

در مورد تحلیل عنصری ایمپلنت دندانی

چکیده

در این مقاله ما اولین نتایج تحقیقاتی گسترده ای را ارائه خواهیم کرد که هدف از انجام آن درک بهینه ی ایمپلنت های دندانی است در این زمینه به شماری از تکنیک ها، موفقیت ها و شکست های حاصل شده در کشور برزیل اشاره خواهیم کرد و در عین حال دلایل احتمالی برای بروز تلفات را نیز عنوان خواهیم کرد (ناشی از مشکلات مربوط به تشخیص خطاهای ساخت و تولید برندهای مختلف پیشنهادی در بازار برزیل). یکی از مواردی که در حال حاضر مشهود است نقصان جزئیات در مورد تحلیل های عنصری به مرحله ی اجراء گذشته شده ی ایمپلنت ها است، نه تنها در کشور برزیل بلکه در بسیاری از گزارشات تحلیلی منتشر شده در نشریات بین المللی که به این موضوع اختصاص پیدا کرده اند مساله عدم ارائه ی جزئیات تکمیلی امری مشهود است. در حال حاضر شمار معناداری گزارش در مورد ترکیب ساخت و نمای ظاهری ایمپلنت های دندانی وجود دارد، اما در حالت کلی این گزارشات با نقصان هایی همراه هستند از جمله اینکه به اندازه کافی تست انجام نداده اند تا نتایج حاصله دارای اعتبار باشند و در عین حال به گزارش رویه ی اجرائی با جزئیات تکمیلی نپرداخته اند تا جامعیت آنها را تضمین کند که این امر برای اینکه ما را قادر کند تا میان نتایج منتج شده به مقایسه پردازیم فاکتوری کلیدی خواهد بود. یکی از مشکلات مشخص شده در این زمینه عبارت است از استفاده از یک هندسه ی غیر استاندارد در برخی از تجهیزاتی که با این نیازمندی روبرو هستند که دارای شکل یا ابعادی ویژه برای انجام تحلیل ها باشند. مشکل دیگر عبارت است از تعیین خطای تخمینی مرتبط با نتایج ارائه شده.

در اینجا ما مروری خلاصه خواهیم داشت بر تاریخچه ی ایمپلنت دندانی، به شماری از مشکلات مواجه شده در تحلیل های عنصری اشاره خواهیم کرد و دو مجموعه ی اندازه گیری را ارائه خواهیم کرد، یکی برای تحقیق در مورد تبعات ناشی از هندسه ی غیر استاندارد برخی از تجهیزات مورد استفاده در این زمینه و دیگری مقایسه ی تحلیل های عنصری به مرحله ی اجراء گذشته توسط ابزارهای مختلف.

کلمات کلیدی: ایمپلنت دندانی، تحلیل عنصری، SEM/EDS, WDS

اولین مورد ثبت شده از ایمپلنت دندان‌ی مربوط به ۲۰۰۰ سال قبل از میلاد مسیح بود، که در آن از طلا، پلاتین و پورسیلین استفاده شده بود. تمدن مایا در میان بسیاری از پیشرفت‌های علمی ایجاد شده، اولین تمدنی بود که از ایمپلنت‌های دندان‌ی درون کاشت استفاده کرد [۱].

در طول سالیان، مواد مختلفی برای ایمپلنت دندان‌ی آزمایش شده اند از جمله، مولیبدونوم-کبالت-کرومیوم و آلیاژهای نیکل-کرومیوم-آهن، فولاد ضدزنگ و فلزهایی نظیر طلا، پلاتین و نقره. اما در نتیجه‌ی جذب ثانوی بالای peri-implant توسط استخوان، موفقیت‌های کلینیک بدست آمده در میان مدت و طولانی مدت برای این مواد بسیار اندک بود [۲].

یافته‌های مربوط به مفهوم پیوند استخوانی تنها در سال ۱۹۶۵ در کشور سوئد توسط Brånemark محقق شد. Brånemark رهبری یک گروه تحقیقاتی در دانشگاه گوتنبرگ را بر عهده داشت. تحقیق اصلی Brånemark عبارت بود از انتشار میکرو خون در استخوان درشت نی خرگوش، در مشارکت با یک محفظه‌ی نوری کوچک تیتانیومی، که با استفاده از عمل جراحی، برای ارزیابی تامین خونی در استخوان جاسازی شده بود. بعد از مدتی، زمانی که او تلاش کرد تا محفظه را حذف کند، Brånemark متوجه شد که این امر غیر ممکن است بدلیل اینکه محفظه در استخوان یکپارچه شده بود، این گواهی بود بر اینکه یکپارچه سازی بین این فلز و استخوان به خوبی انجام شده است بدون اینکه فلز پس زده شود [۳].

مفهوم پیوند استخوانی سپس به عنوان پیوند ساختاری مستقیم و اتصال کارکردی بین استخوان زنده و سطح یک ایمپلنت حمل کننده‌ی بار تعریف شد [۴].

قدم بعدی Brånemark عبارت بود از اینکه اکتشاف خود را در زمینه‌ی توان بخشی و اصلاح دهانی مورد استفاده قرار دهد، او برای این منظور از تیتانیوم برای ساخت ایمپلنت دندان‌ی استفاده کرد. از این زمان به بعد این مساله مورد توجه قرار گرفت که موفقیت‌های کلینیکی مربوط به جایگذاری ایمپلنت دندان‌ی مستقیماً مرتبط است با وقوع پدیده‌ی پیوند استخوانی و نوع مواد مورد استفاده [۳].

