شبکه آزمایشگاهی فناوری نانو

فصلنامه

دانش آزمایشگاهی ایران

سال دوازدهم ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۴۰۳ ■ شماره پیاپی ۴۶

ISSN 2538-3450

اثر افزودنی‌ها بر خواص اصطکاکی گریس‌های مختلف

استمرار توسعه شبکه‌سازی و هم‌افزایی مراکز آزمایشگاهی کشور

آشنایی با طیف‌سنجی رزونانس مغناطیسی هسته

اندازه‌گیری چگالی، چگالی نسبی یا گراویتی API نفت‌خام و فرآورده‌های نفتی مایع با روش هیدرومتر براساس استاندارد INSO 197

اندازه‌گیری مستقیم سلنیوم و دیگر عناصر ناچیز در نمونه‌های سرم با ICP-MS

هیدروکسی آپاتیت به‌عنوان ماده استحکام بخش جدید در استحکام‌بخشی استخوان‌های باستانی

آزمون استاندارد اودی: روشی برای ارزیابی مواد و مصالح بکار رفته در مخازن و ویترین‌های نمایش آثار تاریخی و فرهنگی

www.IJLK.ir
info@ijlk.ir

نویسنده
پرستو عرفان‌منش[۱ و ۲ و ۳*]
۱. پژوهشگر و مسئول آزمایشگاه فرسودگی زیستی پژوهشکده حفاظت و مرمت آثار تاریخی – فرهنگی پژوهشگاه میراث فرهنگی و گردشگری.
۲. عضو کارگروه ژنتیک باستان و تبارشناسی مرکز پژوهشی ژنتیک انسانی کوثر
۳. عضو کارگروه تخصصی زیست‌فناوری شبکه آزمایشگاهی فناوری‌های راهبردی
*parastoo.erfanmanesh@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۵/۱۱
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۱۳

هیدروکسی آپاتیت به‌عنوان ماده استحکام بخش جدید در استحکام‌بخشی استخوان‌های باستانی

چکیده

بافت استخوانی دارای یک ماده بین سلولی[۱] از تارهای کلاژنی است که فضای میان آنها از بلورهای هیدروکسی آپاتیت[۲] که از یون‌های کلسیم فسفات و هیدروکسیل تشکیل شده‌اند، اشباع شده‌است ($3Ca_3(PO_4).Ca(OH)_2$). رسوب این بلورها با نظارت و نفوذ سلول‌های استخوان‌ساز[۳] انجام می‌شود.

$Ca_{10}(PO_4)_6(OH)$ ازجمله پرکاربردترین سرامیک‌های کلسیم فسفات در زمینه ترمیم بافت سخت است. آنچه این مواد را نسبت به دیگر مواد زیست سازگار محبوب‌تر می‌سازد،شباهت‌های زیاد ساختاری و شیمیایی آن با فازهای مینرالی بافت سخت است؛ موادی که از آغاز قرن بیستم برای استحکام استخوان مورد استفاده قرار می‌گرفت که به‌طور تقریبی شامل هر نوع چسب (طبیعی و مصنوعی) شناخته شده در زمینه حفاظت است. از جمله موادی که می‌توان نام برد رزین‌های گیاهی، ژلاتین، چسب‌های پروتئینی و موم‌های موجود در آن دوره است.

ثبت و نگهداری استخوان‌های باستانی فرآیندی است که در آن، استخوان، بخش ماتریکسی خود را از دست می‌دهد و در سطح آن چسبندگی ایجاد و مانع از بین رفتن استخوان می‌شود. این امر یکی از مهم‌ترین عوامل، در حفاظت استخوان در حوزه مرمت استخوان‌های کاوش باستانی است. به‌طور کلی، عوامل تثبیت کننده باید خواص کاری خوبی داشته باشند و موجب استحکام، انسجام و دوام استخوان شوند. لذا، بررسی موادهای متفاوت و شرایط محیطی در کاوش‌های باستانی برای حفظ استخوان‌ها و همچنین انجام سایر مطالعات زیستی لازم و ضروری است.

واژه‌های کلیدی

هیدروکسی آپاتیت، مرمت، استخوان‌های باستانی.

مقدمه

تثبیت استخوان‌های باستانی چالش‌های زیادی دارد؛ زیرا استخوان‌ها باید به اندازه کافی قوی باشند تا بدون آسیب نگهداری شوند [۱].

متیل آکریلات یکی از تثبیت کننده‌های غیرآبی برای استخوان است که توسط باستان‌شناسان و حفاظت‌گران استفاده می‌شود. اما به دلیل عملکرد پایین آن در آب، نمی‌توان برای سطوحی که با آب در تماس هستند، استفاده شود [۱].

