Archive of SID

مطالعه مورفومتری بافت استخوانی جنین رت متعاقب تابش امواج با فرکانس ۲۷/۱۲ مگاهرتز

دکتر سید همایون صدرایی[۱]، دکتر حسین دشت‌نورد[۱]، غلامرضا کاکا[۱]، منیره متقی[۲]، علی غنجال[۳]

Title: *Morphometric study of bone formation of rat embryo after irradiation with 27/12 MHz radiation.*

Authors: *Sadraei SH,(PhD); Dashtnavard H,(PhD); Kaka G,(MSc); Mottaghi M,(MSc); Ghanjal A, (MSc).*

Abstract: *Application of electromagnetic fields like continuous shortwave diathermy (SWD) has been used in physical therapy departments.*

In this study, three groups of pregnant Sprague Dawley rats were exposed to an incident power density of 10 w/cm for 210 minutes at 27/12 MHz during different periods of gestation. First group of pregnant rats (Experiment 1) from day 0 through day 6 of gestation, second group of pregnant rats (Experiment 2) from day 7 through day 13 of gestation and third group of pregnant rats (Experiment 3) from day 14 through day 20 of gestation were exposed to SWD. Three maching control groups (Sham) were irradiated for 210 minutes at 0 power density. An additional control group of pregnant rats recieved no treatment. For evaluation of bone formation and skeletal malformations of rat embryos, morphometric study was performed on the tibia of of the embroys.

Findings indicated a reduction in the formation of bone tissue and a reduced development of the tibia in the treated embryos. Morphometric study confirmed a significant reduction in total volume of tibia together with changes in its volumetric composition resulting from reduction in bone formation, cartilage formation and cartilage resorption in treated groups specially in Experiment 2.

Reduction of observed bone formation appeared to be caused by SWD induced hyperthermia in the treated groups specially in Experiment 2. However, it seems possible to desscribe some effects of specific action (non- thermal effects) of SWD occuring independently of the rise in temperature.

In conclusion, continuous shortwave diathermy (SWD) can act as a teratogene in pre- and post-implantation periods to reduce osteogenesis in embryos.

Keywords: *diathermy, osteogenesis, hyperthermy, morphometry, embryo.*

۱- گروه علوم تشریح، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بقیه‌ا... (عج)

www.SID.ir

Archive of SID

۲- دانشکده توانبخشی، دانشگاه علوم پزشکی شهید بهشتی
۳- گروه طب فیزیکی، دانشکده پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی بقیها... (عج)

چکیده:

از امواج الکترومغناطیس نظیر طول موج ممتد دیاترمی در دپارتمانهای فیزیوتراپی استفاده میشود. در این مطالعه سه گروه از موشهای باردار صحرایی نژاد Sprague-Dawley ***به مدت ۲۱۰ دقیقه در معرض امواج ۲۷/۱۲ مگاهرتز با شدت ۱۰ وات بر سانتیمتر مربع در دورهای مختلف بارداری قرار داده شدند. بدین ترتیب که رتهای گروه تجربی یک از روز صفر تا ششم بارداری، رتهای گروه تجربی دو از روز هفت تا سیزدهم بارداری و رتهای گروه تجربی سه از روز چهارده تا بیستم بارداری تحت تابش امواج دیاترمی قرار گرفتند.سه گروه شم نیز در نظر گرفته شدند که به مدت ۲۱۰ دقیقه با شدت جریان صفر در میدان خاموش قرار گرفتند.یک گروه کنترل بدون قرار گرفتن در میدان امواج در نظر گرفته شدند. برای بررسی شکل گیری استخوان و مطالعه ناهنجاریهای استخوانی جنینهای رت، مطالعه مورفومتری بر روی تیبیای جنینها صورت گرفت.***

نتایج بدست آمده کاهش استخوان سازی و کاهش رشد استخوان تیبیا درجنینهای گروه تجربی را نشان میدهد. مطالعه مورفومتری کاهش معنی دار حجم کل استخوان تیبیا همراه با تغییر در عناصر حجمی تیبیا شامل کاهش استخوان سازی و نیز کاهش غضروف سازی وهمچنین کند شدن روند جذب غضروف را در گروههای تجربی به ویژه در گروه تجربی دو نشان داده است. به نظر میرسد کاهش استخوان سازی در گروههای تجربی به ویژه در گروه تجربی دو ناشی از امواج دیاترمی به علت افزایش دما بوده باشد، گرچه احتمال تاثیر عمل اختصاصی امواج(اثرات غیر گرمایی)جدای از افزایش درجه حرارت وجود دارد.