تیتانیوم علاوه بر اینکه یک ماده‌ی زیست سازگار است یعنی با بافت‌های زنده سازگاری دارد و دارای این قابلیت است که پذیرش بیولوژیک توسط استخوان را داشته باشد، دارای ویژگی‌های ذاتی دیگری نیز می باشد که

سودمند هستند از جمله وزن ویژه ی اندک، نسبت بالای پایداری/ وزن، مقاومت در برابر فرسودگی و شکستگی و قابلیت ارتجاعی اندک. دیگر مزایای تیتانیوم از مقاومت شیمیایی عالی آن حاصل می شود که به واسطه ی لایه اکسیدی سطحی بوجود می آید که از فلز در برابر اکسیداسیون محافظت کرده و پیوند استخوانی را اجازه می دهد [۵].

به موازاتی که مفهوم یکپارچگی استخوانی و مزایای مربوط به استفاده از تیتانیوم برای اصلاح و توانبخشی دهانی کشف شد، شمار ایمپلنت های دندانی تولیدی و جایگذاری شده در بیماران بدون دندان هر ساله با افزایش قابل توجهی روبرو شد. در حال حاضر کشور برزیل دومین بازار بزرگ در جهان برای ایمپلنت می باشد که بنابر گزارش (ABIMO) یا انجمن برزیلی تجهیزات پزشکی و دندانی و صنعت فراوردهای تدارکی در هر سال ۲/۵ میلیون ایمپلنت مورد استفاده قرار می گیرد، همانگونه که انتظار می رود این میزان تا ۵ میلیون ایمپلنت تا سال ۲۰۲۰ افزایش پیدا خواهد کرد [۶].

علیرغم پیشرفت های قابل توجه در زمینه ی جایگذاری ایمپلنت دندانی، شمار شکست ها در این زمینه اگرچه کوچک است اما همچنان معنادار تلقی می شود، تصویر صریح و دقیق این شکست همچنان ناشناخته است نه تنها در کشور برزیل بلکه در سرتاسر جهان این مساله عمومیت دارد [۷]. درصد شکست های گزارش شده از ۱/۵ درصد تا ۳/۵ درصد متغیر بود که بسته به نوع منبع تا ۱۰ درصد هم افزایش پیدا می کرد [۸]. یک مطالعه ی انجام شده در جمعیت سوئد نشان داد که تلفات اولیه ی ایمپلنت در ۴/۴ درصد بیماران اتفاق می افتاد و تلفات دیرهنگام ایمپلنت در ۴/۲ درصد بیماران رخ می داد (تا ۹ سال پس از جایگذاری ایمپلنت). در مجموع در حدود ۷/۶ درصد بیماران حداقل یک ایمپلنت خود را از دست می دادند [۹].

شکست در ایمپلنت های جایگذاری شده با فاکتورهای متعددی مربوط است از جمله: فاکتورهای بدنی بیماران (بهداشت دهان، کشیدن سیگار، مصرف بیش از حد الکل، پوکی استخوان، دیابت)؛ فاکتورهای بیولوژیک (کمیت و کیفیت استخوان، عفونت های همجوار، ورم لثه، یکپارچگی و بی عیبی عروقی)؛ فاکتورهای مرتبط با ایمپلنت (زیست سازگاری یا سازگاری با بافت های زنده، مساحتی سطحی، ترکیب شیمیایی، آلودگی یا عدم خلوص سطحی، شکل هندسی ایمپلنت، حالت آب پذیری ایمپلنت)، فاکتورهای مرتبط با جراحی (آسیب

های جراحی، آلودگی در حین عمل جراحی، شرایط بارگیری ایمپلنت، ثبیت و جایگذاری نامناسب ایمپلنت)، و یا حتی تشخیص اشتباه بیماری [۱۰ و ۱۱].

۲- الزامات مورد نیاز برای یک پیوند استخوانی موثر

بدلیل واکنش پذیری بسیار بالای تیتانیوم، و دارا بودن میل ترکیبی بالا با اکسیژن، یک لایه ی نازک از اکسید تیتانیوم موضعی به موازاتی که تیتانیوم در معرض هوا قرار می گیرد، سطح آن را پوشش می دهد(در زمانی معادل ۳۰ میلی ثانیه). این لایه بطور معمول ترکیبی است از TiO_2 با ضخامتی که از ۱ تا ۲ نانومتر متغیر است و به دلیل اینکه دارای یک ساختار پایدار و فشرده است به آن غشاء انفعالی یا کم اثر پذیر گفته می شود، که دلالت دارد بر مقاومت بالای آن به خوردگی و تحلیل در محلول های فیزیولوژیکی. ویژگی های زیست سازگاری تیتانیوم به این غشاء انفعالی یا کم اثر پذیر نسبت داده می شوند [۱۲ و ۱۳].

به منظور ارتقاء پیوند استخوانی استفاده از روکش های متفاوت و تیمارهای مختلف سطح ایمپلنت مورد ارزیابی قرار گرفته است. موفقیت های کلینیکی جایگذاری نه تنها به مواد ایمپلنت وابسته است بلکه به چگونگی طراحی، نوع تیمار سطحی و کیفیت سطح آن نیز بستگی دارد [۵].