سیانواکریلات‌ها یکی دیگر از تثبیت کننده‌ها است که توسط زمین‌شناسان و فسیل‌شناسان استفاده می‌شود. این چسب از دهه ۱۹۸۰ مورد استفاده قرار گرفته است؛ استفاده از این تثبیت‌کننده به دلیل سرعت خشک شدن آن بسیار رایج است اما به سختی می‌توان آن را از روی اثر تاریخی استخوانی حذف نمود و همچنین با گذشت زمان، سبب شکنندگی می‌شود [۱].

بافت استخوانی دارای یک ماده بین سلولی از تارهای کلاژنی است که فضای میان آنها از بلورهای هیدروکسی آپاتیت که از یون‌های کلسیم، فسفات و هیدروکسیل تشکیل شده‌اند، اشباع شده‌است ($3Ca_3(PO_4).Ca(OH)_2$). رسوب این بلورها با نظارت و نفوذ سلول‌های استخوان‌ساز انجام می‌شود [۲]. یک ماده سیمان کننده[۴] تشکیل شده از آب و موکوپلی‌ساکارید[۵]، بلورها را به زمینه بافتی کلاژنی پیوند می‌دهد. در بیشتر استخوان‌ها، سلول‌های استخوان‌ساز سرانجام در استخوانی که در اطراف خود رسوب داده‌اند، به دام می‌افتند و در نقش سلول‌های استخوانی، حوضچه‌ها[۶] و یا حفرات کوچک پر از «مایع میان نهاده[۷]» را اشغال می‌کنند. مجاری ریز از مایعی که از زواید پروتوپلاسمی سلول‌های استخوانی پر می‌شوند و به استئوسایت اتصال می‌یابند، با آنها ارتباط برقرار می‌کنند. مایع درون حفرات و کانال‌های ریز، دارای یون‌های کلسیم و فسفات هستند. این یون‌ها بسته به تراز[۸] کلسیم سرم به‌طور دائم، بر ماتریکس کلاژنی رسوب و یا از آن برداشت می‌شود [۳ و ۴].

ماده زمینه‌ای استخوان به دو صورت بی‌شکل و شکل‌دار وجود دارد. ماده زمینه‌ای بی‌شکل شامل مواد کانی نظیر فسفات و کربنات کلسیم و منیزیم، یون سیترات، یون فلوراید، سدیم و پتاسیم است. مواد آلی شامل کندروآتین سولفات C و A و پروتئینی به نام استئوموکوئید و مواد آلی دیگری است که عبارتند از: استئونکتین، که بلورهای کانی را به کلاژن وصل می‌کنند؛ استئوکلسین، که کلسیم را به خود می‌بندد و سیالوپروتئین و پروتئین که شکل‌دهنده استخوان هستند [۵].

مهندسی بافت، علمی است میان رشته‌ای که اساس آن بر بکارگیری داربست‌های پلیمری به‌منظور شکل‌گیری سه بعدی بافت‌های هدف مبتنی است. داربست‌ها به‌عنوان تشکیل دهنده ماتریکس خارج سلولی معرفی می‌شوند، به طوری که یک چهارچوب مشخص برای اتصال سلول‌های مناسب تعریف می‌شود. در این مقاله، ساختار بافتی استخوان به‌طور کامل مورد بررسی قرار می‌گیرد. از سوی دیگر، با کاربرد کامپوزیت‌ها آشنا شده تا بتوان کاربرد استفاده از کامپوزیت‌ها را در مرمت‌های انجام شده روی اسکلت‌ها و مجسمه‌های استخوانی تحلیل و بیان نمود [۶ و ۷].

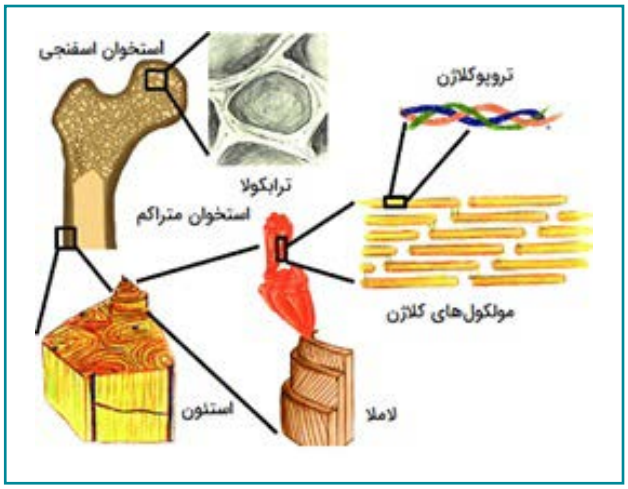
بررسی ساختار استخوان

استخوان‌ها در اشکال مختلفی ساخته می‌شوند و ساختار داخلی و خارجی پیچیده‌ای دارند که به آن‌ها امکان می‌دهد، ضمن انجام بسیاری از کارکردهای دیگر، سبک و در عین حال قوی و سخت باشند. یکی از انواع بافت‌هایی که استخوان‌ها را تشکیل می‌دهند، بافت استخوانی معدنی است که به آن بافت استخوانی نیز می‌گویند.

