

بررسی غلظت عناصر مس و روی در دندان‌های شیری کودکان در شهر بیرجند-ایران در سال ۱۳۸۹

خدیجه پشمی*#، علی‌رضا پورخباز**

* دانشجوی کارشناسی ارشد محیط زیست، دانشگاه بیرجند

** استادیار گروه محیط زیست، دانشگاه بیرجند

تاریخ ارائه مقاله: ۹۰/۸/۱۸ - تاریخ پذیرش: ۹۱/۴/۱۷

Evaluation of the Concentration of Copper and Zinc Elements in Children Deciduous Teeth of Birjand City (Iran) in 2010

Khadijeh Pashmi*#, AliReza PourKhabbaz**

* Ms Student, Dept of Environmental Sciences, Birjand University, Birjand, Iran.

** Assistant Professor, Dept of Environmental Sciences, Birjand University, Birjand, Iran.

Received: 9 November 2011; Accepted: 7 July 2012

Introduction: Human teeth are valuable indicators of the capacity of metals in the body. The purpose of this study was to determine the concentration of zinc and copper in different teeth types in 5-12 year old children population living in the city of Birjand.

Materials & Methods: Teeth samples were collected from dental clinics and prepared for analysis using acid digestion. Samples were analyzed for Zn and Cu concentrations by flame atomic absorption spectrophotometry. Kolmogorov Smirnov was used for normal data, One Way ANOVA was used for comparison among teeth groups and *t*-test for comparison between sexes ($P < 0.05$).

Results: Based on the results of this study, the mean concentrations of copper and zinc in tooth samples were 8.44 ± 4.22 mg/kg and 218.14 ± 94.81 mg/kg, respectively. The results also showed that copper levels were significantly higher in the teeth of boys compared to that of girls, while a significant difference in zinc level between the teeth of the boys and girls was not found. The concentrations of copper and zinc were statistically different depending on the type of teeth.

Conclusion: The results of this study showed that teeth are valuable bio- indicators. All samples had a zinc concentration up 90 mg/kg, indicating that children consumed sufficient zinc. Also, incisor teeth had the highest content of copper compared to the other teeth.

Key words: Deciduous tooth, biological indicators, copper, zinc.

Corresponding Author: khadijeh_pashmi@yahoo.com

J Mash Dent Sch 2013; 36(4): 271-8 .

چکیده

مقدمه: دندان‌های انسان شاخص‌های ارزشمندی از گنجایش فلزات در بدن هستند. هدف از این مطالعه تعیین غلظت عناصر روی و مس در انواع مختلف دندان‌های شیری کودکان ۵-۱۲ ساله شهر بیرجند بود.

مواد و روش‌ها: در تحقیق کاربردی حاضر، نمونه‌های دندان از کلینیک‌های دندانپزشکی شهر بیرجند جمع‌آوری و سپس به روش هضم اسیدی برای آنالیز آماده گردید. نمونه‌های دندان با استفاده از دستگاه جذب اتمی شعله‌ای برای تعیین غلظت مس و روی آنالیز شدند. نرمال بودن داده‌ها توسط آزمون Kolmogorov Smirnov مورد آزمون قرار گرفت و مقایسه بین گروه‌های دندان با استفاده از آزمون آنالیز واریانس One Way ANOVA و مقایسه بین جنس‌های مختلف، با استفاده از آزمون *t*-test مستقل انجام شد. سطح معنی‌داری $P < 0.05$ در نظر گرفته شد.

مولف مسؤؤل، نشانی: بیرجند، دانشگاه علوم پزشکی بیرجند، تلفن: ۰۹۱۸۶۱۴۵۷۰۱

E-mail: khadijeh_pashmi@yahoo.com

یافته‌ها: براساس نتایج به دست آمده از این مطالعه میانگین غلظت مس و روی در نمونه‌های دندان به ترتیب برابر با $8/44 \pm 4/22$ و $218/17 \pm 94/81$ میلی‌گرم بر کیلوگرم بود. نتایج همچنین نشان می‌دهد که میزان مس در دندان پسرها به طور معنی‌داری بیشتر از دخترها بود، در حالی که از نظر میزان روی اختلاف معنی‌داری بین دندان پسرها و دخترها یافت نگردید. غلظت عناصر روی و مس وابسته به نوع دندان متغیر بود.

