تأثیر فرآیند بازیافت بر میزان آزاد سازی یون‌های فلزی از براکت‌های ارتودنسی در زمان‌های مختلف

دکتر فریبرز امینی[۱]- دکتر فرهاد ثبوتی[۲]- دکتر مهسا شریعتی[+۳]- دکتر زینب نوشاد حقیقی[۴]

۱- دانشیار گروه آموزشی ارتودنتیکس، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی تهران

۲- دستیار تخصصی گروه آموزشی ارتودنتیکس، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی، درمانی تهران

۳- دستیار تخصصی گروه آموزشی ارتودنتیکس، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی تهران

۴- دندانپزشک

Archive of SID

Effect of recycling process on metal ion release from orthodontic brackets at different periods

Amini F[1], Soboti F[2], Shariati M[3], Noshad Haghighi Z[4]

1- Associate Professor, Department of Orthodontics, School of Dentistry, Tehran Islamic Azad University
2- Postgraduated Student, Department of Orthodontics, School of Dentistry, Tehran University of Medical Sciences
3- Postgraduated Student, Department of Orthodontics, School of Dentistry, Tehran Islamic Azad University
4- Dentist

Background and Aims: Considering the application of recycled metallic brackets in orthodontic treatments and probably more resultant metal ion release, which can cause cytotoxic side effects, this study was set up to assess the effect of recycling process of orthodontic brackets on metal ion release.

Materials and Methods: In this experimental study, 80 Discovery direct bond brackets (Dentarum, Germany) were divided into 2 groups, new and recycled brackets (n=40), then each group was divided into two subgroups (one-week and 6-months subgroups) (n=20). The specimens were maintained in buffered solution of $NaNHNo_3$ (pH=7) at 37°C in an incubator. After periods of one week and 6 months immersion, 0.5 mL of each solution was analyzed by spectrophotometry for the quantity of released Nickel (Ni), Chromium (Cr), and Cobalt (Co) ions. The data were analyzed using two way ANOVA analysis.

Results: After one week, the quantity of Ni, Cr, and Co ions released from new brackets were 0.65, 1.4, and 0.75 (ppb), respectively. The values for recycled brackets were 142, 2.61, and, 1.43 (ppb). These findings indicated significant difference between two groups (P<0.001). After six months, the quantity of Ni, Cr, and Co ions released from new brackets were 1200, 3.4, and 2.4 (ppb) and from recycled brackets were 2330, 6.9, and 10.8 (ppb), which showed significant difference between two groups (P<0.001).

Conclusion: Application of recycled brackets in long fixed orthodontic treatments can lead to metal ion release, specifically Nickel. Thus, the use of recycled brackets in long orthodontic treatments is not recommended.

Key Words: Ion; Recycled; Orthodontic bracket; Release

Journal of Dental Medicine-Tehran University of Medical Sciences 2011;24(2):108-112

چکیده

زمینه و هدف: با توجه به کاربرد براکت‌های بازیافت شده در درمان‌های ارتودنسی و احتمال بالاتر بودن میزان آزاد سازی یون‌های فلزی در این نوع براکت‌ها و عوارض شناخته شده حاصل ازآن؛ این مطالعه به منظور بررسی تأثیر فرآیند بازیافت بر میزان یون‌های فلزی آزاد شده از براکت‌های ارتودنسی انجام گرفت.

روش بررسی: این تحقیق به روش تجربی و بر روی ۸۰ براکت از نوع Discovery باند مستقیم ساخت شرکت Dentarum آلمان انجام گرفت. تمام نمونه‌ها به ۲ گروه ۴۰ تایی شامل ۴۰ براکت نو (۲۰ عدد برای یک هفته و ۲۰ عدد برای ۶ ماه) و ۴۰ براکت بازیافتی (۲۰ عدد برای یک هفته و ۲۰ عدد برای

