

جوان سازی پوست با اشعه رادیوفرکانسی

دکتر حسین طباطبائی^۱، دکتر شهاب باباکوهی^۱، ماکان ره شناس^۲

۱- مرکز آموزش و پژوهش بیماریهای پوست و جدام، دانشگاه علوم پزشکی تهران؛ ۲- دانشگاه آزاد اسلامی واحد پزشکی تهران، تهران، ایران

زمینه و هدف: تقاضای درمان چین و چروک صورت رو به افزایش است. در سالیان اخیر، رادیوفرکانسی یک و دو قطبی به عنوان یک درمان انتخابی چین و چروک معرفی شده است. مطالعات، تغییرهای الیاف کلاژن پوست را برای بهبود و ترمیم جنس پوست نشان داده اند. هر چند می توانند خطرها و عوارض جانبی هم داشته باشند.

روش اجرا: در این مطالعه، ۴۸ بیمار متقاضی جوان سازی پوست صورت پس از اخذ رضایت نامه کتبی، تحت درمان با رادیوفرکانسی قرار گرفتند. تشخیص، صرفاً^۱ بر مبنای معاینه و مشاهده صورت می گرفت. از تمامی بیماران، قبل و بعد از درمان و در شرایط مساوی عکس گرفته شد. عکس ها توسط یک همکار که نمی دانست کدام عکس به قبل و کدام به بعد از درمان مربوط است، مورد ارزیابی قرار گرفت.

یافته ها: چین و چروک ها در ۲۶ بیمار به تر شد. پاسخ درمانی در افراد مسن تر به تر بود. درد و اریتم گذرا در تمامی بیماران گزارش شد.

نتیجه گیری: رادیوفرکانسی روش درمانی مناسبی برای به تر شدن پوست از نظر تعداد و عمق چروک ها است که اجرای آن به آموزش کامل نیاز دارد. برای تاثیر مثبت حداقل ۴ جلسه درمانی با نظم فواصل ۲ هفته یک بار ضروری است.

کلید واژه ها: چین و چروک، رادیوفرکانسی، جوان سازی پوست

پوست و زیبایی، بهار ۱۳۸۹؛ دوره ۱ (۱): ۲۸-۳۳

دریافت مقاله: ۸۸/۸/۱۴، پذیرش: ۸۸/۹/۱۱

مقدمه

از طریق ایجاد حرارت در درم سبب نتیجه دل خواه می شود^۶ حرارت مناسب به بافت های پیوندی عمیق درم می رسد در حالی که این حرارت در اپیدرم پراکنده و کم بوده و امکان ترمیم سریع اپیدرم وجود دارد. در انواع پیش رفته، جریان متناوب گرما به درم می رسد و در حال حاضر، سیستم های متعددی طراحی شده و برای کاربرد پزشکی در دسترس است.^۷ راهبرد اولیه استفاده از فرکانس بالا با حداکثر اثر اغلب با عوارض جانبی همراه می شد، از این روی بعدها انواع کم انرژی با اثر بالا معرفی شدند که احتمال عوارض جانبی آن ها به حداقل رسید.^۸ با افزایش دانش، امکان جوان سازی پوست با روش های مناسب بدون خطر که به خصوصیات بیمار هم بستگی داشت فراهم آمد که آثاریزیایی آن نیز مورد پذیرش بیماران قرار گرفت و سازمان غذا و داروی امریکا هم روش جوان سازی پوست از طریق اشعه فرکانسی را مورد تأیید قرار داده است.^۴ تفاوت رادیوفرکانسی با دستگاه های لیزری مخصوص جوان سازی پوست این است که آن را بدون محدودیت در همه

با افزایش طول عمر انسان ها در اثر رعایت بهداشت عمومی و فردی، پیش گیری و درمان پیری پوست صورت برای بعضی از افراد امر مهمی است. چین و چروک، مهم ترین نشانه پیری پوست است و به همین علت، مداخلات درمانی برای کاهش آن، موجب چهره جوان تری می شود که به آن "جوان سازی پوست" می گویند.