نتیجه‌گیری: نتایج این مطالعه نشان داد که دندان‌ها شاخص‌های زیستی ارزشمندی هستند. تمام نمونه‌ها غلظت روی بالای ۹۰ میلی‌گرم بر کیلوگرم داشتند که نشان دهنده این است که بچه‌ها مصرف روی کافی داشته‌اند. همچنین دندان بیش‌ترین ظرفیت تجمع فلز مس را از دیگر انواع دندان‌ها داشت.

واژه‌های کلیدی: دندان‌های شیری، شاخص زیستی، مس، روی.
مجله دانشکده دندانپزشکی مشهد / سال ۱۳۹۱ دوره ۳۶ / شماره ۴ : ۲۷۱-۸.

مقدمه

مقادیر کمی از عناصر مانند مس و روی و ... جایگزین گردد. غلظت این فلزات در دندان افراد ساکن نواحی جغرافیایی مختلف متفاوت است که این امر نشان می‌دهد جذب فلزات از طریق جذب تغذیه‌ای و قرارگیری در معرض آلودگی زیست محیطی صورت می‌گیرد.^(۱) سطوح فلزات در دندان می‌تواند برای تخمین قرارگیری انسان در معرض آلودگی‌های زیست محیطی مخصوصاً در طولانی‌مدت مورد استفاده قرار گیرد. کاربرد دیگر آنالیز بافت‌های سخت دندان، ارزیابی کیفیت تغذیه بدن از نظر تامین عناصر ضروری است.^(۸)

روی یک عنصر ضروری برای انسان‌ها و تنظیم‌کننده هموستاز در بدن است. این عنصر نقش مهمی در سنتز پروتئین‌ها دارد و همچنین یک فاکتور همراه برای بسیاری از آنزیم‌های تنظیم‌کننده رشد سلولی و سطوح هورمونی، شامل تنظیم رونویسی ژنی و متابولیسم فاکتور رشد است.^(۹،۱۰) روی نقش مهمی در تشکیل و متابولیسم بافت‌های معدنی بازی می‌کند، اگرچه مقادیر اضافی روی در بدن می‌تواند سمی باشد. سمیت روی ناشی از افزایش جذب آن از راه استنشاق در کارگران صنعتی اثبات شده است. تماس با سطح بالای ترکیبات روی می‌تواند سمیت تنفسی و معده‌ای-روده‌ای تولید کند.^(۹) بچه‌ها ذخایر روی اندکی دارند و در طول رشد سریع، جذب ناکافی روی

فلزات سنگین به طور فزاینده‌ای در آلودگی محیط زیست شرکت دارند و نقش مهمی را در توسعه بیماری انسان و اثرات سمی بازی می‌کنند. افزایش و کاهش سمیت این فلزات، در نتیجه فرایندهای طبیعی و انسانی می‌تواند به اثرات بالینی گسترده‌ای منجر شود.^(۱۱،۱۲) بررسی وضعیت فلزات کمیاب از طریق نمونه‌برداری بافتی کاربردهای مهمی برای تشخیص و تصحیح چنین اثراتی دارد. بافت‌های مورد استفاده برای مطالعه قرارگیری انسان در معرض فلزات کمیاب، خون، ادرار، ناخن و مو هستند. چندین مطالعه نشان داده‌اند که دندان‌های انسان شاخص‌های ارزشمندی از گنجایش فلزات در بدن هستند.^(۱۳،۱۴) با توجه به این حقیقت که بافت سخت دندان توانایی تجمع فلزات را در خود دارد و به علت سهولت جمع‌آوری دندان‌های شیری در طول ریختن، آثار پژوهشی زیادی وجود دارند که موضوع حضور فلزات سنگین را در دندان‌های شیری پوشش می‌دهند.^(۵-۷) ترکیب معدنی اصلی بافت‌های سخت (استخوان‌ها و دندان‌ها) فسفات کل سیم بلورین با فرمول مولکولی $3Ca_3(PO_4)_2Ca(OH)_2$ می‌باشد، که به عنوان هیدروکسی آپاتیت شناخته شده است. در طول تکامل دندان، کلسیم می‌تواند در نتیجه واکنش‌های شیمیایی به طور جزئی با

نمی‌باشد. بنابراین هدف از مطالعه حاضر، تعیین غلظت فلزات مس و روی در انواع مختلف دندان‌های شیری (انسیزور، کانین و مولر) کودکان ۱۲-۵ ساله شهر بیرجند و مقایسه آنها با مطالعات انجام شده در سایر کشورها بود.