یک بافت همبند تخصصی در استخوان‌ها وجود دارد که به استخوان‌ها استحکام و ساختار داخلی سه بعدی شبیه لانه زنبوری می‌بخشد. از دیگر بافت‌های موجود در استخوان‌ها می‌توان به بافت مغز استخوانی، پریوستوز یا پوشش استخوانی، اعصاب، عروق خونی و غضروف اشاره نمود.

از آنجایی که در استخوان‌ها، گروهی از بافت‌ها درگیر عملکرد خاص و یا مجموعه‌ای از عملکردها هستند که به‌صورت هماهنگ با هم انجام شوند، استخوان‌ها را می‌توان به‌عنوان یک اندام در نظر گرفت؛ اگرچه بافت استخوانی بافتی غالب در استخوان‌ها به شمار می‌رود اما استخوان‌ها بیشتر به‌صورت انواع مختلفی از بافت همبند طبقه‌بندی می‌شوند [۸].

در شکل (۱)، استخوان‌های ترابکولار یا استخوان اسفنجی نشان داده شده‌است که از رشته و صفحات کوچک تشکیل شده و دارای خلل و فرج فراوان هستند.



شکل (۱): محل کلاژن در بافت استخوان [۸].

تدفین‌های باستانی و عوامل از بین بردن استخوان‌های کاوش‌های باستانی

روش‌های متعددی برای از بین بردن و یا تخریب جسد وجود دارد و راه‌های مختلفی که برای تدفین به‌طور معمول توسط گروه‌های مختلف مردم در نقاط مختلف جهان به کار می‌روند، شاهد این مطلب هستند. بسیاری از این روش‌ها مانند رها کردن جسد در رودخانه‌ها، قرار دادن اجساد روی درخت‌ها و یا نقاط بلند و همچنین رها کردن اجساد برای خورده شدن توسط حیوانات وحشی بقایای کمی را برای ثبت در مطالعات باستان‌شناسی به جا می‌گذارند [۹ و ۱۰] و فقط در مواردی که آئین‌های تدفین منجر به قرار دادن بقایای انسانی در زیر خاک و یا داخل معابد شده باشد می‌توان آنها را پس از گذشت قرن‌ها پیدا نمود تا توسط باستان‌شناسان مورد بررسی قرار گیرند. در بسیاری از موارد، عمل تدفین شامل دفن کامل جسد است، لذا هنگامی که توسط باستان‌شناسان مورد کاوش قرار می‌گیرد، یک اسکلت کامل پیدا خواهد شد. در سایر موارد ممکن است قبل از دفن، روی جسد، دستکاری صورت گرفته باشد؛ به‌عنوان مثال، در صورتی که تغییرات و جابجایی‌هایی پس از دفن رخ نداده باشد، برخورد با استخوان‌های به هم آمیخته و فاقد ارتباط مفصلی با هم، نشان‌دهنده فساد شدید در بدن و یا جدا شدن استخوان‌ها از بدن قبل از مرگ است. همچنین یافته‌های باستان‌شناسی استخوان‌های سوخته انسانی نشان می‌دهند که سوزاندن اجساد، یکی از روش‌هایی بوده است که در ادوار باستانی مورد استفاده قرار می‌گرفت.

قبل از اینکه سعی کنیم با استفاده از جمع‌آوری استخوان‌های انسانی از یک محوطه باستانی اطلاعاتی را در مورد گذشته گروه‌های انسانی به‌دست آوریم، لازم است رابطه بین این نمونه‌ها و گروه‌های انسانی باستانی که از آنها به‌دست آمده‌اند را معین کنیم. عواملی که در ترکیب نمونه‌های استخوان‌های انسانی به‌دست آمده به دو گروه تقسیم می‌شوند:

دسته اول: عواملی هستند که باستان‌شناسان دخالتی در آنها ندارند؛ مانند الگوهای مرگ‌ومیر در گروه‌های باستانی انسانی، شکل و چگونگی تدفین اجساد و یا از بین رفتن استخوان‌ها به دلیل قرار گرفتن در خاک.

دسته دوم: عواملی هستند که به چگونگی حفاری و روش‌های آن بستگی دارند که تا حدودی توسط باستان‌شناسان کنترل می‌شوند [۱۱ تا ۱۳].

