

## روش‌های تصویربرداری پوست

دکتر فرحناز فاطمی نائینی<sup>۱</sup>، دکتر علی اصیلان<sup>۲</sup>، دکتر عبدالعلی فروزمهر<sup>۳</sup>

۱- استادیار، ۲- استاد، گروه پوست؛ ۳- استادیار، گروه رادیولوژی؛ دانشگاه علوم پزشکی اصفهان

(Confocal microscopy)

۶- تصویربرداری با ایجاد ارتعاش مغناطیسی (MRI)

۷- توموگرافی اپتیکال هم‌گرا

(Optical coherence tomography) هستند. این

روش‌ها باعث فراهم کردن اطلاعاتی می‌شوند که به

درمان مشکلات پوستی کمک خواهد کرد. گرچه

بسیاری از این تکنیک‌ها هنوز در مراحل تحقیقاتی

هستند اما به عنوان ابزارهای مفید در درماتولوژی،

امیدواری‌هایی ایجاد کرده‌اند ما در این مقاله به طور

خلاصه به هر کدام خواهیم پرداخت.

**واژه‌های کلیدی:** تصویربرداری، تشخیص، پوست

فصلنامه بیماری‌های پوست، زمستان ۱۳۸۳؛ ۳۰: ۱۳۹-۱۲۸

از زمان کشف اشعه X تاکنون تکنولوژی تصویربرداری نقش مهمی در پزشکی ایفا می‌کند. بیشتر روش‌های تصویربرداری مربوط به بررسی ارگان‌های داخلی بدن هستند اما اخیراً به استفاده از تکنولوژی تصویربرداری برای بررسی ضایعات پوستی نیز توجه شده است. تکنیک‌های گوناگون تصویربرداری که امروزه در درماتولوژی به کار می‌رود شامل:

۱- روش‌های ویژه فتوگرافی

۲- میکروسکوپی سطحی

۳- اولتراسونوگرافی

۴- تصویربرداری لیزر داپلر با تزریق وریدی

(Laser Doppler perfusion imaging)

۵- میکروسکوپی هم‌کانونی

### مقدمه

از زمان کشف اشعه X تاکنون تکنولوژی تصویربرداری نقش مهمی در پزشکی ایفا می‌کند. بیشتر روش‌های تصویربرداری مربوط به بررسی ارگان‌های داخلی بدن هستند اما اخیراً به استفاده از تکنولوژی تصویربرداری برای بررسی ضایعات پوستی توجه شده است. تکنیک‌های گوناگون تصویربرداری که امروزه در درماتولوژی به کار می‌رود شامل:

۱- روش‌های ویژه فتوگرافی

۲- میکروسکوپی سطحی

۳- اولتراسونوگرافی

۴- تصویربرداری لیزر داپلر با تزریق وریدی

(Laser Doppler perfusion imaging)

۵- میکروسکوپی هم‌کانونی

(Confocal microscopy)

۶- تصویربرداری با ایجاد ارتعاش مغناطیسی (MRI)

۷- توموگرافی اپتیکال هم‌گرا

(Optical coherence tomography) هستند (۱).

### روش‌های ویژه فتوگرافی در درماتولوژی

تاریخچه ثبت تصویری ضایعات پوستی به قرن‌ها پیش برمی‌گردد که ابتدا به صورت ثبت آنها بر روی چوب و

مؤلف مسول: دکتر فرحناز فاطمی نائینی - اصفهان، بیمارستان الزهراء،

صندوق پستی ۹۰۵

است. البته برای تعیین عمق پیگمانتاسیون از سال‌ها پیش از لامپ وود استفاده می‌شود. زیر نور UV پیگمانتاسیون‌های اپیدرمال، واضح‌تر و پیگمانتاسیون‌های درمال محوتر می‌شوند، به عبارت ساده می‌توان گفت که هر چه بیمار زیر نور UV بدتر به نظر برسد، پروگنوز بهتری دارد چون پیگمانتاسیون‌های پوستی وی سطحی‌تر است و بهتر به درمان پاسخ خواهد داد(۴).

به طور کلی فتوگرافی با نور UV برای ثبت تغییرات رنگدانه‌ای در طیف وسیعی از بیماری‌ها از قبیل ملاسما، پیسی (vitiligo) و پوست آسیب دیده از نور، کاربرد دارد(۵).

۳- فتوگرافی با نور پلاریزه: وقتی نور پلاریزه را به پوست بتابانیم، قسمتی از نور که از حفاصل هوا و لایه شاخی، منعکس می‌شود، همان جهتی را دارد که نور تابیده شده داشته است. اما نوری که وارد اپیدرم و درم می‌شود، پراکنده شده است و در مسیر برگشت دپلاریزه خواهد بود. از این خاصیت در فتوگرافی با نور پلاریزه استفاده می‌شود. به این صورت که اگر نور پلاریزه را به پوست بتابانیم و در مسیر برگشت آن فیلتری قرار دهیم که جهت آن موازی با جهت نور تابانیده شده باشد، فقط نورهایی که از حفاصل هوا و لایه شاخی منعکس شده‌اند را عبور خواهد داد لذا در فتوگرافی حاصله خصوصیات سطحی پوست مشخص‌تر نشان داده خواهد شد. اما اگر فیلتری که در مسیر برگشت نور قرار می‌دهیم جهتی عمود بر جهت نور تابیده شده داشته باشد فقط نورهایی را عبور خواهد داد که از اپیدرم و درم برگشت کرده‌اند، بنابراین خصوصیات قسمت‌های زیرین را بهتر نشان می‌دهد(۶). به همین دلیل برای بهتر نشان دادن خصوصیات ویژه ضایعات پوستی در بیماری‌های زیر از فتوگرافی با نور پلاریزه استفاده می‌شود(۷۸):

۱) ضایعات عروقی (پسورت واین ناخن [port-wine stain]، روزاسه و تلائنکتازی اطراف ناخن)

دست نوشته‌ها بوده است، تا این که بالاخره فتوگرافی و نهایتاً فتوگرافی سلولی ابداع شد و اخیراً نیز برای این منظور از تصویربرداری دیجیتال استفاده می‌شود(۲). کلاً روش‌های ویژه فتوگرافی که برای ثبت ضایعات پوستی به کار می‌روند شامل:

۱- فتوگرافی بانور مرئی: منظور همان فتوگرافی با فیلم ۳۵ میلی‌متری است که از سال‌ها پیش برای ثبت تصاویر ضایعات پوستی به کار می‌رفته است.