مواد و روش‌ها

این مطالعه در سال ۱۳۸۹ در شهر بیرجند، واقع در استان خراسان جنوبی انجام شد. تمام ظروف مورد استفاده برای جمع‌آوری نمونه‌ها، ابتدا چندین بار با آب مقطر شسته شدند و سپس به مدت یک شب در محلول ده درصد اسیدنیتریک قرار داده شدند تا کاملاً تمیز گردند. ۱۰۸ نمونه دندان شیری سالم از کلینیک‌های دندان‌پزشکی سطح شهر بیرجند در داخل این ظروف جمع‌آوری شده و به آزمایشگاه منتقل گردیدند. برای یکسان نمودن شرایط مطالعه و حذف خطا، نمونه‌هایی را که فاقد پوسیدگی بودند انتخاب گردیدند. برای از بین بردن مواد آلی موجود بر روی دندان‌ها، نمونه‌ها به مدت ۲ ساعت در محلول پراکسید هیدروژن سی درصد قرار داده شده و سپس چندین بار با آب مقطر شسته شدند.^(۱۰) نمونه‌ها سپس در آون و در دمای ۵۰ درجه سانتی‌گراد به مدت ۲۴ ساعت قرار داده شدند تا کاملاً خشک گردند. بعد از این مرحله به منظور هضم بهتر نمونه‌های دندان، نمونه‌ها توسط یک دستگاه آسیاب دارای تیغه استیل به طور کامل تبدیل به پودر شدند.

برای انجام فرآیند هضم اسیدی میزان یک گرم از هر نمونه به طور دقیق وزن شد و در داخل یک ارلن ۵۰ میلی‌لیتری ریخته شد. به هر کدام از این ارلن‌ها میزان ۹ میلی‌لیتر اسیدنیتریک ۶۵ درصد (مرک آلمان) اضافه گشت و درب این ارلن‌ها با پارافیلیم بسته شد و به مدت یک شب در دمای اتاق قرار داده شدند. سپس مقدار ۳ میلی‌لیتر اسیدپرکلریک ۷۲ درصد (مرک آلمان) به این

ممکن است منجر به کاهش میزان رشد در کودکان شود. در موارد شدیدتر چنین نشانه‌هایی به صورت کاهش اشتها، رشد اسکلتی ضعیف، تغییرات پوستی، کاهش ترمیم زخم و توسعه غیرطبیعی سیستم ایمنی می‌باشد. مطالعات حیوانی پیشنهاد کرده‌اند که غلظت روی در دندان می‌تواند جذب این فلز را منعکس کند.^(۱۰) مس عنصری شیمیایی است که به طور گسترده‌ای به عنوان یک عنصر طبیعی پوسته زمین در محیط زیست انسان یافت می‌شود. مقادیر کم مس برای حیات ضروری است.^(۹) مس به عنوان یک جزء پروتئینی و فعال‌کننده در تمام فرایندهای فیزیولوژیکی یک ارگانسیم، شرکت می‌کند. این عنصر شیمیایی فعالیت‌های خون‌سازی و ایمنی‌شناسی و تنظیم ویتامین و متابولیسم هورمون‌ها را بر عهده دارد.^(۶) این عنصر در تمام ارگانسیم‌ها، هم در انسان و هم در گیاهان برای عملکرد فیزیولوژیکی مناسب ضروری است، اگرچه همانند تمام عناصر معدنی ضروری، مقادیر اضافی مس در بدن می‌تواند سمی باشد. منابع انتشار مس به محیط زیست، تنها از طریق صنایع سنگ معدن فلزی و گرد و غبار نیروگاه‌ها نیست، بلکه کودهای کشاورزی را نیز شامل می‌شود. علاوه بر این، در مناطق شهری میزان مس بالا می‌تواند به علت ترافیک سنگین مشاهده شود. با توجه به بالا بودن ضریب تجمع زیستی مس در خاک و گیاهان و همچنین به علت رهاسازی بالای مس از منابع انسانی، ریسک بالایی در مورد قرارگیری در معرض مس به خاطر جذب آن از طریق دستگاه گوارشی یا سیستم تنفسی وجود دارد. براساس مطالعات انجام گرفته در کشورهای مختلف میزان روی و مس در دندان‌های شیری کودکان تعیین شده است^(۱۱)، اما این مطالعات نیز بسیار کم می‌باشد. همچنین بر اساس اطلاعات ما در کشور ایران، مطالعه‌ای در این زمینه صورت نگرفته یا اینکه در دسترس