+ مؤلف مسؤول: نشانی: تهران- پاسداران- بوستان دهم- دانشکده دندانپزشکی- دانشگاه آزاد اسلامی تهران- گروه آموزشی ارتودنتیکس
تلفن: ۰۹۱۲۱۱۳۹۷۰۲ نشانی الکترونیک: mahsa.shariati@gmail.com

www.SID.ir

۶ ماه) تقسیم شدند، سپس تعداد ۲۰ عدد براکت از هر گروه به مدت یک هفته و شش ماه در بزاق مصنوعی ساخته شده، حاوی یک میکرون $NaNHNO_3$ بافری با pH=۷ درون تیوپ‌های پلی پروپیلن، در انکوباتور با دمای۳۷ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. ابتدا بعد از گذشت یک هفته، نیم میلی لیتر از محلول تیوپ‌های حاوی ۲۰ براکت نو و ۲۰ براکت بازیافتی (گروه‌های یک هفته‌ای) خارج و پنج مرتبه توسط دستگاه اسپکتروفتومتری؛ میزان عناصر نیکل، کروم وکبالت آنها بر حسب واحد ppb، اندازه‌گیری شد و سپس همین کاردر مورد ۴۰ براکت نو و بازیافتی بعدی (گروه‌های ۶ ماهه) بعد از گذشت ۶ ماه انجام شد. در انتها داده‌های بدست آمده توسط دو آزمون Two way ANOVA مورد قضاوت آماری قرار گرفت.

یافته‌ها: آنالیز داده‌ها بعد از گذشت یک هفته، میزان یون‌های فلزی آزاد شده نیکل، کروم و کبالت را به ترتیب در براکت‌های نو و بازیافت شده برابر با ۰/۶۵، ۱/۴۰ و ۰/۷۵ ppb (Part per billion) و ۱۴۲، ۲/۶۱، ۱/۴۳ ppb نشان داد، که اختلاف بین دو گروه نو و بازیافتی در مورد هر سه یون فلزی از نظر آماری معنی‌دار بود (P<۰/۰۰۱). بعد از ۶ ماه، میزان یون‌های فلزی آزاد شده نیکل، کروم و کبالت به ترتیب در براکت‌های نو و بازیافت شده ۱۲۰۰، ۳/۴، ۲/۴ ppb و۲۳۳۰، ۶/۹، ۱۰/۸ ppb بود که اختلاف معنی‌داری بین دو گروه وجود داشت (P<۰/۰۰۱).

نتیجه‌گیری: استفاده از براکت‌های بازیافت شده در درمان‌های طولانی مدت ارتودنسی باعث افزایش آزادسازی یون‌های فلزی و (به خصوص نیکل) می‌شود. استفاده از این براکت‌ها در درمان‌های طولانی مدت ارتودنسی پیشنهاد نمی‌شود.

کلید واژه‌ها: یون؛ بازیافت؛ براکت ارتودنسی؛ آزاد سازی

وصول: ۹۰/۱/۱۲ اصلاح نهایی: ۹۰/۰۴/۰۱ تأیید چاپ: ۹۰/۰۴/۱۰

مقدمه

به طور کلی برای ساخت اپلاینس‌های ارتودنسی از آلیاژهای مختلفی استفاده می‌شود. اغلب اپلاینس‌ها، از جنس استنلس استیل و حاوی ۱۲-۸٪ نیکل، ۲۲-۱۷٪ کروم و مقادیر متفاوتی از عناصر دیگر می‌باشند (۱). Park و Shearer در سال ۱۹۸۳، گزارش کردند که به طور میانگین ۴۰ میکروگرم نیکل و ۳۶ میکروگرم کروم، از اپلاینس‌های ارتودنسی ساختگی آزاد می‌شود (۲).

بر طبق مطالعات Pereira و همکاران در سال ۱۹۹۹ بزرگ‌ترین محصولات حاصل از اپلاینس‌های استنلس استیل؛ نیکل، کروم وآهن است، اگرچه هر سه این عناصر بالقوه دارای اثرات مخربی هستند، ولی نیکل و کروم به علت ایجاد اثرات آلرژیک، توکسیک و کارسینوژن، بیشتر مورد توجه می‌باشند (۳).