در نتیجه گیری نهایی میتوان گفت که امواج دیاترمی با فرکانس ۲۷/۱۲ مگاهرتز در زمان بارداری چه در مرحله قبل از لانه گزینی و چه در مرحله بعداز آن، میتوانند بصورت یک تراتوژن عمل کرده و در روند رشد و تکامل بافت استخوانی جنینها اختلال و وقفه ایجاد نمایند.

گل‌واژگان: *دیاترمی، استئوژنز، هایپرترمی، مورفومتری، جنین.*

مقدمه:

امواج رادیوفرکانس[1] بخشی از طیف امواج الکترومغناطیس هستند که فرکانس آنها بین ۳ کیلو هرتز تا ۳۰۰ گیگاهرتز باشد. این امواج برای ارتباطات بی سیم مورد استفاده قرار میگیرند(۱). فرکانسهای حد فاصل ۳۰۰ مگاهرتز تا ۳۰۰ گیگاهرتز را بعنوان دامنه امواج میکروویو[2] معرفی کرده و فرکانس ۲۷/۱۲ مگاهرتز امواج کوتاه[3] نامیده میشوند(۲). استفاده از امواج مذکور در صنعت و پزشکی سبب شده تا سیستم‌های بیولوژیک بدن بطور مستقیم و یا غیر مستقیم در معرض این امواج قرار گیرند. مکانیسم یا مکانیسمهای تأثیر این امواج بر بدن، در سطح سلولی و ملکولی توسط تعدادی از محققین مورد بررسی قرار گرفته (۳). علت جذب انرژی این امواج پلاریزاسیون جهت داری است که درسیستم‌های بیولوژیک بدن ایجاد میشود (۴). امواج با فرکانس ۲۷/۱۲ مگاهرتز با ایجاد گرمای عمقی در بافت‌های بدن قادرند که جریان خون بافت را افزایش داده، ترمیم بافتی را سرعت بخشیده، التهاب و اسپاسم و در نهایت درد را در بدن کاهش دهند (۵و۶). هایپرترمی حاصل از امواج فوق بعنوان یک عامل تراتوژن در سیستم‌های بیولوژیک پستانداران و انسان شناخته شده است (۷) و علاوه بر آن، اثرات غیر گرمایی که این امواج بربافت‌های بدن بر جای میگذارند نیز مطرح بوده (۱۰-۸) قادرند بر روی تبادلات یونی در سطح غشاء سلولهای عصبی (۱۱)، جابجایی یون کلسیم بویژه در بافت مغزی (۱۲) اثر گذارده و عوارض زیان آوری نیز بر سیستم‌های ایمنی و خون ساز با ایجاد جریانهای الکتریکی ایجاد نمایند (۱۳ و۱۴). مطالعه مورفولوژیک انجام شده قبلی ما بر روی جنینهای بدست آمده از رتهای باردار که در معرض تابش امواج دیاترمی قرار گرفته بودند نشان داد که میزان جذب جنینها و ناهنجاریهای جنینی در گروههای تجربی در مقایسه با گروه کنترل افزایش معنی‌داری داشته است (۱۵).

تأثیراین امواج بر روند استئوژنز جنین نیز، درگزارشات متعددی ذکر شده است. استخوان سازی ناقص جمجمه (۱۶) تأخیر در

[1] - radiofrequency radiation
[2] - microwave
[3] - shortwave

www.SID.ir

Archive of SID

استخوانی شدن استرنوم (۱۷)، نیز اختلالات رشد سیستم اسکلتی و تنوع واریاسیونهای اسکلتی (۱۸) گزارش گردیده است. از آنجائیکه در مطالعات تراتوژنیک، بررسی روند استئوژنز جنین درمراحل مختلف دوران تکوین جنینی، معیار مناسبی میباشد(۱۹). در این تحقیق مطالعه کمی بر روی روند استئوژنز جنین رت در مراحل مختلف بارداری متعاقب تابش امواج ۲۷/۱۲ مگاهرتز بر بدن رت حامله و با استفاده از روش مورفومتری تیپیای جنینها صورت گرفت که در تحقیقات گذشته دیده نمیشود.

روش کار:

در این تحقیق جمعاً تعداد ۱۰۳ سر رت ماده بالغ از نژاد Sprague Dawley با وزن ۱۹۰ تا ۲۷۰ گرم مورد استفاده قرار گرفتند. شرایط فیزیولوژیک آب و تغذیه، شرایط پریودیک نور و تاریکی و نیز دمای حیوان خانه (۲ ± ۲۰ درجه سانتی گراد) برای آنها فراهم گردید. هر سه یا چهار رت ماده را با یک نر در طول شب در یک قفس قرار داده، صبح روز بعد با مشاهده در پوش مهبلی و حضور اسپرم در واژینال اسمیر روز صفر بارداری تعیین گردید.

