تأثير الأشعة الكهرومغناطيسية في وظيفة الخصية للفئران البيض

قصي خطاب عمر[1] و عبد الكريم حسين إسماعيل[2] و ياسر عبد الجواد الجوادي[3]
[1]كلية العلوم، قسم الفيزياء الحياتية، [2] كلية التربية، قسم الحياة، [3] كلية العلوم، قسم الفيزياء، جامعة الموصل، العراق.
E-mail: akussai@yahoo.com

مقبول للنشر في: 2015/7/2

الخلاصة

صممت الدراسة للتحري عن التأثير الفيزيائي الحياتي للأشعة الكهرومغناطيسية على الجهاز التناسلي الذكري للفئران البيض وعلاقتها بتغير كثافة القدرة بوحدات مايكروواط / سم^2، وأظهرت نتائج الدراسة الحالية حصول انخفاض معنوي ($P<0.05$) في عدد النطف في البربخ وزيادة معنوية في النسب المئوية للنطف الميتة والمشوهة عند الجرع 100 و150 و200 مايكروواط /سم^2 عند التعريض لمدة (30) يوما ولمدّة (6) ساعات يوميا بتردد 5GHz للإشعاع المايكروويفي لثلاثة مجموعات من الفئران في ان واحد. كل مجموعة تحتوي على خمس فئران وإجراء مقارنة مع مجموعة السيطرة غير المعرضة. وحدة كل الظروف الطبيعية في أثناء إجراء التجربة.

الكلمات المفتاحية: الأشعة الكهرومغناطيسية، الجهاز التناسلي الذكري للفئران، الفئران البيض.

المقدمة

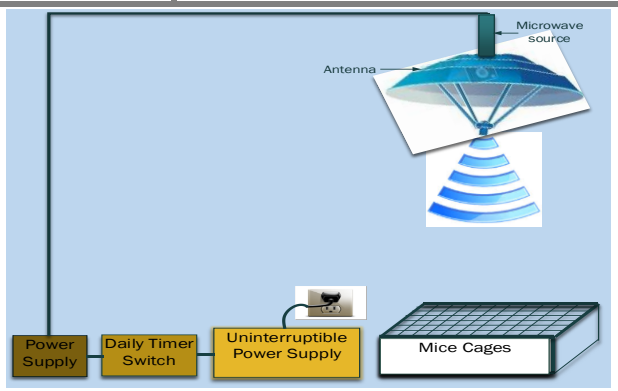
إنّ تعرض الإنسان للمجال الكهرومغناطيسي بترددات منخفضة جدا ExtermelyLowFrequency (50-60 هرتز) تعرضاً مستمراً قد يكون له تأثيرات ضارة في التكاثر والخصوبة (1) وعلى العموم لا يوجد دليل قاطع يشير إلى أنّ التعرض إلى مستويات واطئة من موجات المجال الكهرومغناطيسي الراديوي له تأثير في التكاثر والتطور في الثدييات وإن التأثيرات الملاحظة يمكن إن تعزى إلى تأثير الحرارة الناتجة عن التعرض لموجات المجال الكهرومغناطيسي (2). وكما هو معروف بأن خصوبة الذكور تكون حساسة وسريعة التأثر بالحرارة والدراسات التي أجريت في الحيوانات المختبرية أثبتت التأثيرات نفسها عند التعرض لموجات المجالات الكهرومغناطيسية عند مستويات حرارية معينة وبسبب حساسية الخصية للحرارة توجه الاهتمام إلى تأثيرات المجال الكهرومغناطيسي الراديوي في وظائف المناسل، أجريت دراسة في الفئران حيث عُرّضت إلى المجال الكهرومغناطيسي الراديوي بتردد 9.3 كيكاهرتز وبكثافة قدرة 100 ملي واط/سم^2 وبمعدل امتصاص نوعي 45 واط/كغم لمدّة 4-5 دقائق يومياً و5 أيام في الأسبوع ولمدة 59 أسبوعا أدّى إلى حدوث تنكس خصوي Testicular degeneration بنسبة 40% من الحيوانات المعرضة مقابل 8% من حيوانات السيطرة (3). وقد أشارت (4) إلى تأثير التعرض للمجالات الكهرومغناطيسية الراديوية في عدد النطف وطبيعتها إذ سجل إنخفاضا معنويا في عدد النطف الموجودة في بربخ الجرذان رافقه ارتفاعا معنويا في نسب التشوهات النطفية عند تعرض الجرذان للتردد 9.45 كيكاهرتز وبمعدل امتصاص نوعي 1.2 واط/كغم لمدّة طويلة. وحدوث نقصان في أقطار النبيبات المنوية في خصى الجرذان المعرضة للترددات 890-915 كيكاهرتز لمدة شهر(5) وبين (6) بان التعرض طويل الامد للترددات المنخفضة جدا لمجال مغناطيسي (1مايكروتسلا) وبمستويات مختلفة يؤدي إلى إنخفاضا في أعداد وحركة النطف وفي الإنتاج اليومي للنطف في الفئران المعرضة. وهذا ما أكده (7) إذ سُجلت نسبة منخفضة في أعداد النطف وحركتها في الفئران ألمعرضة للتردد 50 هرتز لمدة أسبوعين مع انخفاض معدل أوزان خصى الفئران المعرضة للتردد نفسه لمدة اربعة اسابيع. أما بخصوص تأثير التعرض إلى المجال الكهرومغناطيسي في الخصوبة والتكاثر في الإنسان فقد درس (8) تأثير تعرض 21 رجلا إلى المجال الكهرومغناطيسي بترددات 3.6-10 كيكاهرتز أثناء عملهم لمدة 1-17 سنة ولاحظ بان ما يقارب 74% من الاشخاص المعرضين قد أظهرت فيهم تغيرات في عملية تكوين النطف إذ لوحظ إنخفاض في أعداد النطف وحركتها أوشكلياتها الطبيعية ولم يشر إلى وجود اختلاف في مستوى الستيرويدات الكيتونية 17-Ketosteroids عند المقارنة مع مجموعة السيطرة مع ملاحظة حالات اللانطفية Azoospermia في الاشخاص المعرضين لمدة 14 سنة.