استخوان‌های اندام‌های نیمه سفت، متخلخل و معدنی هستند و از سلول‌هایی در یک ماتریکس سخت تشکیل شده‌اند که بخشی از اسکلت درونی مهره‌داران را تشکیل می‌دهند. استخوان‌ها برای حرکت، پشتیبانی و محافظت از بدن، تولید گلبول‌های قرمز و سفید و ذخیره مواد معدنی در بدن فعالیت می‌کنند [۱۳].

حفظ استخوان‌های باستانی، نه تنها به زمان دفن شدن آنها بلکه به محیط اقلیمی و اطراف آن (نوع محیط) نیز بستگی دارد. دیاژنز استخوان‌های به‌دست آمده در کاوش‌های باستانی به تجزیه مواد معدنی و آلی بستگی دارد. رسوب مواد آلی و معدنی در استخوان‌ها نمی‌توانند تبادلات یونی را انجام دهند و در نتیجه، تبادلات مواد آلی و معدنی خود را با خاک اطراف انجام می‌دهند. از سوی دیگر، میکروب‌های اطراف خاک موجب آسیب دیدن استخوان‌ها می‌شوند. تخلخل استخوان بر چگونگی واکنش آن با محیط اثر دارد. همان‌گونه که استخوان‌ها تحلیل می‌روند، بلورینگی می‌تواند افزایش یابد [۱].

از جمله موارد دیگر که سبب زوال و از بین رفتن استخوان‌های باستانی می‌شود، تغییرات PH است که این تغییرات موجب شده خاک اطراف اسکلت‌ها اسیدی شود. این امر در اثر آلاینده‌های هیدرولوژیکی فعالیت میکروارگانیسم‌هایی که در خود خاک هستند به وجود می‌آید [۱۴].

حفاظت استخوان و آسیب‌های مربوط به آن

زمانی که یک باستان‌شناس در یک محوطه باستانی برای کاوش قرار می‌گیرد، حین کاوش عوامل متعددی را در نظر می‌گیرد؛ زیرا آگاه بودن به این عوامل سبب می‌شود یک گور باستانی به درستی و بر طبق استانداردهای علمی کاوش شود.

از عوامل داخلی آسیب‌های استخوانی می‌توان به شیمی، اندازه، شکل، ساختار و تراکم استخوان اشاره نمود. عوامل خارجی بسیار مهم آسیب‌های استخوانی شامل آب زیرزمینی، نوع خاک، دمای محیط، اقلیم، آب و هوای آن منطقه و نوع پوشش گیاهی و جانوری است. همچنین روش و نوع تدفین جزء موارد بسیار مهم در حفظ بقایای استخوانی است. تراکم مواد معدنی استخوان یکی از موارد بسیار حائز اهمیت در حفظ بافت استخوانی است؛ زیرا در روند مرگ، سلول‌های استخوانی از بین می‌روند که این عامل در حفظ استخوان در خاک بسیار مهم است. نوع خاک، سبب ایجاد یک فرآیند شیمیایی روی استخوان می‌شود که از جمله عامل موثر خارجی در دیاژنز استخوان است.

فصلنامه دانش آزمایشگاهی ایران سال دوازدهم ■ شماره ۲ ■ تابستان ۱۴۰۳ ■ شماره پیاپی ۴۶

همچنین عوامل فرهنگی مانند نوع دفن، نوع و جنس تابوت‌ها در حفاظت اجساد و حفظ بافت استخوانی تاثیرگذار است. تابوت‌هایی که از جنس فلز سرب‌دار باشد، می‌تواند استخوان‌ها و حتی بافت‌های نرم را حفظ کند. طاق‌های بالای زمین بقایای بدن در برابر آب را محافظت می‌کند. عواملی همچون طراحی، نوع چوب، استفاده از رنگ و انواع میخ‌های استفاده شده در تابوت‌ها می‌توانند در حفظ اسکلت‌های انسانی بسیار موثر باشند.

