اثر زمان‌های گوناگون شست و شوی عاج با آب بر انرژی آزاد سطحی با استفاده از تراش تحت افشانه‌ی یک محلول خنک کننده پیشنهادی

سید مصطفی معظمی[*]، حسین عرفایی[**]، لقمان رضایی صوفی [***]

[*] دانشیار گروه ترمیمی و زیبایی، دانشکده‌ی دندانپزشکی و مرکز تحقیقات دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی مشهد
[**] استاد گروه فارماسوتیکس دانشکده‌ی داروسازی دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی مشهد
[***] استادیار گروه ترمیمی و زیبایی دانشکده‌ی دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی همدان

چکیده

بیان مساله: انرژی سطحی سوبسترا از عوامل مهم در چسبندگی است. افزایش انرژی سطحی باعث افزایش مرطوب شوندگی و چسبندگی بهتر می‌شود.

هدف: هدف از این پژوهش، تعیین بهترین زمان شست و شوی عاج، پس از تراش آن با یک محلول خنک کننده‌ی پیشنهادی به منظور به دست آوردن بالاترین مقدار انرژی آزاد سطحی عاج بود.

مواد و روش: در این بررسی تجربی- آزمایشگاهی، ۷۵ دندان پره مولر سالم انسان به گونه‌ی تصادفی در پنج گروه قرار گرفتند: ۱) تراش با خنک کننده‌ی آب و ۵ ثانیه شست و شو با آب (شاهد منفی)، ۲) تراش با خنک کننده‌ی آب، ۵ ثانیه شست و شو با آب، اچ و شست و شو (شاهد مثبت)، ۳) تراش با خنک کننده‌ی پیشنهادی (سورفاکتانت ۰/۵ درصد و HLB=۷) و ۵ ثانیه شست و شو با آب، ۴) تراش با خنک کننده‌ی پیشنهادی و ۱۰ ثانیه شست و شو با آب، ۵) تراش با خنک کننده‌ی پیشنهادی و ۱۵ ثانیه شست و شو با آب. انرژی آزاد سطحی توسط اندازه‌گیری زاویه‌ی تماس به دست آمد. واکاوی آماری داده‌ها به وسیله‌ی آزمون‌های واریانس یک سویه و توکی انجام شد.

یافته‌ها: میانگین انرژی سطحی (دین بر سانتی متر) در گروه ۱ تا ۵ به ترتیب ۷۵/۸۷، ۴۶/۰۰، ۷۴/۸۶، ۷۲/۶۴ و ۷۰/۰۵ به دست آمد. نتایج واکاوی واریانس نشان داد، که تفاوت میان پنج گروه معنادار است (p =۰/۰۰۰). مقایسه‌ی دو به دوی گروه‌ها با آزمون توکی نشان می‌دهد، که به جز گروه ۱و۳ (p =۰/۶۷۸) دیگر گروه‌ها از نظر آماری با هم اختلاف معنادار دارند (p < ۰/۰۵).

نتیجه‌گیری: فرایند اچ کردن انرژی سطحی عاج را کاهش می‌دهد. تراش عاج با یک سورفکتانت به عنوان خنک کننده و سپس ۵ ثانیه شست و شوی با آب، انرژی سطحی برابر عاج اچ نشده را ایجاد می‌کند. شست و شوی بیشتر از ۵ ثانیه (۱۰ یا ۱۵ ثانیه) باعث کاهش انرژی سطحی عاج می‌شود.

واژگان کلیدی: انرژی آزاد سطحی، عامل فعال کننده‌ی سطحی، لایه‌ی اسمیر، عاج، سورفکتانت

تاریخ دریافت مقاله: ۸۹/۲/۱۴ ، تاریخ پذیرش مقاله: ۸۹/۸/۲۲ *Shiraz Univ Dent J 2011; 11(4): 303-308* **مقاله‌ی پژوهشی اصیل**