فتوگرافی با نور مرئی، روشی ساده، نسبتاً ارزان و دقیق برای نشان دادن ضایعات پوستی است. این فتوگرافی‌ها را می‌توان در پرونده بیمار ضبط یا این که به منظور تدریس از آنها استفاده کرد. در مبتلایان به خال‌های دیسپلاستیک می‌توان از فتوگرافی‌های سریال برای مانیتورینگ بیماران استفاده کرد و به این صورت نمونه‌برداری‌های غیرضروری انجام نخواهد گرفت(۳).

۲- فتوگرافی با نور فرابنفش: مزیت نور فرابنفش (Ultraviolet [UV]) به نور مرئی، جذب انتخابی نور UV توسط ملانین موجود در اپیدرم است.

در این روش، نور UVA به پوست تابانده و سپس فتوگرافی انجام می‌شود. نور UVA ای که به پوست می‌تابد، مقداری توسط ملانین اپیدرم جذب و بقیه وارد درم می‌شود. در درم این نور دسته‌های کلاژن را تحریک می‌کند و سبب ایجاد فلونورسانس مرئی در آنها می‌شود که حداکثر آن در طول موج ۴۲۰ میلی‌متر است. سپس این نور در مسیر برگشت، مجدداً توسط ملانین اپیدرم، جذب می‌شود. بنابراین در فتوگرافی حاصله، دسته‌های کلاژن به صورت نواحی روشن و نواحی پیگمانتاسیون اپیدرمال به صورت نواحی تیره دیده می‌شوند. بنابراین، درمی‌یابیم که کاربرد اصلی فتوگرافی با نور فرابنفش برای بهتر نشان دادن نواحی پیگمانتاسیون پوستی است.

کاربرد دیگر این روش برای تعیین عمق پیگمانتاسیون

از یک ذره بین چراغ دار معمولی تا سیستم‌های تصویربرداری دیجیتال حرفه‌ای باشد که با آنالیز کامپیوتری همراه است. بعضی از این تکنیک‌ها را در زیر خواهیم آورد.

#### ۱- Epiluminescence microscopy

۲- تصویربرداری ویدئویی پوست

۳- آنالیز تصاویر دیجیتال

۴- اسپکتروفوتومتری

#### ۱- Epiluminescence microscopy (ELM):

ELM پوست عبارت از تابانیدن نور به پوست و معاینه سطح پوست با استفاده از بزرگنمایی است. در این روش برای جلوگیری از پراکنده شدن نور از سطح لایه شاخی و همچنین شفاف‌تر شدن لایه شاخی و بهتر مشخص شدن ضایعات پیگمانته موجود در آن، روی سطح پوست روغن مالیده می‌شود.

کاربرد اصلی ELM در بررسی ضایعات رنگدانه‌ای پوست نظیر ملانوم، ماکول‌های خوش خیم پیگمانته، خال‌های ملانوسیتیک و تشخیص زودرس لنتیگومالیگنا است (۱۴، ۱۵).

ELM را می‌توان به کمک وسایل کوچک ارزان دستی با درشت‌نمایی ثابت ۱۰ یا با دستگاه‌های پیچیده و گران از قبیل استرنومیکروسکوپ یا وسایل تصویربرداری دیجیتال انجام داد.

این روش همچنین در افتراق ضایعات پیگمانته غیرملانوسیتیک نظیر کراتوز سبورئیک هماتریوم و BCC پیگمانته نیز کاربرد دارد. ELM می‌تواند برای مانیتورینگ ضایعات ملانوسیتیک آتیپیک و مشخص نمودن هر گونه تغییر مشکوک در طول زمان، به کار رود.

تشخیص ضایعات ملانوسیتیک با ELM می‌تواند حساسیت و اختصاصی بودن بیش از ۹۰٪ داشته باشد (۱۶).

۲) بیماری‌های التهابی (آکنه، پسوریازیس و ...)

۳) ضایعات رنگدانه‌ای (خال‌ها و لنتیگوها)

۴) پوست آسیب دیده در اثر تابش نور

۴- تصویربرداری دیجیتال از ضایعات پوستی: در این تکنیک از دوربین‌های دیجیتال استفاده می‌شود که فاقد فیلم هستند و تصاویر را در حافظه الکترونیکی خود ذخیره می‌کنند. این تصاویر را می‌توان پس از انتقال به کامپیوتر بر روی مانیتور دید یا از آن پرینت تهیه کرد (۹، ۱۰). اصولاً در صورتی که بخواهیم تصویر دیجیتال از نظر کیفیت مشابه فتوگرافی با فیلم ۳۵ میلی‌متری باشد بایستی قدرت تفکیک (resolution capacity) ای معادل  $11/2$  MPX داشته باشد، اما از طرفی دیده شده است که تصاویر دیجیتال حتی اگر قدرت تفکیک معادل  $0.3$  MPX (۷۶۸×۵۱۳) هم داشته باشند و بر روی مانیتور ۱۷ اینچ استاندارد نمایش داده شوند، برای نشان دادن خصوصیات قسمت‌های مهم پوست کافی خواهند بود. لذا دوربین‌های معمولی دیجیتال که معمولاً قدرت تفکیک بالای  $1/5$  MPX (۱۵۳۶×۱۰۲۴) دارند جهت تصویربرداری از ضایعات پوستی کاملاً مناسب می‌باشند (۱۱).