مواد مورد استفاده در حفاظت استخوان‌های باستانی

موادی که از آغاز قرن بیستم برای استحکام استخوان مورد استفاده قرار می‌گرفت به‌طور تقریبی شامل هر نوع چسب (طبیعی و مصنوعی) شناخته شده در زمینه حفاظت است. از جمله مواد مورد استفاده در دوران گذشته می‌توان به رزین‌های گیاهی، ژلاتین، چسب‌های پروتئینی و موم‌های موجود در آن دوره اشاره کرد. در نیمه دوم قرن بیستم، این محصولات طبیعی با پلیمرهای مصنوعی جایگزین و در زمینه حفاظت از استخوان‌ها غالب شدند. به‌عنوان مثال، پلی وینیل استات[۹] به‌طور گسترده برای استخوان‌های فسیلی در سال ۱۹۶۰ استفاده شدند. مشکلات ناشی از تثبیت کننده‌های آلی بسیار زیاد است و به دلیل نفوذ کم موجب شکنندگی، لایه لایه شدن سطحی، تغییر رنگ و زرد شدن در طول زمان می‌شود. بنابراین، استفاده از آنها روی استخوان‌های باستانی می‌تواند موجب آسیب دیدن آنها شود. از سوی دیگر، استفاده از این مواد تثبیت کننده مانع از انجام سایر مطالعات آزمایشگاهی c14، تعیین ایزوتوپ و انجام مطالعات[۱۰] A-DNA می‌شود [۱].

هیدروکسی آپاتیت و استحکام بخشی استخوان

هیدروکسی آپاتیت[۱۱] با فرمول شیمیایی $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)$ ازجمله پرکاربردترین سرامیک‌های کلسیم فسفات در زمینه ترمیم بافت سخت است [۱۵ و ۱۶]. آنچه این مواد را نسبت به دیگر مواد زیست سازگار محبوب‌تر می‌سازد، شباهت‌های زیاد ساختاری و شیمیایی آن با فازهای مینرالی بافت سخت است. هیدروکسی آپاتیت با شرکت در فرآیند کلسیناسیون زیستی تشکیل دندان و استخوان سبب تسریع رشد آنها خواهد شد؛ بنابراین، در طول چند دهه گذشته کاربردهای زیادی داشته است به‌عنوان مثال، پرکننده‌های استخوانی، کاشتنی‌های ترمیم بافت استخوانی، داربست‌های مهندسی بافت، کره چشم مصنوعی، جانشین‌های استخوانی و پوشش‌های زیست‌سازگار به روی کاشتنی‌های فلزی (در راستای بهبود اتصال آن با بافت سخت) [۱۵ تا ۱۹].

مهمترین ویژگی Hap که آن را برای محققان مواد و بیومتریال جذاب کرده است، خواص زیستی آن است. Hap دارای خواص مهمی مانند بیواکتیویتی و استئوکانداکتیویتی است. بیواکتیویتی عبارت است از توانایی برقراری پیوند مستقیم شیمیایی با سلول‌های بدن. استئوکانداکتیویتی، قابلیت هدایت رشد استخوانی را دارا است. به عبارتی این ماده توانایی آن را دارد که وقتی در محیط بدن قرار می‌گیرد، بازسازی بافت استخوان از دست رفته را تسهیل و ترغیب کند [۲۰].

به دلیل ایجاد لایه آپاتیت شبه استخوان زیستی روی مواد زیست فعال، این گونه مواد زیستی می‌توانند پیوندهای زیستی بسیار مناسب و قابل اطمینانی را با بافت استخوانی زنده ایجاد کنند [۲۱ و ۲۲]. هیدروکسی آپاتیت در بدن هیچ گونه تاثیر سمی برجای نمی‌گذارد و سازگاری زیستی بسیار مناسبی با بافت‌های سخت دارد. علاوه‌بر این، هیدروکسی آپاتیت توانایی ایجاد پیوند مستقیم با استخوان را دارد [۲۳]. پودر آن به دو روش اختصاصی واکنش‌های حالت جامد و واکنش‌های شیمی تر ساخته می‌شود.

با کنترل خواص فیزیکی هیدروکسی آپاتیت همچون اندازه دانه، چگونگی توزیع ذرات و میزان آگلومره شدن، می‌توان خواص زیستی آن را بهبود داد. هیدروکسی آپاتیت نانو ساختار، زیست فعالی و زیست اضمحلالی مناسب‌تری را نشان می‌دهد و در نتیجه پیوند قابل اطمینان‌تری با استخوان ایجاد می‌کند [۲۴].

مهم‌ترین خاصیت Hap که آن را برای محققان مواد و بیومتریال جذاب کرده است، خواص زیستی آن است. Hap دارای خواص مهمی مانند بیواکتیویتی[۱۲] و استئوکانداکتیویتی[۱۳] است. بیواکتیویتی عبارت است از توانایی برقراری پیوند مستقیم شیمیایی با سلول‌های بدن. استئوکانداکتیویتی، قابلیت هدایت رشد استخوانی است [۲۵ و ۲۶]. به عبارتی، این ماده توانایی آن را دارد که وقتی در محیط بدن قرار می‌گیرد، بازسازی بافت استخوان از دست رفته را تسهیل و ترغیب کند. به گزارش هوانگ[۱۴] در مجله نیچر، می‌توان علت این پدیده را به پروتئین استئوکلسین[۱۵]، که مهم‌ترین پروتئین غیرکلاژنی استخوان است، منسوب کرد. این پروتئین نقش سیگنال‌دهنده را برای سلول‌های استئوبلاست و استئوکلاست بازی می‌کند. استئوکلسین به Hap گرایش دارد و به آن می‌چسبد. بررسی‌های ساختاری این پروتئین نشان داده است که سطح این پروتئین بار منفی دارد و در آن یون‌های کلسیم به صورتی جهت‌گیری کرده‌اند که به‌طور دقیق مکمل یون‌های کلسیم موجود در Hap هستند [۲۷].