نویسنده‌ی مسوول مکاتبات: لقمان رضائی صوفی. همدان، بلوار شهید فهمیده، رو به روی پارک مردم، دانشکده‌ی دندانپزشکی، دانشگاه علوم پزشکی و خدمات بهداشتی درمانی همدان، گروه ترمیمی و زیبایی تلفن همراه: ۰۹۱۲۳۷۵۰۳۶۴ پست الکترونیک: loghmansofi@umsha.ac.ir

درآمد

در فناوری مواد ادهزیو در دندانپزشکی، یک ادهزیو باید به گونه‌ی کامل سطح سوبسترا را مرطوب کند. به بیانی دیگر برای به دست آوردن حداکثر چسبندگی، باید ماده‌ی چسبنده در تماس نزدیک با سوبسترا بوده و به میزان کافی سطح را مرطوب نماید [۱]. مرطوب شوندگی یک جنبه‌ی کیفی از زاویه‌ی تماس است و انرژی سطحی سوبسترا یکی از عوامل مهم اثر گذار در زاویه‌ی تماس و در نتیجه مرطوب شوندگی است [۲].

انرژی سطحی عاج به خاطر بالا بودن مقدار آب و محتوی پروتئینی آن، پایین‌تر از مینا است [۳]. وقتی دندان تراش داده شود، ذرات به دست آمده از تراش، سطح عاج را پوشانده و لایه‌ای به ضخامت ۰/۵ تا ۲ میکرون به نام لایه‌ی اسمیر ایجاد می‌کند [۱]. انرژی سطحی پایین این لایه باعث کاهش انرژی سطحی عاج و کاهش مرطوب شوندگی سطح آن می‌شود [۴]. از سویی دیگر، فرایند معدنی زدایی عاج باعث کاهش انرژی سطحی عاج می شود که محتوی بالای پروتئین عریان شده عامل اصلی میزان انرژی آزاد سطحی پایین در عاج اچ شده، است [۱].

هر چند بررسی‌های گوناگونی در مورد اثرات آماده سازی سطح عاج و مینا بر انرژی سطی آنها انجام شده است [۵ و ۶]، اما پژوهشی در مورد اثرات و چگونگی استفاده از یک سورفکتانت به عنوان خنک کننده به هنگام تراش دندان بر انرژی آزاد سطحی مینا و عاج دیده نمی‌شود. سورفکتانت، مولکول‌ها و یون‌هایی هستند که در اینترفیس جذب می‌شوند و تمایل ویژه به حلال‌های قطبی و غیر قطبی دارند. بسته به شمار و ماهیت گروه‌های قطبی و غیر قطبی موجود در مولکول آن، ممکن است به گونه‌ی غالب هیدروفیلیک یا لیپوفیلیک باشند یا هماهنگی میان این دو حالت وجود داشته باشد. اندازه‌ی توازن هیدروفیلیک/ لیپوفیلیک یک ماده‌ی فعال کننده‌ی سطحی HLB (Hydrophilic Lipophilic Balance) نامیده می‌شود، که هر چه بیشتر باشد یعنی ماده دارای گروه‌های هیدروفیلیک بیشتری است [۲ و ۷]. استفاده از خنک کننده‌ایی که بتواند افزون بر پیشگیری از بر جا ماندن لایه‌ی اسمیر به هنگام تراش، انرژی آزاد سطحی عاج را کاهش ندهد، می‌تواند با افزایش مرطوب شوندگی سوبسترای عاجی باعث بهبود فرآیند چسبندگی شود. بنابراین انجام پژوهش‌هایی در مورد شیوه‌ی کاربرد و آثار چنین محلول‌هایی ضروری به نظر می‌رسد. هدف از این پژوهش، تعیین اثر بهترین زمان شست و شوی ۵، ۱۰ یا ۱۵ ثانیه‌ای با افشانه‌ی آب بر انرژی آزاد سطحی عاج، پس از تراش عاج با یک محلول خنک کننده‌ی پیشنهادی بود.