مس در دندان پیش به طور معنی داری بالاتر از دندان نیش بود ($P=0/01$) اما اختلاف بین دندان آسیا و پیش از نظر آماری معنی دار نبود ($P=0/71$). همچنین میانگین میزان مس در دندان آسیا به طور معنی داری بالاتر از دندان نیش بود ($P=0/02$). غلظت روی نیز بین انواع مختلف دندان متفاوت بود، که از ۱۳۱ در دندان نیش تا ۵۵۲ در دندان آسیا متفاوت می باشد. داده ها نشان می داد که دندان آسیا دارای بالاترین میزان روی بود و میانگین مقدار آن به طور معنی داری بالاتر از دندان های پیش ($P=0/01$) و نیش ($P=0/00$) بود.

میانگین مقدار روی در دندان پیش بیشتر از دندان نیش بود، اما با این حال اختلاف معنی داری بین آنها از لحاظ آماری مشاهده نشد ($P=0/36$). مقایسه غلظت مس و روی بین دندان پسرها و دخترها در نمودار ۱ و ۲ نشان داده شده است. تصاویر نشان می دهند که میزان مس در دندان پسرها به طور معنی داری بالاتر از دخترها می باشد ($P=0/02$)، در حالی که از نظر میزان روی اختلافی بین آنها مشاهده نشد. در این دو نمودار حروف نامشابه نشان دهنده وجود اختلاف معنی دار می باشد.

نتایج حاصل از آنالیز همبستگی پیرسون بین متغیرها در دندان بچه ها ثابت می کند که همبستگی بین دو عنصر مس و روی در دندان بچه ها مثبت، اما از نظر آماری معنی دار نبود ($P=0/12$ ، $r=0/38$).

مخلوط اضافه گشت و نمونه ها به مدت ۴ تا ۶ ساعت روی حمام شن و در درجه حرارت ۱۲۰ درجه سانتی گراد قرار گرفتند تا مراحل هضم کامل شده و یک محلول کاملاً شفاف به دست آمد. بعد از کامل شدن مرحله هضم نمونه ها به آرامی در دمای محیط سرد شدند و سپس با آب دو بار تقطیر به حجم ۲۰ سی سی رسانده شده و در آخر نیز بوسیله فیلترهای نیتروسولوزی ۰/۴۵ میکرومتر (مدل سارتریوس) فیلتر شده و داخل ظروف استریل ریخته شدند. غلظت عناصر روی و مس موجود در نمونه های دندان به وسیله دستگاه جذب اتمی شعله شیماتسو مدل AA-610S ساخت کشور ژاپن اندازه گیری شد.

تمام داده های به دست آمده به منظور به دست آوردن مقادیر ماکزیمم، مینیمم، میانگین، میانه و انحراف معیار مورد پردازش آماری ساده قرار گرفتند. نرمال بودن داده ها توسط آزمون Kolmogorov Smirnov تعیین شد. مقایسه بین گروه های دندان با استفاده از آزمون آنالیز One Way ANOVA و مقایسه بین جنس های مختلف، با استفاده از آزمون t -test مستقل انجام گردید. نمودارها توسط نرم افزار آماری Excel رسم و تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از نرم افزار آماری SPSS با ویرایش ۱۶ انجام گرفت و در همه آزمون ها سطح معنی داری ۰/۰۵ بود.