آپاتیت به دلیل خواص مکانیکی به نسبت کم به‌خصوص در محیط‌های آبی، نمی‌توانند برای کاربردهایی که نیاز به تحمل بار بالا دارند، به کار رود. از این رو، کاربرد آن شامل فاز دوم کامپوزیت‌ها به‌عنوان عامل زیست‌سازگارکننده، پوشش روی ایمپلانت‌های فلزی و پرکننده گرانوله‌ای برای کاربرد مستقیم داخل بافت بدن انسان می‌شود. بناکا[۱۶] بیان می‌کند که Hap به رشد ترک بسیار حساس است و دلیل خواص مکانیکی نامطلوب آن همین نکته است. هنگامی که Hap در محیط آبی قرار گیرد، هر چه زمان نگهداری بیشتر شود، مقاومت به رشد ترک در آن

کمتر می‌شود. با گذشت زمان مولکول‌های آب در سطح جذب و موجب افزایش سرعت نفوذ نوک ترک می‌شوند [۲۸].

در مورد رفتار حرارتی Hap در قسمت ترمودینامیک بحث خواهد شد. ولی در اینجا نکته قابل ذکر، انبساط حرارتی است. انبساط حرارتی برای شبکه Hap تا دمای ۶۰۰ درجه سانتی‌گراد، خطی است. به عبارت دیگر، تغییرات ثابت شبکه با دما، خطی است.

بسیاری از محققان مشاهده کرده‌اند که استحکام مکانیکی و چقرمگی شکست سرامیک‌های آپاتیتی، می‌توانند با استفاده از روش‌های مختلف زینتریک یا تف جوشی[17] بهبود یابد. این روش‌ها عبارتند از: افزودن مقداری فاز دوم با نقطه ذوب پایین که باعث شود سینتر فاز مایع اتفاق بیفتد و متراکم‌سازی بهتر انجام شود و یا اضافه‌کردن افزودنی‌هایی که متراکم‌سازی را از طریق مستحکم کردن مرز دانه‌ای[18] بهبود می‌بخشند.

نتیجه‌گیری

عوامل متعددی سبب از بین رفتن استخوان‌ها و اسکلت‌های باستانی می‌شود. از عوامل داخلی آسیب‌های استخوانی می‌توان به شیمی، اندازه، شکل، ساختار و تراکم استخوان اشاره نمود. عوامل خارجی بسیار مهم آسیب‌های استخوانی شامل آب زیرزمینی، نوع خاک، دمای محیط، اقلیم، آب و هوای آن منطقه و نوع پوشش گیاهی و جانوری است. همچنین روش و نوع تدفین جزء موارد بسیار مهم در حفظ بقایای استخوانی بسیار حائز است. لذا باید به‌منظور حفظ و نگهداری استخوان‌ها از موادی در حین و بعد کاوش استفاده نمود که خود کمترین آسیب را به اسکلت وارد نماید.

نوع ماده استحکام بخشی که در مرمت استخوان‌ها و اسکلت‌های باستانی به کار می‌رود باید به‌گونه‌ای باشد که خود کمترین آسیب را ایجاد نماید؛ بنابراین، استفاده از هر نوع ماده استحکام بخش جایز نیست.

از سوی دیگر، حتی در زمان استفاده از مواد که روی اسکلت‌ها انجام می‌گیرد دقت شود؛ زیرا نوع نمونه‌برداری برای برخی از آزمایش‌ها مانند C14 و مطالعات در حوزه ژنتیک متفاوت است.

هیدروکسی آپاتیت به دلیل خواص مکانیکی به نسبت کم به‌خصوص در محیط‌های آبی، نمی‌تواند برای کاربردهایی که نیاز به تحمل بار بالا دارند، به کار رود. از این رو، کاربرد آن شامل فاز دوم کامپوزیت‌ها به‌عنوان عامل زیست‌سازگارکننده خوبی است و می‌تواند به‌عنوان یک ماده مرمتی در حفظ و استحکام اسکلت‌های باستانی استفاده شود.

