

بیوفوتون

سونا رضایی^۱، مجتبی امانی^{*۱}

چکیده

یکی از منابع نور طبیعی با منشأ بیولوژیکی که از موجودات زنده ساطع می‌شود، بیوفوتون نام دارد. منشأ انتشار بیوفوتون، گونه‌های فعال اکسیژن تولیدی در میتوکندری است. بیوفوتون‌ها علاوه بر اینکه اطلاعاتی در رابطه با وضعیت فیزیولوژیک و بیماری‌زایی موجودات زنده ارائه می‌دهند، به عنوان یک عامل ارتباطی در سطوح مختلف ساختاری موجود به کار می‌روند. تحقیقات نشان می‌دهد که از انتشار بیوفوتون می‌توان برای بررسی ظرفیت هموستاز باکتری‌ها استفاده کرد، زیرا تغییرات شدید در متابولیسم سلول، موجب تغییرات در شدت و طیف انتشار بیوفوتون می‌شود. همچنین در سلول‌های گیاهی تحت استرس، از جمله گیاهان زخمی یا مسموم شده و یا سرمازده، افزایش انتشار بیوفوتون مشاهده شده است. براساس نتایج مطالعات انجام شده جمعیت‌های سلولی غیر از فرآیند مولکولی از بیوفوتون‌ها نیز به عنوان عامل تبادل اطلاعات استفاده می‌کنند. از آنجا که تغییرات در فعالیت بیوفوتونیک نشان‌دهنده‌ی تغییر در تولید انرژی میتوکندری در شرایط بیماری و فیزیولوژیک است، می‌توان با مقایسه تولید بیوفوتون به تشخیص و درمان به موقع بیماری‌ها را توجه کرد.

واژگان کلیدی: بیوفوتون، گونه‌های فعال اکسیژن، میتوکندری، فرستنده‌ی اطلاعات، تشخیص به موقع بیماری

* عهده‌دار مکاتبات، استاد، تلفن ۰۴۵۳۳۵۲۲۴۳۷، آدرس الکترونیکی mojtaba.amani@arums.ac.ir

^۱ گروه بیوشیمی بالینی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی اردبیل، اردبیل

منبع بیوفوتون

عمده‌ترین منشأ انتشار بیوفوتون، یکی از فرآورده‌های سلولی بنام گونه‌های فعال اکسیژن (ROS) در میتوکندری است. انرژی لومینسانس زمانی تولید می‌شود که یک مولکول برانگیخته یا پرانرژی به حالت کم‌انرژی برگردد، این مولکول برانگیخته اکثراً گونه‌های فعال اکسیژن هستند. در سلول‌های سالم غلظت گونه‌های فعال اکسیژن توسط سیستم آنتی‌اکسیدانت‌ها در مقادیر پایین نگه داشته می‌شود، به همین دلیل شدت تابش بیوفوتون کم است [۳]. از جمله منابع دیگر که برای انتشار بیوفوتون می‌توان ذکر کرد: میکروزم‌های کبیدی دارای سیتوکروم P450 که قادرند از طریق اکسایش لیپید گونه‌های فعال اکسیژن تولید کنند که در نهایت منجر به انتشار بیوفوتون می‌شوند [۴].

۱. انتشار بیوفوتون در موجودات

الف. انتشار بیوفوتون در میکروب:

محققان، با استفاده از کشت مخمر و باکتری، انتشار نور در مراحل مختلف رشد را گزارش کرده‌اند. همچنین محققان، گزارش داده‌اند زمانی که متابولیسم سلول تغییر شدیدی داشته باشد، تغییراتی در شدت و طیف‌های انتشار بیوفوتون‌ها مشاهده می‌شود. لذا مطالعات انتشار نور ضعیف می‌تواند به‌عنوان یک معیار برای تخمین اختلال و ظرفیت هموستاز پیشنهاد شود [۱].

ب. انتشار بیوفوتون در گیاهان:

اندازه‌گیری میزان انتشار بیوفوتون‌ها از گونه‌های مختلف گیاهان برای اولین بار در اوایل دهه ۱۹۵۰ انجام شد. محققان گزارش داده‌اند که حبوبات برش خورده ۲ تا ۳ برابر نور قوی‌تری را از لوبیاهای کامل و سالم منتشر می‌کنند، در نتیجه صدمات مکانیکی منجر به افزایش انتشار بیوفوتون در گیاهان می‌شود. تابش بیوفوتون در سلول‌های تحت تنش از جمله گیاهان زخمی شده، جلبک‌های تحت استرس سم و همچنین گیاهان تحت استرس‌های شوری، سرما و خشکی افزایش نشان می‌دهند [۵].