المواد وطرائق العمل

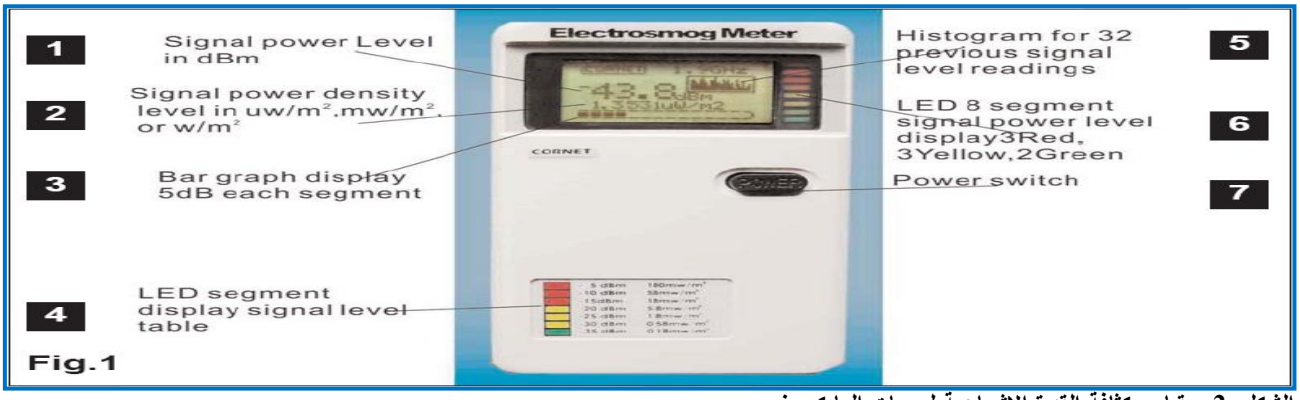
استعملت في هذه الدراسة الفئران البيض من نوع Mus musculus التي تراوحت أعمارها مابين (2-3) أشهر واوزانها مابين (23-30) غم والتي حصلنا عليها من كلية الطب البيطري / جامعة الموصل وعند مراقبتها أسبوعيا تبين عدم ثبوت أية حالة مرضية. وقد وضعت في اقفاص بلاستيكية ذات أغطية معدنية (20x30x15 cm^2) موحدة من حيث التهوية طيلة مدة الدراسة تحت ظروف مختبرية وكانت درجة حرارة الغرفة بحدود 26±2م ودورة ضوئية طبيعية (12 ساعة ضوء و12 ساعة ظلام) وقد روعيت النظافة مع تبديل نشارة الخشب كل أسبوع وتغذية الحيوانات بالعليقة المكونة من 35% حنطة و34% ذرة و20% فول الصويا و10% بروتين و1% حليب مجفف وأعطيت الماء والغذاء إعطاءً مستمراً وطيلة مدّة التجربة 30 يوما (9)، الموقع الذي أجريت فيه هذه الدراسة هو كلية العلوم/ قسم الفيزياء/جامعة الموصل للمدّة من 2014/1/15-2014/4/15.