یافته ها

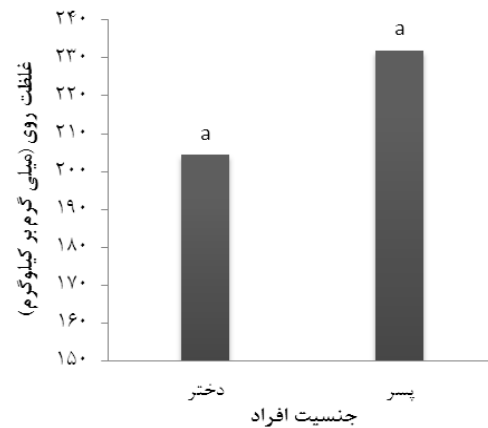
نتایج به دست آمده از آنالیز نمونه های دندان شیری در جدول ۱ خلاصه شده است. همانطور که در جدول مشاهده می شود غلظت مس بین انواع مختلف دندان ها متفاوت می باشد. بیشترین میزان مس مربوط به دندان پیش با مقدار ۱۸/۸۰ و کمترین میزان آن مربوط به دندان نیش با غلظت ۴/۲۰ میلی گرم بر کیلوگرم بود. میانگین غلظت

جدول ۱: میانگین و انحراف معیار مس و روی به تفکیک نوع دندان (میلی گرم بر کیلوگرم)

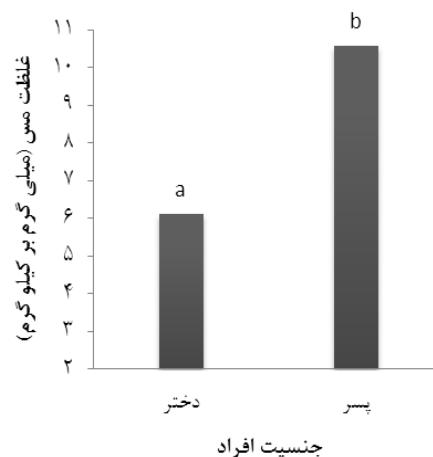
عنصر	نوع دندان	تعداد	(انحراف معیار) میانگین	میان	(حداقل - حداکثر)
مس	آسیا	۳۰	۹/۸۶ (۳/۲۸)	۱۰/۷۰	۱۳/۰۰-۴/۶۰
	پیش	۴۵	۱۰/۶۳ (۵/۰۶)	۹/۳۰	۱۸/۸۰-۶/۲۰
	نیش	۳۳	۴/۸۳ (۰/۴۹)	۴/۹۰	۵/۶۰-۴/۲۰
روی	آسیا	۳۰	۳۰۶/۱۷ (۱۲۲/۸۷)	۲۶۱/۵۰	۵۵۲-۲۲۹
	پیش	۴۵	۱۹۳/۶۷ (۲۰/۳۷)	۱۹۶/۵۰	۲۲۱-۱۶۳
	نیش	۳۳	۱۵۴/۶۷ (۱۴/۲۷)	۱۵۳	۱۷۱-۱۳۱

بحث

در این مطالعه میزان عنصر روی از ۱۳۱ تا ۵۵۲ میلی گرم بر کیلوگرم و میزان عنصر مس از ۴/۲۰ تا ۱۸/۸۰ میلی گرم بر کیلوگرم متغیر بود. از آنجایی که معدنی شدن دندان‌های شیری در اوایل مرحله زندگی درون رحمی آغاز می‌شود، نتایج نشان می‌دهد که غلظت‌های این عناصر در دندان‌های شیری، تعادل مواد معدنی ارگانسیم، که از تعذیه دوره جنینی ناشی می‌شود، را منعکس می‌کند. محققان زیادی غلظت‌های بالای فلزات را در جفت زنانی که در نواحی خطرناک زندگی می‌کنند یا آنهایی که سیگار می‌کشند، مشاهده کرده‌اند. بیشتر فلزات نسبتاً به آسانی از طریق جفت منتقل می‌شوند، و بررسی‌ها نشان می‌دهد که غلظت بعضی عناصر همانند کلسیم، منگنز و روی در ورید ناف جنین نسبت به سرم خون مادر بالاتر هستند.^(۱۱) مقادیر بسیار بالای این عناصر در دندان‌های شیری را شاید بتوان به وجود دندان‌های پر شده در داخل دهان ارتباط داد. در بعضی مطالعات ثابت شده که بین تعداد دندان‌های پر شده در دهان و غلظت مس در دندان رابطه مثبتی وجود دارد.^(۱۲) همچنین علت مقادیر بالای روی در دندان‌ها، وجود دندان‌های پر شده در دهان عنوان شده است. نتایج به دست آمده از این مطالعه نشان می‌دهد