بیوفوتون چیست؟

نور جزئی جدایی‌ناپذیر از حیات بشر بوده است و یکی از محرک‌های اصلی روند تکامل است. تلاش برای درک ویژگی‌ها، تولید و مکانیسم انتشار نور، همچنان بحثی هیجان‌انگیز است و دانشمندان از علوم مختلف را درگیر خود کرده است.

منابع نور بر اساس منشأ به دو دسته طبیعی و مصنوعی تقسیم می‌شوند. برخی از منابع نور طبیعی منشأ بیولوژیکی دارند، به عنوان مثال نور مرئی که از کرم شب تاب، ماهی ژله‌ای و برخی ماهی‌ها منتشر می‌شود. پدیده انتشار نور از این منابع به خوبی مشخص شده و از آن به عنوان بیولومینسانس یاد می‌شود. انتشار نور از منابع بیولوژیکی ذکر شده در طبیعت اهدافی مانند جفت‌گیری، جذب طعمه، ترساندن شکارچی دارد. جالب توجه است علاوه بر پدیده فوق، موجودات زنده صرف‌نظر از سلسله مراتب تکاملی خود نور ضعیفی را که بیوفوتون^۱ نامیده می‌شود، ساطع می‌کنند. منشأ انتشار بیوفوتون در سال ۱۹۲۰ یک موضوع بحث برانگیز به نام نظریه تابش میتوزنیک مطرح شد [۱]. براساس این نظریه سلول‌های در حال تقسیم، نور ماوراء بنفش خیلی ضعیفی را منتشر می‌کنند که القاگر تقسیم سلولی در سایر سلول‌ها است.

ویژگی‌های بیوفوتون

۱) بیوفوتون‌ها به صورت خود به خودی یا توسط محرک‌های خارجی از جمله نور مرئی، ماوراء بنفش، استرس شیمیایی، استرس مکانیکی منتشر می‌شوند. ۲) این انتشار در مقیاس میکروسکوپی و ماکروسکوپی صورت می‌گیرد. ۳) انتشار بیوفوتون کمتر از ۱۰۰۰ فوتون در ثانیه بر هر سانتی‌متر مکعب اتفاق می‌افتد. ۴) انتشار بیوفوتون در طیف وسیعی از گستره نور ماوراء بنفش تا نور مادون قرمز رخ می‌دهد [۱]. این ویژگی‌ها باعث می‌شود که بیوفوتون متفاوت از پدیده بیولومینسانس باشد [۲].

¹ ultraweak photon emission (UPE)

ج. انتشار بیوفوتون در انسان:

در طول ۱۰ سال گذشته انتشار بیوفوتون در انسان شناسایی و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. انتشار بیوفوتون انسانی تفاوت‌های مکانی را نشان می‌دهد و به تولید گونه‌های فعال اکسیژن و استرس اکسایشی مرتبط است. محققان با استفاده از یک فتومولتی پلیر^۱ متحرک و آویزان، تحقیقات طولانی مدتی در رابطه با انتشار بیوفوتون از دست و پیشانی را انجام دادند. مطالعه این محققان اطلاعاتی را در مورد: (۱) مراحل اندازه‌گیری دقیق، تجزیه و تحلیل طیفی بیوفوتون، (۲) توزیع آناتومیک و شدت انتشار فوتون، (۳) ارتباط با ریتم‌های بیولوژیکی، (۴) تأثیرات جسمی و روانی در انتشار و (۵) انتشار در افراد سالم و بیمار ارائه داد [۵]. به عنوان مثال معلوم شد که انتشار بیوفوتون در تابستان نسبت به زمستان بیشتر و همچنین انتشار بیوفوتون در افراد مسن نسبت به افراد جوان بیشتر است [۶].

۲- پیام‌رسانی با بیوفوتون‌ها

انتقال اطلاعات اساس زندگی است. سلول‌ها علاوه بر اینکه در دنیایی از مولکول‌ها قرار دارند، در محیطی از میدان مغناطیسی نیز هستند که در شکل‌گیری یا مورفوزن موجودات چند سلولی نقش عمده‌ای دارند. مورفوزن نتیجه تمایز و مهاجرت سلولی است که قبل از هر چیزی به تقسیم سلولی نیازمند است. چندین مطالعه نشان داده است که جمعیت‌های سلولی مجزا از نظر مولکولی می‌توانند با پرتوهای الکترومغناطیسی با هم در ارتباط باشند، در واقع بیوفوتون‌ها به شکل فرستنده‌ی اطلاعات عمل می‌کنند، به عنوان مثال: ریشه‌های پیاز از طریق بیوفوتون‌ها، تقسیم میتوز در ریشه‌های پیاز همسایه را تحریک می‌کند که به اصطلاح تابش میتوزنیکی گفته می‌شود. همچنین سلول‌های مخمر که بیوفوتون‌ها را در محدوده نور ماوراء بنفش و محدوده‌ی قابل رؤیت منتشر می‌کنند، بر روی رشد سلول‌های مخمر همسایه نیز تأثیر مثبت داشتند. یک مطالعه دیگر نشان داد که سلول‌های بافتی در یک سمت شیشه، الگوی سلول‌های بافت در طرف مقابل شیشه را می‌توانند سازمان‌دهی کنند [۷].