تصاویر دیجیتال را می‌توان در حافظه کامپیوتر یا فایل بیمار نگهداری کرد، توسط کامپیوتر آنالیز نمود و یا توسط اینترنت، برای فرد دیگری فرستاد، لذا امروزه در teledermatology به کمک این تصاویر دیجیتال، می‌توان جهت تشخیص یا درمان بیمار، از درماتولوژیستی در مرکزی دیگر کمک گرفت. گزارش شده است که تشخیص ضایعات پوستی بر اساس تصاویر دیجیتال کاملاً با تشخیصی که بر اساس دیدن رو در روی بیمار باشد مطابقت دارد (۱۲، ۱۳).

#### میکروسکوپی سطحی ضایعات پوستی

برای دیدن ضایعات سطحی پوست می‌شود از روش‌های مختلفی کمک گرفت که می‌تواند ۰/۱ استفاده

تصاویر ELM ضایعات پیگمانته شده است به طوری که می‌تواند به افتراق ضایعات خوش خیم و بدخیم کمک کند (۲۱).

در بعضی بررسی‌ها، آنالیز تصاویر دیجیتال ضایعات پوستی پیگمانته خوش خیم و بدخیم به ترتیب ۹۰-۸۸٪ و ۸۱-۷۴٪ حساسیت و اختصاصی بودن داشته‌اند. امروزه چنین سیستم‌هایی در حال طراحی و ساخت هستند و ممکن است در آینده برای تشخیص اتوماتیک ضایعاتی از قبیل ملانوم به کار روند (۲۲).

۴- اسپکتروفتومتری: بررسی اسپکتروفتومتریک پوست شامل تابانیدن طول موج‌های مختلف نور مرئی و مادون قرمز به پوست و متعاقباً مشخص کردن پاترن طیف نور منعکس شده از بافت است که از جذب نور به وسیله کرموفورهای داخل بافت پوست ناشی می‌شود.

اجزای مختلف پوست، طیف انعکاسی متفاوتی خواهند داشت، که توسط یک برنامه کامپیوتری آنالیز و باعث ساخت یک تصویر دیجیتال خاص برای هر ساختمان پوستی می‌شود (۲۳). این تکنولوژی، متد دیگری است که امیدواری‌هایی را برای تشخیص بین خال‌های پیگمانته خوش خیم و ملانوم فراهم آورده است (۲۴).

### اولترا سونوگرافی

اولتراسونوگرافی نقش ثابت شده‌ای در بسیاری از رشته‌های پزشکی دارد. استفاده از آن در معاینه پوست اولین بار در سال ۱۹۷۹ شروع شد که در این هنگام برای اندازه‌گیری ضخامت پوست به کار می‌رفت (۲۵). از آن موقع تاکنون استفاده از این دستگاه در درماتولوژی به سرعت رو به افزایش گذاشت. مزایای اصلی این دستگاه غیرتهاجمی و بی‌خطر بودن، پذیرش بالای بیمار و قیمت نسبتاً ارزان آن است.

تکنیک اولتراسونوگرافی به این صورت است که

گرچه دقت تشخیصی با این روش بستگی به تجربه پزشک دارد، اما این روش حتی در دست افراد بی‌تجربه هم می‌تواند در تشخیص ضایعات ملانوسیتیک از ضایعات غیرملانوسیتیک کمک کننده باشد. ضایعات پیگمانته را همچنین با تابانیدن نورمرئی به پوست حاشیه ضایعه (به کمک یک وسیله نورانی حلقوی) و سپس دریافت تصویر حاصله از برگشت نور از داخل ضایعه، بررسی کرد. میزان این نور برگشتی با میزان حذف آن توسط ملانین مرتبط است. تصویر گرفته شده را می‌توان از طریق استرنومیکروسکوپ یا یک سیستم تصویری کامپیوتری به یک منظره سه بعدی تبدیل و از نظر تغییرات در ضخامت، اندازه یا رنگ و ساختمان ضایعه پیگمانته بررسی کرد (۱۷).

۲- تصویربرداری ویدئویی پوست: این روش شامل تصویربرداری پوست با بزرگنمایی است. سیستم‌های دوربین‌های دیجیتال امکان مشاهده مستقیم پوست را روی مانیتور کامپیوتر فراهم می‌کنند. دستگاه‌های امروزی که به این منظور استفاده می‌شوند دارای یک پروب دستی هستند که در نوک آن یک دوربین دیجیتالی کوچک تعبیه شده است که بزرگنمایی آن با تغییر لنز دستگاه از ۱۰ تا ۱۰۰۰ قابل تغییر است. روش تصویربرداری ویدئویی برای بررسی ضایعات پوستی پیگمانته نظیر ملانوم، بررسی موهای سر در *in vivo* و تشخیص گال در کودکان با دیدن مستقیم انگل، کاربرد دارد (۲۰-۱۸). هنگام بررسی ضایعات پیگمانته با اضافه کردن فیلترهای پلاریزه می‌توان دقت تشخیصی ملانوم را بالاتر برد.