در حال حاضر انواع مختلفی از تیمارهای سطحی وجود دارد از جمله حک کردن اسیدی، پاشش پلاسما، شن پاشی و هیدروکسی آپاتیت پاشی [۱۸ و ۱۷ و ۱۶ و ۱۳ و ۵]، از این روش ها برای اصلاح ترکیب شیمیایی و مساحی سطح ایمپلنت استفاده به عمل می آید.

فاکتورهایی نظیر تمیز کردن، ساخت، استیریل کردن، بسته بندی و تیمارهای سطحی می توانند منجر به ایجاد آلودگی شوند [۱۴]. حتی در شرایطی که در کمیت های کوچک اعمال شوند این احتمال وجود دارد که منجر به ایجاد تغییر در زیست سازگاری ایمپلنت شوند و این قابلیت را بهبود بخشیده یا منجر به بدتر شدن وضعیت آن شوند. زمانی که در کمیت های بزرگ عرضه شوند ممکن است باعث ایجاد اختلال در شکل گیری لایه ی اکسید تیتانیوم شوند و به دنبال آن ایجاد مزاحمت در پیوند استخوانی را به دنبال داشته باشند [۱۵].

روشی دیگر برای افزایش موفقیت های کلینیکی از طریق مساحی و افزایش سطح تماس میان استخوان و ایمپلنت محقق می شود. هدف از ایجاد یک سطح ناهموار بزرگتر ایمپلنت همچنین عبارت است از ارتقاء پروسه ی معالجه ی استخوانی [۱۶].

دو فاکتوری که پیش از این در مورد آنها بحث شد یعنی شیمی و مساحی سطحی، فاکتورهای بهم مرتبط می باشند، یعنی اینکه اطلاع یکی بدون ایجاد تغییر در دیگری غیر ممکن می باشد، تراش دادن یکی از فاکتورهای مفید و لازم در توصیف سطح ایمپلنت می باشد.

یک پروژه ی چند زمینه ای با مشارکت چند رشته ی علمی با هدف درک مطلوب تر مسائل مرتبط با ایمپلنت دندان، شامل شماری پروسه های سالیانه در کشور برزیل است که به بررسی موفقیت ها، شکست ها و دلایل بلقوه ی تلفات ایمپلنت (ناشی از مشکلات تشخیص برندهای متفاوت تولیدی که در بازار برزیل پیشنهاد داده می شوند) می باشد که در دانشگاه فدرال ریو دی جانیرو با حضور شرکت کنندگانی با تخصص ها و مهارت های مختلف نظیر اساتید علمی، متخصصین کارگذاری ایمپلنت و دانشجویان رشته ی دندان پزشکی و موسسات شیمی و فیزیک ابداع شده است.

ایده ی مطرح در این زمینه عبارت بود از پوشش دادن بسیاری از زمینه های مشکلات موجود در پروسه های مختلف:

- (a) ارزیابی و تحقیق برای کشف شمار موفقیت ها، شکست ها و تلفات ایمپلنت
- (b) تحلیل مواد ایمپلنت به عنوان اقدامی در جهت تعیین آلودگی های احتمالی یا کاستی های ساختاری که می توانند مسئول شکست یا تلفات ایمپلنتی باشند.
- (c) تحقیق و بررسی با هدف تشخیص همبستگی میان پروسه های تشخیصی با شکست های بروز پیدا کرده در این عرصه.
- (d) در انتها ما قصد داریم شماری قانون را برای نفوذ سلامتی پیشنهاد دهیم تا از این طریق فرایند های نرمال جایگذاری ایمپلنت در برزیل را راه اندازی کنیم.

در این مقاله ما مروری خواهیم داشت بر تعیین مولفه های ایمپلنتی. تحلیل مواد ایمپلنت با استفاده از شیوه های مختلف مقادیر قابل توجهی داده را فراهم آورده است [۱۸ و ۱۷ و ۱۶ و ۵] اما در حالت کلی روش های تحلیلی با جزئیات مورد بحث قرار نگرفته اند. این امر از این جهت حائز اهمیت است که تا زمانی که هر پروسه (ماشین) از پرتوافکنی های کاوشی (الکترون، پروتون) و سطوح انرژی متفاوتی استفاده می کنند، لایه های موادی مورد تحقیق در نتیجه ی پروسه های افت قدرت امواج و پروسه های جذب امواج می تواند متفاوت باشند. ما همچنین

نتایج شماری از تحلیل های انجام شده ی خودمان را نیز ارائه خواهیم کرد تا از این طریق شماری از جنبه های کلیدی تحلیل های عنصری را ارزیابی کرده باشیم.

۳- تعیین ترکیبات ایمپلنت

همانگونه که در آیتم قبلی ذکر شد، لایه ی سطحی ایمپلنت تیتانیومی برای پیوند استخوانی ضروری و بنیادی می باشد. متعاقبا، زمانی که ترکیب ایمپلنت تجزیه و تحلیل می شود، انتخاب تکنولوژی و روش می بایست متمرکز بر بدست آوردن اطلاعات از عمق صفر تا عمق چند میکرون باشد.

راه رسیدن به این هدف انتخاب با دقت انرژی و ماهیت جسم پرتاب شونده است، به عبارت دیگر انجام یک انتخاب بر پایه ی ضرایب فرسایش انرژی موج فوتون ها و توقف قدرت الکترون ها.