به منظور تابش امواج دیاترمی به شکل موضعی به ناحیه شکم و لگن حیوان باردار و نیز جهت نگهداری حیوان در میدان امواج دیاترمی و جلوگیری از تغییر جهت حیوان جعبه ای از جنس پلی اتیلن مقاوم در برابر حرارت و قابل نفوذ در برابر امواج دیاترمی طراحی و ساخته شد. ابعاد آن بطول ۲۰ و عرض ۷ و ارتفاع ۶ سانتی متر در نظر گرفته شدند. در تمام سطوح آن سوراخهائی به قطر ۶ میلیمتر ایجاد شد، تا از طریق این سوراخها جریان هوا بداخل جعبه برقرار باشد. از دستگاه CURAPULS مدل ۴۱۹ ساخت شرکت NRUF کشور هلند جهت تابش امواج دیاترمی استفاده گردید. الکترودهای خازنی به قطر ۵ سانتیمتر بکار گرفته شد. فاصله دو الکترود از یکدیگر حدود ۸ سانتیمتر و نوع جریان ممتد[1] وشدت آن نیز ۱۰ وات بر سانتیمتر مربع بوده است. در زمان تابش امواج، حیوانات کاملاً هوشیار بوده و از بیهوش کردن آنها، جهت جلوگیری از تداخل عوامل بیهوشی زا در حین آزمایشات ممانعت بعمل آمد. مدت زمان تابش امواج برای گروههای تجربی جمعاً برای هر رت حامله ۲۱۰ دقیقه بود که طی هفت روز متوالی و روزانه در دو نوبت ۱۵ دقیقه ای انجام گردید. رتهای گروه شم[2] نیز با مدت و شرایط مشابه گروه تجربی در جعبه نگهدارنده حیوان ولی در میدان خاموش (با شدت جریان صفر) قرار گرفتند. دمای رکتال رتهای باردار در روزهای صفر، هفتم، چهاردهم، هفدهم و بیستم بارداری، و نیز دمای رکتال رتهای گروههای تجربی و Sham پس از هر جلسه آزمایش، اندازه‌گیری و ثبت گردید.

بدین منظور حیوانات باردار را، در روزهای بیستم و بیست ویکم بارداری با استفاده از گاز کلروفورم کشته، شکم حیوان و شاخهای رحمی را باز کرده و جنین‌ها خارج گردیدند. برای بررسی سیستم استخوانی جنین‌ها، بافت استخوانی آنها با استفاده از روش Trichrom Masson(۲۰) رنگ‌آمیزی گردیده ومطالعه مورفومتری بر روی استخوان تیبیای جنین‌ها با استفاده از روش Gaytan (۲۱) صورت گرفت. حجمهای تشکیل دهنده استخوان تیبیای جنین‌ها شامل: حجم پریکندریوم/ پریوستیوم، حجم غضروف، حجم بافت همبندی عروقی، حجم استخوان ترابکولار و کولار و نیز حجم کل استخوان در تمام گروهها مورد بررسی قرار گرفت. تعداد جنین‌های مورد مطالعه برای هر گروه (اعم از جنین‌های ۲۰ و ۲۱ روزه) ۱۰ مورد و بطور تصادفی بوده است.

روشهای آماری مورد استفاده در این تحقیق، آنالیز واریانس یکطرفه، تست Chi-square و نیز آزمون Fisher بوده است. میزان P<۰/۰۵ معنی‌دار محسوب گردید.

یافته‌ها:

۱- دمای بدن رت حامله:

امواج پر فرکانس دیاترمی در رت باردار، سبب افزایش دمای کولون گردید، بطوریکه این افزایش دما گاهی به۳/۵ درجه سانتی گراد (افزایش دمای کولون به ۴۱/۵ درجه سانتیگراد و بالاتر) رسیده است. این در حالی است که افزایش دمای کولون در گروههای شم مشاهده نگردید و مشابه گروه کنترل بود.

۲- مطالعه مورفومتری استخوان تیبیا :

نتایج حاصل از اندازه‌گیری حجمهای متشکله استخوان تیبیای جنین‌های ۲۰ و ۲۱ روزه به شرح زیر میباشد:

الف) جنین‌های ۲۰ روزه:

همانطور که در جدول ۱ دیده میشود، بسیاری از حجمهای متشکله استخوان تیبیا در گروه تجربی یک در مقایسه با گروه کنترل کاهش معنی‌داری را نشان میدهد. این حجمها در گروه تجربی دو در مقایسه با گروههای شم دو و کنترل بشدت کاهش داشته و اختلاف معنی داری را نشان میدهد(P<۰/۰۵). گروه تجربی سه نیز کاهش معنی‌دار حجم غضروف و کل استخوان در مقایسه با گروه کنترل را نشان داده است. حجم بافت همبندی عروقی در جنین‌های ۲۰ روزه گروههای تجربی نسبت به گروهها

[1] - continuous
[2] - Sham

www.SID.ir

Archive of SID

شم و کنترل کمتر بوده ولی این اختلاف معنی‌دار نبوده است. نتایج حاصل از این تحقیق، نشانگر بیشترین تأثیر پذیری از امواج جربی دو بوده، یعنی گروهیکه امواج را در روزهای ۷ تا ۱۳ بارداری دریافت کرده‌اند.