تضمن الجانب العملي تصميم دائرة كهربائية استعملت في عملية تشعيع الفئران المختبرية. التردد المستخدم في عملية التشعيع هو 5 كيكاهيرتز، يعّد هذا التردد من الترددات القياسية التي تقع ضمن ترددات المايكروويف. وكما موضح في (الشكل، 1). واستعمل مقياس مستوى كثافة القدرة الإشعاعية للمايكرويف (Using Radiation Power Density level meter) يستعمل هذا الجهاز لقياس كثافة القدرة للموجات الكهرومغناطيسية بوحدات (Wlm2) اذ يكشف هذا الجهاز عن مستويات الجرعة الإشعاعية

(radiation dose) للموجات الراديوية التي تقع ضمن ترددات موجات المايكروويف المستخدمة ضمن الاتصالات اللاسلكية التي تتضمن البلوتوث و Wi-Fi ومحطات توليد الطاقة الكهربائية والأبراج الثابتة للهواتف المحمولة وأبراج الطاقة فضلاً عن قياس الجرعة الإشعاعية المنبعثة من شاشات التلفاز والحاسبات وأجهزة العرض كما موضح في مقياس كثافة القدرة (الشكل، 2). فضلا عن ذلك فإن الجهاز له وظيفة أخرى وهي قياس شدة المجال الكهربائي بوحدات E (V/m) عند اقتراب الجهاز من المصدر المولد للموجات الراديوية الماكروويفية فضلا عن قدرته على رسم مخطط يوضح العلاقة بين كثافة القدرة والشدة للموجات الصوتية عند نقطة معينة بين الكاشف والمصدر. المسافة بين المصدر واقفاص الفئران في هذا البحث ثابتة (50 cm)، (10).



الشكل، 1: يوضح الدائرة المستعملة في عملية تشعيع الفئران.



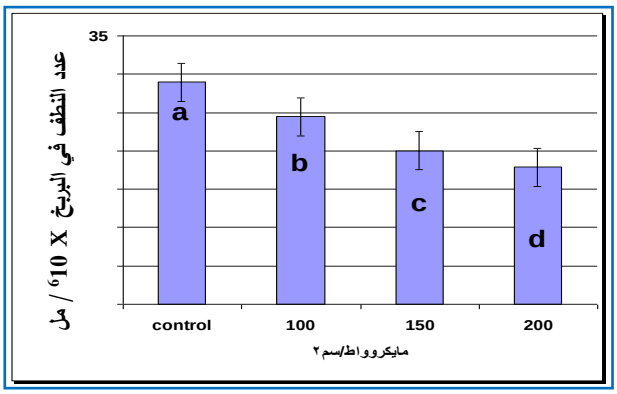
الشكل، 2: مقياس كثافة القدرة الإشعاعية لموجات المايكروويف.

تصميم التجارب: استُعمل (20) فارة وقسمت وجرعت كالآتي: المجموعة الاولى (مجموعة السيطرة) بواقع 5 فئران ذكور بدون التعرض للمجال الراديوي الكهرومغناطيسي. المجموعة الثانية مجموعة معرضة لجرعة (100 $\mu W/cm^2$) بواقع 5 فئران. المجموعة الثالثة مجموعة معرضة لجرعة (150 $\mu W/cm^2$) بواقع 5 فئران. المجموعة الرابعة مجموعة معرضة لجرعة (200 $\mu W/cm^2$) بواقع (5) فئران. وقد هُيّئت منظومة العمل كما موضح في (الشكل، 1) لتردد 5GHz وبكثافة قدرة مختلفة للتعريض (100 و150 و200 $\mu W/cm^2$) على الفئران البيض الذكور لمدّة 30 يوما ولمدّة 6 ساعات يوميا.

دراسة تركيز النطف والنسب المئوية للنطف الميتة والمشوهة: بعد انتهاء التجربة خدرت الحيوانات باستعمال مادة الايثر Ether ومن ثم شُرِحت وحُصلَ على الخصية والبربخ كما حُصلَ على السائل المنوي seminal fluid من البربخ وحسب طريقة (11) وذلك بعصر محتويات ذيل البربخ بعد تقطيعها في زجاجة ساعة نظيفة وجافة وأجريت الفحوصات الاتية: حُسِبَ تركيز النطف حسب الطريقة التي وصفها (12). في حين تم تعيين النسب المئوية للنطف الحية والميتة وحساب النسب المئوية للنطف المشوهة (ذات هيئات غير طبيعية). جرى التحليل الاحصائي باستعمال التصميم العشوائي الكامل (C.R,D) ذو الاتجاه الواحد One way analysis of variance وحُدّدت الاختلافات بين المجاميع باستعمال اختبار Duncans Multiple Range Test لجميع القياسات التي تناولتها الدراسة وكان مستوى التمييز الإحصائي هو ($P\leq0.05$) (13)، وباستعمال SAS (1986).

