

بررسی نقش pH نوشابه‌های ایرانی و خارجی بر میزان اروژن دندانها به روش آنالیز یون کلسیم

دکتر مسعود فلاحي نژاد قاجاری* - دکتر سپیده نبوی رضوی**

*- دانشیار گروه آموزشی دندانپزشکی کودکان دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی.

** - متخصص دندانپزشکی کودکان.

چکیده

زمینه و هدف: هنوز مشخص نشده که توان آروزیو نوشابه‌ها صرفاً با افزایش مختصر pH و بدون افزودن کلسیم یا نمکهای فسفات افزایش می‌یابد یا خیر. هدف از مطالعه حاضر بررسی اثر میزان pH نوشابه‌های موجود در بازار ایران بر روی توان آروزیو آنها در روی مینای دندانهای دائمی می‌باشد.

روش بررسی: در این مطالعه تجربی- آزمایشی در گروه مورد دو نوشابه ایرانی زمزم کولا و زمزم پرتقالی و دو نمونه خارجی پیسی و میراندا مورد بررسی قرار گرفتند. در گروه شاهد نیز چهار محلول با pH های مشابه با چهار نوشابه مورد بررسی با افزودن اسید فسفریک یا اسید سیتریک به آب مقطر مشابه‌سازی شدند. تعداد نمونه نوشابه‌ها ده عدد از هر نوع نوشابه بود. نمونه‌های دندانی دویست و چهل عدد دندان پره مولر که به منظور ارتودنسی خارج شده بودند به سه گروه A و B و C که مدت زمان غوطه‌وری هر یک از گروه‌ها به ترتیب زیر بود تقسیم شدند: گروه A: ۱۵ دقیقه، گروه B: ۴۵ دقیقه و گروه C: ۱۲ ساعت. هر یک از سه گروه به هشت زیرگروه (هر زیرگروه حاوی ده دندان) تقسیم شدند که هر زیرگروه در معرض یکی از چهار نوشابه داخلی یا خارجی و یا چهار محلول شاهد قرار گرفتند. سطح مواجهه دندان به نوشابه‌ها در مورد همه دندانها یک نیم‌دایره به قطر پنج میلی‌متر روی سطح باکال آنها بود و میزان محلول شاهد یا نوشابه بیست میلی‌متر در مورد همه نمونه‌ها بود. آزمونهای آماری شامل One way and two way ANOVA و Post Hoc مورد استفاده Tukey HSD و نرم‌افزار آماری SPSS روایت ۱۱/۵ بود.

یافته‌ها: طبق آنالیز واریانس دو طرفه همراه با تقابل اختلاف بین نوشابه‌ها و محلولهای شاهد معنی دار بود ($P < 0/001$). اما الگوی تغییرات میزان اروژن در نوشابه‌ها معادل و مشابه این الگو در محلولهای شاهد می‌باشد یعنی خطوط این نمودارها با یکدیگر موازی هستند و هیچ نقطه تداخلی با یکدیگر ندارند ($P = 0/3915$). اما میزان این تغییرات (اروژن) در مورد نوشابه‌ها در هر سه زمان مورد بررسی با اختلاف معنی داری بیشتر از محلولهای شاهد می‌باشد ($P < 0/001$)، که این اختلاف در طولانی مدت و با گذشت زمان (در ۱۲ ساعت) بیشتر می‌شود.

نتیجه‌گیری: میزان اروژن در بین چهار محلول شاهد بستگی به pH آنها نداشت. میزان اروژن نوشابه‌ها با الگوی مشابهی در محلولهای شاهد تکرار شده ولی میزان اروژن ناشی از نوشابه‌ها بسیار بیشتر از محلولهای شاهد با pH مشابه بود.