جدول ۱- میانگین و انحراف معیار حجم عناصر تشکیل دهنده استخوان تیبیای جنین‌های ۲۰ روزه در گروههای مختلف

گروه	حجم پریکندر/پریوست (میلی متر مکعب)	حجم غضروف (میلی متر مکعب)	حجم استخوان ترابکولاروکولار (میلی متر مکعب)	حجم بافت همبندی عروقی (میلی متر مکعب)	حجم کل استخوان (میلی متر مکعب)
کنترل	۰/۲۶ ±۰/۰۲	۱/۲۸ ± ۰/۰۹	۰/۲۷ ± ۰/۰۴	۰/۳۳ ±۰/۰۴	۲/۱۴ ± ۰/۰۵
تجربی یک	۰/۱۸ ±۰/۰۱*	۰/۸۴ ± ۰/۰۸*	۰/۱۸ ± ۰/۰۱*	۰/۲۹ ± ۰/۰۱	۱/۴۹ ± ۰/۰۴*
تجربی دو	۰/۱۴ ±۰/۰۱*	۰/۷۹ ± ۰/۰۱*	۰/۱۵ ±۰/۰۲**	۰/۲۳ ± ۰/۰۴	۱/۳۱ ±۰/۰۲**
تجربی سه	۰/۲۰±۰/۰۱	۰/۸۸ ± ۰/۰۶*	۰/۱۹ ± ۰/۰۴	۰/۲۸ ± ۰/۰۴	۱/۵۵ ± ۰/۰۴*
شم یک	۰/۲۳ ±۰/۰۱	۱/۱۹ ±۰/۰۴	۰/۲۳ ± ۰/۰۱	۰/۳۰± ۰/۰۱	۱/۹۵ ±۰/۰۳
شم دو	۰/۲۳ ± ۰/۰۳	۱/۰۹ ± ۰/۱۸	۰/۲۴ ± ۰/۰۱	۰/۳۰± ۰/۰۳	۱/۸۶ ± ۰/۰۷
شم سه	۰/۲۱ ± ۰/۰۲	۱/۱۴ ± ۰/۱۹	۰/۲۰ ± ۰/۰۲	۰/۳۰± ۰/۰۴	۱/۸۵ ± ۰/۰۴

* اختلاف معنی دار با گروه کنترل (P< ۰/۰۵) ** اختلاف معنی دار با گروههای شم دو و کنترل (P< ۰/۰۵)

جدول ۲- میانگین و انحراف معیار حجم عناصر تشکیل دهنده استخوان تیبیای جنین‌های ۲۱ روزه در گروههای مختلف

گروه	حجم پریکندر/پریوست (میلی متر مکعب)	حجم غضروف (میلی متر مکعب)	حجم استخوان ترابکولاروکولار (میلی متر مکعب)	حجم بافت همبندی عروقی (میلی متر مکعب)	حجم کل استخوان (میلی متر مکعب)
کنترل	۰/۴۳ ±۰/۰۲	۱/۶۰± ۰/۱۹	۰/۵۳ ± ۰/۰۵	۰/۵۰±۰/۰۶	۳/۰۶ ± ۰/۰۸
تجربی یک	۰/۳۰±۰/۰۱*	۱/۲۵ ± ۰/۱۱	۰/۳۵ ± ۰/۰۱*	۰/۵۰± ۰/۰۸	۲/۴۰± ۰/۰۵*
تجربی دو	۰/۲۸ ±۰/۰۳**	۱/۰۱ ± ۰/۱۴*	۰/۲۴ ±۰/۰۵**	۰/۳۶ ± ۰/۰۸	۱/۹۰±۰/۰۸**
تجربی سه	۰/۳۴ ±۰/۰۳	۱/۴۹ ± ۰/۲۰	۰/۳۸ ± ۰/۰۴	۰/۴۸ ± ۰/۰۱	۲/۶۹ ± ۰/۰۷
شم یک	۰/۴۰±۰/۰۴	۱/۳۳ ±۰/۱۲	۰/۴۰± ۰/۰۲	۰/۵۷ ± ۰/۰۲	۲/۷۰±۰/۰۵
شم دو	۰/۳۸ ± ۰/۰۴	۱/۳۴ ± ۰/۰۴	۰/۴۱ ± ۰/۰۶	۰/۵۲ ± ۰/۰۸	۲/۶۵ ± ۰/۱۵
شم سه	۰/۴۳ ± ۰/۰۱	۱/۵۸ ± ۰/۰۳	۰/۴۱ ± ۰/۰۵	۰/۵۹ ± ۰/۰۹	۳/۰۲ ± ۰/۰۵

بر گروه تجربی دو که امواج را در روزهای ۷ تا ۱۳ بارداری دریافت کرده‌اند، میباشد.