تکنولوژی های اغلب استفاده شده در تعیین ترکیب ایمپلنت عبارتند از تکنولوژی های مبتنی بر فلورسانس اشعه ی ایکس متفرق کننده ی انرژی (EDXRF یا EDS؛ که مورد اخیر می تواند در ترکیب با کاوش میکروسکپ الکترونی، SEM، مورد استفاده قرار گیرد)، طیف بینی فتوالکترونی اشعه ی ایکس (AES) [۱۸ و ۱۷ و ۱۶ و ۱۵].

فلورسانس اشعه ی ایکس متفرق کننده ی طول موج (WDS or WDXRF) تکنیکی است که می تواند برای تعیین ترکیب شیمیایی نیز مورد استفاده قرار گیرد، اگرچه در مطالعات انجام شده در حوزه ی ایمپلنت به آن اشاره ای نشده است.

(a) طیف بینی متفرق کننده ی انرژی (EDS): این سیستم بر پایه ی فلورسانس اشعه ی ایکس تولید شده توسط فوتون ها یا الکترون ها استوار است (زمانی که در ترکیب با SEM قرار دارند). این سیستم قادر است انرژی فوتون ها و ویژگی های یک جزء خاص را مشخص کند. عمق تحلیل ها در محدوده ی μm قرار دارد. شماری تجهیزات تجاری در دسترس وجود دارند که عبارتند از: Hitachi مدل TM-3000 (آمریکا)، و JEOL مدل JXA-8900RJ (ژاپن) [۱۹].

(b) طیف بینی فتوالکترونی اشعه ی ایکس (XPS): بر پایه ی تاثیرات فتوالکترونی و استفاده از پرتو اشعه ی ایکس برای پرتو افکندن به یک نمونه جهت اندازه گیری انرژی جنبشی تولید شده توسط الکترون ها. عمق ماکزیمم تحلیل ها معادل ۱۰ نانومتر می باشد. در این زمینه تجهیزات تجاری در دسترس قرار دارند که عبارتند از:

کاشگر سیگما مدل Thermo-VG (انگلستان) و تحلیل گر الکترونی CLAM2 مدل VG Microtech (انگلستان) [۲۰].

(c) انکسار اشعه ی ایکس (XRD): تکنیکی است مبتنی بر موج/مضاعف اشعه ی ایکس برای بدست آوردن اطلاعاتی در مورد ساختار مواد کریستالی. عمق ماکزیمم تحلیل در محدوده ی زیر میکرون قرار دارد. در این زمینه تجهیزات تجاری وجود دارند که عبارتند از: پراش سنج اشعه ی ایکس D/Max Ultima (ژاپن)؛ Shimadzu مدل Lab X XRD-6000 (ژاپن)، بطور واضح روش های مورد نیاز برای نمونه های کریستالی [۲۱].

(d) طیف بین الکترونی Auger یا (AES): بر پایه ی تولید الکترون های Auger. شامل تحریک سطح نمونه با یک پرتو الکترونی متمرکز که منجر به حذف الکترون های Auger از سطح می شود. عمق متوسط تحلیل تقریباً معادل ۵ نانومتر می باشد. در این زمینه تجهیزات تجاری در دسترس قرار دارند که عبارتند از: الکترونیک فیزیکی، مدل PHI650 (آمریکا) [۲۲].

(e) طیف بینی متفرق کننده ی طول موج (WDS or WDXRF): در اینجا توسط اشعه ی ایکس به نمونه پرتو افکنی می شود و فوتون های فلورسانس تولید می شوند. از یک کریستال برای تحلیل انرژی فوتون و در نتیجه تعیین اجزاء استفاده به عمل می آید. عمق تحلیل ها در محدوده ی میکرومتر قرار دارد. در این زمینه تجهیزات تجاری در دسترس ما قرار دارند از جمله: Bruker مدل S8 Tiger (آمریکا) [۲۳].

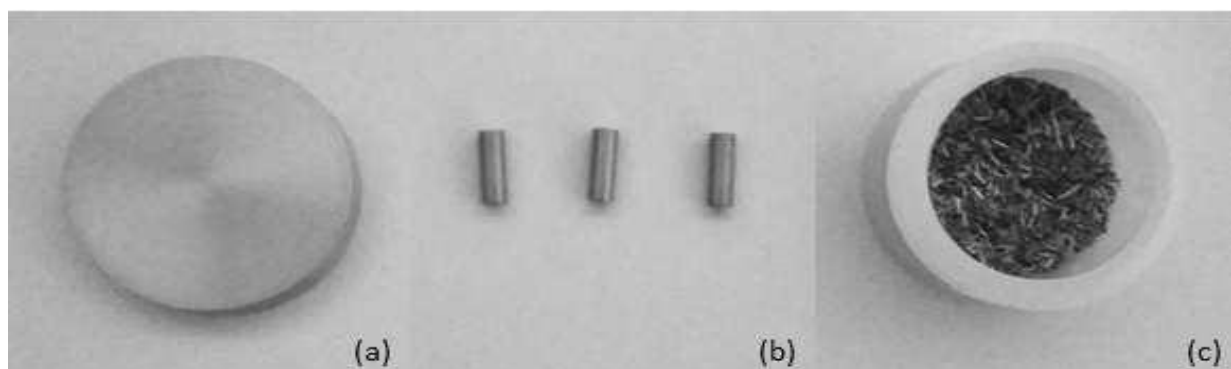
تمامی روش های ذکر شده ی قبلی نیازمند هندسه ی استاندارد نمونه در غالب فرم دیسک هستند بجز در موارد XPS و AES که این ویژگی ها در نظر گرفته نمی شوند. در تلاشی برای دایر کردن پروسه ای استاندارد جهت ارزیابی برندهای مختلف ایمپلنت های دندانی ما کار خود را با دو پروسه آغاز کردیم: EDS (در ترکیب با SEM) و WDS که در دانشگاه در دسترس ما قرار داشت. هر دو شیوه بر مبنای ردیابی اشعه ی ایکس فلورسانس تولید شده در نمونه و تعیین انرژی آن عملکرد دارند. تفاوت میان دو روش عبارت است از: منبع پرتو افکنی؛ عمق تحلیل (در حدود نانومتر nm برای SEM/EDS و میکرومتر μm برای WDS)، تفکیک پذیری یا رزولوشن (بالتر برای WDS) و زمینه ی پرتو افکنی (پایین تر برای SEM/EDS) در نتیجه ی کارائی تحریک (بالتر).