کلید واژه‌ها: pH - اروژن - مینا - دندان - نوشابه‌های گازدار

پذیرش مقاله: ۱۳۸۵/۷/۱۳

اصلاح نهایی: ۱۳۸۵/۴/۳۱

وصول مقاله: ۱۳۸۴/۷/۲۸

نویسنده مسئول: گروه آموزشی دندانپزشکی کودکان دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی e-mail: ma_fa_36@yahoo.com

مقدمه

منشأ اروژن دندانی می‌تواند داخلی یا خارجی باشد. عوامل داخلی مثل استفراغهای راجعه، رگورژیتاسیون و رفלקس و عوامل خارجی که مهمترین آنها رژیم غذایی می‌باشد. عامل رژیم غذایی می‌تواند شیوع و شدت ایجاد اروژن را به طور

سایش دندان یک روند چندعامله است که شامل تعامل عوامل فیزیکی و شیمیایی می‌گردد. اروژن به عنوان یک عامل مهم در سایش دندان بخصوص در جوانان مطرح می‌گردد.

نوع نوشابه ده عدد به طور تصادفی از فروشگاههای بزرگ در نقاط مختلف شهر خریداری گردید. pH هر یک از نوشابه‌ها توسط PH meter و کلسیم آنها توسط روش Atomic absorption spectrophotometry اندازه‌گیری شدند. جهت نمونه‌های دندان از دندانهای پره‌مور که از نظر کلینیکی سالم بوده و در عرض چهار ماه گذشته و به منظور ارتودنسی خارج شده بود استفاده کرده و با روش مکانیکال از جرم، دبری و خون پاک شدند و توسط استریو میکروسکوپ با بزرگنمایی ضربدر پنجاه برای وجود هر گونه اختلالات مینایی، ضایعات پوسیدگی میکروسکپیک و Crack مورد بررسی قرار گرفتند. از میان آنها دویست و چهل عدد برای نمونه انتخاب شدند. دندانها قبل از آزمایش در الکل ۹۶ درجه نگهداری شدند. سپس دندانها به طور تصادفی به سه گروه A, B, C (هر گروه حاوی هشتاد دندان) تقسیم شدند. مدت زمان غوطه‌وری هر گروه از دندانها به نوشابه‌های یا محلولها به ترتیب زیر بود:

گروه A: ۱۵ دقیقه

گروه B: ۴۵ دقیقه

و گروه C: ۱۲ ساعت

هر یک از سه گروه A, B, C به هشت زیر گروه (هر زیر گروه ده دندان) تقسیم شدند که هر زیر گروه در معرض یکی از چهار نوشابه و یا چهار عدد محلول شاهد به مدت زمان مورد نظر قرار گرفت.

دندانها بعد از تمیز شدن کامل در یک حمام سونیک با آب مقطر، الکل و استون به مدت دو ساعت برای آزمایش آماده شدند. یک برچسب نیم‌دایره‌ای به قطر پنج میلی‌متر در روی سطح باکال هر دندان چسبانیده شد. تمام سطوح باقیمانده تاج دندانها، با کلوئیدین مقاوم به اسید پوشانیده شدند. به این ترتیب بعد از برداشتن برچسب سطوح مساوی از هر یک دندانها صرف نظر از شکل، اندازه یا گروه در معرض محصولات مورد آزمایش قرار گرفتند.

دندانها بعد از برداشته شدن برچسب نیم‌دایره‌ای به تنهایی در قوطیهای دردار شسته شده با آب مقطر که حاوی بیست میلی‌متر از نوشابه یا محلول مورد آزمایش بود به مدت زمان مورد نظر غوطه‌ور شد. ظرفها در دمای اتاق و تحت

مؤثری تحت تأثیر قرار دهد. عوامل متعددی در رژیم غذایی می‌توانند مسبب اروژن باشند اما نوشابه‌های اسیدی در این بین از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردارند. (۱-۵)

عوامل مؤثر بر توان اروژن نوشابه‌ها شامل pH، زمان در معرض نوشابه بودن و درجه اشباع نوشابه از هیدروکسی آپاتیت می‌باشد. به علاوه برای کاهش توان انحلال مینا و خاصیت کاریوژنیک نوشابه‌ها، به این نوشابه‌ها سیترات اضافه می‌شود. (۶)