الف. شوک حرارتی القا کننده‌ی انتشار بیوفوتون:

هنگامی که یک موجود زنده در دمای بالا قرار می‌گیرد، پروتئین‌ها واسرشته شده و ساختارغشایی مختل می‌شود و در شرایط دمای بالا آنزیم‌های آنتی‌اکسیدانی و سایر آنزیم‌ها تخریب می‌شود که در نتیجه باعث افزایش اکسایش لیپیدها توسط گونه‌های فعال اکسیژن می‌شود. زمانی که سلول با افزایش دمای ۱۰ الی ۱۵ درجه مواجه شود یا مدت کوتاهی در درجه حرارت بالا قرار گیرد پروتئین‌های شوک حرارتی (HSP)^۲ به میزان زیادی سنتز می‌شود، نقش اصلی HSP کمک به تاخوردگی مجدد پروتئین‌ها است و بدین شکل از تجمع پروتئین‌های غیرکارا جلوگیری می‌کند. پس از برگشت به دمای عادی سنتز HSP متوقف شده و تا چند روز در سلول باقی می‌ماند. در بررسی‌ها مشاهده شده است که شدت انتشار بیوفوتون‌ها با افزایش دما افزایش یافته و با کاهش دما کاهش می‌یابد. از سوی دیگر در سلول‌هایی که فسفریله شدن اکسایشی ندارند (که وابسته به میتوکندری است)، شدت انتشار بیوفوتون صرف‌نظر از میزان گرمایش کاملاً کم و ثابت است. پس می‌توان نتیجه گرفت که با افزایش دما میزان تولید گونه‌های فعال اکسیژن در میتوکندری افزایش یافته و موجب انتشار بیشتر بیوفوتون می‌گردد [۷].

ب. بیوفوتون‌ها و فسفریله شدن اکسایشی:

بیوفوتون‌ها پرتوهای الکترومغناطیسی هستند که قادر به ایجاد پیام‌رسانی در سلول‌های ناظر^۳ می‌شوند که در نتیجه‌ی این نوع پیام‌رسانی پدیده‌ای به نام اثر القائی پرتو در ناظر (RIBE)^۴ رخ می‌دهد. پدیده‌ی «اثر القائی پرتو در ناظر» پدیده‌ای است که به موجب آن سلول‌هایی که مستقیماً در معرض تنش قرار نگرفته‌اند، پیام‌هایی را از سلول‌های تحت تنش دریافت کرده و ویژگی‌های مشابه با آنها را بروز می‌دهند. پیام‌رسانی فوتونی بین سلول‌ها تأثیر عمیقی بر میتوکندری دارد زیرا این پیام‌ها در غیرقطبی شدن غشا میتوکندری تأثیر می‌گذارد. می‌توان گفت،

¹ Photomultiplier

² Heat shock protein

³ Bystanding signaling

⁴ Radiation-induced bystander effect (RIBE)

کم کاری تیروئید: مطالعات متعددی نشان می‌دهد که شدت انتشار بیوفوتون در کم کاری تیروئید تغییر می‌کند. انتشار بیوفوتون در بیماران مبتلا به کم کاری تیروئید شدت کمتر از حد طبیعی داشته است. این انتشار کم در بیمارانی که غده تیروئید آنها برداشته شده بود نیز دیده شد. این نتایج نشان می‌دهد که شدت انتشار بیوفوتون با میزان متابولیسم پایه مرتبط است [۶].

همی‌پلازی: بیماری است که فلج کامل دست، پا و تنه در یک سمت بدن اتفاق بیفتد. محققان تقارن دست راست و چپ را از نظر انتشار بیوفوتون در افراد مبتلا به همی‌پلازی و افراد سالم مقایسه کردند. بررسی‌ها نشان داد که انتشار بیوفوتون در دست چپ و راست در افراد سالم تفاوت خاصی ندارد در حالی که انتشار بیوفوتون در افراد مبتلا به همی‌پلازی در دست چپ و راست تفاوت زیادی نشان می‌دهد [۶].

بیماری قلبی عروقی: استرس اکسایشی با از بین رفتن سلول‌ها در نارسایی قلبی، کاردیومیوپاتی و افزایش گونه‌های فعال اکسیژن همراه با اختلال عملکرد میتوکندری در نارسایی قلبی ارتباط دارد، که بیانگر ارتباط بین بیماری قلبی عروقی^۲ و آسیب میتوکندریایی است. مطالعات نشان می‌دهد که چندین عامل خطر^۳ ابتلا به بیماری قلبی عروقی مانند فشار خون و سن بالا، می‌توانند با افزایش استرس اکسایشی در میتوکندری، آسیب و عملکرد آن را تغییر دهد.