۳- آنالیز تصویر دیجیتالی: یکی از مزایای تصویر دیجیتال آن است که اطلاعات ثبت شده در تصویر را می‌توان توسط کامپیوتر مورد آنالیز قرار داد. این نکته باعث ایجاد علاقه برای ساخت سیستم‌های آنالیز تصویرهای دیجیتال برای تشخیص ضایعات پوستی گردیده است. خصوصاً موجب توجه بیشتری به آنالیز کامپیوتری

به طور کلی به کمک اولتراسوند با فرکانس ۲۰ مگاهرتز به خوبی می توان درم و هیپودرم را تشخیص داد ولی تشخیص اپیدرم را به علت نازکی (به جز در کف دست و پا) امکان پذیر نیست. اولتراسوند های ۱۰۰ مگاهرتز می توانند جزئیات اپیدرم و حتی لایه شاخی، فولیکول های مو و غدد عرق را نشان دهند (۲۹، ۲۸). از اولتراسوند ۵۰۰ مگاهرتز برای ایجاد تصاویر از نمونه های بیوپسی شده پوست استفاده می شود ولی این روش در نسج زنده به علت آسیب رساندن به بافت قابل انجام نیست.

یکی از موارد استفاده اصلی اولتراسونوگرافی، اندازه گیری ضخامت پوست است که دانستیم روشی دقیق و قابل قبول است. این بررسی در اسکرودرمی و مرفئا، آسیب های نوری، پوست پیر شده و پسوریازیس مفید بوده است (۳۵-۳۰). از نظر بالینی روش مزبور برای کنترل پیشرفت بیماری یا پاسخ به درمان مورد استفاده قرار می گیرد و حتی در اسکرودرمی می توان قبل از این که بیماری به صورت بالینی تظاهر کند با اولتراسونوگرافی آن را تشخیص داد چون در این حالت قادر است ضخامت ضایعات مختلف پوستی مانند BCC و SCC، خال خوش خیم، درماتوفیروم را دقیقاً اندازه گیری کند ولی افتراق بین آنها امکان پذیر نیست چون تماماً به صورت نواحی کم اکو (echo-poor) در اولتراسونوگرافی مشخص می شوند (۳۶). به رغم این مشکل، سونوگرافی در ارزیابی تومورها از جمله ملانوم و BCC قبل از عمل جراحی مخصوصاً در تعیین حدود ضایعه قبل از عمل مفید است. گزارش مطالعات نشان داده که ارزیابی با اولتراسوند ۲۰ مگاهرتز در تعیین ضخامت تومور ملانوم ندولی اولیه، با بررسی بافت شناسی، کاملاً مطابقت داشته است و حتی به جراح کمک کرده که چه حاشیه ای را بردارد تا نیاز به برداشت مجدد نباشد. همچنین می توان BCC را قبل از عمل با

بازتاب امواج صوتی برخورد کننده به نسج به وسیله دستگاه، ثبت و نمایش داده می شود. تصاویر پوست می تواند به صورت یک بعدی یا مد A باشد که برای اندازه گیری ضخامت پوست کافی می باشد، دو بعدی یا مد B باشد که سطح مقطع عمودی نسج اسکن شونده را نشان می دهد و بالاخره مد C باشد که تصاویری موازی با سطح پوست را نشان می دهد. با استفاده از پردازش کامپیوتری می توان تصاویر سه بعدی نیز ایجاد کرد (۲۶)، به طور کلی هر چه فرکانس اولتراسوند بیشتر باشد کیفیت تصویر حاصل واضح تر است.

اکثر واحدهای اولتراسوندی که برای تصویربرداری اعضای داخل شکم طراحی شده اند فرکانس ۵۳/۵-۷/۵ مگاهرتز دارند که قدرت تفکیک پذیری محوری آنها ۳-۵ میلی متر است.

واحدهایی که برای بررسی پوست مورد استفاده قرار می گیرند باید قدرت تفکیک پذیری بالاتری داشته باشد تا اجزای پوست را نشان دهند. معمولاً فرکانس ۲۵-۲۰ مگاهرتز مناسب است. یعنی قدرت تفکیک پذیری محوری ۸۰-۵۰ میکرومتر و تجزیه ۳۰۰-۲۰۰ میکرومتر ایجاد کند.

در حالی که فرکانس های بالاتر (۴۰ و ۱۰۰ مگاهرتز)، تجزیه محوری ۳۰-۱۷ میکرون به وجود می آورند. اگر چه این بهبود در تفکیک پذیری سبب نمایش جزئیات بیشتر و واضح تر لایه های سطحی پوست می شود، اما اولتراسوند های با فرکانس خیلی بالا، به ندرت در داخل نسج نفوذ می کنند و تصاویر واضحی از لایه های عمقی و نسج زیر جلدی ایجاد نمی کنند (۲۷).

وقتی امواج اولتراسوند به داخل پوست نفوذ می کنند به طور نسبی در مرز بین اجزای مختلف شکست و اکوهای با ارتفاع مختلف ایجاد می کنند. تصویر اولتراسوند حاصل حاوی نواحی با اکوژنیسیته های مختلف است، که مرتبط با

واحدهای قراردادی اندازه گیری می شود. لیزر اسکن کننده تا ۲ میلی متری سطح زیر پوست نفوذ می کند.

تصویری که به وسیله LDPI پوست به دست می آید روی صفحه کامپیوتر و با استفاده از رنگ‌های مختلف - که نمایانگر اختلاف در پرفیوژن نقاط مختلف پوست هستند - نمایش داده می شود. متوسط پرفیوژن به وسیله معیارهای عددی خاص به نمایش درمی آید و مقدار مینیمم و ماکزیمم آن هم نشان داده می شود تا امکان تجزیه و تحلیل دقیق داده‌های مختلف فراهم شود. همچنین این یافته‌ها در حافظه ذخیره می شود تا با نرم افزارهای خاص، مورد پردازش قرار گیرد. اندازه گیری به عمل آمده، عینی و قابل تجدید است (۴۴). فاکتورهایی مثل استرس، تمرین بدنی، مصرف کافئین، الکل، داروهای وازواکتیو و تغییرات دمایی موضعی پوست به صورت قابل توجهی جریان خون پوست را تغییر می دهند، به همین دلیل فردی که از LDPI استفاده می کند باید با این تغییرات آشنا باشد (۴۵).