از طرفی مطالعات نشان می‌دهند که براساس حلالیت ایزوترم هیدروکسی آپاتیت کلسیم، حلالیت مینا از نظر ترمودینامیک در فقدان یون کلسیم در pH به میزان هشت نیز صورت می‌گیرد. (۷)، همچنین اسیدیته قابل تیتراسیون موجود در یک نوشابه نقش برجسته‌تر و مهمتری در ایجاد اروژن بر روی دندان دارد. (۸)، اما افزودن کلسیم و افزایش pH باعث ایجاد مزه‌ای در نوشابه‌ها می‌شوند که از مقبولیت کمتری برخوردار است. بنابراین ایجاد تعادل بین مزه مناسب نوشابه و کاهش توان اروزو نوشابه‌ها مورد نظر است، اما مشخص نیست که توان اروزو نوشابه با افزایش مختصر pH (به اندازه‌ای که اثر نامطلوبی روی مزه نوشابه نگذارد) و بدون افزودن کلسیم و یا نمکهای فسفات کاهش خواهد یافت یا نه؟ (۶)

هدف مطالعه حاضر بررسی اثر میزان pH نوشابه‌های موجود در بازار ایران بر روی توان اروزو آنها بر روی مینای دندانهای دائمی در مقایسه با نمونه‌های مشابه خارجی می‌باشد.

روش بررسی

در این مطالعه تجربی - آزمایشی در گروه مورد دو نوشابه ایرانی به نامهای زمزم کولا و زمزم پرتقالی و دو نوشابه خارجی به نامهای پپسی و میراندا مورد بررسی قرار گرفتند. در گروه شاهد چهار محلول با pHهای مشابه با چهار نوشابه فوق‌الذکر با استفاده از آب مقطر و اسید فسفریک برای ساختن محلولهای شاهد زمزم کولا و پپسی و با استفاده از آب مقطر و اسید سیتریک برای محلولهای شاهد نوشابه‌های زمزم پرتقالی و میراندا مشابه‌سازی شد. از هر

حرکتهای یکنواخت ماشین روتاتور قرار گرفتند.

پس از خارج کردن دندانها از ظروف آزمایش در زمانهای مشخص (۱۵ دقیقه، ۴۵ دقیقه و ۱۲ ساعت) میزان کلسیم هر ظرف به روش AA اسپکتروفتومتری بدست آمد. برای اطمینان از اعداد حاصله، از هر نمونه نوشابه و یا محلول شاهد در زمانهای مختلف سه نمونه به طور تصادفی انتخاب شدند.

بدین ترتیب چون محتوای کلسیم نوشابه‌ها، قبل از آزمایش مشخص شده بود، محاسبه به تفاوت کلسیم قبل و بعد از آزمایش، میزان دقیق کلسیم جدا شده از هر دندان که در زمانهای مختلف در معرض نوشابه‌ها قرار گرفتند را نشان می‌دهد. میزان کلسیم محلولهای شاهد نیز در شروع آزمایش صفر بود چونکه با آب مقطر تهیه شده بودند. جهت مقایسه اثر زمان و نوع محلول در مورد هر نوشابه و شاهد مشابهش بر میزان برداشت کلسیم 2-Way ANOVA استفاده گردید. همچنین به منظور مقایسه میزان برداشت کلسیم در نوشابه‌های مختلف در هر زمان از آزمون One Way ANOVA استفاده شد. در موارد نیاز تست تکمیلی (Post Hoc) از نوع Tukey HSD به کار گرفته شد. کلیه عملیات آماری با استفاده از نرم‌افزار SPSS نسخه ۱۱/۵ انجام گرفت.

یافته‌ها

جدول شماره ۱ نتایج سه بار اندازه‌گیری میانگین pH و کلسیم نوشابه‌ها را در ابتدای آزمایش نشان می‌دهد.