Huang و همکاران در سال ۲۰۰۱ تحقیقی در زمینه مقایسه آزاد سازی یون‌های فلزی از براکت‌های نو و بازیافتی در pHهای متفاوت و فواصل زمانی ۱ ساعت و ۱۲ هفته انجام دادند و دریافتند که براکت‌های بازیافت شده، یون‌های فلزی بیشتری را آزاد می‌کند، به طوری که این آزاد سازی یونی در pHهای اسیدی‌تر و با گذشت زمان نیز افزایش می‌یابد (۴). وی در همین خصوص، در سال ۲۰۰۴ نیز مطالعه‌ای در زمینه مقایسه آزاد سازی یون‌های فلزی از براکت‌های نو و بازیافتی در pHهای مختلف ولی در فواصل زمانی ۱ ساعت و ۴۸ هفته انجام داد و به نتایج مشابهی دست یافت (۵). همزمان Eliades و همکاران نیز در سال ۲۰۰۴ به اثرات مخرب محلول نیکل کلراید بر فیبروبلاست‌های لثه و PDL پی بردند (۶). در سال ۲۰۰۵ نیز Gursoy و همکاران دریافتند که میزان آزاد سازی یون‌های فلزی در اپلاینس‌های بازیافتی به طور قابل ملاحظه ای بیشتر از اپلاینس‌های نو است (۷).

در سال ۱۹۹۷ نظرات والدین بیماران در مورد کاربرد براکت‌های ارتودنسی بازیافتی توسط Oliver و همکاران جمع‌آوری شد (۸). ایشان به این نتیجه رسید که افرادی که در لیست انتظار درمان‌های ارتودنسی هستند، نسبت به افراد تحت درمان توجه بیشتری به این موضوع دارند و جالب‌تر آنکه ۹۲٪ متخصصین ارتودنسی در مورد کاربرد براکت‌های باز یافت شده برای بیمارانشان، هیچگونه اطلاعی به آنها نمی‌دهند (۹). به طور کلی حساسیت بیماران به بی خطر بودن آلیاژهای مصرفی در درمان آنها رو به افزایش است. مطالعات متفاوتی در دو دهه اخیر بر این امر صورت گرفته است که احساس می‌شود همچنان نیازمند تعیین دقیق تر نوع و میزان یون‌های رها شده طی دوره‌های متفاوت درمان می‌باشد. از این رو بر آن شدیم که در این مطالعه به بررسی تأثیر فرآیند بازیافت بر میزان آزاد سازی یون‌های فلزی از براکت‌های ارتودنسی در زمان‌های مختلف بپردازیم.

روش بررسی

در این مطالعه تعداد ۸۰ براکت ارتودنسی از نوع Discovery باند

Archive of SID

www.SID.ir

مستقیم ساخت شرکت Dentarum آلمان دارای بیس کستینگ و به سایز slot ۰/۰۱۸ بکار رفت (Dentarum, Discovery, Direct bond Roth, 0.018 slot pforzheim Germany). سپس ۸۰ براکت به دو گروه ۴۰ تایی تقسیم شد. در گروه اول ۴۰ براکت که به صورت مستقیم از شرکت سازنده دریافت شده بود، به صورت نو و دست نخورده کنار گذاشته شد و به بیس ۴۰ براکت بعدی ادهزیو کامپوزیت سلف کیور افزوده گردید تا برای انجام فرآیند بازیافت آماده شوند.

پروسه بازیافت به صورت سوزاندن ادهزیو بیس براکت در دمای ۳۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت۳۰ دقیقه و سپس الکتروپالیشینگ آن به مدت ۳۰ ثانیه در دستگاه الکترو پالیز حاوی ۹۰٪ اسید فسفریک، انجام گرفت. سپس مواد زیر از آزمایشگاه‌های مختلف تهیه گردیده و با مخلوط کردن آن‌ها اقدام به ساخت بزاق مصنوعی شد.