مواد و روش

در این پژوهش تجربی- آزمایشگاهی، شمار ۷۵ دندان پره مولر سالم انسان که به علت درمان‌های ارتودنسی بیرون آورده شده بودند و در محلول فرمالین ۱۰ درصد (Shahid Ghazi Co., Tabriz, Iran) نگهداری می‌شدند انتخاب و پس از پاک شدن از بقایای بافت نرم و جرم، در ظرف در بسته‌ی دارای سرم فیزیولوژیک (Shahid Ghazi Co., Tabriz, Iran) در دمای اتاق و رطوبت ۱۰۰ درصد نگهداری شدند.

نمونه‌ها به گونه‌ی تصادفی در پنج گروه ۱۵ تایی قرار گرفتند. بسته به گروه آزمایشی، سطح باکال نمونه‌های مانت شده به کمک موم بر روی اسلب شیشه‌ای، توسط توربین (NSK, Tokyo, Japan) با سرعت بالا و فرز ۸۷۸-۰۱۶ الماسی (D&Z, Berlin, Germany) با استفاده از خنک کننده‌ی آب یا محلول پیشنهادی (یک محلول سورفاکتانت غیر یونی از گروه پلی سوربات با غلظت ۰/۵ درصد و HLB=۷)، تا به دست آوردن یک سطح عاجی صاف در یک سوم میانی ضخامت عاج تراش داده شد. خنک کننده‌ی پیشنهادی به هنگام تراش با استفاده از دستگاه پروفی- میت (Prophy-mate) (NSK, Tokyo, Japan) و کاملاً هماهنگ با جهت حرکت فرز الماسی روی سطح عاج پاشیده شد.

گروه‌های آزمایشی بر پایه‌ی جدول ۱ آماده سازی شدند.

جدول ۱ *شیوه‌ی آماده‌سازی گروه‌های پنج گانه‌ی آزمایشی جهت اندازه‌گیری انرژی آزاد سطحی*

گروه	خنک کننده جهت تراش	مدت شست و شو با آب	حذف رطوبت	اچ	شست و شو با آب	از میان بردن رطوبت
۱(شاهد منفی)	آب	۵ ثانیه	+	-	-	-
۲(شاهد مثبت)	آب	۵ ثانیه	+	+	+	+
۳	محلول پیشنهادی	۵ ثانیه	+	-	-	-
۴	محلول پیشنهادی	۱۰ ثانیه	+	-	-	-
۵	محلول پیشنهادی	۱۵ ثانیه	+	-	-	-

جدول ۲ *میانگین، انحراف معیار، حداقل، حداکثر و درصد ضریب تغییرات انرژی آزاد سطحی (دین بر سانتی متر) در گروه‌های آزمایشی*

گروه	شمار	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار	درصد ضریب تغییرات
۱	۱۵	۷۳/۵۳	۷۸/۷۱	۷۵/۸۷	۱/۵۵	۲۲/۴
۲	۱۵	۴۳/۵	۴۹/۱۱	۴۶/۰۰	۱/۹۰	۱۳/۶
۳	۱۵	۷۱/۷۲	۷۷/۵۵	۷۴/۸۶	۲/۰۱	۲۲/۱
۴	۱۵	۷۰/۰۱	۷۷/۴۹	۷۲/۶۴	۲/۵۴	۲۱/۴
۵	۱۵	۶۶/۲۳	۷۴/۰۱	۷۰/۰۵	۲/۲۸	۲۰/۶