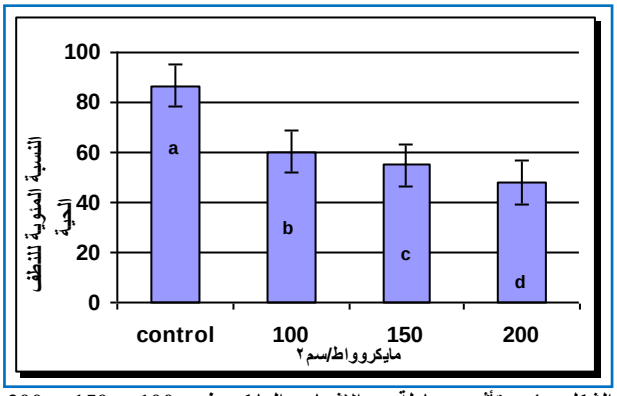
النتائج والمناقشة

عدد النطف في البربخ: يوضح (الشكل، 3) تأثير معاملة الإشعاع المايكروويفي 100 و 150 و 200 مايكروواط / سم^2 لمدّة 6 ساعات يوميابتردد 5GHz لمدة 30 يوم على عدد النطف في البربخ اذ تم ملاحظة انخفاض معنوي ($P<0.05$) في عدد النطف في البربخ عند التعريض للجرعات 100 و150 و200 مايكروواط / سم^2 مقارنة مع مجموعة السيطرة كما ان هذا الانخفاض يزداد مع زيادة جرعة التعريض.



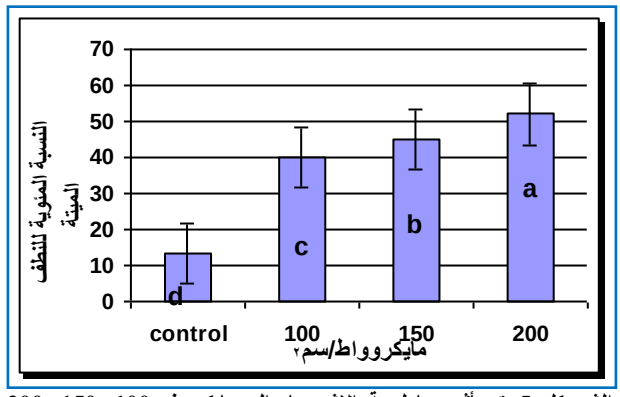
الشكل، 3: تأثير معاملة الإشعاع المايكروويفي 100 و150 و200 مايكروواط / سم^2 لمدة 30 يوما على عدد النطف في البربخ .

النسبة المئوية للنطف ذات الشكليات الحية: يوضح (الشكل، 4) تأثير معاملة الإشعاع المايكرويفي 100 و150 و200 مايكروواط / سم^2 لمدّة 6 ساعات يوميابتردد 5GHz لمدة 30 يوم على النسبة المئوية للنطف الحية إذ لوحظ انخفاض معنوي ($P<0.05$) في النسبة المئوية للنطف الحية عند التعرض للجرعات 100 و150 و200 مايكروواط / سم^2 أي زيادة معنوية في النسبة المئوية للنطف ذات الشكليات الميتة وأن اكبر انخفاض معنوي في النسبة المئوية للنطف الحية حصل عند التعرض للجرعة 200 مايكروواط / سم^2 مقارنة مع مجموعة السيطرة.



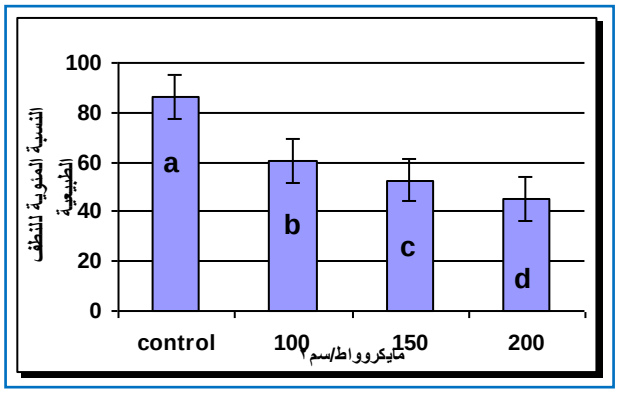
الشكل، 4: تأثير معاملة الإشعاع المايكرويفي 100 و150 و200 مايكروواط/سم^2 لمدة 30 يوم على النسبة المئوية للنطف ذات الشكليات الحية في الفئران.

النسبة المئوية للنطف ذات الشكليات الميتة: يوضح (الشكل، 5) تأثير معاملة الإشعاع المايكرويفي 100 و150 و200 مايكروواط /سم^2 لمدّة 6 ساعات يوميا بتردد 5GHz لمدة 30 يوم على النسبة المئوية للنطف الميتة اذ لوحظت زيادة معنوية ($P<0.05$) في النسبة المئوية للنطف الميتة عند التعريض للجرعات 100 و150 و200 مايكروواط /سم^2 وأن اكبر زيادة حصلت عند التعريض للجرعة 200 مايكروواط /سم^2 مقارنة مع مجموعة السيطرة.



