

دکتر شبنم بهرامی؛ دکتری بیولوژی سلولی و مولکولی - استاد دانشگاه
آتنا یخچی لنگرودی؛ دانشجوی کارشناسی سلولی و مولکولی
امیر مهدی جمال آبادی؛ دانشجوی کارشناسی سلولی و مولکولی

راز ترمیم زخم ها و بافت ها، در دل تار و پود بافت پیوندی

که تبادل مواد و خاصیت ارتجاعی را ممکن می سازد. در این بافت، رشته های پروتئینی کلاژن، الاستیک و رتیکولار وجود دارد که به ترتیب استحکام کششی، خاصیت کشسانی و شبکه ی ظریف حمایتی را فراهم می کنند. فیبروبلاست ها مهم ترین سلول های بافت پیوندی اند و فیبرها و ماده ی زمینه ای را می سازند. ماکروفاژها با فاگوسیتوز در دفاع ایمنی نقش دارد و ماست سل ها با ترشح هیستامین در واکنش های آلرژیک و التهابی موثرند. آدیپوسیت ها نیز با ذخیره ی چربی در ذخیره انرژی، محافظت مکانیکی و عایق بندی حرارتی شرکت می کنند.

از نظر ساختاری، بافت پیوندی به نوع سست با ماده ی زمینه ای فراوان و نقش پرکننده و نوع متراکم با رشته های فراوان و استحکام بالا تقسیم می شود. نوع متراکم می تواند منظم باشد که برای تحمل کشش یک جهت مناسب است یا نامنظم که در برابر کشش از جهات مختلف مقاومت دارد. بافت های چربی، غضروف، استخوان و خون نیز به عنوان انواع تخصصی بافت پیوندی شناخته می شود که هر کدام کارکردی ویژه در بدن برعهده دارد. بازسازی بافت های تخصصی به نوع سلول ها بستگی دارد. بافت استخوان به دلیل خون رسانی خوب، پس از شکستگی به خوبی ترمیم می شود. در مقابل، غضروف (مخصوصا در مفاصل) به دلیل نداشتن رگ خونی، توانایی ترمیم بسیار پایینی دارد و آسیب

از التهاب تا بازسازی: مسیر ترمیم زخم زیر سایه ی

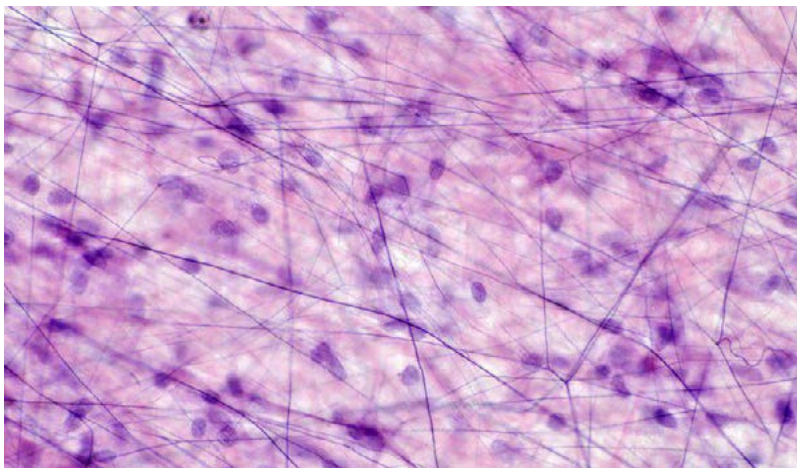
نقش حیاتی بافت پیوندی

ترمیم زخم یک فرایند هماهنگ و مرحله به مرحله است که بدن برای بازگرداندن بافت آسیب دیده انجام می دهد. در مرحله ی التهاب، سلول های ایمنی وارد ناحیه می شود تا عوامل آسیب زا را پاکسازی کند و زمینه را برای ترمیم فراهم سازد. سپس مرحله ی تکثیر آغاز می شود. جایی که سلول های جدید، رگ های خونی تازه و بافت گرانوله شکل می گیرند. بافت پیوندی در این مرحله نقش کلیدی دارد، زیرا فیبروبلاست ها با تولید کلاژن، چارچوب اصلی ترمیم را می سازند. در ادامه با افزایش استحکام کلاژن و بازآرایی آن زخم وارد مرحله ی بلوغ می شود و هرچه کیفیت و مقدار بافت پیوندی بهتر باشد، ترمیم قوی تر و اسکار نهایی کوچک تر خواهد بود. در نهایت این بافت پیوندی است که استحکام مکانیکی ناحیه ی ترمیم شده را تضمین می کند.