برای اچ کردن نمونه‌ها در گروه ۲، از اسید فسفریک ۳۵ درصد اولترا اچ (Ultradent Utah USA) به مدت ۱۵ ثانیه استفاده گردید. پس از خشک کردن سطح عاجی با افشانه‌ی هوا برای از میان بردن هر گونه رطوبت قابل دیدن و پیش از اندازه‌گیری انرژی سطحی، با به کارگیری سشوار به مدت ۵ ثانیه از فاصله‌ی ۵ سانتی‌متر سعی در از میان بردن هر گونه رطوبت غیر قابل دیدن شد. سپس، در شرایطی که سطح تراش خورده‌ی نمونه کاملا موازی با سطح افق بود، از فاصله‌ی یک میلی‌متری به کمک سرنگ انسولین گیج ۲۹ (Supamed, Tehran, Iran) یک قطره از مایع مربوط برای هر گروه (در آغاز، آب مقطر و سپس ید ید متیلن) بر روی سطح عاجی صاف چکانده شد. به کمک موم یک پس زمینه برای محیط نمونه ساخته شد و پس از بزرگنمایی و فوکوس نمودن ناحیه توسط کاتتومتر (Phillip Harris, London, UK) به اندازه‌ی ۱۰ برابر، از لحظه‌ی چکاندن قطره بر روی سطح تا پخش شدن کامل قطره توسط دوربین اولیمپوس (Olympus, Tokyo, Japan) (Olympus) و از درون لنز کاتتومتر با فرمت MOV فیلمبرداری شد (نگاره‌ی ۱). چون این فرمت سازگار با مووی میکر (Moviemaker) یا پاورپوینت نیست، در آغاز با نرم‌افزار XILISAFT به فرمت MPEG تبدیل شد. سپس توسط نرم افزار مووی میکر تصویر جای گیری قطره پس از ثانیه‌ی نخست از چکاندن قطره بر روی سطح فراهم گردید.

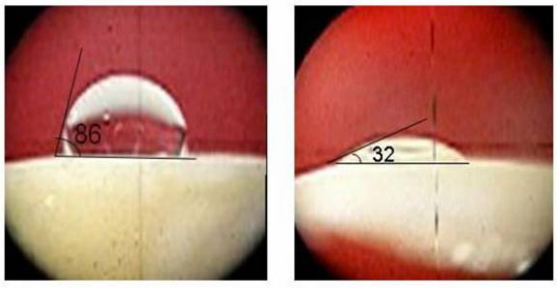
اندازه‌ی زاویه‌ی تماس قطرات آب و ید ید متیلن با سطح عاج به کمک نرم افزار اتوکد ارزیابی شد (نگاره‌ی ۲). سپس، زاویه‌های تماس آب و ید ید متیلن مربوط به هر گونه عملیات در فرمول زیر قرار داده شد [۲ و ۷] و مقدار انرژی سطحی عاج ارزیابی گردید:

$$\gamma_L (1 + \cos\theta) = 2 (\gamma_s^d \gamma_L^d)^{1/2} + 2 (\gamma_s^p \gamma_L^p)^{1/2}$$

$$\gamma_s = \gamma_s^p + \gamma_s^d$$

γ_L، کشش سطحی مایع به کار رفته بوده که برای آب $72/8\ dyncm^{-1}$ و برای ید ید متیلن $51\ dyncm^{-1}$ است. γ_L^d، نشانگر نیروی پراکندگی لندن میان مایع و سطح سوبسترا بوده که برای ید ید متیلن $51\ dyncm^{-1}$ و برای آب $21/8\ dyncm^{-1}$ است. γ_L^p، بیان کننده‌ی نیروی پولار میان مایع و سطح سوبسترا بوده، که برای ید ید متیلن صفر و برای آب $51\ dyncm^{-1}$ است. γ_s، نشانگر انرژی سطحی سوبسترا بوده که دارای دو مولفه‌ی قطبی و غیر قطبی است. جزو قطبی آن γ_s^p با استفاده از زاویه‌ی تماس آب با سطح عاج و جزو غیرقطبی آن γ_s^d با استفاده از زاویه‌ی تماس ید ید متیلن با سطح عاج به دست می‌آید. مجموع این دو، انرژی کل سطح عاج (γ_s) نامیده می‌شود. پس از ارزیابی انرژی سطحی عاج با هر گونه عملیات، داده‌ها مرتب شد. برای مقایسه‌ی میانگین

نگاره‌ی ۱ *تنظیم دوربین از درون لنز کاتتومتر جهت فیلم برداری از لحظه‌ی چکاندن تا پخش شدن کامل قطره بر روی سطح عاج*



نگاره‌ی ۲ *اندازه‌گیری زاویه‌ی تماس یک نمونه‌ی انتخابی از گروه ۲ توسط نرم افزار اتوکد با دو گونه مایع رفرنس آب در سمت چپ و ید ید متیلن در سمت راست*

انرژی آزاد سطحی گروه‌های آزمایشی از واکاوی واریانس یک سویه و آزمون تکمیلی توکی با سطح معنادار $p < ۰/۰۵$ استفاده شد.