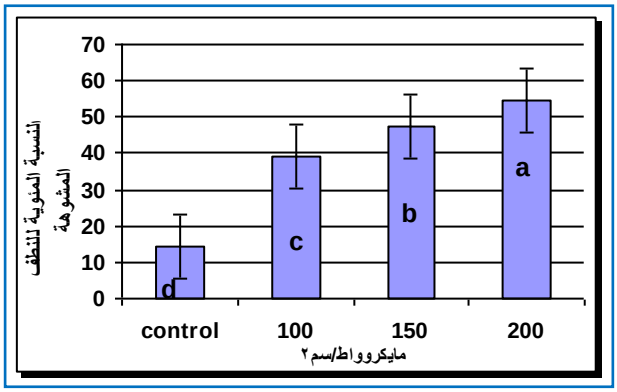
الشكل، 5: تأثير معاملة الإشعاع المايكرويفي 100 و150 و200 مايكروواط/سم^2 لمدة 30 يوم على النسبة المئوية للنطف الميتة في الفئران.

النسبة المئوية للنطف ذات الشكليات الطبيعية: يوضح (الشكل، 6) تأثير معاملة الإشعاع المايكرويفي 100 و150 و200 مايكروواط / سم^2 لمدّة 6 ساعات يوميابتردد 5GHz لمدة 30 يوما على النسبة المئوية للنطف الحية إذ لوحظ انخفاض معنوي ($P<0.05$) في النسبة المئوية للنطف الحية عند التعرض للجرعات 100 و150 و200 مايكروواط / سم^2 أي زيادة معنوية في النسبة المئوية للنطف ذات الشكليات الميتة وأن أكبر انخفاض معنوي في النسبة المئوية للنطف الحية حصل عند التعرض للجرعة 200 مايكروواط / سم^2 مقارنة مع مجموعة السيطرة.



الشكل، 6: تأثير معاملة الإشعاع المايكرويفي 100 و150 و200 مايكروواط/سم^2 لمدة 30 يوم على النسبة المئوية للنطف ذات الشكليات الطبيعية في الفئران.

النسبة المئوية للنطف غير الطبيعية (المشوهة): يوضح (الشكل، 7) تأثير معاملة الإشعاع المايكرويفي 100 و150 و200 مايكروواط / سم^2 لمدّة 6 ساعات يوميابتردد 5GHz لمدة 30 يوم على النسبة المئوية للنطف غير الطبيعية المشوهة اذ لوحظ زيادة معنوية ($P<0.05$) في النسبة المئوية للنطف المشوهة عند التعريض للجرعات 100 و150 و200 مايكروواط / سم^2 وأنّ اكبر زيادة حصلت عند التعريض للجرعة 200 مايكروواط / سم^2 مقارنة مع مجموعة السيطرة.



الشكل، 7: تأثير معاملة الإشعاع المايكرويفي 100 و150 و200 مايكروواط/سم^2 لمدة 30 يوم على النسبة المئوية للنطف المشوهة في الفئران.

الاشكال، 3-7: تشترك بالمعلومات الاتية: القيم المعبر عنها بالمعدل ± الخطأ القياسي، الحروف المختلفة تعني فروقا معنوية عند مستوى احتمالية اقل من (0.05). عدد الحيوانات 5 لكل مجموعة.

عدد النطف في البربخ: من (الشكل، 3) نلاحظ انخفاضاً معنوياً في عدد النطف في البربخ للفئران المعرضة للإشعاع المايكروويفي بتردد 5GHz لمدّة 6 ساعات لمدة 30 يوما للجرع 100 و150 و200 مايكروواط / سم^2 مقارنة بمجموعة السيطرة وهذا يتفق مع (14) اللذان قاما بدراسة تأثير المجالات الكهرومغناطيسية الراديوية بتردد 50 GHz في تعداد النطف في ذكور الجرذان، فقد وجد ان هناك انخفاضا معنويا في تعداد النطف في البربخ وانخفاض عددها

انخفاضاً ملحوظاً في الأنابيب المنوية في الجرذان المعرضة لمدّة ساعة واحدة وساعتين. وفي دراسة أخرى (15) قدر تأثير المجال الكهرومغناطيسي بتردد 2.45 GHz في الخلايا الجرثومية المكونة للنطف لذكور الجرذان التي غرضت لمدة ساعة او ساعتين في اليوم. بعد 8 اسابيع من التعريض اظهر التحليل الكمي لخلايا ليدج (Leydig cell) في الخصية زيادة معنوية في عدد هذه الخلايا فضلا عن زيادة معنوية في مستوى هرمون الشحمون الذكري في المصل. ووجود انخفاض معنوي في عدد الخلايا المولدة للخلايا المنوية (spermatocytes) في الأنابيب المنوية للجرذان المعرضة بالمقارنة مع مجموعة السيطرة. وكذلك وجد (16) أنّ تعريض الأرانب إلى الترددات الرادوية متذبذبة عند شدة منخفضة قد أدّى إلى انخفاض معنوي في قطر الأنبوب المنوي.