نمودارهای ۱-۳ نشانگر میزان برداشت کلسیم در گروههای مختلف در ۱۵ دقیقه، ۴۵ دقیقه و ۱۲ ساعت پس از آزمایش است. در تمامی زیرگروهها عامل نوع محلول (نوشابه و شاهد) و عامل زمان اثر معناداری بر میزان برداشت کلسیم داشتند ($P < 0.05$) اما تأثیر این دو عامل بر هم معنادار نبود. به عبارت دیگر در تمامی زمانها، نوشابه‌ها (در هر چهار نوع) نسبت به محلول شاهد مشابه میزان کلسیم بیشتری برداشت کرده بودند از طرف دیگر با گذشت زمان میزان برداشت کلسیم در تمامی محلولها به طور معناداری افزایش می‌یابد و اختلاف بین برداشت کلسیم در نوشابه‌ها و محلولهای شاهد با گذشت زمان افزایش می‌یابد.

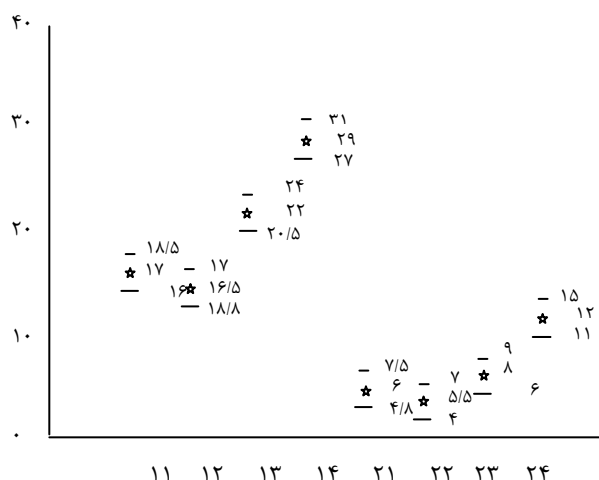
از دیدگاه مقایسه بین نوشابه‌ها در زمان ۱۵ دقیقه زمزم نارنجی بیشترین برداشت کلسیم را داشت در حالی که میراندا کمتر از بقیه کلسیم برداشت کرده بود. میزان برداشت کلسیم در این زمان بین پیسی و زمزم کولا اختلاف معناداری نداشت. اما بقیه نوشابه‌ها با هم معنادار بود.

در زمان ۴۵ دقیقه، پیسی به طور معناداری بیش از زمزم نارنجی و زمزم نارنجی به طور معناداری بیش از دو نوشابه دیگر کلسیم برداشته بود. اختلاف بین میزان برداشت کلسیم میراندا و زمزم کولا معنی‌دار نبود.

در زمان ۱۲ ساعت پیسی به طور معناداری بیش از میراندا و میراندا به طور معناداری بیش از دو نوشابه دیگر کلسیم برداشت کرده بود. اختلاف بین میزان برداشت کلسیم زمزم کولا و زمزم پرتغالی معنادار نبود.

جدول ۱: میزان کلسیم بر حسب میلی گرم بر لیتر و PH نوشابه‌ها و میانگین آنها

نام نوشابه	میزان pH						میزان کلسیم	
	آزمایش ۱	آزمایش ۲	آزمایش ۳	میانگین	آزمایش ۱	آزمایش ۲	آزمایش ۳	میانگین
زمزم کولا	۲/۵۴	۲/۵۳	۲/۵۴	۲/۵۳	۲۲/۷	۲۴/۰	۲۴/۶	۲۳/۷
زمزم پرتغالی	۲/۹۶	۲/۹۷	۲/۹۷	۲/۹۶	۲۹/۴	۳۰/۳	۳۰/۲	۲۹/۹
پیسی	۲/۱۹	۲/۱۸	۲/۱۹	۲/۱۸	۱۴/۲	۱۵/۱	۱۵/۷	۱۵/۰
میراندا	۲/۵۰	۲/۵۰	۲/۵۱	۲/۵۰	۱۳/۹	۱۴/۶	۱۳/۸	۱۴/۱