با تشخیص زودرس بیماری قلبی عروقی نه تنها امکان پیشگیری از ابتلا و درمان میسر می‌شود، بلکه موجب کاهش عوارض مرتبط با بیماری و هزینه‌های مراقبت بهداشتی می‌شود. در مدل امروزی تشخیص بیماری‌های قلبی عروقی، بیماران بسته به نوع و شدت علائم اولیه، ممکن است تعداد بیشماری از آزمایشات را انجام دهند. آزمایشات انجام شده جهت تشخیص می‌تواند هفته‌ها و حتی ماه‌ها طول بکشد تا تشخیص قطعی انجام شود. به‌طور معمول اکوکاردیوگرام، تست استرس، تصویربرداری با

میتوکندری یک جزء جدایی‌ناپذیر از پدیده‌ی «اثر القایی پرتو در ناظر» است.

مشاهده شده است که در سلول‌هایی که تحت «اثر القایی پرتو در ناظر» قرار داشتند، جذب بیوفوتون‌های ساطع شده از سلول‌های تحت تابش، قادر به ایجاد تغییر در پروتئین‌ها مانند فلاوپروتئین زنجیره انتقال الکترون (ETF)^۱ می‌شود به طوری که توانایی پذیرش الکترون‌ها از کمپلکس I زنجیره‌ی انتقال الکترون مختل می‌شود و در نتیجه اکسایش NADH به NAD کمتر رخ می‌دهد. عدم پذیرش الکترون توسط فلاوپروتئین زنجیره انتقال الکترون منجر به انتقال الکترون کمتر و در نتیجه کاهش تولید ATP می‌شود [۸].

اختلال در سنتز ATP منجر به آسیب میتوکندری شده که در نهایت عملکرد بیولوژیکی سلول به‌خطر می‌افتد. در سطح موجود زنده، مشاهده شده است که اختلال عملکرد میتوکندری ارتباط جدی با شدت خستگی دارد. در یک مطالعه توسط محققان، نشان داده شده است که غلظت ATP و میزان فسفریلاسیون اکسیداتیو به‌طور قابل توجهی در شرکت‌کنندگانی که دچار خستگی هستند نسبت به گروه‌های سالم کاهش یافته است [۸].

۳- بیوفوتون و بیماری‌ها

همانطور که اشاره شد، انتشار بیوفوتون به تولید گونه‌های فعال اکسیژن مربوط می‌شود و بنابراین به‌عنوان ابزاری برای بررسی استرس اکسایشی مورد استفاده قرار می‌گیرد. محققان کاربرد بالقوه تشخیص بیوفوتون را برای کنترل غیرتهاجمی متابولیسم و آسیب اکسایشی در بافت زنده گزارش نموده‌اند. مطالعات متعددی بارها نشان داده است که شدت انتشار بیوفوتون در حالت بیماری تغییر پیدا می‌کند و سلول‌های بیمار به‌طور قابل توجهی بیوفوتون بیشتری از سلول‌های سالم انتشار می‌دهند. همچنین نشان داده شده است که تغییرات در فعالیت بیوفوتون نشان دهنده‌ی تغییر در تولید ATP میتوکندری در شرایط فیزیولوژیکی و بیماری است [۲]. به‌عنوان مثال تغییرات تابش بیوفوتون در چند بیماری در ذیل ذکر می‌شود:

¹ Electron transfer flavoprotein

² Cardiovascular Disease

³ Risk factor

بیوفوتون

آسیب‌های پوستی، نسبت به مناطق با پوست سالم انتشار بیوفوتون بیشتری دارند [۶].

شدت نشر بیوفوتون بسته به میزان اشعه ماوراء بنفش تغییر می‌کند، که نشان دهنده واکنش پوست انسان است. مطالعات نشان داده است که انتشار بیوفوتون ناشی از این اشعه هم در اپیدرم و درم^۴ قابل شناسایی است. همچنین مشاهده شده است که اشعه ماوراء بنفش انتشار بیوفوتون را در درم بیشتر از اپیدرم القا می‌کند. آزمایشات همچنین نشان می‌دهد که لایه‌های شاخی پوست، بیوفوتون را تولید می‌کند. اثر آنتی‌اکسیدان‌ها در برابر بیوفوتون ناشی از اشعه ماوراء بنفش نشان می‌دهد که بیوفوتون با تجویز آنتی‌اکسیدان سرکوب می‌شود که مؤید ارتباط بیوفوتون ناشی از این اشعه به استرس اکسایشی است [۹].