بافت پیوندی و استراتژی های نوین در

بازسازی بافت های تخصصی

بافت پیوندی بافتی است که وظیفه ی اصلی آن اتصال، حمایت، محافظت، ذخیره سازی و ایزوله سازی در بدن است و به دلیل داشتن مقدار زیاد ماده ی بین سلولی، استحکام و انعطاف پذیری ویژه ای دارد. ماده زمینه ای آن محیطی ژل مانند و حاوی آب، پروتئوگلیکان ها و گلیکوپروتئین هاست



آن معمولا دائمی است. خون نیز به عنوان یک بافت پیوندی مایع، دائما توسط مغز استخوان بازسازی می شود. اما سلول های عصبی در مغز و نخاع پس از آسیب توانایی بازسازی ندارد.

پشت صحنه بازسازی بدن: چه عواملی

زخم های ما را التیام می دهد؟

موفقیت ترمیم بافت پیوندی به طور جدایی ناپذیری وابسته به سه عامل اصلی یعنی سلول ها، داربست و محیط

کشت یا بدن میزبان است. انتخاب نوع سلول، مانند سلول های بنیادی یا سلول های بالغ اختصاصی، نقش محوری در پتانسیل تمایز و بازسازی ساختار مطلوب دارد. داربست (scaffold) به عنوان چارچوب، باید از نظر ساختاری پایدار و از نظر بیولوژیکی سازگار باشد تا بتواند مسیر صحیح رشد سلولی را هدایت کند. نفوذ پذیری داربست برای انتقال مواد مغذی و دفع مواد زائد، عاملی حیاتی برای زنده ماندن سلول هاست. فعال کننده های بیولوژیکی، شامل فاکتورهای رشد و سیتوکین ها باید به درستی دوزبندی و در زمان مناسب به ناحیه مورد نظر رسانده شود تا سیگنال دهی لازم برای تکثیر و تمایز سلولی فراهم شود. علاوه بر این وضعیت سلامت عمومی و پاسخ های ایمنی بدن میزبان به ویژه میزان التهاب در ناحیه جراحی تاثیر مستقیمی بر پذیرش و یکپارچگی بافت پیوندی خواهد داشت. پارامترهای فیزیکی مانند سختی و کشش بافت نهایی نیز باید با بافت هدف مطابقت داشته باشد. در نهایت موفقیت کلی نیازمند یک هماهنگی بهینه بین این اجزا در طول فرایند ترمیم است.

سدهای بازسازی: نقص ها و مکانیسم های اختلال زای

ترمیم بافت های پیوندی

ترمیم موفق بافت پیوندی به چهار عامل کلیدی وابسته است که اختلال در هر یک منجر به نقص عملکرد می شود. نخست، نقص در تولید و سازمان دهی ماتریس خارج سلولی (ECM)، باعث کاهش استحکام کششی و ساختار نامنظم بافت می شود. دومین مشکل، اختلال در عملکرد فیبروبلاست ها و تبدیل آنها به میوفیبروبلاست ها است و این امر یا منجر به ترمیم ناقص می شود یا فیبروز و

تشکیل اسکار ضخیم را در پی دارد. سومین محور، اختلال در سیگنال دهی سلولی است؛ عدم تعادل صحیح سلول ها با ECM از طریق فاکتورهای رشد و گیرنده هایی مانند اینتگرین ها، روند ترمیم را کند می کند. چهارمین و آخرین دسته، شامل مشکلات فاز التهابی، عروقی است. نقص در رگ زایی (آنژیوژنز) باعث سوتغذیه بافت می شود، درحالی که التهاب مزمن به تخریب ساختارهای در حال ترمیم دامن می زند. در نهایت، این چهار نقص مانع از بازگشت کامل عملکرد طبیعی بافت پس از آسیب می شود.