در درماتولوژی از LDPI برای مطالعه واکنش‌های آلرژیک و تحریکی (۴۶، ۴۷)، همچنین برای اندازه گیری کمی اثر وازوکنستریکتو کورتیکوئیدها (۴۸) و مشخص کردن شدت پسوریازیس برحسب اندازه گیری جریان خون موجود در پلاک‌ها (۴۹)، استفاده می شود. این روش برای اندازه گیری جریان خون ضایعات پیگمانته هم به کار می رود. میزان متوسط پرفیوژن در این ضایعات به طور معنی داری اختلاف دارد آن چنان که میزان متوسط پرفیوژن در ملانوم بیشتر از خال‌ها و در خال‌ها بیشتر از BCC است. ممکن است این روش در آینده سبب یافتن راهی غیرتهاجمی برای افتراق تومورهای پوست شود (۵۰).

### میکروسکوپی هم کانونی

#### Confocal Microscopy (CM)

در سال‌های اخیر این روش کاربردهای زیادی در

اولتراسونوگرافی ۲۰ مگاهرتز بررسی کرد تا حاشیه قابل برداشت، پیش‌بینی شود. این روش بهتر از حدس بالینی است (۳۷، ۳۸).

سایر کاربردهای اولتراسونوگرافی در پوست شامل: ارزیابی واکنش التهابی پوست در پیج تست (۳۹)، ارزیابی اثربخشی عوامل مرطوب کننده با تغییری که در ضخامت اپیتلیوم ایجاد می کنند (۴۰)، ارزیابی کیفی فیبروز پوستی بعد از رادیوتراپی (۴۱)، ارزیابی اسکارهای کهنه تا معلوم شود که آیا اسکار به علت زخم کاملاً عمیق بوده یا به علت یک زخم سطحی ایجاد شده است (در پزشکی قانونی کاربرد دارد)، ارزیابی میزان آب درم (که در ارزیابی بیماری‌هایی که ادم درم ایجاد می کنند مفید است) (۴۲). همچنین این روش در کرایوسرجری برای تعیین محل ترموکوپل کاربرد دارد (۴۳).

### تصویربرداری لیزر داپلر با تزریق وریدی

#### Laser Doppler Perfusion Imaging (LDPI)

این تکنیک در تحقیقات پوستی جایگاه ویژه‌ای دارد. این دستگاه، پرفیوژن پوست را با اسکن کردن یک لیزر کم قدرت روی یک ناحیه پوست مشخص می کند. وقتی یک نور تک رنگ با یک جسم در حال حرکت مثل گلبول‌های قرمز برخورد می کند (با توجه به اثر داپلر)، در طول موج نور منعکس شده تغییر جزئی ایجاد می شود در حالی که وقتی به اشیا ثابت برمی خورد طول موج نور بازتاب شده تغییری نمی کند. تغییر فرکانس به سرعت متوسط گلبول‌های قرمز بستگی دارد، در حالی که حجم علائم داپلر، با تعداد سلول‌های حرکت کننده مرتبط است. در هر محل اندازه گیری لیزرهای منعکس شده به پشت به وسیله یک فوتودتکتور که در سر اسکن کننده قرار دارد انجام می شود و علائم ثبت شده مورد استفاده قرار می گیرد تا میزان پرفیوژن پوست را اندازه گیری کند که این میزان با

زیر لایه شاخی می‌تواند شبکه‌ای از رشته‌ها و نوارها را در درم پایلری و شبکه رتیکولر سطحی نشان دهند که به کلاژن مربوط است. یادآور می‌شود که ضمائم پوست مانند غدد سباسه، ساقه مو و مجاری غدد عرق هم قابل رویت هستند.

کیفیت تصاویر به دست آمده با CM بستگی به نوع دستگاه مورد استفاده و تکنیک به کار رفته دارد، میکروسکوپ‌های کانونی معمولی برای این که بتوانند تصاویر واضح و تفکیک پذیر به دست دهند، از رنگ‌های فلئورسانس استفاده می‌کنند. برای مطالعه پوست روی بدن، بعضی از میکروسکوپ‌های هم کانونی موجود، از بازتاب نور منعکس شده از داخل پوست بهره می‌گیرند. در حالی که بعضی به تزریق ماده فلئورسنت داخل درم نیاز دارند.

در حال حاضر CM وسیله‌ای گران قیمت است ولی بیشتر در کارهای تحقیقاتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. بهبود تکنیک و ایجاد دستگاه‌های کوچکتر در آینده می‌تواند به عنوان یک دستگاه تشخیصی برای تشخیص بیماری‌های پوست و تصویر برداری از ضایعات پوستی بدون نیاز به بیوپسی از آنها، به متخصصان پوست کمک کند. همچنین با این روش می‌توان حدود ضایعه پوستی را قبل از انجام برش تشخیص داد. این روش در آینده ممکن است پاک بودن حاشیه ضایعه برداشته شده را تیز از نظر وجود سلول سرطانی و غیره، بدون نیاز به بافت شناسی تایید کند.