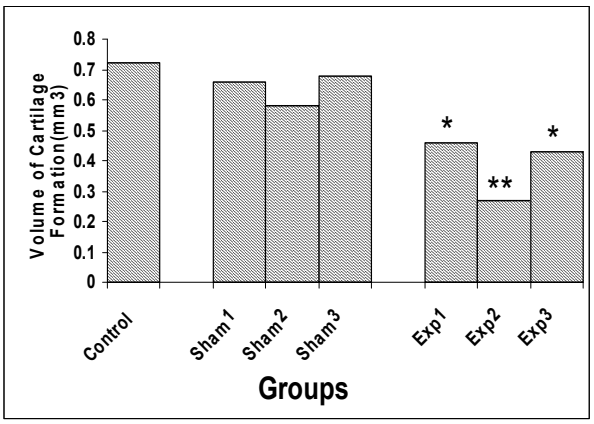
ب) جنین‌های ۲۱ روزه:

همانگونه که در جدول ۲ ملاحظه میگردد، نتایج حاصل از اندازه‌گیری حجمهای استخوان تیبیا در جنین‌های ۲۱ روزه شباهت زیادی به نتایج بدست آمده از جنین‌های ۲۰ روزه میباشد با این تفاوت که این حجمها در گروه تجربی سه گرچه در مقایسه با گروه شم سه و کنترل کاهش نشان میدهد ولی این اختلاف معنی‌دار نبوده است. گروه تجربی یک نیز در حجم پریکندر/ پریوست و حجم استخوان تیغه‌ای و یقه‌ای[1] و نیز حجم کل استخوان نسبت به گروه کنترل اختلاف معنی‌دار نشان داده است. این حجمها در گروه تجربی دو در مقایسه با گروههای شم دو و کنترل معنی‌دار بوده است(P<۰/۰۵). حجم بافت همبندی عروقی در جنین‌های ۲۱ روزه گروههای تجربی نسبت به گروههای شم و کنترل کمتر ولی این اختلاف معنی‌دار نبوده است. نتایج حاصل از بررسی حجمهای استخوان تیبیای جنین‌های ۲۱ روزه، نشان میدهد که بیشترین تأثیر امواج دیاترمی بر جنین‌های درگروه

۳- حجم غضروف جذب شده و حجم غضروف تشکیل شده:

اندازه‌گیری حجم غضروف جذب شده وغضروف تشکیل شده در فاصله بین روز ۲۰ تا ۲۱ بارداری که بیانگر میزان پیشرفت استئوژنز در جنین‌ها است نشان میدهد که میزان غضروف جذب شده و غضروف تشکیل شده در گروه تجربی دو در مقایسه با گروههای شم دو و کنترل دارای اختلاف معنی‌دار است.

حجم غضروف جذب شده و غضروف تشکیل شده درگروههای



[1] - collar and trabecular bone

www.SID.ir

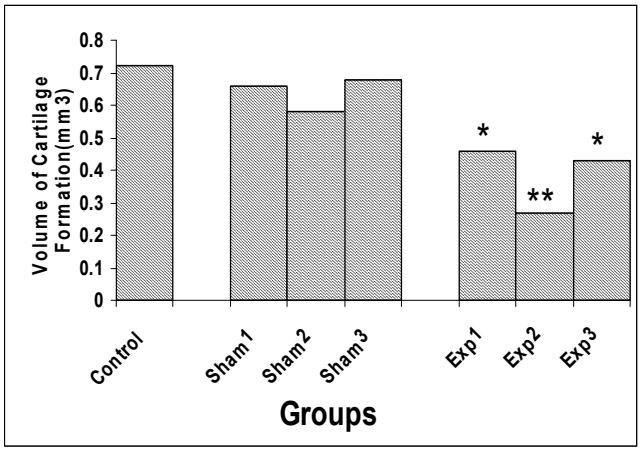
Archive of SID

نمودار ۱- میزان حجم غضروف تشکیل شده طی روزهای ۲۰ و ۲۱ را در گروههای مختلف نشان میدهد

* اختلاف معنی‌دار با گروه کنترل (P<۰/۰۵)

* اختلاف معنی‌دار با گروههای شم و کنترل (P<۰/۰۵)

تجربی یک و سه نیز اختلاف معنی‌دار با گروه کنترل نشان داده‌اند (P<۰/۰۵) (نمودارهای ۱و۲).