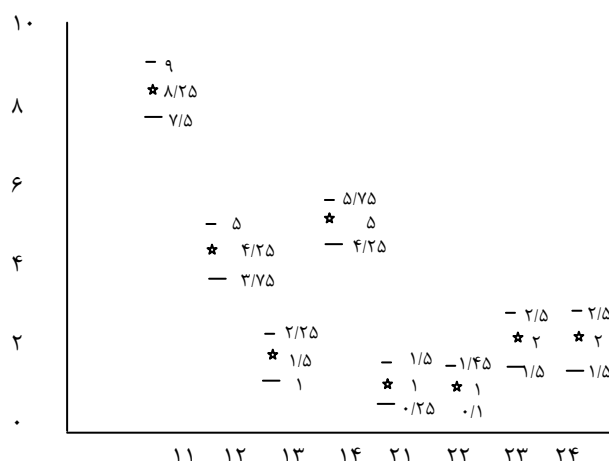


نمودار ۳: نمودار میانگین تغییرات کلسیم با فاصله اطمینان ۹۵٪ تحت اثر چهار نوشابه و محلول شاهد در ۱۲ ساعت

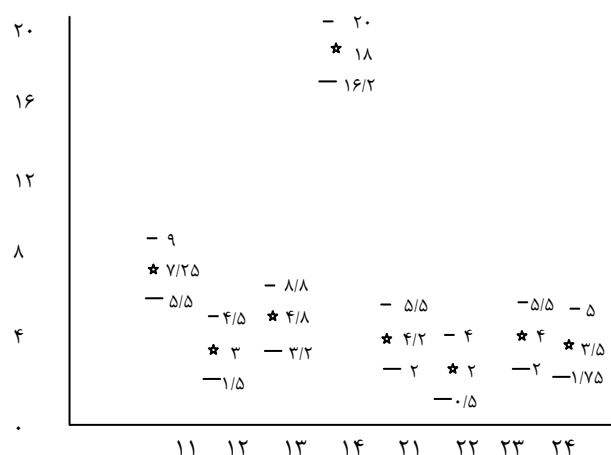
نوع Sport drink با pH مشابه و مساوی ۳/۹ باعث اروژن مینا به مقادیر متفاوتی شدند چرا که یکی از نوشابه‌ها غلظت فسفات بالایی داشت. به علاوه خاطر نشان کرد هر چه اسید موجود در نوشابه قابلیت تیتراسیون پایینتری داشته باشد احتمال ایجاد اروژن کمتری دارد. (۹)، اهمیت یون‌های کلسیم و فسفات طبق نظر Milosevic تا به آنجاست که نوشابه‌ای Isostar که در مطالعه او پایینترین pH و بالاترین میزان اسید قابل تیتراسیون را داشت به علت غلظت بالای یون‌های کلسیم و فسفر موجود در آن بر خلاف انتظار، اروزویرترین نوشابه در بین نوشابه‌های مورد بررسی نبود. (۴) که این یافته در تطابق با یافته Nyvad و Larsen است که نتیجه گرفتند که کلسیم و فسفری که به آب پرتقال اضافه می‌شود اثر پیشگیری کننده مؤثر و قوی بر روی اروژن دارد. (۱۰)

در مطالعه حاضر مشخص شد که:

۱) فرآیند اروژن مینا تحت اثر نوشابه‌های ایرانی یک روند افزایشی آهسته و کندی را با افزایش زمان اکسپوزر نشان می‌دهند. به طوری که تغییرات عمق مینا تحت اثر نوشابه‌های ایرانی بعد از ۱۲ ساعت تفاوت فاحشی با میزان آن بعد از ۱۵ دقیقه ندارد، علی‌رغم اینکه این اختلاف معنی‌داری است ($P=0/035$) که محلول‌های شاهد نمونه‌های ایرانی نیز دقیقاً همین الگو را دنبال می‌کنند.