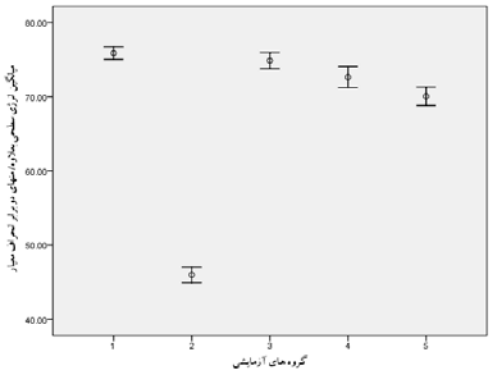
یافته‌ها

میانگین انرژی آزاد سطحی، حداقل، حداکثر، انحراف استاندارد و درصد ضریب تغییرات در پنج گروه مورد بررسی در جدول ۲ آورده شده است. نمودار ۱، میانگین و فاصله‌ی اطمینان ۹۵ درصدی میانگین انرژی آزاد سطحی در واحد دین بر سانتی‌متر در پنج گروه آزمایشی را نشان می دهد. نتایج واکاوی واریانس، بیان کننده‌ی از وجود اختلاف معنادار میان پنج گروه مورد بررسی بود ($p =۰/۰۰۰$). جدول ۳، نتایج آزمون توکی را جهت مقایسه‌ی دو به دوی انرژی آزاد سطحی پنج گروه آزمایشی بیان نموده و نشان می‌دهد که به جز گروه ۱ و ۳ ($p =۰/۶۷۸$) دیگر گروه‌ها از نظر آماری با هم تفاوت معنادار دارند.

جدول ۳ *مقایسه‌ی دو به دوی انرژی آزاد سطحی در پنج گروه آزمایشی*

گروه‌ها	میانگین اختلاف (دین بر سانتی متر)	ارزش p
اول با دوم	۲۹/۸۷(*)	۰/۰۰۰
اول با سوم	۱/۰۱	۰/۶۷۸
اول با چهارم	۳/۲۳(*)	۰/۰۰۱
اول با پنجم	۵/۸۲(*)	۰/۰۰۰
دوم با سوم	۲۸/۸۶(*)	۰/۰۰۰
دوم با چهارم	۲۶/۶۴(*)	۰/۰۰۰
دوم با پنجم	۲۴/۰۵(*)	۰/۰۰۰
سوم با چهارم	۲/۲۲(*)	۰/۰۳۷
سوم با پنجم	۴/۸۱(*)	۰/۰۰۰
چهارم با پنجم	۲/۵۹(*)	۰/۰۰۰

(*): بیان کننده‌ی وجود اختلاف آماری معنادار



نمودار ۱ *میانگین و فاصله‌ی اطمینان ۹۵ درصدی میانگین انرژی آزاد سطحی (دین بر سانتی متر) در پنج گروه آزمایشی*

بحث

در این پژوهش، از محلول خنک کننده پیشنهادی با فرمول سورفکتانت ۰/۵ در صد و HLB=۷ استفاده شد. هدف از کاربرد یک سورفکتانت پیشنهادی به عنوان خنک کننده‌ی استفاده از ویژگی‌های آمفی فیلیک (Amphiphilic) آن و قرار گرفتن آن در حد فاصل لایه‌ی اسمیر و سطح عاج بود، تا به این شکل از نشستن و رسوب دوباره‌ی لایه‌ی اسمیر بر روی عاج به هنگام تراش جلوگیری شود.

برای اندازه‌گیری انرژی سطحی سوبسترای عاج در این پژوهش، از روش اندازه‌گیری زاویه‌ی تماس با دو مایع آب و ید متیلن استفاده شد. علت استفاده از دست کم دو مایع استاندارد برای اندازه‌گیری زاویه‌ی تماس و ارزیابی انرژی سطح، این است که انرژی آزاد سطح دو مولفه دارد. یک مولفه‌ی غیر قطبی که مربوط به نیروهای واندروالس و بیان‌کننده‌ی واکنش‌های هیدروفوبیک بوده و مولفه‌ی قطبی که مربوط به واکنش‌های هیدروفیلیک است. انرژی کل آزاد سطحی عاج مجموع این دو مولفه‌ی غیر قطبی و قطبی را در بر می‌گیرد [۷].