تقاضای درمان چین و چروک صورت رو به افزایش است.^۱ سالیان اخیر رادیوفرکانسی یک^۲ و دو قطبی به عنوان درمان انتخابی چین و چروک معرفی شده است.^۳ مطالعات، تغییرهای الیاف کلاژن پوست را در زمینه بهبود و ترمیم جنس پوست تحت درمان با رادیوفرکانسی، نشان داده اند هر چند می توانند خطرها و عوارض جانبی هم داشته باشد.^{۴،۵} در حال حاضر روش های متعددی برای درمان چین و چروک پیشنهاد می شود. در رادیوفرکانسی (Radiofrequency [RF]) به عنوان نوعی درم ابریژن که

احساس گرما تنظیم شد.^{۱۱}
 ۴۸ بیمار با سنین بین ۳۰ تا ۵۶ سال و تیپ پوستی III و IV وارد مطالعه شدند. بیماران ۵-۲ جلسه درمانی RF با فرکانس ۲-۸ هرتز و Pulse duration ۱-۲ ثانیه دریافت کردند. عوارض مهم نیز شامل اریتم، درد و احساس سوزش موقع درمان، ثبت شد.

به بیماران توصیه شد که فاصله بین جلسات درمانی هر ۲ هفته یک بار باشد، هر چند در بعضی بیماران، فواصل بین جلسات طولانی‌تر شد (حداکثر تا ۵ هفته). قبل از شروع جلسه اول درمان، بیماران از نظر میزان چین و چروک در سه رده خفیف، متوسط و شدید طبقه‌بندی شدند و میانگین بهبودی از نظر الاستوز بعد از ۶ ماه ارزیابی شد.

از تمامی بیماران، قبل از شروع جلسه اول درمانی و در پایان آخرین جلسه درمانی در شرایط مساوی عکس گرفته شد. عکس‌های قبل و بعد از درمان توسط یک همکار که در جریان وضعیت بیماران و درمان آن‌ها نبود و نمی‌دانست که کدام عکس مربوط به قبل و کدام به بعد از جلسات درمانی است، مورد ارزیابی قرار گرفت. اگر عکس به‌تر، مربوط به بعد از جلسات درمانی بود اثر رادیوفرکانسی برای درمان چین و چروک آن بیمار مثبت ثبت شد. قبل از شروع هر جلسه درمانی نظر بیمار در باره اثر جلسه یا جلسات قبلی درمان و هم‌چنین عوارض جانبی احتمالی پرسیده می‌شد. اطلاعات جمع‌آوری شده با استفاده از نرم‌افزار SPSS ویرایش ۱۵ و آزمون مربع کای (یا دقیق‌فیشر) و t در سطح معنی‌داری $P < 0/05$ تحلیل شد.

یافته‌ها

۳۱ بیمار از ۴۸ بیمار درمان‌شده از نتیجه جلسات درمانی رضایت داشتند و مقایسه عکس‌های قبل و بعد جلسات درمانی نشان داد ۲۶ بیمار (۵۴٪) از نظر چین‌وچروک به‌تر شده‌اند. بین دو گروه پاسخ‌دهنده به درمان و گروه بی‌پاسخ، در تعداد جلسات درمان، رعایت فواصل، سن بیمار و شدت چین‌وچروک اختلاف آماری معنی‌دار ($P < 0/05$) دیده شد. (جدول ۲)

متقاضیان با انواع رنگ‌های پوست اعم از تیره یا سفید می‌توان انجام داد و نتیجه جوان‌سازی آن طولانی است و بسته به تشخیص پزشک درمان‌کننده و نیازپوست می‌توان اشعه یک یا دو قطبی را در عمق‌های مختلف پوست تاباند.