استراتژی های بازسازی کننده در اختلالات بافت

پیوندی: از تئوری تا بالین

درمان زخم های پیچیده با استفاده از رویکردهای مبتنی بر بافت پیوندی به عنوان یکی از پیشرفته ترین راهکارهای طب ترمیمی شناخته می شود. این رویکردها معمولا با هدف بازگرداندن ساختار، عملکرد و محیط زیستی طبیعی بافت آسیب دیده طراحی می شود. در این روش ها از انواع بافت های بیولوژیک مانند پوست، درم، ماتریکس خارج سلولی، آلوگرافت ها و زونوگرافت ها استفاده می شود تا بستر مناسبی برای رشد سلول های جدید فراهم شود. بافت های پیوندی معمولا نقش یک اسکفولد زیستی را ایفا می کند که مهاجرت سلولی، رگ زایی و بازسازی بافت را تسهیل می کند. برخی استراتژی ها شامل پیوند مستقیم بافت، استفاده از ماتریکس های بی سلول، ترکیب با سلول های بنیادی یا همراهی با فاکتورهای رشد هستند. این روش ها به ویژه در زخم های مزمن مانند زخم دیابتی، زخم فشاری و زخم های ایسکمیک کاربرد گسترده دارند. انتخاب نوع بافت پیوندی به عواملی مانند شدت زخم، میزان آلودگی،

وضعیت ایمنی بیمار و اهداف درمانی بستگی دارد. در مجموع درمان مبتنی بر بافت پیوندی تلاش می کند محیط زخم را از حالت مزمن و التهابی خارج کرده و آن را به سمت ترمیم فعال و سازمان یافته هدایت کند.

افق های نو در مسیر درمان زخم و بافت ها:

از بن بست های امروز تا گشایش های فردا

مهندسی بافت با هدف بازسازی بافت های آسیب دیده، ترکیبی از سلول ها، داربست ها و فاکتورهای رشد است که چشم انداز جدیدی در درمان ارائه می دهد. چالش اصلی در این حوزه، ایجاد داربست هایی است که ساختار سه بعدی و مکانیکی بافت طبیعی را تقلید کرده و میزبان رشد موثر سلول ها باشند. همچنین غلبه بر واکنش های التهابی و پس زنی ایمنی بدن در برابر بافت های مهندسی شده، نیازمند استراتژی های جدیدی است. تامین سریع و کافی خون رسانی به بافت های ضخیم کاشته شده، یک مانع بیولوژیکی مهم محسوب می شود. در چشم انداز آینده،

ادغام تکنولوژی های پیشرفته ای مانند چاپ سه بعدی زیستی و استفاده از سلول های بنیادی برای ساخت اندام های کامل و عملکردی دیده می شود. علاوه بر این، توسعه بیومواد هوشمند که قابلیت آزادسازی کنترل شده دارو و فاکتورهای رشد را دارد، می تواند روند ترمیم را تسریع بخشد. با حل این معضلات فنی و بیولوژیکی امید است که درمان های ترمیم بافت از مرحله آزمایشی به روش های استاندارد و قابل اعتماد بالینی تبدیل شود. این پیشرفت ها نویدبخش کاهش وابستگی به پیوند اعضای اهدایی و بهبود کیفیت زندگی بیماران خواهد بود.

منابع:

- ۱- بافت شناسی (جان کوئیرا)
- ۲- مبانی پاتولوژی بیماری ها (رابینز و کوتران)
- ۳- فیزیولوژی پزشکی (گایتون و هال)
- ۴- هیستولوژی پایه (جان کوئیرا)

فرم اشتراک ماهنامه **مستقبل زیستکام**

نام و نام خانوادگی: رشته / تخصص:
 نام محل کار: مسئولیت:
 نشانی:
 کد پستی: تلفن: موبایل:
 ایمیل:

♦ تکمیل تمام موارد فوق الزامی است ♦

(شهرستان)

(پشت پیشتاز)

(تهران)

اشتراک ۶ ماهه ۱,۸۰۰,۰۰۰ تومان

اشتراک یکساله ۳,۶۰۰,۰۰۰ تومان

اشتراک ۶ ماهه ۱,۵۰۰,۰۰۰ تومان

اشتراک یکساله ۳,۰۰۰,۰۰۰ تومان

مبلغ اشتراک یکساله خارج از کشور با پست سفارشی ۵۰۰ دلار است.
 لطفاً برای شروع یا تمدید اشتراک، رسید فیش واریزی را همراه با فرم تکمیل شده فوق به شماره زیر ارسال نمایید.

شماره حساب: ۷۲۲۴-۷۲۸۷-۸۲۹۱-۰۲۲ به نام آقای محمود اصلانی

تلفن / پیام رسان: ۰۲۱ ۸۸۹۸۷۵۰۱-۸۶۰۹۳۱۰۸-۰۹۱۲۷۳۳۳۴۰۷

ایمیل: matashkhis@gmail.com