سرطان: روش‌های مولکولی موجود از بیومولکول‌های به‌دست آمده از طریق بیوپسی جهت تشخیص استفاده می‌کند. پیشرفت‌های اخیر روش‌های جایگزین غیرتهاجمی را ابداع کرده‌اند که نیاز به اعمال تهاجمی ندارد، در این میان، روش‌های بیوفوتونیک رویکرد جدیدی است که از انتشار بیوفوتون‌ها برای تشخیص بافت‌های بدخیم و خوش‌خیم استفاده می‌کند. محققان نه تنها تفاوت میزان انتشار بیوفوتون بین تومور و بافت سالم را اندازه‌گیری کرده‌اند بلکه تفاوت‌ها در بین انواع تومورها نیز بررسی شده است. براساس مشاهدات، انتشار بیوفوتون با آبشارهای مولکولی مرتبط با فرآیندهای سرطانی ارتباط دارد. حتی افزایش انتشار بیوفوتون از سرم یا ادرار بیماران مبتلا به سرطان در مقایسه با مایعات زیستی افراد سالم نتایج متفاوتی را نشان داده است. تصویربرداری از بافت‌ها، می‌تواند زمان لازم برای تشخیص سرطان را کاهش دهد، همچنین منجر به افزایش دسترسی به جمعیت‌های آسیب‌پذیر از جمله زنان باردار شیرده می‌شود. از آنجا که طول موج بیوفوتون متناسب با انرژی است و تومورها انرژی زیادی مصرف می‌کنند در نتیجه شدت انتشار بیوفوتون بیشتری را نشان می‌دهند، از این افزایش شدت

رزونانس مغناطیسی (MRI)^۱، آنژیوگرام عروق کرونر و حتی بیوپسی میوکارد ممکن است در رد یا تشخیص مناسب بیماری قلبی عروقی خاصی تجویز و مورد استفاده قرار گیرد. اگرچه این‌ها آزمایشات شناخته شده‌ای برای بیماری‌های قلبی عروقی هستند و درمان با توجه به تشخیص می‌تواند بسیار کارآمد باشد، اما یک روش مؤثرتر با زمان و تهاجم کمتر و همچنین منسجم‌تر مورد نیاز است. تغییر در هزینه‌های مراقبت‌های پزشکی از طریق تشخیص و شناسایی زود هنگام نه تنها برای بیماران بلکه برای بیمه‌گذاران بهداشتی، کارفرمایان و مدیریت مراقبت بهداشتی مفید خواهد بود. ارزش داشتن چنین ابزار غربالگری به‌طور واضح می‌تواند به پیش‌بینی پزشکی در مرحله صحیح و فوری کمک کند. یکی از این روش‌ها استفاده از ابزارهای با دید واضح^۲ است که با کاهش زمان و میزان تست‌های مورد نیاز، ضمن کاهش هزینه‌های پزشکی می‌تواند به بیماران فرصت دهد تا با روشی ایمن، به موقع و غیرتهاجمی مورد تشخیص قرار گیرند [۲].

پوست: محققان از سال ۱۹۸۰ ثبت انتشار بیوفوتون پوست انسان تحت مواجهه با اشعه ماوراء بنفش، سونوگرافی، تجویز موضعی پراکسیدها و آنتی‌اکسیدان‌ها را آغاز کردند. اکثر روش‌های موجود برای ارزیابی وضعیت اکسایشی و ظرفیت آنتی‌اکسیدانی پوست تهاجمی است و نیاز به برداشتن پوست، جداسازی لایه‌های مختلف آن، همگن‌سازی و تجزیه و تحلیل آنتی‌اکسیدان‌ها یا فرآورده‌های اکسایشی آن دارد. بدیهی است که چنین اندازه‌گیری‌هایی در مقیاس بزرگ در کل بدن انسان قابل انجام نیست. در عوض، پایش نشر فوتون‌های خیلی ضعیف (UPE)^۳ یا همان بیوفوتون‌ها به‌طور مستقیم در پوست، روش منحصربه‌فردی برای تشخیص معمول و غیرتهاجمی فرآیندهای اکسایشی و اثربخشی آنتی‌اکسیدان‌ها برای پوست انسان فراهم کرده است. ثابت شده است که در بدن انسان مناطق غیرطبیعی مانند زخم‌ها، محل بیماری‌های پوستی و سایر

¹ Magnetic Resonance Imaging

² Clear view

³ Ultraweak Photon Emission (UPE)

^۴ پوست یک عضو زنده است، فوقانی‌ترین لایه آن لایه شاخی و روپوست (اپیدرم) بوده که سطح پوست را تشکیل می‌دهند و متشکل از سلول‌های زنده و مرده هستند. در زیر روپوست، درم قرار گرفته که حاوی عروق خونی، پایانه‌های عصبی و غدد است.