۱- NaCl (۰/۴۰ mg/l)
۲- $CaCl_2$ (۰/۸۰ mg/l)
۳- $Ca(NH_2)_2$ (۱۰ mg/l)
۴- KCl (۰/۴۰ mg/l)
۵- $NaS, 5H_2O$ (۰/۰۱ mg/l)
۶- Distilled water (۱۰۰۰ml)

سپس توسط ۱ میکرون $NaNHNO_3$، pH بزاق را نزدیک pH بدن (۶/۷۵±۰/۱۵) ساخته و از این محلول ساخته شده به طور مساوی ۵۰ سی سی داخل هر ۴ ظرف لوله ای شکل پلی اتیلن ریخته شد و در ادامه به دو لوله ۴۰ عدد براکت نو (هر یک ۲۰ عدد) و به دو لوله دیگر ۴۰ عدد براکت بازیافتی (هر یک ۲۰ عدد) اضافه شد و بعد از سیل کامل درب لوله‌ها، نمونه‌ها به مدت ۱ هفته و ۶ ماه در انکوباتور با دمای ۳۷ درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند.

بعد از گذشت ۱ هفته نمونه‌های ۱ هفته‌ای از انکوباتور خارج شده و به سازمان انرژی اتمی ایران منتقل شد و این سازمان عمل نمونه سازی را توسط اسید نیتریک بر روی نمونه‌ها انجام داد و به دنبال آن عمل کالیبراسیون برای هر نمونه به منظور اندازه‌گیری عناصر نیکل، کروم و کبالت بر حسب ppb (part per billion) توسط دستگاه اسپکتروفتومتری (Atomic absorbtion spectrophtometry) مدل spectra AA 220 ساخت شرکت Varian استرالیا انجام شد و در انتها میزان آزاد سازی این یون‌های فلزی توسط کامپیوتر ثبت و وارد فرم اطلاعاتی تحقیق گشت.

پس از گذشت ۶ ماه دیگر از انجام تحقیق، ۴۰ نمونه دوم نیز به همان شیوه فوق الذکر مورد آزمایش قرار گرفت و درآخر داده‌های به دست آمده توسط آنالیزهای Two way ANOVA مورد قضاوت آماری قرار گرفتند.

یافته‌ها

نتایج حاصله نشان داد که میزان آزاد سازی یون‌های فلزی نیکل، کروم وکبالت به ترتیب از براکت‌های نو بعد از گذشت ۱ هفته برابر با ۶۴/۹۴±۰/۰۱، ۱/۴۰±۰/۰۱ و ۰/۷۴±۰/۰۱ ppb و از براکت‌های بازیافت شده در طول همین مدت زمان برابر با ۱۴۱/۹۶±۰/۱۵، ۲/۶۰±۰/۰۱ و ۱/۴۱±۰/۰۱ ppb بود که این اختلافات در مورد هر سه یون فلزی از لحاظ آماری معنی‌دار بود (P<۰/۰۰۱).

این تحقیق نشان دادکه میزان آزاد سازی یون‌های فلزی نیکل، کروم و کبالت به ترتیب از براکت‌های نو بعد از گذشت ۶ ماه برابر با ۱۱۹۹/۶۰±۱/۵۱، ۳/۳۹±۰/۰۲ و ۲/۳۹±۰/۰۲ ppb و از براکت‌های بازیافت شده در طول همین مدت زمان برابر با

جدول ۱- مقایسه میزان یون‌های فلزی آزاد شده (ppb) از براکت‌های نو و بازیافت شده در بین ۱هفته و ۶ ماه

یون‌های فلزی		۱ هفته	۶ ماه	P-value
Ni	نو	۶۴/۹۴ ± ۰/۰۱	۱۱۹۹/۶۰ ± ۱/۵۱	<۰/۰۰۱
	بازیافتی	۱۴۱/۹۶ ± ۰/۱۵	۲۳۲۹/۸۰ ± ۱/۰۹	<۰/۰۰۱
Cr	نو	۱/۴ ± ۰/۰۱	۳/۳۹ ± ۰/۰۲۳	۰/۰۰۲
	بازیافتی	۲/۶۰ ± ۰/۰۱	۶/۸۷ ± ۰/۰۶	<۰/۰۰۱
Co	نو	۰/۷۴ ± ۰/۰۱	۲/۳۹ ± ۰/۰۲	<۰/۰۰۱
	بازیافتی	۱/۴۰ ± ۰/۰۱	۱۰/۷۹± ۰/۰۲	<۰/۰۰۱