نمودار ۱: مقایسه میزان روی در دندان کودکان به تفکیک جنس



نمودار ۲: مقایسه میزان مس در دندان کودکان به تفکیک جنس

این فلز تنظیم هموستتازی برای جلوگیری از کاهش و افزایش است. جذب روی از رژیم های غذایی با میزان روی پایین، می تواند به میزان ۶۰-۴۰ درصد باشد، در حالی که جذب از رژیم غذایی با میزان روی بالا معمولاً ۳۰-۲۰ درصد است. مکانیسم های هموستتازی می توانند با تغییرات زیاد در تامین روی بدن، از عهده ناکافی بودن آن در بدن برابند. میزان روی سرم، یک شاخص قابل قبول از وضعیت فعلی روی در بدن است، اما نمی تواند تامین روی در گذشته را نشان دهد. از طرف دیگر بافت های معدنی شده دندان نسبتاً پایدار هستند و بیشتر مواد ذخیره شده در طول تشکیل دندان را در خود حفظ می کنند. بنابراین دندان های شیری، به عنوان شاخص های بلندمدت جذب تجمعی روی در ابتدای زندگی پیشنهاد شده اند. گزارش شده است که دندان بچه ها با میزان روی پایین تر از ۹۰ میکروگرم برگرم نشان دهنده تامین روی کم باشد.^(۱) در این مطالعه تمام مقادیر به دست آمده برای فلز روی بالاتر از ۱۰۰ PPM بوده و نشان دهنده اینست که بچه ها مصرف روی کافی داشته اند.

جدول ۲ مقادیر به دست آمده برای روی و مس در دندان های شیری کودکان در مطالعه حاضر را در مقایسه با تحقیقات انجام شده در مناطق مختلف جهان نشان می دهد. تغییرات در میزان روی موجود در مواد غذایی و تفاوت های ژنوشیمیایی در نواحی جغرافیایی، فاکتورهایی هستند که به عنوان عوامل اثرگذار در غلظت روی دندان پیشنهاد شده اند.^(۱) میزان روی به دست آمده در این مطالعه بسیار بالاتر از مقادیر به دست آمده توسط سایر محققان می باشد و علت آن را می توان مصرف بیشتر غذاهای حاوی این عنصر توسط کودکان ساکن در شهر بیرجند بیان کرد.^(۱۳) اما غلظت مس به دست آمده قابل مقایسه با مقدار به دست آمده توسط Amr و همکارش^(۴)

که غلظت عنصر روی در دندان آسیا بالاتر از سایر دندان ها است. تغییرپذیری غلظت عناصر با نوع دندان می تواند تحت تاثیر سن دندان، مکان قرارگیری آن در دهان و اندازه آن باشد. Burgnera و همکاران^(۱)، در مطالعات خود گزارش نمودند که میزان روی در دندان آسیا بیشتر از سایر دندان ها است که با نتیجه به دست آمده از تحقیق حاضر مطابقت دارد. فلز مس در دندان پیش بیشترین مقدار را نسبت به سایر دندان ها داشت، نوع تغییر در غلظت مس در انواع مختلف دندان شیری دلیلی برای نقش قابل توجه راه تنفسی، علاوه بر راه گوارشی، به عنوان یک منبع اضافی از این فلز است. دندان های پیش به عنوان بخش جلویی حفره دهانی بیشتر از همه مستعد تماس با غبار معلق موجود در هوای آلوده و بزاق هستند.^(۶) همچنین دندان ها به دلیل معدنی شدن در زمان های مختلف می توانند مقادیر مختلفی از فلزات را در خود حفظ کنند. پس بالاتر بودن میزان مس در دندان پیش را می توان به محل قرار گرفتن آن در دهان و زمان معدنی شدن آن ارتباط داد. در مطالعات انجام شده توسط Burgnera و همکاران^(۱) و Fisher و همکاران^(۶)، نیز مشخص گردید که میزان مس در دندان پیش بیشتر از سایر دندان ها بود، که با نتایج به دست آمده در این مطالعه مطابقت دارد. مقایسه غلظت مس در دندان پسرها و دخترها نشان می داد که میزان مس در دندان پسرها به طور معنی داری بالاتر از دخترها می باشد که این یافته نیز با نتایج فیشر و همکاران (۲۰۰۸) تطابق دارد. علت آن را می توان اینطور بیان نمود که پسرها نسبت به دخترها مدت زمان بیشتری را در بیرون از خانه سپری می کنند و در نتیجه احتمال قرار گرفتن آنها در معرض این عنصر بیشتر است.^(۱۱)

روی یک عنصر ضروری برای بدن است. متابولیسم

نتیجه‌گیری

این مطالعه نشان داد که کودکان شهر بیرجند مصرف روی و مس کافی داشته‌اند. همچنین میزان عناصر مس و روی در انواع دندان‌ها متغیر بوده و میزان عنصر مس در دندان پسرها به طور معنی‌داری بالاتر از دخترها می‌باشد.