نمودار ۲- میزان حجم غضروف جذب شده طی روزهای ۲۰ و ۲۱ را در گروههای مختلف نشان میدهد

* اختلاف معنی‌دار با گروه کنترل (P<۰/۰۵)

* اختلاف معنی‌دار با گروههای شم و کنترل (P<۰/۰۵)

بحث و نتیجه‌گیری:

از آنجائیکه پیش از این نیز اثرات تراتوژنیک و بروز مرگ و میر و جذب جنین‌ها ناشی از امواج با فرکانس بالا گزارش شده است (۷-۱۶). نتایج بدست آمده از تحقیق حاضر نشان میدهد که امواج دیاترمی سبب افزایش دمای کولون در رتهای گروههای تجربی گشته است، که علت آن اعمال اثر جریان پرفرکانس بر بافت‌های بدن جاندار و مقاومت این بافت‌ها در برابر عبور جریان میباشد که منجر به تولید گرما میگردد (۴). این نتایج با یافته‌های Chernovetz و همکاران (۱۶) Berman و همکاران (۱۷)، Lary و همکاران (۱۸) موافقت دارد. از سوی دیگر تحقیق ما نیز مانند محققین فوق الذکر نشان میدهد که افزایش دمای کولون درگروههای شم مشاهده نگردید و مشابه گروه کنترل بوده است.

در این تحقیق، اثر وقفه‌ای بر روند استخوان‌سازی داخل غضروفی در جنین‌های گروه تجربی، بویژه گروه تجربی دو که مادرانشان تحت تابش امواج قرار داشته اند، مشاهده شد و نتایج مورفومتری استخوان تیبیا کاهش حجم کل استخوان تیبیا را در گروههای تجربی نشان داده است. کاهش میزان غضروف جذب شده و نیز میزان غضروف تشکیل شده در گروههای تجربی نشان دهنده تأخیر در روند استئوژنز در جنین‌های گروههای تجربی به ویژه گروه تجربی دو بوده است (نمودار ۱). این امر نشان میدهد که حساس ترین دوره نسبت به عامل امواج دیاترمی دوره اولیه پس از لانه گزینی یعنی گروهیکه امواج را در روزهای ۷ تا ۱۳ بارداری دریافت کرده اند، میباشد.

بنظر میرسد امواج مذکور توانسته‌اند بر روی سلولهای اولیه رویانی (گروه تجربی ۱)نیز تاثیر گذارده و اختلال ساختاری یا عملکردی آنها را سبب گردند. مشابه این نتایج را یعنی اثرعوامل سرطانزا مانند پرتو یا عوامل شیمیایی بر سلولهای ریشه‌ای[1] در بافت‌های مختلف از جمله مغز استخوان افراد بالغ مشاهده میکنیم (۲۸)، که بیانگر اثر پذیری سلولهای بنیادین از عوامل ناهنجاری‌زا یا سرطان‌زا میباشد. بنابراین گمان بر آنستکه در جنین‌هایی هم که در دوره قبل از لانه گزینی امواج دریافت کرده‌اند اگر بتوانند ادامه حیات دهند اختلالاتی از جمله وقفه رشد استخوانی در انها میتواند بروز کند، گرچه جهت شناخت مکانیسم یا مکانیسمهای دخیل در این امر نیازمند تحقیقات بیشتر و بررسی گسترده تر از ابعاد مختلف میباشد. بطور کلی جنین‌ها در مرحله ارگانوژنز به سبب فعالیت شدید سلولی اعم از تقسیم و تمایز سلولی آسیب پذیری بیشتری نسبت به عوامل تراتوژن از خود نشان میدهند. این در حالیست که سیستم عصبی جنین در طول دوران بارداری و حتی دوران نوزادی همچنان به عوامل تراتوژن حساس و آسیب پذیر میباشد (۲۲). لذا جای سوال است که چه واکنش و عکس العملی در جنین در برابر هایپرترمی اتفاق میافتد (۲۳). نتایج این بررسی نیزبا یافته‌های سایر محققین (۸و۱۶) که دوره ارگانوژنز را بعنوان حساسترین دوره به عوامل تراتوژن معرفی کرده‌اند، موافقت دارد. نتایج مورفومتری تحقیق حاضر، با نتایج دیگر محققین که بافت استخوانی جنین‌ها را متعاقب تابش امواج با فرکانس بالا مورد مطالعه قرار داده‌اند همسو میباشد. Lary در۱۹۸۲ (۱۸) اختلال رشد سیستم‌استخوانی و واریاسیونهای اسکلتی متعاقب تابش امواج ۲۷/۱۲ مگاهرتز و Berman در۱۹۸۴ (۱۷) تأخیر در استخوانی شدن استرنوم را پس از تابش امواج با فرکانس بالا، گزارش کرده است. در مورد علت ایجاد ناهنجاریها، اکثر این محققین (۱۸-۱۶و۲۴) بر عامل هایپرترمی ناشی از این امواج تأکید کرده‌اند. با توجه به بروز هایپرترمی پس از تابش امواج در تحقیق ما چنین بنظر میرسد که