پی‌نوشت

1. Matrix
2. Hydroxyapatite Crystals
3. Osteoblast
4. Cementing Substance
5. Mocopolysacchrides
6. Pools
7. Interstitial Fluid
8. Level
9. polyvinyl acetate (PVAc)
10. A-DNA is a right-handed double helix made up of deoxyribonucleotides.
11. Hydroxyapatite (Hap)
12. Bioactivity
13. Osteoconductivity
14. Hoang
15. Osteocalcin
16. Benaqqa
17. sintering
18. grain boundary strengthening

مراجع

[1] Alexis North1, Magdalena Balonis2,3, Ioanna Kakoulli1,2 Biomimetic hydroxyapatite as a new consolidating agent for archaeological bone, 2015.

[2] Stephen and Tsavai H. Thomas Hahn, Introduction to Composite Materials, Tehran, Imam Hossein University

[3] Alinejad, Dariush and Hadi Goli, Nanocomposites and their applications, Tehran: Zaban Zabeb, 2018

[4] Ali, Abbasi. Nanocomposites, types and applications and market. A collection of nanotechnology monitoring reports. 1390.

[5] Fathi, M.H., Hanifi, A. and Mostaghathi, B., Medical properties and applications of bioceramics, Arkan Danesh Publications, Isfahan, summer 2008.

مراجع

[6] Ma P.X. and Elisseeff J., Scaffolding in Tissue Engineering, CRC, London, CHAp. 2, 13-26, 2006

[7] Drury J.L. and Mooney D.J., Hydrogels for Tissue Engineering:Scaffold Design Variables and Applications, Biomaterials, 24, 4337-4351, 2003

[8] Kent, George C. and Miller, Larry. Comparative anatomy of vertebrates. Translated by Dr. Mohammad Hassi Sadrzadeh Tabatabai. Tehran University Publications.

[9] Skalak R, Fox CF. Tissue engineering. Proceedings for a Workshop held at Granlibakken, Lake Tahoe, California, February, 26-29, NY:Alan Liss, 1988

[10] Liu, C., Xia, Z. & Czernuszka, J.T., Design and development of three-dimensional scaffolds for tissue engineering. Chemical Engineering Research and Design, 85, 1051-1064 , 2007

[11] Gabriela Alessandra da CRUZ, Sérgio de TOLEDO, Enilson Antonio SALLUM, Morphological and Chemical Analysis of Bone Substitutes by Scanning Electron Microscopy and Microanalysis by Spectroscopy of Dispersion Energy, 2007.

[12] Bone Structure,review.2005.

[13] Mazeyar Parvinzadeh Gashti1*, Farbod Alimohammadi2, Jürg Hulliger1, Matthias Burgener1, Hanane Oulevey-Aboulfadl and Gary L. Bowlin3, Microscopic methods to study the structure of scaffolds in bone tissue engineering: a brief review, 2012

[14] Anders G. Nord*1, Henk Kars2, Inga Ullén3, Kate Tronner1 & Eva Kars4, Deterioration of archaeological bone – a statistical approach, 2005.

[15] Enayati-Jazi, M., Solati-Hashjin, M., Nemati, A., and Bakhshi, F.,"Synthesis and Characterization of Hydroxyapatite/Titania Nanocomposites Using in Situ Precipitation Technique," Superlattices and Microstructures, Vol. 51, pp.877-885, 2012.

[16] Fidancevska, E., Ruseska, G., Bossert, J., Lin, Y., - Boccaccini, and A., "Fabrication and Characterization of Porous Bioceramic Composites Based on Hydroxyapatite and Titania," Materials Chemistry and Physics, Vol. 103, pp. 95–100, 2007.

[17] Que, W., Khorb, K.A., Xub, J.L., and Yu, L.G., "Hydroxyapatite/titania Nanocomposites Derived by Combining High-Energy Ball Milling with Spark Plasma Sintering Processes," Journal of the European Ceramic Society, Vol. 28, pp. 3083–3090, 2008.

[18] Pushpakanth, S., Srinivasan, B., Sreedhar, and Sastry, T.P., "An in Situ Approach to Prepare Nanorods of Titania– Hydroxyapatite (TiO2–HAp Nanocomposite by Microwave Hydrothermal) Technique," Materials Chemistry and Physics, Vol. 107, pp. 492–498, 2008.

[19] Burg, K.J.L. Porter, S., and kellam, J.F., "Biomaterial Developments for Bone Tissue Engineering," Biomaterials, Vol. 21 pp. 2347-2359, 2000.

[20] Oktar, F. N., "Hydroxyapatite–TiO2 Composites," Materials Letters, Vol. 60, pp. 2207–2210, 2006

[21] Kokubo, T., Kim, H. M., and Kawashita, M., "Novel Bioactive Materials with Different Mechanical Properties," Biomaterials, Vol. 24, p. 2161, 2003.