۳,۱ مواد و روش ها

به عنوان اولین ارزیابی ما از شیوه های ارزیابی EDS/SEM و WDS استفاده کردیم. در هر دو دستگاه ما پنج نمونه با آلیاژ برنج را ارزیابی کردیم (سه نمونه به شکل سیلندرها کوچک، قابل مقایسه با ابعاد ایمپلنت، یک نمونه به شکل دیسک و یک نمونه به شکل براده (بسته بندی شده به شکل دیسک). به عنوان اقدامی در جهت ارزیابی تاثیرات هندسه های مختلف غیر استاندارد. ما همچنین یک ایمپلنت دندانی قدیمی دورانداخته شده را مورد سنجش قرار دادیم تا از این طریق تفاوت های میان نتایج بدست آمده از هر دو تجهیزات را در ایمپلنت واقعی بررسی کرده باشیم.

از آنجائیکه ایمپلنت های دندانی ضرورتاً یک پیچ خوردگی می باشند، هندسه ی آنها کاملاً جدا از دیسک های مورد نیاز معمول می باشد (شعاع آن از ۵ میلی متر تا ۵۰ میلی متر متغیر است و ضخامت ماکزیمم آن ۴۷ میلی متر می باشد)، در ادامه نکته ی مهم این بود که در این مورد تحقیق شود که آیا تجهیزات بطور رضایت بخشی با هندسه ی ایمپلنت کار می کنند یا خیر. اگر نیاز به برش تراش باشد، رویه مورد نظر می تواند ترکیب یا ساختار نمونه ی مورد بررسی را اصلاح کند.

ویژگی های پنج نمونه ی برنجی عبارتند از: (۱) یک دیسک با قطر ۴۰ میلی متر و ضخامت ۷ میلی متر، (۲) سه سیلندر کوچک با ابعاد مشابه ایمپلنت (۴/۰۱ میلی متر قطر و ۱۱ میلی متر طول) و (۳) براده (هر تراشه به طور میانگین دارای طولی معادل ۲/۳ میلی متر می باشد) که به شکل دیسک بسته بندی شده است. نمونه ها به ترتیب در تصویر 1a,b,c نشان داده شده اند. آخرین نمونه یک ایمپلنت قدیمی دورانداخته شده با سطح اشباع شده ی شیمیایی است.



تصویر ۱ نمونه ی برنجی با اشکال هندسی متفاوت

تجهیزات مورد استفاده برای WDXRF عبارت بود از یک Bruker S8 Tiger مدل 1 kW (ماساچوست، آمریکا) از لابراتوار تاثیر الکترون و پروتون (LIFE)، از حوزه ی فیزیک و شیمی دانشگاه فدرال ریو دی جانیرو (UFRJ). ابزار ولتاژ ماکزیمم 50 kV و 50 mA با قدرت محدود شده تا 1kW را اجازه می داد. لایه ی مورد تجزیه تحلیل می توانست به عمقی معادل میکرون نمونه های مطالعاتی دست پیدا کند. برای اندازه گیری سیلندرها و ایمپلنت ها از یک دیسک کربنی به عنوان مبناء استفاده شد، به همراه نمونه ی فیکس شده و پوشش داده شده با یک غشاء 3525 Ultralene با ضخامت 4µm از SPEX SamplePrep (تصویر ۲).

برای تجزیه تحلیل از نرم افزار QUANT-EXPRESS استفاده شد.