بیوفوتون

دارد. این سیستم از انگشتان دست برای اندازه‌گیری تنفس میتوکندریایی استفاده می‌کند زیرا انگشتان به علت اعصاب محیطی زیاد انرژی بیشتری نیز مصرف می‌کنند و در نتیجه میتوکندری بیشتری نیز دارند (شکل ۱). مطالعات مختلف توانایی ابزار با دید واضح را در تشخیص وجود یا عدم وجود بیماری قلبی عروقی ثابت کرده است. همچنین معلوم شده است که ابزار با دید واضح یک ابزار ارزیابی کمی و مناسب برای تحقیقات بیوفوتون انجام شده در شرایط آزمایشگاهی است. این دستگاه برای طیف گسترده‌ای از افراد قابل استفاده است. ابزار با دید واضح علاوه بر توانایی تشخیص و شناسایی اجزای مختلف بیماری قلبی عروقی، یک روش ایمن نیز هست و در طول مطالعه با این دستگاه هیچ‌گونه عارضه جانبی جدی گزارش نشده است، در واقع اندازه‌گیری‌های متعدد در هر زمینه‌ای نشانگر توانایی استفاده مکرر از دستگاه بدون اثرات منفی است. همچنین هیچ گزارشی از هر گونه نقص دستگاه در طول مطالعه گزارش نشده است. یافته‌ها نشان می‌دهد که ابزار با دید واضح یک وسیله اندازه‌گیری هدفمند و غیرتهاجمی است که می‌تواند به عنوان یک دستگاه غربالگری جهانی و اثربخش در درمان بیماری قلبی عروقی به کار رود [۲].

۵- نوردرمانی و بیوفوتون

نوردرمانی با شدت کم (LILT)^۲ درمانی مؤثر برای شرایط مختلف از جمله معالجه و بهبود زخم، درد مفاصل و سکتته نوید می‌دهد. نوردرمانی با شدت کم قابلیت تسریع روند تولید ATP و کاهش استرس اکسایشی را دارد. نور مادون قرمز باعث تحریک میتوکندری شده و به‌عنوان یک واسطه در ایمنی بافت و سلول شرکت می‌کند.

مشاهده شده است، سلول‌هایی که گونه‌های فعال اکسیژن بیشتری تولید می‌کنند به نوردرمانی با شدت کم حساسیت بیشتری نشان می‌دهند، از این سلول‌ها می‌توان به سلول‌های در حالت تکثیر، فیبروبلاست و اپیتلیال اشاره کرد. همچنین در زخم‌های دیابتی که در بهبود زخم تأخیر وجود دارد، حساسیت

بیوفوتون و انرژی برای تمییز سلول‌های ساده و بدخیم استفاده می‌شود [۱۰].

۴- سنجش تابش بیوفوتون در بدن

یکی از روش‌ها برای اندازه‌گیری بیوفوتون استفاده از ابزار با دید واضح است، این ابزار برای اندازه‌گیری پیام‌های الکتروفیزیولوژیک به شکل غیرتهاجمی است که با اندازه‌گیری سیگنال‌های الکتروفیزیولوژیکی از سیستم‌های بدن انسان، می‌تواند شاخص‌های پاسخ خودمختار و پاسخ فیزیکی را تعیین کند. برخلاف سایر دستگاه‌های مبتنی بر مقاومت^۱ از جمله الکتروکاردیوگرام (ECG)^۲ و الکتروانسفالوگرام (EEG)^۳ که برای اندازه‌گیری پیام‌های الکتروفیزیولوژی قلب و مغز مورد استفاده قرار می‌گیرند، ابزار با دید واضح انرژی الکترومغناطیسی را در مقیاس کم از طریق تقویت بیوفوتون‌ها اندازه‌گیری می‌کند.



(الف)



(ب)

شکل ۱: ابزار با دید واضح الف: ولتاژ با فرکانس بالا تولید میدان الکترومغناطیسی و یونیزه شدن موضعی در انگشت می‌گردد. ب: تصویر انگشت یونیزه شده با انرژی که توسط ابزار با دید واضح به تصویر کشیده شده است (این شکل برگرفته از منبع شماره ۲ می‌باشد).

ابزار با دید واضح از طریق اندازه‌گیری تنفس میتوکندریایی توانایی تعیین کمی فعالیت بیوفوتون الکتروفیزیولوژیکی را

¹ Impedance

² Electrocardiogram

³ Electroencephalogram

⁴ Low-Intensity Light Therapy (LILT)

بیوفوتون

همچنین مطالعات نشان می‌دهند که انتقال عمدی و آگاهانه‌ی انرژی به صورت بیوفوتون از فردی به فردی دیگر امکان پذیر و قابل ردیابی است؛ پس می‌توانیم بگوییم که هر فرد بسته به فعالیت‌های ذهنی و حالات روحی می‌تواند انرژی را جذب یا ساطع کند که در یک یا چندین ناحیه بدن یا خارج بدن قابل مشاهده است و با استفاده از انواع خاص دوربین قابل ثبت است [۵].