وفي دراسة Falzone وجماعته (17)، فقد وجدوا بأن التعرض المستمر للمجال المغناطيسي عند الترددات المنخفضة جدا تؤدي إلى قتل مبرمج للخلايا الجرثومية للخصى في الفئران من سلالة Balb/c، في حين لم يظهرتأثير مهم على وزن الجسم ووزن الخصى. وتشير نتائج هذه الدراسة إلى امكانية حدوث موت الخلية المبرمج في الخلايا المولدة للنطف عند الفئران بسبب التعرض المستمر للترددات الراديوية عند 60 Hz (18). فضلا عن ذلك فقد حذرت دراسة لمؤسسة كليفلاند الامريكية (19) من ان الإفراط في التعرض للمجالات الكهرومغناطيسية قد تؤدي إلى تدمير ألحيوانات المنوية، إذ أشارت إلى انخفاض حركة الحيوانات المنوية بشدة لهؤلاء الأشخاص مقرنة بالذين يتعرضون لها باعتدال. أنّ التغير في كمية السائل المنوي ونوعيته لدى من يتعرض إلى للمجالات الكهرومغناطيسية بصورة مفرطة يعود إلى تأثير الإشعاع الذي يسبب ضررا شديدا على الحامض النووي الذي يؤثر بدوره في خلايا الخصيتين المنتجة للتيستوستيرون، النسبة المئوية للنطف ذات الشكليات الحية والميتة والطبيعية والمشوهة من (الشكل، 4) لوحظ انخفاض معنوي في النسبة المئوية للنطف الحية وكذلك الطبيعية من خلال الشكل (5) عند التعرض للإشعاع المايكرويفي بتردد 5GHz لمدّة (6) ساعات لمدّة (30) يوما للجرع 100 و150 و200 مايكروواط / سم^2 اما النسبة المئوية للنطف الميتة والمشوهة فقد لوحظ زيادة معنوية عند التعرض لنفس الظروف للحالة السابقة هذا يتفق مع (20) ظهرت نتائج الدراسة ان المجال الكهرومغناطيسي ذي الطول الموجي القصير بترددته الثلاثة (1.6 و2.4 و3.2) ميكاهرتز ذي طول موجي قصير وبكثافة القدرة 16 ملي واط/سم^2 له تأثيرات ضارة في عملية تكوين النطف ووظائف الخصية إذ لوحظ وجود انخفاض في أعداد النطف في رأس البربخ وزيادة النسب المئوية للنطف الميتة والتشوهات النطفية في ذيل البربخ رافقها انخفاض في النسب المئوية للنطف الحية. وجاءت هذه النتيجة مطابقة لما لاحظه (4) من ان تعرض الجرذان للمجال الكهرومغناطيسي الراديوي بتردد 9.45 كيكاهرتز أحدث انخفاضا في أعداد النطف في البربخ وزيادة في النسبة المئوية للنطف الميتة. وكان للترددات 3.6-10 كيكاهرتز تأثيرا سلبيا في الكفاءة التناسلية للأشخاص المعرضين فقد سجل انخفاض في أعداد النطف وأعداد النطف المتحركة والطبيعية مع وجود حالات اللانطفية في الأشخاص المعرضة لمدة 14 سنة (8). وهذا يتفق مع (21) الذي لاحظ عند استعمال موجات الموبايل لمدّة ساعتين في اليوم لمدة 45 يوماً مسلطة على جردان بعمر 70 يوم أدّى إلى تشوهات في النطف من حيث الراس والعنق والذيل فضلا عن حصول نقصان في الوزن للخصية وعدد النطف الحية وزيادة في التشوهات أدت إلى تغير في وظائف النطف.كما حصل (22) هرمونات الخصوبة وبالتالي التأثير على معدل التكاثر لدى الرجال، كما أثر في سرعة الحيوانات المنوية وعددها وعدد التشوهات الحاصلة فيها.