نمودار ۱: نمودار میانگین تغییرات کلسیم با فاصله اطمینان ۹۵٪ تحت اثر چهار نوشابه و محلول شاهد در ۱۵ دقیقه



نمودار ۲: نمودار میانگین تغییرات کلسیم با فاصله اطمینان ۹۵٪ تحت اثر چهار نوشابه و محلول شاهد در ۴۵ دقیقه

محلول شاهد زمزم نارنجی = ۲۱، محلول شاهد زمزم سیاه = ۲۲، محلول شاهد میراندا = ۲۳، محلول شاهد پیسی = ۲۴، زمزم نارنجی = ۱۱، زمزم سیاه = ۱۲، میراندا = ۱۳، پیسی = ۱۴

بحث

در مطالعه حاضر الگوی تغییرات انحلال کلسیم بر حسب زمان اکسپوزر در مورد نوشابه‌ها و محلول‌های شاهد شبیه یکدیگرند، اما میزان این تغییرات در نوشابه‌ها بسیار زیاده‌تر از میزان آن در محلول‌های شاهد است. این یافته در تطابق با یافته A. Milosevic و همکاران می‌باشد که دریافتند که دو

این pH برای مینا معادل ۶ (۱۳-۱۴) و برای فلوروآپاتیت معادل ۶/۵ (۱۵) و برای هیدروکسی آپاتیت معادل ۷ (۱۶) می باشد. زمان اکسپوژر در تمام این مطالعات بالاتر از زمانهای اکسپوژر اول و دوم در مطالعه حاضر و نزدیک به زمان اکسپوژر سوم در مطالعه حاضر (۱۲ ساعت) بود در بسیاری از مطالعات دیگر pH محلولها در حین آزمایش ثابت نگه داشته شده بود (۱۵-۱۶) در حالی که در این مطالعه چنین نبود.

بر اساس حلالیت ایزوترم هیدروکسی آپاتیت کلسیم، حلالیت مینا از نظر ترمودینامیک در فقدان یون کلسیم در pH به میزان هشت نیز صورت می گیرد. (۷) به علاوه در اثر خاصیت Chelation ناشی از یون سیترات حلالیت مضاعف مینا در pH بالای ۳/۹ نیز صورت می گیرد. همچنین در مطالعه Barbour این نتیجه حاصل شد که از نظر ایجاد تغییرات در ساختار نوشیدنیها با ایجاد افزایش صرفاً در PH نوشابه، کاهش توان انحلال مینا حداقل در آزمایشگاه بسیار ناچیز خواهد بود. (۶)

به عنوان مثال در یک نوشابه آزمایشی با $pH=3/8$ که توان روزیو آن شدیداً کاهش پیدا کرده بود، (۱۷-۱۸) غلظت کلسیم این نوشابه آزمایشی نسبت به نوشابه های معمولی بالاتر بود. نتایج این مطالعه نشان داد که افزایش pH از ۳/۳ (که pH معمول نوشابه ها است) به $pH=3/8$ باعث کاهش مختصری در توان روزیو نوشابه می شود. به هر حال نتیجه بررسی Barbour نشان داد که افزودن به غلظت کلسیم نوشابه و کاهش در اسید قابل تیتراسیون می تواند باعث کاهش چشمگیری در توان روزیو نوشابه های آزمایش شده شود که این یافته در تطابق است با نتایج مطالعات دیگر (۱۹-۲۰) که نشان دهنده کاهش قابل ملاحظه در انحلال مینا در اثر افزودن کلسیم و فسفات به محلولهای اسیدی بود. (۶)

بنابراین ظرفیت روزیو آب میوه ها یا نوشابه ها در ایجاد اروژن در مینای دندانها نه تنها به pH آنها بستگی ندارد بلکه به ظرفیت بافرینگ و میزان کلسیم و فسفات آن محلولها بستگی دارد، به طوری که نمی توان صرفاً از روی میزان pH نوشابه میزان اروژن ناشی از آن را روی مینای دندان

(۲) فرآیند فوق در مورد نوشابه های خارجی (پپسی و میراندا) روند تندتر و سریعتری دارد و شیب تندتری را طی می کند بدین معنا که اگر چه اروژن مینا در مورد هر دو نوشابه خارجی در ۱۵ دقیقه از زمزم پرتقالی کمتر است، اما در طی زمان (در ۱۲ ساعت) میزان اروژن در مورد هر دو نوشابه خارجی از نوشابه های ایرانی بیشتر و بارزتر است و مجدداً همین الگو در مورد محلولهای شاهد چهار نوشابه فوق الذکر دیده می شود منتهی با میزان اروژن کمتر.