[22] Leng, Y., Chen, J. Y., and Qu, S. X., "TEM Study of Calcium Phosphate Precipitation on HA/TCP Ceramics", Biomaterials, Vol. 24, p. 2125, 2003.

[23] Fathi, M.H., Azam, F., "Novel Hydroxyapatite/ Tantalum Surface Coating for Metallic Implant," Materials letters, Vol. 61, pp. 1238-1241, 2007.

[24] Stupp, S.I., and Ciegler G.W., "Organoapatites: Materials for Artificial Bone. I. Synthesis and Microstructure," J. Biomed. Mater. Res., Vol. 26, pp. 169, 1992.

[25] Vasconcelos, I. F., "Optical Properties of Bi12SiO20 (BSO) and Bi12TiO20 (BTO) obtained by Mechanical Alloying," J. Mat. Sci., Vol. 36, pp. 578, 2001.

[26] Deborah Surabian, Preservation of Buried Human Remains in Soil,2012.

[27] Scientific Principles of composites. ASM International.

[28] www.pedorthpath.com

No.46 ■ Summer 2024 ■ Issue 2 ■ Volume 12
Iranian Journal of Laboratory Knowledge

Author

Parastoo erfanmanesh[1,2,3*]

*parastoo.erfanmanesh@yahoo.com

1. Research Institute of Cultural Heritage and Tourism
2. Member of the ancient genetics and genealogy working group of Kausar Human Genetics Research Center
3. Member of Biotechnology Working Group

Hydroxyapatite as a new strengthening material in the strengthening of ancient bones

Abstract

Bone tissue has an intercellular substance of collagen fibers, the space between them is saturated with hydroxyapatite crystals that are composed of calcium phosphate and hydroxyl ions (3Ca3(PO4).Ca(OH)2).

Ca10(PO4)6(OH) is one of the most widely used calcium phosphate ceramics in the field of hard tissue repair. What makes these materials more popular than other biocompatible materials is their many structural and chemical similarities with the mineral phases of hard tissue; Materials that have been used since the beginning of the 20th century for bone strength include virtually every type of adhesive (natural and synthetic) known in the field of preservation. Among the materials that can be mentioned are vegetable resins, gelatin, protein glues and waxes in that period.

The recording and preservation of ancient bones is a process in which the bone loses its matrix part and adhesion is created on its surface, which prevents the bone from being destroyed. This is one of the most important factors in bone protection in the field of restoration because it is not impossible. In general, stabilizing agents should have good working properties and cause strength, cohesion and durability of bone.

Therefore, it is necessary and necessary to investigate different materials and environmental conditions in ancient excavations to preserve bones and also to conduct other biological studies

Bone tissue has an intercellular substance of collagen fibers, the space between them is saturated with hydroxyapatite crystals that are composed of calcium phosphate and hydroxyl ions (3Ca3(PO4).Ca(OH)2).

Ca10(PO4)6(OH) is one of the most widely used calcium phosphate ceramics in the field of hard tissue repair. What makes these materials more popular than other biocompatible materials is their many structural and chemical similarities with the mineral phases of hard tissue; Materials that have been used since the beginning of the 20th century for bone strength include virtually every type of adhesive (natural and synthetic) known in the field of preservation. Among the materials that can be mentioned are vegetable resins, gelatin, protein glues and waxes in that period.

The recording and preservation of ancient bones is a process in which the bone loses its matrix part and adhesion is created on its surface, which prevents the bone from being destroyed. This is one of the most important factors in bone protection in the field of restoration because it is not impossible. In general, stabilizing agents should have good working properties and cause strength, cohesion and durability of bone.

Therefore, it is necessary and necessary to investigate different materials and environmental conditions in ancient excavations to preserve bones and also to conduct other biological studies

Keywords

hydroxyapatite, restoration, ancient bones.

Iran Nanotechnology Laboratory Network

Iranian Journal of laboratory Knowledge

ISSN 2538-3450

Volume 12 ■ Issue 2 ■ Summer 2024 ■ No.46

Effect of Additives on the Tribological Properties of Various Greases

Introduction to nuclear magnetic resonance spectroscopy

Determination of density, relative density,or API gravity of crude petroleum and liquid petroleum products by hydrometer method.

Direct Determination of Selenium and other Trace Elements in Serum Samples by ICP-MS

Hydroxyapatite as a new strengthening material in the strengthening of ancient bones

Audi standard test: a technique for evaluating the materials and materials used in the reservoirs and display cases of historical and cultural

www.IJLK.ir
info@ijlk.ir