है। समुद्री जल के pH 8.2 पर पायरोगैलाल आक्सीकृत होकर ट्यूनिसिन, TOPA एवं प्रोटीन के साथ सह संयोजक बंध बनाता है। पायरोगैलाल ट्यूनिकेट के रक्त में उपस्थित वैनेडियम के साथ भी त्रिक संकुल (triple complex) बनाता है।[6] वैज्ञानिकों ने ट्यूनिकेटों की घाव भरने की प्रक्रिया के अनुकरण से हाइड्रोजेल एडहेसिव बनाये हैं। उन्होंने काइटिन के नैनोफाइबर एवं गैलिक अम्ल (पायरोगैलाल अम्ल) से कम्पोजिट बनाया। नैनोफाइब्रस संरचना एवं पायरोगैलाल समूह के द्वारा बने त्रियक बंध (cross links) के कारण आर्द्र अवस्था में भी हाइड्रोजेल घुलता नहीं है। ट्यूनिकेट की अनुकृति पर आधारित यह गोंद आर्द्र त्वचा ऊतकों पर आसानी से चिपकता है। इसकी यह क्षमता फाइब्रिन गोंद एवं मसल–35 अनुकृत गोंद (mussel-35 mimmetic adhesive) से बेहतर होती है।

चित्र 2: ट्यूनिकेट (समुद्रीजीव)

निष्कर्षः

चिकित्सा के पदार्थों के रूप में बहुत बडी मात्रा में प्लास्टिक का उपयोग होता है, जो कचरे के रुप फेंक दिया जाता है। उपयोग के उपरान्त अजैवअपघट्य प्लास्टिक (non-biodegradable plastic) का निष्पादन (disposal) एक विश्वव्यापी समस्या है, अतः जैव बहुलकों से जैव संकर एवं जैव अनुकृत पदार्थों का संश्लेषण एवं व्यापक उपयोग पर्यावरण संरक्षण के लिये एक श्रेष्ठ विकल्प हैं तथा घावों की चिकित्सा में अत्यंत उपयोगी है।

सन्दर्भ (References)

[1] J. Zhao, X. Zhao, Z. Jiang, Z. Li, X. Fan, J. Zhu, H. Wu, Y. Su, D. Yang, F. Pan, J. Shi, Biomimetic and bioinspired membranes: preparation and application, Prog. Polym. Sci. 39(9) (2014) 1668-1720.

[2] A. Abdelrasoul, H. Doan and A. Lohi, Biomimetic and Bioinspired Membranes for New Frontiers in Sustainable Water Treatment Technology, Open access peer-reviewed Monograph, (2017) DOI: 10.5772/65691

[3] X.-M. Li, D. Reinhoudt, M. Crego-Calama, What do we need for a superhydrophobic surface? A review on the recent progress in the preparation of superhydrophobic surfaces, Chem. Soc. Rev. 36(8) (2007) 1350-1368.

[4] R. A. Clark, K. Ghosh, M. G. Tonnesen, Tissue engineering for cutaneous wounds, J. Invest. Dermatol. 127(5) (2007) 1018-1029. doi: 10.1038/sj.jid.5700715 .

[5] L. Yildirimer, N. T. Thanh, A. M. Seifalian, Skin regeneration scaffolds: a multimodal bottom-up approach, Trends biotechnol. 30(12) (2012) 638-648. doi: 10.1016/j.tibtech.2012.08.004

[6] M. Cai, M. Sugumaran, W. E. Robinson, The crosslinking and antimicrobial properties of tunichrome, Comp Biochem Physiol B-Biochem Mol. Biol, 151 (2008) 110–117.