

مفاهیم کنترل عمق نفوذ و جذب در بافت امواج رادیوفرکانس در دستگاه تکار

یکی از برترین ویژگی های دستگاه TecaTEN کنترل عمق نفوذ به وسیله تغییرات فرکانسی در درمان می باشد . بنابراین برای اجرای پروسه درمانی بر روی ماهیچه ها یا استخوان و مفاصل دیگر نیازی به استفاده از اپلیکاتورهای خازنی و مقاومتی به صورت جدا گانه نیست و تنها کافیست با انتخاب پروتکل مربوطه (تعیین عمق مناسب به وسیله تنظیم فرکانس در لایه زیرین نرم افزار به صورت اتوماتیک انجام میگردد) اجرای درمان آغاز گردد . این روش کنترل عمق نفوذ بسیار دقیق تر و با رنج وسیع تری نسبت به دو حالت گسسته خازنی و مقاومتی ایجاد می کند. اگرچه برحسب سفارش مشتری قابلیت ارائه اپلیکاتور خازنی نیز وجود دارد .

بر اساس تحقیقات انجام شده (منابع و مراجع 1 و 3) در بررسی میزان عمق نفوذ امواج RF در بافت ، عمق نفوذ موثر امواج RF (δ) وابسته به متغیرهای زیر است :

$$\delta \approx \frac{1}{\sqrt{\pi f \mu \sigma}}$$

1- f : فرکانس موج RF - برحسب هرتز

2- μ : ضریب نفوذ پذیری مغناطیسی

3- σ : میزان رسانش الکتریکی بافت

که بر حسب فرمول روبرو قابل بیان میباشد .

برای تغییر عمق نفوذ امواج RF در دستگاه تکار سه راه حل مستقل و یا ترکیبی از سه راه حل قابل پیاده سازی است .

راه حل اول : تغییر فرکانس موج RF :

برای کنترل و تغییر عمق نفوذ توسط تغییر فرکانس ما نیاز داریم که رنج وسیعی از فرکانس های مختلف RF را تولید کنیم . از آنجا که هر مدار الکتریکی یک یا دو یا چند فرکانس محدود و گسسته طبیعی دارند طراحی و اجرای مداری با رنج فرکانسی پیچیده مینماید . لذا ساده تر است اگر با روش های دیگر عمق نفوذ را تغییر دهیم. اما اگر بتوانیم رنج وسیعی از امواج RF را تولید کنیم به طبع میتوانیم به رنج وسیع و پیوسته ای از عمق نفوذ امواج RF در بافت دست یابیم .

شایان ذکر است همانگونه که از فرمول بالا پیداست امواج RF فرکانس بالا عمق نفوذ کمتر و امواج RF فرکانس پایین عمق نفوذ بیشتری را در اختیار ما قرار می دهند.(رجوع شود به شکل های a تا c)

راه حل دوم : تغییر ضریب نفوذ پذیری مغناطیسی با استفاده از تغییر در جنس واسط انتقال انرژی :

توضیح :

استفاده از اپلیکاتور و انتقال انرژی با ژل پایه آب ضریب نفوذ پذیری مغناطیس را افزایش داده و سبب کاهش عمق نفوذ میگردد و عدم استفاده از ژل با آب کمتر باعث کاهش ضریب نفوذ پذیری مغناطیسی و در نتیجه افزایش عمق نفوذ میشود .

راه حل سوم : تغییر در میزان رسانش الکتریکال :

هرچه فاصله بین دو رسانشگر اعمال انرژی RF بیشتر باشد ضریب رسانش الکتریکی که بافت از خود نشان می دهد کمتر و عمق نفوذ بیشتر خواهد بود

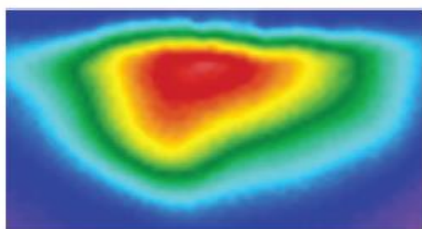
اپلیکاتور مونوپلار فواصل بیشتری از بافت را تحت پوشش قرار می دهد ، پس بافت ضریب رسانش الکتریکی کمتری داشته و در نتیجه عمق نفوذ بیشتر است .

اپلیکاتور بایپلار فواصل کمتری از بافت را تحت پوشش قرار می دهد ، پس بافت ضریب رسانش الکتریکی بیشتر داشته و در نتیجه عمق نفوذ کمتر است .

استفاده از مواد بی حس کننده به دلیل اینکه دارای یون هستند ، ضریب رسانش الکتریکی بافت را افزایش داده و باعث کاهش عمق نفوذ می شوند.