Archive of SID
www.SID.ir

۱/۰۹±۲۳۲۹/۸۰، ۰/۰۶±۶/۸۷ و ۰/۰۲±۱۰/۷۹ ppb بود که در مورد هر سه یون، این اختلافات از نظر آماری معنی‌دار بود (P<۰/۰۰۱). همچنین بر اساس آنالیز آماری Two way ANOVA صورت گرفته مقدار آزاد سازی یون نیکل کروم و کبالت از براکت‌های بازیافت شده در قیاس با براکت‌های نو در هر دو مقطع زمانی به طور معنی‌داری بیشتر بود (P<۰/۰۰۱) (جدول۱). در واقع فاکتور زمان و کهنه بودن براکت سبب افزایش آزاد سازی یون شده است.

بحث و نتیجه‌گیری

نتایج تحقیق نشان داد که میزان یون‌های آزاد شده از براکت‌های فلزی نو، نسبت به براکت‌های بازیافت شده بسیار کمتر است، بنابراین اثر بازیافت باعث افزایش میزان آزادسازی یون‌های فلزی می‌گردد. علی‌رغم اینکه با گذشت زمان، میزان آزاد سازی یون‌های نیکل، کروم و کبالت را در هر نوع براکت نو و بازیافت شده، افزایش یافته بود، ولی این افزایش به مراتب در گروه براکت‌های باز یافت شده نسبت به گروه براکت‌های نو قابل توجه‌تر بود.

Hwang و همکاران در سال ۲۰۰۱ در مطالعه‌ای به شبیه سازی کلینیکی اپلاینس‌های ارتودنسی پرداختند و رهاسازی یون بیشتری در براکت‌های بازیافت مشاهده کردند (۱۰).

Haung و همکاران در سال ۲۰۰۱ نیز میزان آزاد سازی یون‌های فلزی را در بزاق مصنوعی از براکت‌های نو و بازیافتی در فواصل زمانی ۱ ساعت و ۱۲ هفته، تحت pHهای مختلف مقایسه کردند و به این نتیجه رسیدند که میزان آزاد سازی یون‌های فلزی در براکت‌های بازیافتی و با گذشت زمان و در pHهای اسیدی‌تر بیشتر است (۴)، که نتایج به دست آمده آنها با نتایج حاصل از تحقیق حاضر همخوانی دارد. وی در همین خصوص در سال ۲۰۰۴، نیز میزان آزاد سازی یون‌های فلزی را بین براکت‌های نو و بازیافت شده در فواصل زمانی متفاوت ۱ ساعت و ۴۸ هفته مقایسه کرده و در مطالعه خود پی به افزایش آزاد سازی یون‌های فلزی در براکت‌های بازیافتی و با گذشت زمان برد (۵). قابل ذکر است که نوع براکت استفاده شده (سایز slot و نوع کمپانی) در این مطالعه با مطالعات ذکر شده در بالا متفاوت است. Gursoy و همکاران نیز در سال ۲۰۰۵ دریافتند که میزان آزاد سازی یون‌های فلزی در اپلاینس‌های بازیافتی به طور قابل ملاحظه‌ای بیشتر از اپلاینس‌های نو است (۷)، که نتایج تحقیق فوق نیز مشابه با یافته‌های تحقیق حاضر می باشد.