تصویر ۲: آماده سازی نمونه برای سیلندر و ایمپلنت در WDS

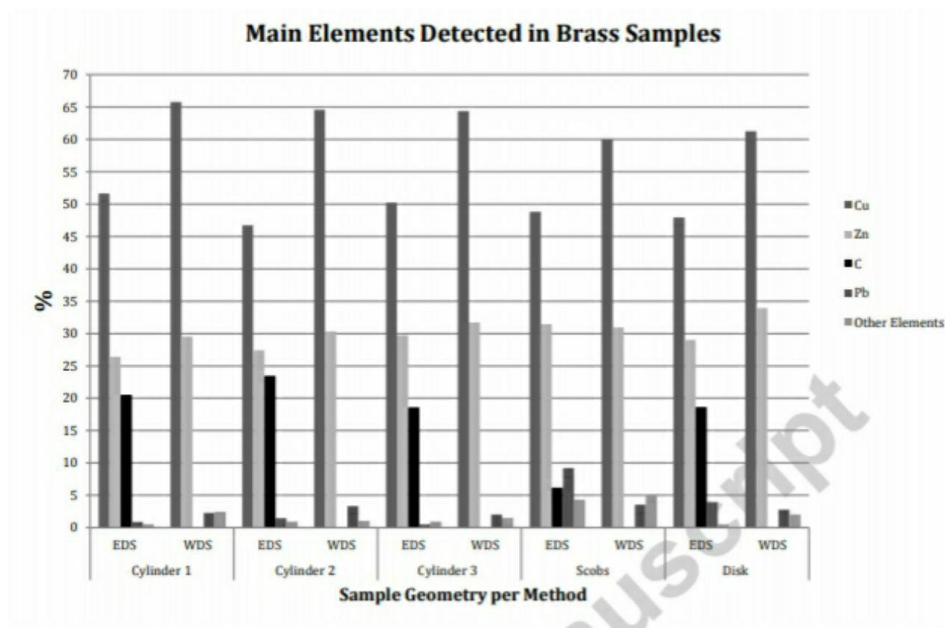
تمامی نمونه ها همچنین در یک تجهیزات SEM/EDS از Hitachi مدل TM3000 (توکيو، ژاپن) در ترکیب با ژنراتور اسکن Bruker و ردیاب اشعه ی ایکس (ماساچوست، آمریکا) از لابراتوار اسکن میکروسکپ الکترونی از بخش تکنولوژی شیمی و مواد (STMQ) از انستیتو مهندسی هسته ای (IEN) مورد تجزیه تحلیل واقع شدند. در طول فرایند کشف داده ای، نمونه در محلی با حمایت های تجهیزاتی استاندارد نگه داشته شد. تمامی اندازه گیری ها با استفاده از درشت نمایی مشابه (300X) به مرحله ی اجراء رسید. برای تجزیه و تحلیل داده ای از نرم افزار QUANTAX 70 استفاده شد.

۴- نتایج و بحث

نتایج بدست آمده از نمونه های برنجی در هر دو شیوه ی SEM/EDS و WDS در قالب نمودار ترسیم شده در تصویر ۳ ارائه شده است.

مهمترین اجزاء ردیابی شده همانگونه که انتظار می رفت عبارتند از مس و روی. در هر دو روش برای تمامی نمونه های برنجی، سرب نیز ردیابی شد که در مورد نمونه ی براده ای از غلظت بالاتری برخوردار بود. این مورد را می توان به خوبی در تصویر ۴ مشاهده کرد. این مورد را می توان با استفاده از پروسه های ساخت و تولید توضیح داد. تراشه هایی که دارای تماس بیشتری با ابزار برش بودند می توانستند به عنوان منبعی از بار مطرح باشند. کربن در SEM/EDS ردیابی شد اما در WDS این ردیابی انجام نشد که با کریستال های مناسب برای ردیابی مقادیر اندک اجزاء Z تجهیز نشده بود. دیگر اجزاء ردیابی شده با تکمیل فرایند نرمال سازی تا ۱۰۰

درصد عبارتند از: Na, Sn, Fe, As, Si, Ca, S, Cl, Ni, Al, O



تصویر ۳: اجزاء اصلی ردیابی شده برای نمونه های برنجی با هندسه های متفاوت در EDS و WDS



تصویر ۴: مقایسه ی تصویر سطح سه نمونه با هندسه ی مختلف. نقطه های سفید متناظر هستند با سرب: (a) دیسک، (b) سیلندر (C) براده. سرب از فراوانی بیشتری در سطح براده برخوردار است.

مس یکی از اجزایی بود که در هر دو روش از غلظت بالاتری برخوردار بود. مقدار اندازه گیری شده در SEM/EDS برای سیلندرهای ۱ و ۲ و ۳ به ترتیب عبارت بود از ۵۱/۶۵ درصد، ۴۶/۷۳ درصد و ۵۰/۲ درصد این در حالی بود که براده مقدار ۴۸/۸۱ درصد را ارائه می کرد و دیسک نیز مقدار ۴۷/۹۳ درصد را با میانگین عدم اطمینان ۱/۵ درصد ارائه می کرد. به عبارت دیگر غلظت مس بدست آمده در WDS برای سیلندرهای ۱ و ۲ و ۳ به ترتیب عبارت بود از ۶۵/۷۵ درصد، ۶۴/۵۷ درصد و ۶۴/۳۷ درصد و مقدار ۶۰/۰۲ درصد برای براده و مقدار ۶۱/۲۴ درصد برای دیسک با عدم اطمینان حول ۰/۵۵ درصد (این مقادیر با استفاده از نرم افزارهای تحلیلی برآورد شده است) در هر دو مورد استفاده از یک اعشار برای داده ها معتبر تر خواهد بود اما ما تصمیم گرفتیم شمار ارقام تدارک دیده شده توسط نرم افزار را حفظ کنیم. نتایج بدست آمده از WDS برای سیلندرها یک رابطه ی نزدیکتر را با یکدیگر ارائه می کرد که در عین حال از عدم اطمینان بزرگتر بود. نتایج بدست آمده برای سیلندرها در EDS نشان دهنده ی نوسانی حول ۴ درصد می باشد که می تواند مرتبط با غلظت های متفاوت آلاینده ها در هر کدام از سطح های نمونه ای باشد.

