تعریف بیومواد و خواص آن‌ها

نویسنده:

محدثه احمدی کافشانی؛ دانشجوی کارشناسی مهندسی مواد و متالورژی دانشگاه تهران

چکیده

امروزه بیومواد نقش مهمی را در حوزه‌ی سلامت انسان ایفا می‌کنند، چراکه جایگزین بسیار خوبی برای اعضای آسیب‌دیده هستند؛ خصوصاً در زمان‌هایی که اهدای اعضا از طریق پیوند با عضو زنده‌ی موجود دیگری ممکن نباشد. بیومواد همچنین در زمینه‌های دارورسانی و حسگرهای زیستی کاربرد دارند و مورد استفاده‌ی دندان‌پزشکان نیز قرار می‌گیرند.

در این مقاله به تعاریف پایه‌ای بیومواد، چیستی این مواد و مختصراً به ویژگی‌های مهم مواد به‌کاررفته به‌عنوان بیومواد پرداخته شده‌است.

بیومواد چه هستند؟

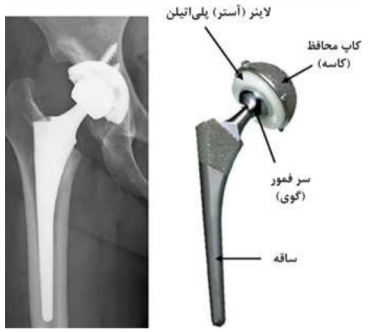
امروزه بیومواد نقش عمده‌ای در علم پزشکی ایفا می‌کنند. آن‌ها غالباً برای حمایت، تقویت یا جایگزینی بافت آسیب‌دیده یا عملکرد بیولوژیکی بدن به‌کار می‌روند.

اولین بار در دوران باستان، مصریان از بیومواد استفاده کردند؛ به‌طوری که رگ و روده‌ی حیوانات را به‌عنوان نخ بخیه به‌کار بردند.

احتمالاً پر کردن دندان اولین جایی است که اکثر انسان ها برای اولین بار با بیومواد مواجه می‌شوند و در حال حاضر بسیاری از مردم به‌طور فزاینده‌ای به ایمپلنت‌های پراهمیت‌تری مانند ایمپلنت تعویض مفصل به‌ویژه مفصل لگن و مفصل‌های مصنوعی، ترمیم قلب، رگ‌های خونی، لنزهای تماسی اعتماد می‌کنند. بدون شک این ایمپلنت‌ها کیفیت زندگی را برای تعداد بیشتری از افراد در هر سال، نه‌تنها برای جمعیت سال‌خورده بلکه برای جوان‌ترهای دارای مشکلات قلبی و یا آسیب‌های جدی، بالاتر برده‌است. بیومواد می‌توانند مصنوعی (سنتزشده در آزمایشگاه) و یا طبیعی باشند. با پیشرفت علم مواد و علوم مربوط به مهندسی بافت، بیومواد در سده‌ی اخیر بسیار توسعه یافته‌اند و نسبت به اولین نسل بیومواد ساخته و استفاده‌شده، پیشرفت چشم‌گیری داشته‌اند.

شکل ۱ – تصویری از ایمپلنت دندانی

اولین نسل بیومواد مورد استفاده، زیست‌خنثی[1] یا نسبتاً خنثی بودند؛ بدین معنا که کم‌ترین میزان واکنش با بافت‌های بدن را داشتند. نمونه‌ای از این نوع بیومواد، بیومواد استفاده‌شده در ایمپلنت‌های جایگزین لگن هستند که سالانه میلیون‌ها انسان از این ایمپلنت‌ها استفاده می‌کنند. این ایمپلنت‌ها از یک مجموعه‌ی چندجزئی شامل فولاد زنگ‌نزن آستنیتی برای ساقه، پلی‌متیل‌متاکریلات (PMMA) به‌عنوان ثابت‌کننده و پلی‌اتیلن به‌عنوان محفظه‌ی لگنی ساخته شده‌اند (شکل ۲) که همگی در واکنش با بدن انسان خنثی هستند.



شکل ۲ – تصویر شماتیک ایمپلنت لگن

این نوع بیومواد اولیه‌ی خنثی یا نسبتاً خنثی، اگر توسط بدن کاملاً پذیرفته نشوند، بین بافت بدن و بیومواد حداقل یک لایه مانع شکل خواهد گرفت. موفقیت بیومواد خنثی کاملاً به انتخاب نوع ماده بستگی دارد.

امروزه علاوه بر توسعه‌ی بیومواد زیست‌خنثی، تمرکز بر روی توسعه‌ی نوع دیگری از بیومواد، یعنی مواد بایواکتیو[2] قرار دارد. این نوع مواد در تماس با بافت زنده، بافت را وادار به دادن پاسخ بیولوژیکی مثبت می‌کنند. به‌عنوان مثال، تحریک بافت استخوان برای رشد استخوان جدید نمونه‌ای از این عملکرد است.