### تصویر برداری با ایجاد ارتعاش مغناطیسی (Magnetic Resonance Imaging)

MRI یک وسیله تشخیصی با ارزش است که می‌تواند تصاویری از بافت‌های مختلف بدن به دست دهد. در این دستگاه از میدان مغناطیسی و پالس‌های امواج رادیویی

تحقیقات در ماتولوژی پیدا کرده چون قادر است تصاویری از عمق و داخل یک نمونه بافتی، بدون ترس از مداخله انگسار نور یا نور غیر کانونی، بدست دهد. اساس این کار استفاده از یک منبع نوری و یک لنز است که نور را در مقطع خاصی از نمونه بافت متمرکز می‌کند. نور برگشت داده شده به وسیله دستگاهی بازتابی می‌شود و تصویری با ترکیب تعداد زیادی نقاط تصویری ایجاد می‌کند. تصویر به دست آمده، واضح و خوب است زیرا سیستم طوری طراحی شده که فقط نورهای کانونی را بازتابی و کل نورهایی که خارج کانونی را حذف می‌کند، بنابراین تیرگی تصویر به حداقل می‌رسد. منبع نوری مورد استفاده می‌تواند از نور مریخی با شدت بالا یا نور مادون قرمز باشد (۵۱).

مزیت اصلی CM این است که اجازه می‌دهد تصویری از پوست در حالت طبیعی خود - چه روی پوست و چه از نمونه بیوپسی تازه تهیه شده - به دست آید، بدون این که به پردازش عادی بافت شناسی معمولی مثل برش و رنگ آمیزی و غیره نیاز داشته باشد. این تکنیک اجازه می‌دهد که تصویری با تفکیک پذیری جانبی ۵-۱ میکرون و تفکیک پذیری محوری (ضخامت نسج)، ۵-۳ میکرون به دست آید. روش مزبور به خوبی قابل مقایسه با بافت شناسی معمولی است که در آن برش‌های ۵ میکرونی استفاده می‌شود حتی می‌توان تصاویر سه بعدی هم به دست آورد.

با میکروسکوپی هم کانونی، می‌توان تصاویر مؤثری از لایه‌های اپیدرم و درم، در پوست در حالت طبیعی بدن به دست آورد. در زیر اتصال درم و اپیدرم در عمق ۱۵۰-۱۰۰ میکرون می‌توان جریان خون در حلقه‌های کاپیلری در هر پایی درم را تشخیص داد و در تفکیک پذیری بالاتر حتی عناصر خونی مثل گلبول‌های قرمز، گلبول‌های سفید و پلاکت‌ها را بر حسب اندازه و شکل آنها مشخص کرد. تصاویر دیگر در عمق ۳۵۰-۱۰۰ میکرونی

متفاوت است مورد بازبایی قرار می‌دهند. این دستگاه می‌تواند تفکیک پذیری محوری ۱۵ میکرون ایجاد کند که از اولتراسوند ۲۰ مگاهرتزی و از میکروسکوپ هم کانونی کمتر است، همچنین قادر است تصویر پوست را در عمق ۱/۵-۰/۵ میلی‌متر به دست دهد. این روش برای تصویربرداری از لایه شاخی، نمایش لایه‌های اپیدرم و درم پایلری کافی است. در حال حاضر استفاده از این دستگاه در معاینه پوست یک تکنیک تجربی است (۵۶).

### نتیجه گیری

در دهه گذشته پیشرفت‌های زیادی در تصویربرداری مستقیم پوست حاصل شده است لذا تشخیص ضایعات پوستی محدود به انجام معاینه ساده تماسی و بیوپسی نخواهد بود. در حال حاضر بررسی غیرتهاجمی ضایعات پوستی مختلف در داخل بدن و همچنین استفاده از وسایل تصویربرداری اختصاصی که به پزشک اجازه می‌دهد ساختمان و اجزای پوست را به خوبی مشخص کند، امکان‌پذیر است. گرچه بسیاری از این تکنیک‌ها فقط در مقاصد تحقیقاتی کاربرد دارند، ولی نتایج امیدوارکننده‌ای هم در بالین داشته‌اند. ادامه تحقیقات و پیشرفت تکنولوژی سبب افزایش استفاده از تصاویر در درماتولوژی و تغییر روش‌های بررسی بیماری‌های پوست می‌شود، روش‌هایی که در آینده در آموزش درماتولوژی، نقش عمده‌ای خواهند داشت.

### منابع

- 1-Corcuff P, Pierard GE. Skin imaging: State of the art at the dawn of the year 2000. *Curr Prob Dermatol* 1998; 26: 1-11.
- 2-Beyse WHG, Neumann NJ, Lehmann P, et al. The history of photography in

استفاده می‌شود تا حرکت هسته‌ای هیدروژن در نسج را بازبایی کند. وجود تفاوت در دانسیته هیدروژن و زمان استراحت مغناطیسی ( $T_2, T_1$ ) ماشین‌های MRI مرسوم که برای مقاطع ۱ میلی‌متری طراحی شده‌اند، موجب می‌شود که برای نمایش لایه‌های مختلف پوست که به تفکیک پذیری کمتر از ۱۰۰ میکرون نیاز دارند، مناسب نباشند (۵۳). اخیراً دستگاه‌های خاص MRI با تفکیک‌پذیری بالا وارد بازار شده است که می‌تواند افتراق بین لایه شاخی، اپیدرم و درم در محیط بدن را فراهم کند. در حال حاضر MRI پوست به عنوان یک ابزار تحقیقاتی مطرح است. این کار برای اندازه‌گیری میزان آب اپیدرم، تشخیص پوست دارای لنفادم (۵۴) و افتراق تومورهای مختلف و شایع پوست از هم در محیط آزمایشگاه (۵۵) به کار می‌رود ولی استفاده روزمره از آن در مسایل بالینی، هنوز معمول نیست و نیاز به مطالعات بیشتری دارد.

### توموگرافی اپتیکال هم‌گرا

#### (Optical Coherence Tomography)

این دستگاه اولین بار برای تشخیص نسوج چشم انسان به کار رفت ولی اخیراً برای مشاهده پوست هم مناسب تشخیص داده شده است. دستگاه مزبور می‌تواند مقاطع عرضی از پوست انسان در روی بدن، به دست دهد. در این روش، پوست را با اشعه مادون قرمز اسکن می‌کنند و سپس آنکسار نور از نسوج را که بین بافت‌های مختلف بدن

dermatology. *Arch Dermatol* 1996; 132: 1492-98.