روش اجرا

این مطالعه، روی ۴۸ بیمار متقاضی جوان‌سازی در دو مرکز لیزر در تهران با اشعه رادیوفرکانسی صورت گرفت. اطلاعات ضروری در مورد چگونگی تاثیر، عوارض احتمالی، حداقل دفعاتی که باید بیمار تحت درمان قرارگیرد و فواصل بین جلسات به بیمار توضیح داده شد. بیمارانی که اخیراً سابقه درمان جوان‌سازی پوست صورت، مصرف بعضی داروها و بعضی بیماری‌ها را داشتند (جدول ۱) از مطالعه حذف شدند.

جدول ۱. کنترااندیکاسیون درمان رادیوفرکانسی^{۱۰،۹}

- ۱- درم ابریژن، پیلینگ شیمیایی یا لیزر Resurfacing در یک سال اخیر
- ۲- میکرودرم ابریژن در سه ماهه اخیر
- ۳- تزریق چربی در ۱۸ ماهه اخیر
- ۴- درمان با فیلرهای کلاژن، بوتولینوم توکسین یا رتینوئید خوراکی در ۶ ماهه اخیر
- ۵- درمان با رتینوئیدهای موضعی در ۲ هفته اخیر
- ۶- درمان با استروئید خوراکی در ۲ ماهه اخیر
- ۷- درمان با رادیوفرکانسی در یک سال اخیر
- ۸- سابقه بیماری‌های فتوسنسیتیویتی، بیماری‌های کلاژن - واسکولر، دیابت، نارسائی قلب و سابقه سرطان پوست
- ۹- عفونت موضعی فعال یا عفونت سیستمیک
- ۱۰- مصرف داروهای ایمنوسوپرسیو
- ۱۱- حاملگی و شیردهی
- ۱۲- آتروفی پوست صورت به دلایل مختلف مانند درماتیت مزمن ناشی از رادیوتراپی، تصادفات و غیره
- ۱۳ - سابقه تب خال عودکننده با تجویز آنتی‌ویرال خوراکی به عنوان پیش‌گیری

میزان رضایت بیماران، عوارض جانبی احتمالی و عواملی که بر میزان تاثیر دخیل بودند مانند تعداد جلسات درمانی و فواصل درمانی، مورد بررسی قرار گرفتند. پارامترهای درمانی دستگاه براساس احساس سوژکتیو بیمار مانند سوزش، درد و

در این روش جریان الکتریسته از طریق الکترودها به پوست می‌رسد و برای پیش‌گیری از سوختگی، از ژل مخصوص خنک‌کننده استفاده می‌شود. در نتیجه، گرما در عمق ۶-۵ میلی‌متری پوست سبب Denaturation می‌شود.^{۱۶} این روش درمانی موجب بالا رفتن درجه حرارت بافت پیوندی درم تا ۷۵-۶۵ درجه سانتیگراد می‌شود در حالی که در همین حال، حرارت اپیدرم، ۴۵-۳۴ درجه سانتی‌گراد است.^{۱۷،۱۸} استفاده از ژل خنک‌کننده قبل از درمان، در زمان درمان و بعد از رادیوفرکانسی، از سوختگی سطح اپیدرم جلوگیری می‌کند.^{۱۹،۱۸} لذا جریان بالای الکتریسته بدون صدمه از اپیدرم عبور می‌کند. هم‌چنین کاربر آموزش دیده با حرکت مناسب دست‌ها تمرکز حرارت در منطقه‌ای از پوست را به موقع تغییر می‌دهد. میزان اثر رادیوفرکانسی، با ضخامت بافت چربی زیرین، اندازه و دانسیته بافت کلاژن و ساختمان ضمایم پوست، رابطه دارد هر چند ضخامت پوست هم دارای نقش است.^{۲۰} در عمق درم گرما به طور یک‌نواخت به بافت چربی می‌رسد، در حقیقت یک حرارت انتخابی در جدار کلاژن‌ها به علت مقاومت جبرانی بافت چربی اتفاق می‌افتد در نتیجه سبب شکستگی و صدمه مکانیکی الیاف کلاژن می‌شود.^{۲۱،۱۸،۲۱} خرد شدن الیاف کلاژن، بدوآ به دلیل از بین رفتن باند اکسیژن آن‌ها است و در میکروسکوپ الکترونی ضخیم شدن الیاف کلاژن هم مشاهده می‌شود.^{۲۲}