وربما تعزى هذه التأثيرات الضارة الناتجة عن المجال الكهرومغناطيسي إلى العبء الحراري أو الاجهاد التأكسدي او التأثير المباشر على الغدد الصم. إذ أثبتت الدراسات الحساسية الحرارية لأنسجة الخصى في الثدييات الناتجة عن التعرض لترددات مختلفة (23). فقد أجرى الباحثان (24) دراسة عن تأثير الحرارة في الخصية بتعريض الفئران غير المخدرة إلى حمام مائي حار بدرجة حرارة 32-43 °م لمدة 4 ساعات إذ لاحظا وجود تلف في نسيج الخصية في ساعتين بعد التعرض بدرجة حرارة 41°م لمدة 30 دقيقة عند درجة حرارة 43 °م سببت انخفاضا في عدد النطف في البربخ بعد 30 دقيقة من التعرض وكانت هناك نتائج مشابهة لتأثير المجال الكهرومغناطيسي الراديوي في نسيج الخصية ووظيفتها في التأثيرات التي تحدثها الحرارة في الخصية (25). إنَّ امتصاص الجسم لطاقة المجال الكهرومغناطيسي يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة الخصى وإن إنتاج النطف في الثدييات ينخفض عند التعرض لدرجات حرارية أعلى بقليل من حرارة الجسم الطبيعية، فالحرارة المتولدة عند التعرض للمجال الكهرومغناطيسي تحدث تأثيرات في وظائف الخصى مشابهة لتلك التأثيرات الحاصلة عند ارتفاع درجة الحرارة (26). فقد أظهرت الفئران المعرضة للتردد 2.45 كيكاهرتز ارتفاعا في درجة الحرارة أدى إلى استنزاف في الخلايا النطفية الأولية Primary spermatocytes مع حدوث زيادة في النسب المئوية للتشوهات النطفية وانخفاض القدرة على الاخصاب في الفئران المعرضة للتردد 2.45 كيكاهرتز (27) في حين لم تلاحظ دراسات أخرى أي تغيرات في أعداد النطف والنسب المئوية للنطف الحية والميتة والتشوهات النطفية (28 and 29) وربما تكون التأثيرات الناتجة عن التعرض إلى المجال الكهرومغناطيسي من الاجهاد التأكسدي الناتج عن تكون الجذور الحرة (30) إذ إن المجال الكهرومغناطيسي الراديوي يزيد من مدّة بقاء الجذور الحرة في الخلايا وإحداث أضرار أكثر (31) وتعمل تلك الجذور الحرة على أكسدة كتلة البروتين لمجموعة السلفاهيدريل التي تشارك في المراحل النهائية لنضوج الخلايا الجرثومية عن طريق تحفيز أنزيم كلوتاثايون بيروكسيديز (32) و إنَّ زيادة أصناف الجذور الحرة الفعالة تؤثر في طبقة الدهون والبروتينات الموجودة في الغشاء البلازمي للنطفة فضلا عن التغيرات الحاصلة في DNA. إذ تحتوي النطف على مواد دهنية مثل الأحماض الدهنية المتعددة غير المشبعة والبلازمالوجين Plasmalogen والسفينكومايلين Sphingomyelins والتي تكون قابلة للتأكسد مسببة اضطرابات في وظائف تلك النطف (33) تعد بيروكسدة الدهون المفتاح الأساس لعمل أصناف الأوكسجين الفعالة مؤدية إلى فقدان القدرة على الإخصاب نتيجة قلة النطف

وفقدان سريع للطاقة الموجودة داخل الخلية، التي تؤدي إلى تحطيم فعالية النطف وزيادة التشوهات النطفية (34). أو ربما يعود سبب حدوث هذه التغيرات إلى تداخل أصناف الأوكسجين الفعالة المتولدة نتيجة التعرض للمجال الكهرومغناطيسي مع إنتاج الطاقة والأيض في النطف مؤدية إلى انخفاض تركيز ATP في النطف ومن ثَمَّ فقدان وظيفة النطف وموتها (35) فقد أشارت دراسة (36) إلى أنّ التعرض للمجال الكهرومغناطيسي الراديوي يحدث انخفاضاً في مصادر الطاقة (ATP وCP). ومن المعروف بأن عملية تكوين النطف تحتاج إلى إمداد عال من الطاقة وكذلك حركة النطف وقدرتها على الإخصاب وفسلجيا تجهز بيوت الطاقة النطف بالطاقة من خلال أيض الكلوكوز والفركتوز إذ يوجد الفركتوز في السائل المنوي للجرذان ويتأيض 10% منه فقط إلى كلوكوز (37). فضلا عن ان أصناف الأوكسجين الفعالة تعد سامة للخلايا والأنسجة حيث أنها تسبب تغيرات نسجية مرضية في خلايا وأنسجة الجسم ومن ضمنها خلايا الخصية (38).