۷- ابزارهای سنجش بر پایه بیوفوتون کووید-۱۹

ویروس کرونا (Sars-CoV-2) به دلیل گسترش ارتباطات بین افراد و نیز عدم رویارویی پیشین سیستم ایمنی بدن انسان، به صورت پاندمیک یا همه‌گیر در سطح جهانی در آمده است. پیچیدگی بیماری حاصل از ویروس کرونا یا همان کووید-۱۹^۴ مانع به انجام رسیدن تلاش‌ها برای درمان می‌شود. بخش عمده‌ای از تحقیقات در مورد بیماری همه‌گیر کووید-۱۹ در تشخیص بیماری، تولید واکسن‌ها و درک مکانیسم‌های اساسی آن متمرکز شده است [۱۱].

با توجه به اینکه نشان داده شده است سلامت ریزترین عروق که ممکن است نقشی اساسی در تکامل بیماری کووید-۱۹ داشته باشد، همچنین وجود سندرم حاد تنفسی در افراد مبتلا به کرونا و اشباع نشدن اکسیژن خون، محققان اسپانیایی با استفاده از یک دستگاه طیف‌سنجی نزدیک به مادون قرمز اشباع اکسیژن خون، حجم و جریان خون را اندازه‌گیری کردند. در نتیجه از طریق این دستگاه طیف‌سنجی می‌توانیم بیوفوتون افراد مبتلا به کرونا را اندازه‌گیری کنیم. این دستگاه غیرتهاجمی، قابل حمل، بی‌سیم، قادر به انجام اندازه‌گیری در زمان‌های مختلف در طول مراقبت‌های ویژه است (۱).

از جمله کاربردهای دیگر بیوفوتون‌ها بررسی میزان سمیت گیاهان توسط آفت‌کش‌ها است در نتیجه محصولات کشاورزی با سمیت کمتر تولید کرد زیرا که آفت‌کش‌ها باعث افزایش انتشار بیوفوتون‌ها می‌شوند [۱۲].

بیشتر سلول‌های در حال تقسیم نسبت به سلول‌های غیرتکثیری در پاسخ به نوردرومانی با شدت کم مشخص شده است. انتشار بیوفوتون یک توصیف غیرتهاجمی از شرایط اکسید-احیا (ردوکس) مربوط به حساسیت نوردرومانی با شدت کم در سطح زنجیره انتقال الکترون میتوکندری است، در واقع انتشار بیوفوتون شرایط ردوکس میتوکندری را در نتیجه حساسیت به نوردرومانی با شدت کم نشان می‌دهد. بنابراین می‌توانیم نتیجه بگیریم که اندازه‌گیری انتشار بیوفوتون در پیشبرد نوردرومانی با شدت کم مفید می‌باشد و یا برعکس شاید نوردرومانی با شدت کم به ما کمک کند تا دنیای بیوفوتون‌ها را بیشتر بشناسیم [۴].

۶- بیوفوتون و ژرف اندیشی^۱

مطالعات متعددی به ما نشان داده است که چگونه انتشار بیوفوتون‌ها می‌تواند یک شاخص قابل اعتماد از وضعیت سلامتی یا بیماری یک موجود زنده باشد. مشاهدات نشان داده است که انتشار بیوفوتون می‌تواند از طریق روش‌های تمرکز ذهنی تنظیم شود. بخشی از مقالات علمی به نقش انتشار بیوفوتون‌ها در مراقبه می‌پردازد. به عنوان مثال مطالعاتی انجام داده‌اند که به بررسی تغییرات ناشی از بیوفوتون و تمرین مراقبه می‌پردازد. در این مطالعه، محققان یک تحقیق مقایسه‌ای را با اندازه‌گیری سیگنال‌های بیوفوتون از ۱۲ مکان آناتومیکی در جمعیتی متشکل از ۶۰ مرد انجام دادند. شرکت‌کنندگان بسته به تجربه ۱۰ ساله خود از یک تمرین ژرف‌اندیشی عالی TM^۲، سایر انواع ژرف‌اندیشی‌ها OM^۳ و بدون مراقبت ذهنی به سه گروه مختلف تقسیم شده‌اند. نتایج نشان داد که گروه ژرف‌اندیشی عالی و گروه سایر انواع ژرف‌اندیشی‌ها بیوفوتون را به‌طور قابل توجهی کمتر از افراد بدون مراقبه منتشر می‌کنند و همچنین مشاهده شده است که افرادی که مراقبه ژرف‌اندیشی عالی را انجام می‌دهند به نسبت افرادی که مراقبه با سایر انواع ژرف‌اندیشی‌ها را انجام می‌دهند، کمتر بیوفوتون را منتشر می‌کنند. در نتیجه می‌توانیم نتیجه بگیریم که مراقبه‌ی با ژرف‌اندیشی عالی بهتر است.