میانگین انرژی آزاد سطحی در گروه‌های ۱ و ۲ (به عنوان گروه‌های شاهد منفی و مثبت) با هم اختلاف معنادار دارند ($p =۰/۰۰۰$). در گروه ۱، که تنها تراش سطح عاج با خنک کننده‌ی آب و ۵ ثانیه شست و شو با افشانه‌ی آب بی اچ انجام شد، انرژی سطحی عاج ۷۵/۸۷ دین بر سانتی متر ارزیابی گردید، در حالی‌که در گروه ۲ که در آن تراش به همراه اچینگ انجام شد، انرژی سطحی با حدود ۶۰ درصد کاهش برابر ۴۶/۰۰ دین بر سانتی متر ارزیابی گردید، که با میزان انرژی سطحی عاج اچ شده ۴۴/۸ دین بر سانتی متر در بررسی داگلاس (Douglas) [۸] قابل مقایسه است. محتوای بالای پروتئین عریان شده را می‌توان عامل اصلی میزان انرژی آزاد سطحی پایین در عاج اچ شده دانست.

در گروه‌های ۳، ۴ و ۵ که از محلول خنک کننده‌ی پیشنهادی استفاده شد، به ترتیب اندازه‌های ۷۴/۸۶، ۷۲/۶۴ و ۷۰/۰۵ دین بر سانتی‌متر برای انرژی آزاد سطحی ارزیابی گردید و آزمون توکی نشان داد، که هر چند اندازه‌های به دست آمده تفاوت کمی با همدیگر دارند ولی این تفاوت‌ها معنادار است ($p < ۰/۰۵$). این مساله را می‌توان این‌گونه توجیه نمود، که با افزایش زمان شست و شو از ۵ ثانیه به ۱۰ و سپس ۱۵ ثانیه و در نتیجه از میان بردن بهتر هر گونه دبری و آلودگی سطحی، بافت کلاژن بیشتری

عریان می‌شوند که می‌توانند مسوول پایین آوردن انرژی آزاد سطحی باشند.

میان دو گروه ۱ با میانگین انرژی سطحی ۷۵/۸۷ دین بر سانتی متر و گروه ۳ که در میان گروه‌هایی که از خنک کننده‌ی پیشنهادی استفاده شده بود بهترین گروه با میانگین انرژی سطحی ۷۴/۸۶ دین بر سانتی متر بود، آزمون توکی نشان داد، که اختلاف معنادار وجود ندارد (p =۰/۶۷۸). سورفکتانت پیشنهادی به عنوان خنک کننده می‌تواند افزون بر از میان بردن موثرتر لایه‌ی اسمیر نسبت به آب، انرژی سطحی سوبسترای عاجی را مشابه با عاج اچ نشده به دست آورد. چون لایه‌ی اسمیر انرژی سطحی پایینی دارد و باعث پایین آوردن انرژی سطحی عاج و کاهش مرطوب‌شوندگی سطح آن می‌گردد و سوبسترای با ثباتی برای اتصال نیست و احتمال هیدرولیز آن در طول زمان و در زیر ماده‌ی ترمیمی وجود دارد که به نفوذ باکتری‌ها می‌انجامد [۱].

اوسموسن (Ausmussen) [۶]، اثر آماده سازی سطحی عاج با اسید فسفریک ۳۷ درصد را بر انرژی آزاد سطحی عاج ارزیابی نمود. نتایج نشان داد که مرطوب شوندگی در گروه‌هایی که از اسید فسفریک جهت آماده سازی سطح عاج استفاده شده بود، تغییر نمی‌کند. نتایج این بررسی با پژوهش کنونی و بررسی داگلاس [۷] که در آنها مرطوب شوندگی عاج پس از اچ با اسید فسفریک به گونه‌ی چشمگیر کاهش می‌یابد، همخوانی ندارد که علت آن را می‌توان به غلظت اسید (۳۷ درصد در بررسی اوسموسن در مقابل ۳۵ درصد در بررسی کنونی)، PH اسید (۵ در بررسی اوسموسن در مقابل ۰/۰۲ در این بررسی)، مدت زمان اچ کردن (۱۰ ثانیه در بررسی اوسموسن در مقابل ۱۵ ثانیه در بررسی کنونی) و البته عمق عاج نسبت داد.