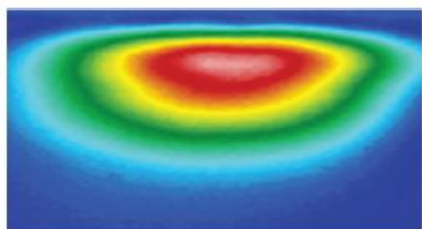
تعریق از آنجا که باعث افزایش میزان نمک سطح بافت می شود ، ضریب رسانش الکتریکی بافت را افزایش داده و باعث کاهش عمق نفوذ می شوند.

تصاویر a تا c توسط دوربین حرارتی از جذب امواج RF با فرکانس های مختلف در بافت ثبت شده است. همانطور که می بینید هرچه فرکانس افزایش یابد جذب سطحی تر صورت میگیرد .



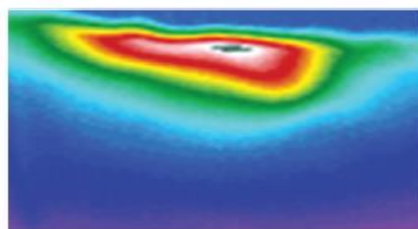
(a)

استفاده از امواج با فرکانس 800 کیلو هرتز یا 0.8 مگاهرتز



(b)

استفاده از امواج با فرکانس 1700 کیلو هرتز یا 1.7 مگاهرتز



(c)

استفاده از امواج با فرکانس 2450 کیلو هرتز یا 2.45 مگاهرتز

اپلیکاتور خازنی و مقاومتی: (منابع و مراجع 2 و 3)

همچنین میتوان مقاومت دریافت انرژی در بافت را با تغییر در ماهیت خازنی یا مقاومتی اپلیکاتور به نحو زیر به گونه ای تغییر داد که جذب انرژی در بافت نرم و با میزان آب بیشتر (ماهیه ها) و جذب در بافت سخت ترو با میزان آب کمتر (استخوانها و مفاصل) بصورت اختصاصی صورت پذیرد :

الکتروود نوع اول (خازنی) از یک لایه ی عایق الکتریکی پوشیده شده است و الکتروود نوع دوم (مقاومتی) از جنس رسانا میباشد .

در ابتدا یک مجموعه ی دو قسمتی را به عنوان خازن در نظر بگیرید که قسمت اول از یک قسمت فلزی رسانا تشکیل شده (که دی الکتریک روی سطح آن قرار دارد) و قسمت دوم اتصالگر نوع دوم است که از بافت بیولوژیک و یک پلیت فلزی رسانای دیگر تشکیل شده (پلیت بازگشتی) که مدار را می بندد .

اتصالگر نوع دوم به جای هدایت الکتریکی از جریان متناوب به صورت ذره شارژ می شود و انرژی در مجاورت دی الکتریک به صورت تصاعدی و از سمت پلیت بازگشت به سمت الکتروود ایزوله افزایش میابد که نتیجه ای به صورت افزایش دما در نزدیکی دی الکتریک (پوشش نارسانا) دارد بنابراین افزایش انرژی در ماهیه ها ی نزدیک به الکتروود ایزوله شده بیشتر است .

اگر الکتروود ایزوله بدون حرکت نگاه داشته شود حس افزایش گرما روی پوستی که با آن در تماس است به سرعت تحمل ناپذیر خواهد شد . بنابراین درمان با اپلیکاتور خازنی باید به صورت حرکت های آهسته و مداوم اپلیکاتور در شکلی دایره وار و با تغییر مکان های متوالی برابر با شعاع الکتروود خازنی باشد .

در الکتروود مقاومتی مدار شامل دو قسمت میباشد. قسمت اول همان اتصالگر نوع اول و بافت بیولوژیک زیر آن (دی الکتریک یا نارسانا همان بافت استخوانی میباشد) است.

قسمت دوم شامل اتصال بافت بیولوژیکال و پلیت بازگشتی است که مدار را می بندد . همانطور که قبلا اشاره کردیم بیشترین چگالی انرژی در نزدیکی سطح دی الکتریک (نارسانا) است و در حالت مقاومتی چون بافت استخوانی نقش دی الکتریک را بازی می کند پس گرما در سطح استخوان بیشتر است .

اپلیکاتور مقاومتی میتواند در درمان نقاط اتصالی یا آسیب های مفصلی تقریبا ثابت نگاه داشت شود تا افزایش انرژی توسط بیمار حس شود .

تمام انواع اتصال گر ها با استفاده از امواج الکترومغناطیس و حرکت یون ها و تجمع انرژی موج باعث افزایش انرژی میگردند. که این افزایش انرژی به صورت افزایش دما ظاهر میشود .

- 1- *EXON ELECTRO MEDICAL EQUIPMETS R&D TEAM radiofrequency research notifications.(EMTco R&D)*
- 2- *CORE™ Technology: Understanding Penetration Depths of Different RF Modes*
- 3- *TECAR® THERAPY IN THE TREATMENT OF ACUTE AND CHRONIC PATHOLOGIES IN SPORTS*