(۳) به طور کلی الگوی تغییرات انحلال کلسیم در طی سه زمان اکسپوژر در مورد نوشابه ها و محلولهای شاهد شبیه یکدیگرند، اما میزان این انحلال و اروژن در نوشابه ها بسیار بیشتر از میزان آن در محلولهای شاهد می باشد و این اختلاف معنی دار است.

(۴) همچنین میانگین انحلال کلسیم در بین چهار محلول شاهد بستگی به pH آنها ندارد. چرا که دامنه تغییرات هر چهار محلول با یکدیگر همپوشانی دارند و هیچ کدام از چهار محلول با محلول دیگر اختلاف معنی داری ندارد بنابراین از نتایج مطالعه حاضر چنین برداشت می شود که میزان اروژن در مورد محلولهای شاهد با pH مشابه نوشابه ها بسیار کمتر از نوشابه ها می باشد. لذا بالاتر بودن میزان اروژن در نوشابه ها را می توان به محتویات خاص موجود در فرمولاسیون نوشابه ها که معلوم نیست نسبت داد.

در سال ۲۰۰۳، Barbour و همکارانش میزان انحلال مینا را در محلولهای اسید سیتریک با یک دامنه وسیعی از pH های متغیر در آزمایشگاه به روش Nanoindentation مورد بررسی قرار دادند. میزان pH محلولهای مورد بررسی بین ۲/۹۰ و ۶/۳۰ بود. ($2/90 \leq pH \leq 6/30$) طبق این مطالعه رابطه خطی معکوس بین pH محلول و کاهش سختی انامل برای pH بالاتر از ۲/۹ وجود دارد. (۶)

بعضی از مطالعات آزمایشگاهی بر روی انحلال مینا نشان داده اند که هیچ گونه انحلال مینا یا هیدروکسی آپاتیت بالاتر از یک pH مشخص در مورد تمام اسیدها صورت نمی گیرد.

این pH در بعضی مطالعات برای مینا ۳/۸ و ۴/۴ (۱۱) گزارش شده و برای هیدروکسی آپاتیت این pH معادل ۵/۵ (۱۲) می باشد. در حالی که مطالعات دیگر نشان می دهد که

۴) از مقایسه الگوی تغییرات میانگین اروژن توسط نوشابه‌ها و محلولهای شاهد نتیجه گرفته می‌شود که این الگو در محلولهای شاهد در سه زمان اکسپوژر (در طول زمان) مشابه الگوی تغییرات این میانگین در نوشابه‌هاست با این تفاوت که میزان آن در نوشابه‌ها با اختلاف معنی‌داری بیشتر از محلولهای شاهد است.

تقدیر و تشکر

با تشکر از دکتر فرهاد رئوفی مسئول بخش شیمی آنالیز و تجزیه دانشکده علوم دانشگاه تهران و سایر همکاران محترمشان که در تهیه این مهم نهایت همکاری را مبذول داشتند.

این پژوهش با حمایت علمی و مالی معاونت پژوهشی دانشکده دندانپزشکی دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی انجام شده است.

تخمین زد که این نتیجه در تطابق است با یافته‌های David W در ۲۰۰۳ که معتقد است که اسیدیته قابل تیتراسیون موجود در یک نوشابه نقش برجسته‌تر و مهمتری در ایجاد اروژن بر روی دندان دارد. (۸)

نتیجه‌گیری

۱) الگوی تغییرات میزان اروژن در سه زمان اکسپوژر در مورد نوشابه‌ها مشابه محلولهای شاهد می‌باشد اما میزان اروژن در نوشابه‌ها با اختلاف معنی‌داری بسیار بیشتر از میزان اروژن در محلولهای شاهد می‌باشد.

۲) میزان اروژن در بین چهار محلول شاهد بستگی به pH آنها ندارد.

۳) ظرفیت نوشابه‌ها در میزان اروژن در مینای دندان تنها به pH آنها بستگی ندارد. در زمینه اروژن، اسید قابل تیتراسیون موجود در نوشابه مهمتر از میزان pH آن می‌باشد.