- 3-Kelly JW, Yeatman JM, Regalia C, et al. A high incidence of melanoma found in patients with multiple dysplastic naevi by



- photographic surveillance. *Med J Aust* 1997; 167: 191-94.
- 4-Kollias N, Gillies R, Cohen-Goihnab C, et al. Fluorescence photography in the evaluation of hyperpigmentation in photodamaged skin. *J Am Acad Dermatol* 1997; 36: 226-30.
- 5-Fulton J. Utilizing the ultraviolet (UV Detect) camera to enhance the appearance of photodamage and other skin conditions. *Dermatol Surg* 1997; 23: 163-69.
- 6-Anderson RR. Polarised light examination and photography of the skin. *Arch Dermatol* 1991; 127: 1000-05.
- 7-Muccini JA, Kollias N, Phillips SB, et al. Polarized light photography in the evaluation of photoaging. *J Am Acad Dermatol* 1995; 33: 765-69.
- 8-Phillips SB, Kollias N, Gillies R, et al. Polarized light photography enhances visualisation of inflammatory lesions of acne vulgaris. *J Am Acad Dermatol* 1997; 37: 948-52.
- 9-Perednia DA. What dermatologists should know about digital imaging. *J Am Acad Dermatol* 1991; 25: 89-108.
- 10-Ratner D, Thomas CO, Bickers D. The uses of digital photography in dermatology. *J Am Acad Dermatol* 1999; 41: 749-56.
- 11-Bittorf A, Fartasch M, Schuler G, Diepgen TL. Resolution requirements for digital images in dermatology. *J Am Acad Dermatol* 1999; 37: 195-98.
- 12-Krupinski EA, LeSueur B, Ellsworth L, et al. Diagnostic accuracy and image quality using a digital camera for teledermatology. *Telemed J* 1999; 5: 257-63.
- 13-Piccolo D, Smolle J, Wolf IH, et al. Face to face diagnosis vs telediagnosis of pigmented skin tumors: A teledermoscopic study. *Arch Dermatol* 1999; 135: 1467-71.
- 14-Pehamberger H, Steiner A, Wolff K. In vivo epiluminescence of pigmented skin lesions, I: Pattern analysis of skin lesions. *J Am Acad Dermatol* 1987; 17: 571-83.
- 15-Steiner A, Pehamberger H, Wolff K. In vivo epiluminescence of pigmented skin lesions, II: Diagnosis of small pigmented skin lesions and early detection of malignant melanoma. *J Am Acad Dermatol* 1987; 17: 584-91.
- 16-Ascierto PA, Palmieri G, Celentano E, et al. Sensitivity and specificity of epiluminescence microscopy: Evaluation on a sample of 2731 excised cutaneous pigmented lesions. *Br J Dermatol* 2000; 142: 893-98.
- 17-Dhawan A. Early detection of cutaneous malignant melanoma by three dimensional nevoscopy. *Comput Methods Programs Biomed* 1985; 21: 59-68.
- 18-Saida T, Oguchi S, Ishihara Y. In vivo observation of magnified features of pigmented lesions on volar skin using video microscope. *Arch Dermatol* 1995; 131: 298-304.

- 19-D Amico D, Vaccaro M, Guarneri F, et al. Phototrichogram using videomicroscopy: A useful technique in the evaluation of scalp hair. *Eur J Dermatol* 2001; 11: 17-20.
- 20-Lacarrubba F, Musumeci ML, Caltabiano R, et al. High magnification videodermatology: A new noninvasive diagnostic tool for scabies in children. *Pediatr Dermatol* 2001; 18: 439-41.
- 21-Binder M, Kittler H, Seeber A, et al. Epiluminescence microscopy-based classification of pigmented skin lesions using computerised image analysis and an artificial neural network. *Melanom Res* 1998; 8: 261-66.
- 22-Menzies SW. Automated epiluminescence microscopy: Human vs machine in the diagnosis of melanoma. *Arch Dermatol* 1999; 135: 1538-40.
- 23-Bono A, Tomatis S, Bartoli C, et al. The invisible colours of melanoma. A telespectrophotometric diagnostic approach on pigmented skin lesions. *Eur J Cancer* 1996; 32: 727-29.
- 24-Wallace VP, Crawford DC, Mortimer PS, et al. Spectrophotometric assessment of pigmented skin lesions: Methods and feature selection for evaluation of diagnostic performance. *Phys Med Biol* 2000; 45: 735-51.
- 25-Alexander H, Miller DL. Determining skin thickness with pulsed ultrasound. *J Invest Dermatol* 1979; 72: 17-19.
- 26-Stiller MJ, Diller MD, Shupack JL, et al. Three dimensional imaging for diagnostic ultrasound in dermatology. *J Am Acad Dermatol* 1993; 29: 171-75.
- 27-Turnball DH, Starkoski BG, Harasiewicz KA, et al. A 40-100 MHz B-scan ultrasound backscatter microscope for skin imaging. *Ultrasound Med Biol* 1995; 21: 79-88.
- 28-Fornage BD, McGavran MH, Duvic M, Waldron CA. Imaging of the skin with 20 MHz US. *Radiology* 1993; 189: 69-76.
- 29-El-Gammal S, El-Gammal C, Kaspar K, et al. Sonography of the skin at 100 MHz enables in vivo visualisation of stratum corneum and viable epidermis in palmar skin and psoriatic plaques. *J Invest Dermatol* 1999; 113: 821-29.
- 30-Myers SL, Cohen JS, Sheets PW, Bies JR. B-mode ultrasound evaluation of skin thickness in progressive systemic sclerosis (scleroderma). *J Rheumatol* 1986; 13: 577-80.
- 31-Hoffmann K, Gerbaulet U, El-Gammal S, Altmeyer P. 20 MHz B-mode ultrasound in monitoring the course of localised scleroderma (morphea). *Acta Derm Venereol Suppl (Stockh)* 1991; 164: 3-16.
- 32-Seidenari S, Conti A, Pepe P, Giannetti A. Quantitative description of echographic images of morphea plaques as assessed by computerized image analysis on 20 MHz B-scan recordings. *Acta Derm Venereol* 1995;