کاربرد ۱۴۴-۸۵ ژول بر هر سانتی‌متر مربع پوست به‌ترین نتیجه بالینی را در پیشانی، گونه‌ها، اطراف چشم و هم‌چنین پایین‌چانه و جلوی‌گردن دارد.^{۲۳،۲۴،۲۵،۲۳} نیمی از بیماران درمان شده بعد از یک جلسه درمانی بیش از ۵۰٪ بهبودی داشتند.^{۱۸} در ۵ جلسه درمانی با انرژی کم (۸۳ ژول بر سانتی‌متر مربع) و پالس ۵۵۶، بهبودی ۸۴ تا ۹۲٪ گزارش شد.^{۲۲، ۱۳} در چین‌بینی لبی (Nasolabial) با انرژی ۱۳۰ ژول بر سانتی‌متر مربع بهبودی ۴۰-۳۵٪ و در زیر چانه و جلوگردن با ۱۱۰ ژول بر سانتی‌متر مربع بهبودی ۳۵-۳۰٪ گزارش شد.^۴ اخیراً اپلیکاتورهای ۱/۵، ۱، ۰/۲۵، ۳ سانتی‌متر مربعی وارد بازار شده است. انتظار می‌رود دو سوم بیماران متقاضی زیبایی که تحت درمان با RF قرار می‌گیرند بهبودی نشان دهند.^۹ کلاژن‌های

جدول ۲. تاثیر یا عدم تاثیر اشعه رادیوفرکانسی در درمان چین و چروک و عوامل مرتبط با آن

نتیجه	تعداد دفعات	فواصل منظم	سن بیماران	چین و درمان
۴۸ نفر	از ۴ جلسه	(۲ هفته)	سال	شدید
موثر	۱۰۰٪	۸۸/۴٪	۶۹/۲٪	۶۹/۲٪
(۲۶ نفر)	(۲۶ نفر)	(۲۳ نفر)	(۱۸ نفر)	(۱۸ نفر)
غیر موثر	۹٪	۱۸/۱٪	۱۸/۱٪	۲۷/۲٪
(۲۲ نفر)	(۲ نفر)	(۴ نفر)	(۴ نفر)	(۶ نفر)

عوارض جانبی ابراز شده توسط بیماران درد و اریتم گذرا بود و در تمامی آن‌ها گزارش شد. علاوه بر درد و اریتم که با شدت و ضعف در همه‌ی بیماران وجود داشت عوارض دیگر، شامل ادم ۱۴.۵٪ (۷ نفر)، هیپریپگماتاسیون ۱۰٪ (۵ نفر)، تاول ۲٪ (۱ نفر) و پورپورا ۲٪ (۱ نفر) بود. در ۴٪ (۲ نفر)

بیماران ادم پایدار دیده شد که با مصرف کورتیکوستروئید سیستمیک بهبودی حاصل شد.^{۱۳،۱۲}

برای بعضی بیماران کم‌طاقت از جلسه دوم قبل از شروع درمان، از قرص‌های مسکن یا آرام‌بخش و برای تعداد معدودی، از کرم لیدوکائین استفاده شد،^{۹،۴} هرچند کمپانی سازنده دستگاه، استفاده از بی‌حسی موضعی را توصیه نکرده است.