[1] - stem cells

www.SID.ir

Archive of SID

این عامل بعنوان عاملی قوی و مؤثر درایجاد اختلالات جنینی عمل میکند. تصور میشود هایپرترمی ناشی از امواج با فرکانس بالا، با دناتوره کردن پروتئینها، سبب مرگ سلولی و مهار تقسیم میتوز گشته، در عمل سنتز پروتئین در سلولهای جنینی اختلال ایجاد مینماید (۱۸). ازسوی دیگر این عامل میتواند در سلولهای بالغ و جنینی، چه در *in vitro* و چه در *in vivo* سبب تولید پروتئینهایی بنام stress protein گشته و روند سنتز سایر پروتئینها را نیز مختل سازد (۲۴). باید توجه داشت که علاوه بر عامل هایپرترمی، اثرات غیر گرمایی امواج با فرکانس بالا نیز مطرح شده است. در تحقیقات Tofani و همکاران (۸) و نیز در بررسی Saito و همکارانش (۹) که از امواج با فرکانس بالا و با شدت کم و مدت زمان طولانی تر استفاده شده و یا در مطالعه Brown-woodman که حیوان حامله را درنزدیکی و مجاورت با میدانهای مذکور قرار داده، بدون اینکه در بدن حیوان حامله هایپرترمی ایجاد گردد، اختلال در رشد جنین‌ها و وقفه در روند استئوژنز مانند استخوان سازی ناقص استخوانهای جمجمه گزارش شده است (۱۰). این محققین اثرات غیرگرمایی و اختصاصی امواج الکترومغناطیس، بجهت ایجاد لرزش‌های الکتریکی (electrical vibration) در بافت‌ها (۲۵)، اختلال در متابولیسم cAMP و ایجاد یک سری تغییرات متابولیکی و هورمونی در خون جنین (۲۶) را بعنوان عامل بروز اختلالات رشد و نموی جنین مطرح کرده اند. همچنین تصور میشود عوامل تراتوژن با ایجاد ضعف و اختلال در سیستم ایمنی مادر میتوانند سبب آسیبهای مورفولوژیک جنینی نیز گردند (۲۷).

چنین بنظر میرسد که امواج الکترومغناطیس با ایجاد هایپرترمی و متعاقب آن دناتوره کردن پروتئینها و ایجاد مرگ سلولی و چه با القاء اثرات اختصاصی و غیر گرمایی خود احتمالاً میتوانند در متابولیسم cAMP اختلال وارد کرده، تغییرات متابولیکی و هورمونی در خون جنین ایجاد نموده، میزان و فعالیت آلکالین فسفاتاز و نیز میزان استئوکلسین و کلسیم را کاهش دهند(۲۴). نتیجه این تغییرات چنین میشود که رسوب مواد معدنی در پدیده استئوژنز کندتر شده و روند طبیعی استخوان سازی در جنین‌ها مختل میگردد.

در نتیجه گیری نهایی میتوان گفت که امواج دیاترمی با فرکانس ۲۷/۱۲ مگاهرتز در زمان بارداری چه در مرحله قبل از لانه گزینی و چه در مرحله بعداز آن، میتوانند بصورت یک تراتوژن عمل کرده و در روند رشد و تکامل بافت استخوانی جنین‌ها اختلال و وقفه ایجاد می نمایند.

تشکر و قدردانی:

بدین وسیله از معاونت محترم پژوهش دانشگاه علوم پزشکی بقیه الله (عج) به سبب تصویب این طرح وپشتیبانی مالی این تحقیق تقدیر و تشکر میگردد.

References:

1- Joyner KH, Bangay MJ. Exposure survey of operations of radiofrequency dielectric heaters in Australia. Health Physics 1986; 50: 333-4.

2- Gandhi OP, Chen JY, Riazi. A Currents induced in a human being for plane wave exposure conditions 0-50 MHz and for RF scalers IEEE. Trans Biomed Eng BME 1986; 33,757-67.

3- Pethig R, Kell DB. The passive electrical properties of biological systems: Their significance in physiology, biophysics and biotechnology. Phys Med Biol 1987; 32, 933-70.

4- Polk C, Postow E, Handbook of Biological Effects of Electromagnetic Fields. Boca Raton, FL: Chemical Rubber Company ; 1986.