¹ Meditation

² Transcendental meditation

³ Other mediation types

⁴ Covid-19

نتیجه‌گیری

انتشار بیوفوتون وضعیت بیماری را با توجه به تولید ATP و حساسیت به استرس اکسایشی نشان می‌دهد. تولید بیش از حد گونه‌های فعال اکسیژن به همراه عدم تعادل آنتی‌اکسیدانی در بسیاری از بیماری‌ها مانند سرطان‌ها و کووید-۱۹ به اثبات رسیده است. بنابراین می‌توان به منظور پایش، پیش‌بینی و پیشگیری از انواع بیماری‌ها، ابزارهایی جهت سنجش بیوفوتون طراحی شود. استفاده از روش‌های مبتنی بر بیوفوتون، موجب تسریع روند تشخیص و درمان و در عین حال کاهش هزینه‌ها می‌گردد.

* شماره در گروه منظور منابع و مؤخذ است و شماره در پرازن منظور وبگاه است.

وبگاه‌های بازدید شده در این مقاله

(1).

https://www.photonics.com/Articles/Biophotonic_Device_from_International_Consortium/a66019

منابع و مؤخذ

- [1]. Devaraj B. (1997). Biophotons: ultraweak light emission from living systems. *Curr Opin Solid State Mater Sci*, Vol. 2, No. 2, PP.188–93.
- [2]. Rizzo NR, Hank NC, Zhang J. (2016). Detecting presence of cardiovascular disease through mitochondria respiration as depicted through biophotonic emission. *Redox Biology*, Vol. 8, PP. 11–7.
- [3]. Wirdatmadja S, Johari P, Desai A, Bae Y, Stachowiak EK, Stachowiak MK, et al. (2019). Analysis of Light Propagation on Physiological Properties of Neurons for Nanoscale Optogenetics. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng*, Vol.27, No. 2, PP. 108–17.
- [4]. Tafur J, Van Wijk EPA, Van Wijk R, Mills PJ. (2010). Biophoton detection and low-intensity light therapy: a potential clinical partnership. *Photomedicine and Laser Surgery*, Vol. 28, PP. 23–30.
- [5]. Pagliaro G, Mandolesi N, Parenti G, Marconi L, Galli M, Sireci F and Agostini E. (2017) Human Bio-Photons Emission: an observational Case Study of Emission of Energy Using a Tibetan Meditative Practice on an Individual. *BAOJ Physics*, Vol. 2, No.4, PP. 1-9.
- [6]. Fels D. (2009). Cellular Communication through Light. Carter DA, editor. *PLoS One*, Vol.4, No. 4, e5086.
- [7]. Kobayashi K, Okabe H, Kawano S, Hidaka Y, Hara K. (2014). Biophoton Emission Induced by Heat Shock. D'Auria S, editor. *PLoS One*. Vol.9, No.8: e105700.
- [8]. Le M, McNeill FE, Seymour CB, Rusin A, Diamond K, Rainbow AJ, et al. (2018). Modulation of oxidative phosphorylation (OXPHOS) by radiation-induced biophotons. *Environ Res*, Vol.163, PP. 80–87.
- [9]. Tsuchida K, Iwasa T, Kobayashi M. (2019). Imaging of ultraweak photon emission for evaluating the oxidative stress of human skin. *J Photochem Photobiol B Biol*, Vol.198, 111562.
- [10]. Murugan NJ, Rouleau N, Karbowski LM, Persinger MA. (2018). Biophotonic markers of malignancy: Discriminating cancers using wavelength-specific biophotons. *Biochem Biophys Reports*, Vol.13, PP. 7–11.
- [11]. Habibi-Rezaei M, Yousef R. (2020). Important Strategies to Stop COVID-19: From Traditional Medicine to the Modern Vaccines. *Science Cultivation*, Vol.10, No. 2, PP. 100–119
- [۱۲]. نعمت‌اللهی، محمدامین، علی‌نسب، زهرا (۱۳۹۵). امواج بیوفوتون، روشی جدید، کم‌هزینه و غیرتهاجمی در کشاورزی، دهمین کنگره ملی مهندسی ماشین‌های کشاورزی (بیوسیستم) و مکانیزاسیون ایران، مشهد، دانشگاه فردوسی مشهد، https://www.civilica.com/Paper-NCAMEM10-NCAMEM10_232.html