بحث

در سال ۲۰۰۲ سازمان غذا و دارو آمریکا (FDA) و سپس در سال ۲۰۰۳ کشور کانادا،^۴ کاربرد اشعه رادیوفرکانسی را در زمینه زیبایی پوست خصوصاً درمان چین و چروک اطراف چشم تایید کردند و به‌رغم گزارش‌های معدودی از اسکار پوستی، بی‌خطری این روش، مورد پذیرش قرار گرفت.^{۱۵} سرانجام در سال ۲۰۰۴ رادیوفرکانسی برای درمان تمامی صورت و در سال ۲۰۰۷ برای پلک‌های چشم نیز به تایید FDA رسید. در سال ۲۰۰۶ رادیوفرکانسی برای درمان پوست تنه و اندام‌ها در کانادا تایید شد.

در صورت استفاده نکردن از بی‌حسی موضعی و کاربرد انرژی بالا، بسیار بالا است.^{۱۴۷}

در این مطالعه هم‌چنین، در بعضی بیماران، در پوست نواحی درمان شده یک‌دپرسیون درمال مشاهده شد. که توسط بیماران به عنوان عارضه جانبی ابراز نشد. بعضی از آن‌ها از سفت شدن پوست نواحی درمان شده با اشعه رادیوفرکانسی خصوصاً در نیمه تحتانی صورت و جلوگیری رضایت داشتند.

با تایید اشعه رادیوفرکانسی یک و دو قطبی برای درمان جوان‌سازی پوست توسط مراجع بهداشتی بین‌المللی معتبر، پزشکان متخصص پوست برای درمان متقاضیان جوان‌سازی پوست امکان بیش‌تری پیدا کردند. مطالعات مختلف نشان داده است که اشعه رادیوفرکانسی -از نظر کیفیت و کمیت- در بهبود چین و چروک‌های پوست و حتی لیفتینگ ابروها از طریق تولید الیاف کلاژن جدید، موثر است.^{۲۴}

اگر رادیوفرکانسی در انرژی‌های بالا استفاده شود خطر عوارض جانبی افزایش می‌یابد. اگر دستگاه اشکالاتی داشته باشد، انتخاب بیمار مناسب نباشد و مراقبت‌های بعد درمان جدی گرفته نشود، خطر عوارض جانبی می‌تواند افزایش یابد.^{۲۶} استفاده نامناسب از پارامترهای دستگاه به عنوان مهم‌ترین شکست درمانی و ایجاد عوارض جانبی گزارش شده است.^{۱۱۹} بنا بر این استفاده از چنین دستگاه‌هایی نیاز به دانش و مهارت پزشک دارد که با آموزش تامین می‌شود.

از آن‌جا که اشعه رادیوفرکانسی در تمام قسمت‌های پوست بدن کاربرد دارد، اما استفاده در صورت به منظور زیبایی هم از نظر تاثیر و هم عارضه جانبی اهمیت بیش‌تری دارد. به کنتراندیکاسیون درمان باید دقت کافی شود. تمامی بیماران باید از نحوه‌ی تاثیر اشعه و عوارض جانبی احتمالی مطلع باشند و قبل از شروع درمان رضایت‌نامه کتبی امضا کنند.

جدید و افزایش یافته از نوع کلاژن ۱ هستند که در ترمیم زخم دیده می‌شود. ۴ ماه بعد از درمان با RF در مطالعه بافت‌شناسی در تعداد الیاف کلاژن افزایش مشاهده می‌شود.^{۲۴} مشاهده آثار درمانی، حداقل تا بیش از یک سال بعد درمان گزارش شده است.^{۲۵،۲۶،۲۷،۲۸} بالاخره این که کاربرد رادیوفرکانسی، یک روش درمانی ملایم برای به‌تر شدن پوست از نظر تعداد و عمق چروک‌ها در مقایسه با روش‌های تهاجمی دیگر است. این روش برای درمان چروک‌های خفیف، متوسط و شدید یا برای عود چروک‌ها بعد از جراحی لیفتینگ، توصیه می‌شود.^۹ انتظار می‌رود لیفتینگ ابروها به میزان ۴-۱ میلی‌متر بعد از یک جلسه درمانی RF، اتفاق بیفتند.^{۲۹،۳۰،۳۱} مقایسه عکس‌های قبل و بعد از درمان بیماران تا ۸۳٪ کاهش واضح در چروک‌ها را نشان داده است.^۷