نکته‌ی دیگر آنکه به گونه‌ی کلی مواد معدنی و قطبی (همچون عاج که دارای جزو قطبی و معدنی است) انرژی سطحی بالایی دارند. بنابراین می‌توانند مواد گوناگون همچون آب را به خود جذب کنند و ویژگی‌های سطحی آنها تغییر یابد. در حقیقت لایه‌ای از آب بر روی آنها قرار می‌گیرد که با خشک کردن به روش معمول قابل برداشته شدن نیستند و امکان اندازه‌گیری انرژی سطحی واقعی در این شرایط وجود ندارد. به بیانی دیگر، ارزیابی انرژی گرچه یک برداشت نظری از سطح عاج دندان است ولی یک نمایه‌ی کاملاً مطمئن نیست، چون برای به دست آوردن انرژی سطحی واقعی یک سطح، اندازه‌گیری باید در شرایط محیطی خالی و بی هر گونه مولکول آب مداخله‌گر انجام شود [۹]. در این بررسی، برای اندازه‌گیری انرژی سطحی پس از خشک کردن سطح عاجی با افشانه‌ی هوا، با به کارگیری حدود ۵ ثانیه سشوار از فاصله‌ی ۵ سانتی‌متر سعی در از میان بردن هر گونه رطوبت غیر قابل دیدن شد.

معظمی و کاویان، اثر کاربرد محلول‌های سورفاکتانت گوناگون پیشنهادی با و بی EDTA را بر روی انرژی سطحی عاج مورد بررسی قرار دادند [۹]. آنها نتیجه گرفتند که کاربرد محلول سورفاکتانت بی EDTA باعث به دست آمدن انرژی سطحی عاج برابر ۵۷/۲۷ دین بر سانتی متر می‌شود، که همانند با گروه شاهد مثبت (تراش با اسپری آب + اچ با اسید فسفریک) یعنی مقدار ۵۷/۸۵ دین بر سانتی متر است. در بررسی کنونی، تراش دندان با محلول خنک کننده‌ی پیشنهادی (سورفاکتانت ۰/۵ درصد و HLB=۷) به گونه‌ی چشمگیر اندازه‌های انرژی سطحی عاج بالاتری را نسبت به گروه ۲ (تراش با افشانه‌ی آب + اچ با اسید فسفریک) نشان می‌دهد (به ترتیب ۷۴/۸۶، ۷۲/۶۴ و ۷۰/۰۵ دین بر سانتی‌متر برای گروه‌های ۳، ۴ و ۵ در مقابل ۴۶/۰۰ دین بر سانتی متر برای گروه ۲). همتراز بودن انرژی سطحی عاج ضمن استفاده از محلول سورفاکتانت بی EDTA با گروه شاهد مثبت (تراش با افشانه‌ی آب و هوا + اچ با اسید فسفریک) در بررسی معظمی و کاویان را می‌توان به مدت زمان اچ کردن کمتر (۱۰ ثانیه در مقابل ۱۵ ثانیه در بررسی کنونی) در گروه شاهد مثبت (و در نتیجه فرصت کمتر برای اکسپوز کافی بافت کلاژن) و شست و شوی بیشتر محلول سورفاکتانت بی EDTA (و در نتیجه اکسپوز بهتر بافت کلاژن) نسبت داد. در حالی‌که در بررسی کنونی، عامل اصلی کاهش چشمگیر در اندازه‌های انرژی سطحی عاج در گروه ۲ نسبت به گروه‌های تراش با محلول خنک کننده‌ی پیشنهادی، محتوای بالای پروتئین عریان شده در عاج اچ شده، است. ضمن آن‌که آن‌ها نیز در بررسی خود به این نتیجه رسیدند، که کاربرد اسید فسفریک برای از میان بردن لایه‌ی اسمیر در گروه شاهد مثبت باعث کاهش چشمگیر در انرژی سطحی عاج می‌شود.