مکانیسم کلی کروژن و آزاد شدن یون‌های فلزی از براکت‌های استنلس استیل، شامل کمبود لایه غیر فعال اکسید کروم و هیدروکسید کروم پوشاننده سطحی در تماس با اکسیژن است. حرارت دادن براکت‌های فلزی می‌تواند باعث تغییر در سطح محافظ آلیاژ شود. اگر استیل بین دمای ۹۰۰-۴۰۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده شود، رسوب کربید کروم تشکیل می‌شود که سبب می‌شود آلیاژ مستعد کروژن اینتراگرانولار شده و تضعیف کلی سطح را در پی خواهد داشت (۱). هنگام بازیافت، براکت‌ها بین ۵۰۰-۳۰۰ درجه سانتی‌گراد حرارت داده می‌شوند که باعث کاهش مقاومت به کروژن می‌گردد (۱۱). این حرارت منجر به کروژن اینتراگرانولار و کاهش کربیدکروم درحد مرزی می شود (۱۲). لذا براکت‌های بازیافت شده، میزان آزاد سازی یونی بیشتری را نسبت به نمونه‌های نو نشان می‌دهند. بنابراین اگر براکت تحت حرارت قرار گیرد، مقاومت آن به خوردگی کاهش می‌یابد (۲،۱۳).

با توجه به تحقیق انجام شده به این نتیجه رسیدیم که بازیافت شدن براکت‌های ارتودنسی منجر به آزاد شدن بیشتر یون‌های فلزی از آنها می شود و همچنین این آزاد سازی به مرور زمان نیز افزایش می‌یابد که خود می‌تواند باعث ایجاد عوارض قابل توجهی شود، بنابراین استفاده از براکت‌های فلزی بازیافت شده بایستی محدود و یا به طورکلی منع گردد.

تشکر و قدردانی

بدین وسیله از گروه آموزشی ارتودنتیکس، دانشکده دندانپزشکی، دانشگاه آزاد اسلامی تهران تقدیر و تشکر به عمل می‌آید.

Archive of SID
www.SID.ir

منابع:

1- Kerosuo H, Moe G, Hensten-Pettersen A. Salivary nickel and chromium in subjects with different types of fixed orthodontic appliances. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 1997;111(6):595-8.

2- Park HY, Shearer TR. In vitro release of nickel and chromium from simulated orthodontic appliances. Am J Orthod. 1983;84(2):156-9.

3- Pereira MC, Pereira ML, Sousa JP. Histological effects of iron accumulation on mice liver and spleen after administration of a metallic solution. Biomaterials. 1999;20(22):2193-8.

4- Huang TH, Yen CC, Kao CT. Comparison of ion release from new and recycled orthodontic brackets. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2001;120(1):68-75.

5- Huang TH, Ding SJ, Min Y, Kao CT. Metal ion release from new and recycled stainless steel brackets. Eur J Orthod. 2004;26(2):171-7.

6- Eliades T, Pratsinis H, Kletsas D, Eliades G, Makou M. Characterization and cytotoxicity of ions released from stainless steel and nickel-titanium orthodontic alloys. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2004;125(1):24- 9.

7- Gursoy S, Acar AG, Sesen C. Comparison of metal release from new and recycled bracket-archwire combinations. Angle Orthod. 2005;75(1) :92-4.

8- Oliver RG, Miles A, Greenslade M, Harkness M. Patient and parent opinion of the use of recycled orthodontic brackets: an international comparison. Br J Orthd. 1997;24(4):329-32.

9- Coley-Smith A, Rock WP. Bracket recycling-who does what? Br J Orthod. 1997;24(2):172-4.

10- Hwang CJ, Shin JS, Cha JY. Metal release from simulated fixed orthodontic appliances. Am J Orthod Dentofacial Orthop. 2001;120(4):383-91.

11- Grimsdottir MR, Hensten-Pettersen A, Kullmann A. Cytotoxic effect of orthodontic appliances. Eur J Orthod. 1992;14(1):47-53.

12- Gjerdet NR, Kallus T, Hensten-Pettersen A. Tissue reactions to implanted orthodontic wires in rabbits. Acta Odontol Scand. 1987;45(3):163-9.

13- Wataha JC, Hanks CT, Craig RG. The in vitro effects of metal cautions on eukaryotic cell metabolism. J Biomed Mater Res. 1991;25(9):1133-49.

Archive of SID

www.SID.ir