مطالعه فوق که روی ۴۸ بیمار متقاضی جوان‌سازی پوست صورت به روش درمان با اشعه رادیوفرکانسی صورت گرفت، نشان داد که در بیش از ۵۰ درصد آن‌ها چین و چروک به‌تر شده است. حداقل ۴ جلسه درمانی لازم است تا نتیجه درمانی، مطلوب باشد و برای تاثیر مثبت باید نظم فواصل جلسات درمانی ۲ هفته یک‌بار تعیین شود. نکته قابل توجه این که، هر چه سن بیماران بالاتر و شدت چین و چروک بیش‌تر بود رضایت بیمار و تاثیر درمانی هم مشهودتر بود. افرادی که با فواصل منظم توصیه شده هر ۲ هفته یک‌بار مراجعه نکرده بودند میزان نتایج مطلوب درمانی کم‌تر بود. هم‌چنین، از این که بیماران مسن‌تر پاسخ درمانی به‌تر داده بودند موجب تعجب شد و دلیل آن هم به دست نیامد.

فایده استفاده از RF دو قطبی در مقایسه با یک قطبی، نیاز کم‌تر به انرژی درمانی است که با تاثیر مساوی درمانی نسبت به یک قطبی عوارض جانبی کم‌تر خصوصاً "درد دارد، هر چند عوارض جانبی در هر دو دیده می‌شود بررسی عوارض جانبی نشان داد، درد فقط در زمان اشعه درمانی، و اریتم گذرا، در همه بیماران وجود دارد. در بررسی مقالات، واکنش کهیری، اولسر، هماتوم، ندول‌های تحت‌جلدی گزارش شده است که در بیماران مطالعه حاضر دیده نشد.^{۳۲،۳۳} عمده‌ترین عارضه جانبی RF احساس ناخوشایند به‌هنگام درمان است که این احساس