REFERENCES

1. West NX, Hughes JA, Addy M. Erosion of dentin and enamel in vitro by dietary acids: The effect of temperature, acid character, concentration and exposure time. J Oral Rehabil. 2000 Oct;27(10):875-80.
2. Meurman JH, Ten Cate JM. Pathogenesis and modifying factors of dental erosion. Eur J Oral Sci. 1996 Apr; 104(2):199-206.
3. Hughes JA, West NX, Parker DM, Van denBraak MH, Addy M. Effect of pH and concentration of citric, malic and lactic acids on enamel, in vitro. J Dent. 2000 Feb;28(2):147-52.
4. O'sullivan EA, Curzon ME. A comparison of acidic factors in children with and without dental erosion. ASDC J Dent Child. 2000 May-Jun;67(3):186-92.
5. Finke M, Jandt KD, Parker DM. The early stages of native enamel dissolution studied with atomic force microscopy. J Colloid Interface Sci. 2000 Dec;232(1):156-164.
6. Barbour ME, Parker DM, Allen GC, Jandt KD. Human enamel dissolution in citric acid as a function of PH in the range $2.30 < \text{pH} < 6.30$. A Nanoindentation study. J Colloid Interface Sci. 2003 Sep;265(1):9-14.
7. Anderson P, Hector MP, Rampersand MA. Critical pH in resting and stimulated whole saliva in groups of children and adults. Int J Paediatric Dent. 2001 Jul;11(4):266-273.
8. David W, Bartlett. Erosion and tooth surface loss. Int J of Prosthet. 2003;16(Suppl): 87-88.
9. Milesovic A. Sport drinks hazard to teeth. Br J Sports Med. 1997 Mar;31(1):28-30.
10. Larsen MY, Nyvad B. Enamel erosion by some soft drinks and orange juices relative to their pH, buffering effect and contents of calcium and phosphate. Caries Res. 1999 Jan;33(1):81-87.

11. Rytomaa I, Meurman JH, Koskinen J, Laakso T, Gharazi L, Turunen R. In vitro erosion of bovine enamel caused by acidic drinks and to her foodstuffs. *Scand J Dent Res*. 1988 Aug;96(4):324-333.
12. Meurman JH, Harkonen M, Naveri H, Koskine NJ, Torkko H, Rytomaa I, Jarvinen V, Turunen R. Experimental sports drinks with minimal dental erosion effect. *Scand J Dent Res*. 1990 Apr;98(2):120-128.
13. Gray JA. Kinestics of the dissolution of human dental enamel in acid. *J Dent Res*. 1961;41:633-645.
14. Higughi WI, Mir NA, Patel PR, Becker JW, Hufferren JJ. Quantitation of enamel dimenieralization mechanism III. A critical examination of the hydroxyapatite model. *J Dent Res*. 1969;48:396-409.
15. Christoffersen J, Christoffersen MR, Johansen T. Kinestics of growth and dissolution of fluorapatite. *J Crystal Growth*. 1996;163:295-303.
16. Christoffersen J, Christoffersen MR, Kjaergaard N. The kineites of dissolution of calcium hydroxyapatite in water at constant pH. *J Crystal Growth* 1978;43:501-511.
17. Finke M, Jandt KD, Parker DM. The early stages of native enamel dissolution studied with atomic force microscopy. *J Colloid Interface Sci*. 2000 Dec;232(1):156-164.
18. Hughes JA, West NX, Parker DM, Newcombe RG, Addy M. Development and evaluation of a low erosive blackcurrant juice drink 3 final drink and concentrate, formulate comparisons in situ and overview of concept. *J Dent*. 1999 May;27(4):285-9.
19. Margolis HC, Zhag YP, Lee CY, Kent RL, Moreno EC. Kinetics of enamel demineralization in vitro. *J Dent Res*. 1999;78(7):1326-1335.
20. Margolis HC, Moreno EC. Kinetics of hydroxyapatite dissolution in acetic lactic and phosphoric acid solutions. *Calcif Tissue Int*. 1992 Feb;50(2):137-143.