تحلیل های متفاوت نشانگر دیگر اجزاء (Na, Sn, Fe, As, Si, Ca, S, Cl, Ni, Al, O) با مقادیر متفاوت در هر نمونه است با غلظت های بسیار پایین و عدم اطمینان مشابه با مقادیر یافت شده. این مورد می بایست به نحو مطلوب تری مورد ارزیابی واقع گردد.

هر دو نرم افزار عدم اطمینانی مرتبط با اندازه گیری را نشان می دادند. میانگین عدم اطمینان مربوط به اندازه گیری هر جزء از نمونه برای EDS عبارت است از ۱/۵ درصد از برای مس، ۰/۹ برای Zn و ۳/۳ درصد برای C و ۰/۵ درصد برای Pb. این مقادیر برای WDS عبارتند از: ۰/۵۵ درصد برای مس، ۰/۳۹ درصد برای Zn، ۱۵ درصد برای Pb. مغایرت های میان غلظت های یافت شده در هر دو روش را می توان با استفاده از این حقیقت که داده های SEM/EDS به یک لایه ی نازک تر در مقایسه WDS اشاره دارند، توجیه کرد این مساله با اجزاء سطحی که در هسته ی درونی حضور ندارند، این اجازه را می دهد که ردیابی شوند.

با در نظر گرفتن ویژگی های ذکر شده در بخش بالا، این امکان وجود دارد که این نتیجه گیری را داشته باشیم که برای هر دو روش با در نظر گرفتن نسبت مشابه از غلظت عنصری برای تمامی نمونه ها، تصدیق هندسه ی

سیلندر رضایت بخش خواهد بود، اما با یک عدم اطمینان بزرگتر از مورد آماری تدارک دیده شده توسط نرم افزار.

بعد از اعتبار سنجی هندسه ی غیر مرسوم، یک ایمپلنت دورانداخته شده با استفاده از هر دو روش ارزیابی شد. نتایج این ارزیابی در جدول ۱ ارائه شده است. با توجه به نتایج به دست آمده از EDS این امکان وجود دارد که شاهد این موضوع باشیم که سطح ایمپلنت مرکب است از C, Ti, O. یک نتیجه ی معتبر که در بسیاری از منابع نیز ذکر شده است، این در حالی است که TiO_2 یک لایه ی موضعی است که در تمامی سطوح ایمپلنتی حضور دارد و C بیشترین آلاینده ی یافت شده می باشد [۱۸ و ۱۷ و ۱۶ و ۱۵]. نتایج WDS نشان دهنده ی غلظت پایه ی ۹۸/۶ درصد برای تیتانیوم به همراه غلظت بسیار اندک S, Si, Al می باشد. باید به این نکته اشاره کرد که O و C به واسطه ی محدودیت های تجهیزاتی در WDS ردیابی نشدند.

| تجهیزات | EDS | | WDS | |
|---------|-----------------|------------|-----------------|------------|
| | غلظت وزنی(درصد) | خطاء(درصد) | غلظت وزنی(درصد) | خطاء(درصد) |
| Ti | 74.46 | 2.3 | 98.6 | 1.4 |
| C | 13.92 | 3.4 | - | - |
| O | 11.62 | 4.2 | - | - |
| Si | - | - | 0.6 | 22.2 |
| S | - | - | 0.4 | 18.4 |
| Al | - | - | 0.4 | 28.3 |

جدول ۱- مقایسه ی میان تحلیل های EDS و WDS از یک ایمپلنت به دور انداخته شده

۵- نتیجه گیری

نتایج تشریح کننده ی تحلیل عنصری ایمپلنت دندان بسیار ویژه هستند که بسته به نوع تکنیک، معانی پرتوافکنی و انرژی انتخابی، به خوبی انتخاب ناحیه ی مورد نظر بر روی نمونه دارای تاثیر هستند. برای لایه های سطحی، مهمترین ناحیه برای ایمپلنت دندان، میکروسکپ الکترونی در ترکیب با تحلیل های EDS یک تکنیک مناسب خواهد بود اما نیازمند برخی توجهات است بخصوص زمانی که عدم اطمینان ارزیابی می شود، از استفاده ی انحصاری از نتایج آماری تدارک دیده شده توسط تجهیزات، ممانعت به عمل می آورد و در مورد قابلیت ساخت یا تولید، بازبینی مجدد انجام می دهد.

استفاده از روش دوم تحت عنوان WDS، از طرف دیگر این اجازه را به ما می دهد که لایه های عمیق تر نمونه را تجزیه و تحلیل کنیم. اما در این خصوص می بایست توجهات خاصی را معطوف شکل هندسی نمونه کرد. ترکیبی از هر دو روش این اجازه را می دهد که ارزیابی های کامل تری از ایمپلنت های دندان‌ی صورت بگیرد: لایه ی سطحی، نشان دادن اکسیداسیون و ویژگی های پوششی به خوبی نشان دادن ویژگی های هسته ی تیتانیومی مورد استفاده برای ایمپلنت. مرحله ی بعدی مطالعات ما عبارت است از ارزیابی لایه ی سطحی ایمپلنت زمانی که در معرض اتمسفر قرار می گیرد. و سپس ارزیابی برندهای مختلف پیشنهاد شده در بازار برزیل.