References

1. Alster TS, Tanzi E. Improvement of neck and cheek laxity with a nonablative radiofrequency device: a lifting experience. *Dermatol Surg* 2004;30:503-07.
2. Fritz M, Connters JT, Zelickson BD. Radiofrequency treatment for middle and lower face laxity. *Arch Facial Plast Surg* 2004; 6:370-73.
3. Eastwood M, McGrouther DA, Brown RA. Fibroblast responses to mechanical forces. *Proc Inst Mech Eng H* 1998;212: 85-92.
4. Hsu TS, Kaminer MS. The use of nonablative radiofrequency technology to tighten the lower face and neck. *Semin Cutan Med Surg* 2003; 22:115-23.
5. Nagy IZ, Toth VN, Verzar F. High-resolution electron microscopy of thermal collagen denaturation in tail tendons of young, adult and old rats. *Connect Tissue Res* 1974;2:265-72.
6. Schepps JL, Foster KR. The UHF and microwave dielectric properties of normal and tumour tissues: variation in dielectric Properties with tissue water content. *Phys Med Biol* 1980; 25:1146-59.
7. Bassichis BA, Dayan S, Thomas JR. Use of a nonablative radiofrequency device to rejuvenate the upper one-third of the face. *Otolaryngol Head Neck Surg* 2004;130:397-406.
8. Ross EV, Naseef GS, Mckinlay JR, et al. Comparison of carbon dioxide laser, erbium:YAG laser, dermabrasion, and dermatome: a study of thermal damage, wound contraction, and wound healing in a live pig model: implications for skin resurfacing. *J Am Acad Dermatol* 2000; 42: 92-105.
9. Paasch U, Bodendorf MO, Grunewald S, Simon JC. Skin rejuvenation by radiofrequency therapy: methods, effects and risks. *J Dtsch Dermatol Ges.* 2009; 7:196-203.
10. Abraham MT, Chiang SK, Keller GS, et al. Clinical evaluation of non-ablative radiofrequency facial rejuvenation. *J Cosmet Laser Ther* 2004; 6:136-44.
11. Gold MH, Goldman MP, Rao J, et al. Treatment of wrinkles and elastosis using vacuum-assisted bipolar radiofrequency heating of the dermis. *Dermatol Surg* 2007; 33:300-09.
12. Abraham MT, Vic RE. Current concepts in nonablative radiofrequency rejuvenation of the lower face and neck. *Facial Plast Surg* 2005;21:65-73.
13. Bogle MA, Ubelhoer N, Weiss RA, et al. Evaluation of the multiple pass, low fluence algorithm for radiofrequency tightening of the lower face. *Lasers Surg Med* 2007;39:210-17.
14. Jacobson LG, Exiades-Armenakas M, Bernstein L, Geronemus RG. Treatment of nasolabial folds and jowls with a non-invasive radiofrequency device. *Arch Dermatol* 2003; 139:1371-72.
15. Fitzpatrick R, Geronemus R, Goldberg D, et al. Multicenter study of non-invasive radiofrequency for periobital tissue tightening. *Lasers Surg Med* 2003;33:232-42.
16. Sadic NS. Combination radiofrequency and light energies: electro-optical synergy technology in esthetic medicine. *Dermatol Surg* 2005;31:1211-17.
17. Arnoczky SP, Aksan A. Thermal modification of connective tissues: basic science considerations and clinical implications. *J Am Acad Orthop Surg* 2000; 8:305-13.
18. Ruiz-Esparza J, Gomez JB. The medical face lift: a non-invasive, nonsurgical approach to tissue tightening in facial skin using nonablative radiofrequency. *Dermatol Surg* 2003;29:325-32.

19. Tunnell JW, Torres JH, Anvari B. Methodology for estimation of time-dependent surface heat flux due to cryogen spray cooling. *Ann Biomed Eng* 2002; 30:19-33.
20. Dover JS, Zelickson B. Results of a survey of 5,700 patient monopolar radiofrequency facial skin tightening treatments: assessment of a low-energy multiple-pass technique leading to a clinical endpoint algorithm. *Dermatol Surg* 2007;33:900-07.
21. Ross EV, McKinlay JR, Anderson RR. Why does carbon dioxide resurfacing work? A review. *Arch Dermatol* 1999;135:444-54.
22. Kist D, Burns AJ, Sanner R, et al. Ultrastructural evaluation of multiple pass low energy versus single pass high energy radio-frequency treatment. *Laser Surg Med* 2006; 38:150-54.
23. Nahm WK, Su TT, Rotunda AM, Moy RL. Objective changes in brow position, superior palpebral crease, peak angle of the eyebrow, and jowl surface area after volumetric radiofrequency treatments to half of the face. *Dermatol Surg* 2004; 30:922-28.
24. Zelickson BD, Kist D, Bernstein E, et al. Histological and ultrastructural evaluation of the effects of a radiofrequency-based nonablative dermal remodeling device: a pilot study. *Arch Dermatol* 2004; 140: 204-09.
25. Ruiz-Esparza J, Gomez JB. Nonablative radiofrequency for active acne vulgaris: the use of deep dermal heat in the treatment of moderate to severe active acne vulgaris (thermotherapy): a report of 22 patients. *Dermatol Surg* 2003;29:333-39.
26. Willey A, Anderson RR, Azpiazu JI, et al. Complications of laser dermatologic surgery. *Lasers Surg Med* 2006; 38:1-15.