5- Delpizzo V, Joyner KH. On the safe use of microwave and short wave diathermy units. Aust J Physiother 1987; 33(3): 152-62.

6- Kitchen S, Bazin S. Clayton's Electrotherapy. 10th ed. Great Britain: Bath Press. 1996.

7- Graham JM, Edwards Matthew J, Edwards Marshall J. Teratogene Update: Gestational effects of maternal hyperthermia due to febrile illnesses and resultant patterns of defects in human. Teratology 1998; 58: 209-21.

8- Tofani S, Ossola GA. Ferrini S, et al. Effects of continuous low level exposure to radiofrequency radiation on intrauterine development in rats. Health Physics 1986; 51(4): 489-99.

9- Saito K, Suzuki K. Lethal and teratogenic effects of long-term low intensity radiofrequency radiation at 428 MHz on develophng chick embryo. Teratology 1991; 43: 609-14.

10- Brown-Woodman POC, Haley JA, et al. Teratogenic effects of exposure to radiofrequency radiation (27/12 MHZ) from a short-wave diathermy unit. Indust Health 1989; 26: 1-10.

11- Watchel H, Seaman R, Joines W. Effects of low-intensity microwaves on isolated neurons. Ann NY Acad Sci 1975; 247: 46-62.

12- Blackman CF. Induction of calcium ion efflux from brain tissue by radiofrequency radiation: effect of sample number and modulation frequency on the power-density window. Bioelectromagnetics 1980; 1: 35-43.

13- Shandala MG. Effects of microwave radiation on cell immunity in conditions of chronic exposure. Radiobiology 1983; 4: 544-6.

www.SID.ir

Archive of SID

14- Guy AM. Biophysics of high-frequency currents and electromagnetic radiation. In: Lehmanb JJ (ed). Therapeutic Heat and Cold. 4th ed. Baltimore: Williams & Wilkins; 1990: 179-236.

۱۵- سید همایون صدرایی، کاظم پریور، حسین بهادران. بررسی اثرات تراتوژنیک امواج دیاترمی بر رشد ونمو جنین موش بزرگ آزمایشگاهی. مجله پزشکی کوثر.پائیز ۱۳۷۹ شماره ۵(۳). ص ۱۷۳-۱۶۷.

16- Chernovetz ME, Justesen and Oke AF. A teratological study of the rat microwave and infrared radiations compared. Radio Sci. 1977; 12 (suppl): 191-7.

17- Berman E, Hershel BC. Decreased body weight in fetal rats after irradiation with 2450 MHZ (CW) microwaves. Health Phys 1984; 46, 537.

18- Lary JM, Conover DL, Foely Ed, et al. Teratogenic effects of 27/12 MHZ radiofrequency radiation in rats. Teratology 1982; 26(3): 299-309.

19- Beck SL. Prenatal ossification as an indicator of exposure to toxic agents. Teratology 1989; 40: 365-74.

20- Bancroft JD, Gamble M. Theory and practice of histological techniques. 5ed. China: Churchill livingstone, 2002 : 149-54.

21- Gaytan F, Ranx FB, Aceitro J. Morphometric study of cartilage dynamics in the chick embryo tibia. I, Methodology and tissue compartments, in normal embryos. J Anatomy 1987; 154, 63-72.

22- World Federation for Ultrasound in Medicine and Biology. WFUMB symposium on safety of ultrasound in medicine: conclusions and recommendations on thermal and non-thermal mechanisms for biologcal effects of ultrasound. Ultrasound Med Biol 1998: 24 Suppl.

23- European Committee for Medical Ultrasound Safety. EFSUMB: tutorial, thermal teratology. European J. Ultrasound 1999; 9: 281-3.

24- Kimmel CA, Cuff JM, Kimmel GL, et al. Skeletal development following heat exposure in the rat. Teratology 1993; 47: 229-42.

25- Frohlich H. Long-rang coherence and energy storage in biological system. Int J Quantum Chem 1968; 2, 641-9.

26- Norton LA. Epiphyseal cartilage cAMP changes produced by electrical and mechanical perturbations. Clin Orth 1977; 124: 59-66.

27- Holladay SD, Sharva LV, Punareewattana K, et al. Maternal immune stimulation in mice decreases fetal malformations caused by teratogens. Int Immunopharmacology 2002 ; 2 : 325-32.

28- Omura Y, Losco M. Electro-magnetic fields in the home environment (color TV, computer monitor, microwave oven, cellular phone, etc) as potential contributing factors for the induction of oncogen C-fos Ab1, oncogen C-fos Ab2, integrin alpha 5 beta 1 and development of cancer, as well as effects of microwave on amino acid composition of food and living human brain. Acupunct Electrother Res 1993; 18(1): 33-73.

www.SID.ir