تشکر و قدردانی

این مقاله منتج از پایان نامه کارشناسی ارشد و با حمایت گروه محیط زیست دانشگاه بیرجند می‌باشد. بدینوسیله از همکاری پرسنل کلینیک‌ها و مطب‌های دندانپزشکی بیرجند تقدیر و تشکر می‌گردد.

از کشور مصر می‌باشد و مقدار آن پایین‌تر از مقدار گزارش شده توسط فیشر و همکاران است.

جدول ۲: مقایسه مقادیر روی و مس دندان بچه‌ها در شهر بیرجند

با دیگر مناطق دنیا		
روی (PPM)	مس (PPM)	مطالعه انجام شده (سال)
۲۱۸/۱۶	۸/۴۴	مطالعه حاضر (۲۰۱۱)
۱۸۴/۱	-	Tvinnereim و همکاران (۱۹۹۹)
-	۱۴/۰۱	Fisher و همکاران (۲۰۰۸)
۱۳۳	۶/۴	Amr (۲۰۱۰)

منابع

- Burguera E, Romero Z, Burguera M, Burguera JL, Arenas H, Rondon C, et al. Determination of some cationic species in temporary teeth. *J Trace Elem Med Biol* 2002; 16(2): 103-12.
- Rautray TR, Das S, Rautray AC. In-situ analysis of human teeth by external PIXE. *Nuc Inst Meth* 2010; 268(14): 2371-4.
- Alomary A, Al-Momani IF, Massadeh AM. Lead and cadmium in human teeth from Jordan by atomic absorption spectrometry: Some factors influencing their concentrations. *Sci Total Environ* 2006; 369(1-3): 69-75.
- Amr MA, Helal AFI. Analysis of trace elements in teeth by ICP-MS: Implications for caries. *J Phys Sci* 2010; 21(2): 1-12.
- Baez A, Belmont R, Garcia R, Hernandez JC. Cadmium and lead levels in deciduous teeth of children living in Mexico city. *Rev Int Contam Ambient* 2004; 20(3): 109-15.
- Fischer A, Kwapuliński J, Wiechuła D, Fischer T, Loska M. The occurrence of copper in deciduous teeth of girls and boys living in Upper Silesian Industry Region (Southern Poland). *Sci Total Environ* 2008; 389(2-3): 315-9.
- Malara P, Kwapulinski J, Malara B. Do the levels of selected metals differ significantly between the roots of carious and non-carious teeth? *Sci Total Environ* 2006; 369(1-3): 59-68.
- Kalicanin BM, Nikolic R. Potentiometric stripping analysis of zinc and copper in human teeth and dental materials. *Trace Elem Med Biol* 2008; 22(2): 93-9.
- Tvinnereim HM, Eideb R, Riise T, Fosse G, Wesenberg GR. Zinc in primary teeth from children in Norway. *Sci Total Environ* 1999; 226(2-3): 201-12.
- Arruda-Neto JDT, Oliveira MCC, Sarkis JES, Bordini P, Manso-Guevara MV, Garcia F, et al. Study of environmental burden of lead in children using teeth as bioindicator. *Environ Int* 2009; 35(3): 614-8.
- Fischer A, Wiechuła D, Postek-Stefańska L, Kwapuliński J. Concentrations of metals in maxilla and mandible deciduous and permanent human teeth. *Biol Trace Elem Res* 2009; 132(1-3): 19-26.

12. Tehrani MS, Givianrad MH, Kashani P. Assessment of some elements in human permanent healthy teeth, their dependence on number of metallic amalgam fillings, and interelements relationships. *Biol Trace Elem Res* 2007; 116(2): 155-69.
13. Wiechuła D, Fischer A, Kwapulinski J, Loska K, Fischer T, Kurpas P. Multivariate statistical analysis of metal concentrations in teeth of residents of Silesian region, Southern Poland. *Arch Environ Contam Toxicol* 2006; 51(2): 314-20.