در این رویکرد جدید بیومواد، یعنی بیومواد اکتیو یا فعال، سطح بین بافت و بیومواده حائز اهمیت است؛ بنابراین علم مهندسی سطح از علوم حیاتی‌ست که لازم است محققانی که در زمینه‌ی بیومواد پژوهش می‌کنند، آن را فراگیرند.

۱ Bioinert
۲ Bioactive

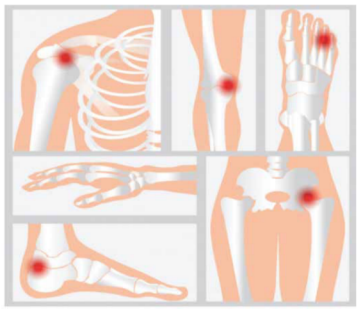
ویژگی‌هایی که تمامی بیومواد باید داشته باشند:

جایگزینی، بازیابی عملکرد بدن، بافت و یا ارگان، اغلب نیازمند ویژگی‌های فیزیکی، شیمیایی و مکانیکی خاصی است. اولین ویژگی بسیار مهمی که هر بیوماده باید داشته باشد، سازگاری زیستی با بدن است. زیست‌سازگاری[3] به معنای قبول ماده‌ی استفاده‌شده توسط بدن و بافت‌های بدن و عملکرد مطلوب ماده‌ی کاشته‌شده در بدن است. به بیانی دیگر، زیست‌سازگاری، تشخیص نحوه‌ی تعامل یک بیوماده در بدن با سلول‌های اطراف، بافت‌ها و سایر عوامل است. اگر یک بیوماده موجب پاسخ‌های ایمنی زیادی از طرف بدن نشود (تولید بیش از حد گلبول سفید و غیره)، در برابر تجمع پروتئین‌ها و سایر مواد در سطح خود که مانع عملکرد آن می‌شود و در برابر عفونت مقاوم باشد، سازگاری زیستی خوبی دارد. باید توجه شود که هیچ بیومواده‌ای به‌طور کامل با تمامی ارگان‌های بدن سازگار نیست و ممکن است با یک قسمت بدن سازگار و با قسمت دیگر سازگار نباشد؛ بنابراین برای استفاده‌ی مناسب از یک بیوماده باید به انتخاب مواد با توجه به محیط عملکرد، طراحی مهندسی و پروسه‌ی تولید توجه ویژه‌ای داشت.

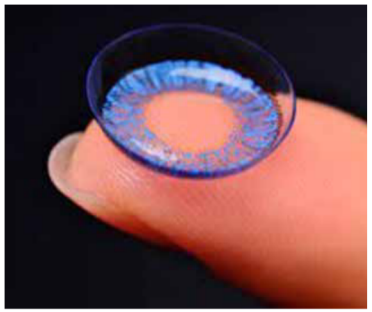
به‌طور کلی بیومواد نسبت به واکنشی که در بدن از خود نشان می‌دهند به سه دسته‌ی اصلی تقسیم می‌شوند:

۱. بی‌اثر یا نسبتاً بی‌اثر با حداقل پاسخ میزبان (زیست‌خنثی)
۲. بایواکتیو (زیست‌فعال) که این نوع بایومواد از لحاظ بیولوژیکی فعال هستند و بافت را با تماس تحریک می‌کنند و
۳. زیست‌تخریب‌پذیر که بعد از گذشتن زمان مشخصی در بدن جذب می‌شوند.

انتخاب مواد به‌طور صحیح، باعث ایجاد ویژگی‌های مناسب و دلخواه ما از جمله زیست‌سازگاری خواهد شد. ویژگی‌های فیزیکی و مکانیکی و ترکیب هر دو نیز حائز اهمیت است؛ این ویژگی‌ها باید به‌گونه‌ای انتخاب شوند که بیومواده‌ی کاشته‌شده در بدن دچار عیوب خستگی، خوردگی تنشی، شکست، سایش و غیره نشود. نکته‌ی بسیار مهم آن است که محیط بیولوژیکی بدن انسان ثابت نیست. میزان اکسیژن، وجود رادیکال‌های آزاد و فعالیت‌های سلولی همگی متغیر هستند و این مسئله، انتخاب مواد مناسب را دشوار می‌کند؛ به‌طور مثال خون انسان دارای محیطی خورنده است و خوردگی موادی که در مجاورت خون قرار دارند، می‌تواند موجب آسیب‌هایی از جمله آزاد شدن یون در بدن، از بین رفتن بیومواد و ایجاد واکنش آلرژیک در بدن شود.



شکل ۴ – تصویری از کاربردهای پلیمر پلی‌وینیل‌الکل درپزشکی



شکل ۳ – تصویری از یک لنز تماسی

۳ Biocompatibility

منابع

[1] Modern Physical Metallurgy and Materials Engineering, Sixth Edition ,R. E. Smallman, R. J. Bishop, Chapter 13, Biomaterials

[2] National Institute of Biomedical Imaging and Bioengineering (NIBIB)

[3] Magnesium-based alloys and nanocomposites for biomedical application pan-el Magesh Sankar Jithin Vishnu Manoj Gupta Geetha Manivasagam,2019