افزون بر افزایش انرژی سطحی عاج در گروه‌هایی که از محلول پیشنهادی به عنوان خنک کننده به هنگام تراش استفاده نمودند، وجود مولکول‌های سورفاکتانت موجود در محلول

پیشنهادی می‌تواند باعث کاهش اصطکاک میان فرز و سوبسترای دندان و در نتیجه افزایش کفایت تراش توسط فرز شود. به گونه‌ای که سایگل (Siegel) و فراونهفر (Fraunhofer) نشان دادند که تراش حفره با خنک کننده‌ی دارای دهان‌شویه با پایه‌ی الکل و گلیسرول می‌تواند سرعت تراش و طول عمر فرز را تا ۲۰۰ درصد افزایش دهد [۱۰].

نتیجه‌گیری

۱. فرایند اچ کردن بر انرژی آزاد سطحی عاج اثر دارد و به گونه‌ی چشمگیر آن را کاهش می‌دهد.
۲. تراش با محلول خنک کننده‌ی پیشنهادی و ۵ ثانیه شست و شوی بعدی با افشانه‌ی آب به ایجاد انرژی آزاد سطحی عاج همانند با عاج تراش خورده با خنک کننده‌ی آب و بی اچینگ می‌انجامد.
۳. افزایش زمان شست و شوی عاج تراش خورده با محلول خنک کننده‌ی پیشنهادی از ۵ ثانیه به ۱۰ و سپس ۱۵ ثانیه به کاهش انرژی آزاد سطحی سوبسترای عاجی می‌انجامد.
۴. با توجه به نتایج بررسی کنونی، برای نتیجه‌گیری نهایی در مورد اثر بخشی محلول سورفکتانت به عنوان خنک کننده به بررسی‌های بیشتر از زاویه‌ها و جنبه‌های گوناگون نیاز است.

سپاسگزاری

این پروژه‌ی تحقیقاتی با پشتیبانی‌های همه جانبه‌ی شورای پژوهشی و معاونت محترم پژوهشی دانشگاه علوم پزشکی مشهد انجام گردیده است، که به این وسیله از ایشان سپاسگزاری می‌شود.

******

References

1. Summit JB, Robbins JW, Hilton TJ, Schwartz RS. Fundamentals of operative dentistry. 3th ed., Illinois: Quintessence; 2006. p.183-241.
2. Chibowski E, Perea-Carpio R. Problems of contact angle and solid surface free energy determination. A dv Colloid Interface Sci 2002; 98: 245-264.
3. Roulet JF., Degrange M. Adhesion: the silant revolution in dentistry. 1st ed., Illinois: Quintessence; 2000. p. 29-39.
4. Roberson TM, Heymann HO, Swift E J. Art and science of operative dentistry. 5th ed., St Louis: Mosby; 2006. p. 245-270.
5. Armengol V, Laboux O, Weiss P, Jean A, Hamel H. Effects of Er:YAG and Nd:YAP laser irradiation on the surface roughness and free surface energy of enamel and dentin: an in vitro study. Oper Dent 2003; 28 67-74.
6. Attal JP, Asmussen E, Degrange M. Effects of surface treatment on the surface free energy of dentin. Dent Mater 1994; 10: 259-264.
7. Lungtana AM, Fell JT. surface free energy determination on powders. J Pharm 1988; 41: 237-240.
8. Douglas WH. Clinical status of dentin bonding agent. J Dent 1989; 17: 209-215.
9. Moazzami SM, Orafaei H, Kavian M, Effect of different surfactant solutions with and without EDTA on dentin surface free energy. J Mashhad Dent Sch 1384: 29: 271-278.
10. Von Fraunhofer JA, Siegel SC. Using chemomechanically assisted diamond bur cutting for improved efficiency. AM Dent Assoc 2003; 134: 53-58.