- 33-Quan MB, Edwards C, Marks R. Non-invasive in vivo techniques to differentiate photodamage and ageing in human skin. *Acta Derm Venereol* 1997; 77: 416-19.
- 34-El-Gammal S, Auer T, Popp C, et al. Psoriasis vulgaris in 50 MHz B-scan ultrasound-characteristic features of stratum corneum, epidermis and dermis. *Acta Derm Venereol Suppl (Stockh)* 1994; 186: 173-76.
- 35-Vaillant L, Berson M, Machet L, et al. Ultrasound imaging of psoriatic skin: A noninvasive technique to evaluate treatment of psoriasis. *Int J Dermatol* 1994; 33: 786-90.
- 36-Harland CC, Bamber JC, Gusterson BA, Mortimer PS. High frequency, high resolution B-scan ultrasound in the assessment of skin tumours. *Br J Dermatol* 1993; 128: 525-32.
- 37-Lassau N, Mercier S, Koscielny S, et al. Prognostic value of high-frequency sonography and colour doppler sonography for the preoperative assessment of melanomas. *Am J Roentgenol* 1999; 172: 457-61.
- 38-Lassau N, Spatz A, Avril MF, et al. Value of high-frequency US for preoperative assessment of skin tumours. *Radiographics* 1997; 17: 1559-65.
- 39-Siedenari S, Di Nardo P, Pepe P, Giannetti A. Ultrasound B scanning with image analysis for assessment of allergic patch test reactions. *Contact Dermatitis* 1991; 24: 216-22.
- 40-Schwartz SR, Murray RA, Assessment of epithelial thickness by ultrasonic imaging. *Decubitis* 1991; 4: 29-36.
- 41-Gottloeber P, Kerscher MJ, Korting HC, Peter RU. Sonographic determination of cutaneous and subcutaneous fibrosis after accidental exposure to ionising radiation in the course of the Chernobyl nuclear power plant accident. *Ultrasound Med Biol* 1997; 23: 9-13.
- 42-Gniadecka M, Quistorff B. Assessment of dermal water by high-frequency ultrasound: Comparative studies with nuclear magnetic resonance. *Br J Dermatol* 1996; 135: 218-24.
- 43-Abramovits W, Pruiksma R, Bose S. Ultrasound guided thermocouple placement for cryosurgery. *Dermatol Surg* 1996; 22: 771-73.
- 44-Wardell K, Jakobsson AJ, Nilsson GE. Laser Doppler perfusion imaging by dynamic light scattering. *IEEE Trans Biomed Eng* 1993; 40: 309-16.
- 45-Bircher A, De Boer EM, Agner T, et al. Guidelines for measurement of cutaneous blood flow by laser Doppler flowmetry. *Contact Dermatitis* 1994; 30: 65-72.
- 46-Wardell K, Andesson T, Anderson C. Anaglysis of laser Doppler perfusion images of experimental irritant skin

- reactions. *Skin Res Technol* 1996; 2: 149-57.
- 47-Moller H, Bjorkner B, Bruze M, et al. Laser Doppler perfusion imaging for the documentation of flare-up in contact allergy to gold. *Contact Dermatitis* 1999; 41: 131-35.
- 48-Sommer A, Veraart J, Neumann M, Kessels A. Evaluation of the vasoconstrictive effects of topical steroids by laser Doppler perfusion imaging. *Acta Derm Venereol* 1998; 78: 15-18.
- 49-Speight EL, Essex TJH, Farr PM. The study of plaques of psoriasis using a scanning laser-Doppler velocimeter. *Br J Dermatol* 1993; 128: 519-25.
- 50-Stucker M, Horstmann I, Nuchel C, et al. Blood flow compared in benign melanocytic naevi, malignant melanomas and basal cell carcinomas. *Clin Exp Dermatol* 1999; 24: 107-11.
- 51-Rajadhyaksha M, Gonzalez S, Zavislan JM, et al. In vivo confocal scanning laser microscopy of human skin II. Advances in instrumentation and comparison with histology. *J Invest Dermatol* 1999; 113: 293-301.
- 52-Busam KJ, Heste K, Charles C, et al. Detection of clinically amelanotic malignant melanoma and assessment of its margins by in vivo confocal scanning laser microscopy. *Arch Dermatol* 2001; 137: 923-29.
- 53-Conolly S, Macovski A, Pauly J, et al. Magnetic resonance imaging. In: Bronzino JD (ed). *The Biomedical Engineering Handbook*. Florida: CRC Press, 1995; 1006-14.
- 54-Idy-Peretti I, Bittoun J, Alliot F, et al. Lymphedematous skin and subcutis: In vivo high resolution magnetic resonance imaging evaluation. *J Invest Dermatol* 1998; 110: 782-87.
- 55-El-Gammal S, Hartwig R, Aygen S, et al. Improved resolution of magnetic resonance microscopy in examination of skin tumors. *J Invest Dermatol* 1996; 106: 1287-92.
- 56-Welzel J, Lankenau E, Birngruber R, Engelhardt R. Optical coherence tomography of the human skin. *J Am Acad Dermatol* 1997; 37: 958-63.