REFERENCES

۱. CM Abraham. A brief historical perspective on dental implants, their surface coatings and treatments. *Open Dent. J.* 2014; 8:50–55.
۲. Lee JH, Frias V, Lee KW, Wright RF. Effect of implant size and shape on implant success rates: a literature review. *J Prosthet Dent.* 2005; 94:377-81.
۳. CN Elias. Factors affecting the success of dental implants [Internet]. Rijeka: InTech [cited 2017 Sep 25]. Available from: <http://www.intechopen.com/books/implant-dentistry-a-rapidly-evolvingpractice/factors-affecting-the-success-of-dental-implants>.
۴. P-I Brånemark. Osseointegration [Internet]. Associated Brånemark Osseointegration Centers [cited 2017 Set 25]. Available from: <http://branemark.se/osseointegration/>.
۵. GAA Castilho, MD Martins, WAA Macedo. Surface characterization of titanium based dental implants. *Brazilian Journal of Physics.* 2006; 36(3B):1004-1008
۶. *Jornal da Cidade* [Internet]. ABIMO [cited 2017 Sep 26]. Available from: <https://abimo.org.br/?clippings=jornal-da-cidade>.
۷. LMN Alves, LRC Hidalgo, LS Conceição, GM Oliveira, KRF Borges, WG Passos. Implants complications: a literature review. *J Orofac Invest.* 2017; 4(1):20-
۸. L Vidyasagar, P Apse. Dental Implant Design and Biological Effects on Bone-Implant Interface. *Stomatologija, Baltic Dental and Maxillofacial Journal.* 2004; ۶:۵۱-۵۴
۹. Derks J, Hakansson J, Wennstrom JL, Tomasi C, Larsson M, Berglundh T. Effectiveness of implant therapy analyzed in a Swedish population: early and late implant loss. *J Dent Res.* 2015; 94:44S–51S. doi: 10.1177/0022034514563077.
۱۰. A Revathi, AD Borrás, AI Muñoz, C Richard, G Manivasagam. Degradation mechanisms and future challenges of titanium and its alloys for dental implant applications in oral environment. *Materials Science and Engineering: C.* 2017; ۷۶:۱۳۵۴-۶۸
۱۱. AB Fadanell, AC Stemmer, GC Beltrão. Early Oral Implant Failures. *Rev Odonto Cienc Fac Odonto/PUCRS.* 2005; 20(48):170-6.
۱۲. JE Ellingsen. A study on the mechanism of protein adsorption to TiO₂. *Biomaterials* 1991; 12:593–596.

- 13P Mandracci, F Mussano, P Rivolo, S Carossa. Surface treatments and functional coatings for biocompatibility improvement and bacterial adhesion reduction in dental implantology. *Coating*. 2016; 6:7.
- 14CARF Tavares, WR Sendyk, AB Matos, A Sansiviero. Surface contamination of osseointegrated implants: current state of art. *Rev Inst Ciênc Saúde*. 139-149:(2)23 ;2005
- 15HE Placko, S Mishra, JJ Weimer, LC Lucas. Surface Characterization of titanium-based implant materials. *Int J Oral Maxillofac Implants*. 2000; 15:355-63.
- 16BR Chrcanovic, AR Pedrosa, MD Martins. Chemical and topographic analysis of treated surfaces of five different commercial dental titanium implants. *Materials Research*. 2012; 15(3):372-382.
- 17BS Kang, YT Sul, SJ Oh, HJ Lee, T Albrektsson. XPS, AES and SEM analysis of recent dental implants. *Acta Biomater*. 2009; 5:2222-9.
- 18M Morra, C Cassinelli, G Bruzzone, A Carpi, GD Santi, R Giardino, M Fini. Surface chemistry effects of topographic modification of titanium dental implant surfaces: 1. surface analysis. *Int J Oral Maxillofacial Implants*. 2003; 18:40-5
- 19Brouwer, N. P., 2010. *Theory of XRF- Getting acquainted with the principles*. 3rd Edition. PANalytical B.V., 2, 8-25. Almelo, The Netherlands. ISBN:90- 90 16758-7
- 20Briggs, D. (1981). *Handbook of X-ray Photoelectron Spectroscopy* C. D. Wanger, W. M. Riggs, L. E. Davis, J. F. Moulder and G. E. Muilenberg Perkin-Elmer Corp., Physical Electronics Division, Eden Prairie, Minnesota, USA, 1979. 190 pp. *Surf. Interface Anal.*, 3: v. doi:10.1002/sia.740030412
- 21M. Emrich, D. Opper, 2013. *XRD for the analyst: Getting acquainted with the principles*. 2nd Edition. PANalytical B.V. Almelo, The Netherlands. ISBN:978-90-809086-0-4.
- 22Auger Electron Spectroscopy [Internet]. Minneapolis, Physical Electronics [cited 2017 Sep 26]. Available from: <https://www.phis.com/surfaceanalysis-techniques/aes.html>.
- 23XRF think forward Bruker AXS GmbH S8 TIGER Operator's Manual, 2009 Karlsruhe, Germany. DOC-M80-EXX032 V3.