المصادر

1. World Health Organization (WHO) (1987). Environmental health criteria 69: Magnetic fields. Geneva.
2. IEGMP: Independent Expert Group on Mobile Phones. (2000). Mobile Phones and health. Independent expert group on mobile phones. National Radiological protection Board, Chilton Didcot, Oxon OX11 ORQ, UK, web site www.i: egmp. org.uk..
3. Prausnitz, S. and Susskind, C. (1962). Effect of chronic microwave irradiation on mice. Bioelectromagnetics, 10: 203-209.
4. Akdag, M. Z.; Celik, M. S.; Ketani, A.; Nergiz, Y.; Deniz, M. and Dasdag, S. (1999). Effect of chronic low-intensity microwave radiation on sperm count, sperm morphology, and testicular and epididymal tissues of rats. Electro-and Magnet. Biol., 18: 133-145.
5. Dasdag, S.; Ketani, M. A.; Akdag, Z.; Ersay, A. R.; Sari, I.; Demirtas, O. C. and Celik, M. S. (1999). Whole-body microwave exposure emitted by cellular phones and testicular function of rats. Urol. Res., 27: 219-223.
6. Furuya, H.; Aikawa, H.; Hagino, T.; Yoshida, T. and Sakabe, K. (1998). Flow cytometric analysis of the effects of 50 Hz magnetic fields on spermatogenesis. Nippon. Eiseigaku. Zasshi., 53: 420-425.
7. Hong, R.; Liu, Y.; Yu, Y. M.; Hu, K. and Weng, F. Q. (2003). Effects of extremely low frequency electromagnetic fields on male reproduction in mice. Zhonghua. Lao. Dong. Wei. Sheng. Zhi. Ye. Bing. Za. Zhi., 21(5): 342-345.
8. Lancranjan, I.; Maicanescu, M.; Rafaila, E.; Klepsch, I. and Popescu, H. I. (1975). Gonadic function in workmen with long-term exposure to microwaves. Health phys., 29: 381-383.
9. الجنابي، قاسم عزيز رزوقي (2008). تأثير المستخلص المائي لبذور العنب في الاجهاد الناكسدي المستحدث بيروكسيد الهيدروجين في ذكور الجردان. اطروحة ماجستير، جامعة تكريت، العراق.
10. CORNET Microsystem lnc., ED85EXS rev. (2012). 1400 Coleman Ave #C28, Santa Clara, CA 95050 USA. Tel: +1(408)9690205.
11. Hassan, A. B.; Ayoub, M. M.; Doghaim, R. F.; Yousef, H. L. and Eid, M. A. (1988). Studies of the effect of some antihistamines on the reproductive organs of male rats. Vet. Med. J., 31(2): 277-286.
12. Sorensen, A. M. (1979). Animal reproduction Principle and practice ".McGraw-Hill Book Company Baltimore, Pp: 428-431.
13. Steel, R. G. D. and Torrie, J. H. (1980). Principle and procedures of statics. 2nd ed. New York: McGraw-Hillbook company, Inc, Pp: 78-80, 107-109, 123-127.
14. Singh, Y. and Behari, J. (2005). The Effect of Whole Body Exposure of 50 GHz Microwave Radiation on Sperm Counts in Rats. School of Environmental Sciences, Jawaharlal Nehru University, New Delhi, India. www.htcampus.com/.../school-environmental-sciences-jawaharlal.
15. Kim, Y.; Hyun, T. K.; Ki, H. M. and Hyoun, J. S. (2007). Long-Term Exposure of Rats to a 2.45 GHz Electromagnetic Field: Effect on Reproductive Function. Institute of Biomedical Engineering, Yeungnam Uni., Daegu, Korea.
16. Salama, N.; Kishimoto, T. and Kanayama, H. O. (2010). Effects of Exposure to A mobile Phone on testicular function and structure in adult Rabbit. Int. J. Androl., 33: 88-94.
17. Falzone, N.; Huyser, C.; Franken, D. R. and Leszczynski D. (2010). Mobile Phone Radiation Dose not Induce Pro-Apoptosis Effect in human Spermatozoo, Radiat. Res.,174: 169-176.
18. Kim, Y. W.; Kim, H. S.; Lee, J. S.; Kim, Y. J.; Lee, S. K.; Seo, J. N.; Jung, K. C.; Kim, N. and Gimm, Y. M. (2009). Effects of 60 Hz 14 T Micromagnetic Field on the Apotosis of

to microwave, radiation. Bioelectromagnetics 4: 107-112.

30. Phelan, A. M.; Lange, D. G.; Kues, H. A. and Lutty, G. A. (1992). Modification of membrane fluidity in melanin containing cells by low level microwave. Radiation Bioelectromagnetics, 13: 131-146.

31. Scaiano, J. C.; Cozens, F. L. and Mclean, J. (1994). Model for the rationalization of magnetic field effects *in vivo*. Application of the radical- pair mechanism to biological systems. Photochem. Photobiol., 59(6): 585-589.

32. Maiorino, M. and Ursini, F. (2002). Oxidative stress, spermatogenesis and fertility. Biol. Chem., 383(3-4): 591-597.

33. Sanocka, D. and Kurpisz, M. (2004). Reactive oxygen species and sperm cell. Reprod. Biol. Endo., 2: 12.

34. de Lamirande, E. and Gangon, C. (1992). Reactive oxygen species and human spermatozoa. I. Effects on the motility of intact spermatozoa and on sperm axonemes, and II. Depletion of a denosine triphosphate plays an important role in the inhibition of sperm motility. J. Androl., 13: 368-386.

35. Griveau, J. P. F.; Dumont, E.; Renard, P.; Callegari, J. and Lelannou, D. (1995). Reactive oxygen species, lipid peroxidation and enzymatic defense system in human spermatozoa. J. Reprod. Fert., 103: 17-26.

36. Sanders, A. P.; Joines, W.T. and Allis, J.W. (1984). Effects of continuous wave, pulsed, and sinusoidal- amplitude- modulated microwaves on brain energy metabolism. Bioelectromagnetics, 6: 86-97.

37. Burant, C. F. and Davidson, N. O. (1994). GLUT3 glucose transporter isoform in rat testes: localization effect of diabetes mellitus and comparison to luman testes. Am. J. Physiol., 36: 1488-1495.

38. Ishihara, M.; Itoh, M.; Miyamoto, K.; Suna, S.; Takeuchi, Y. Takenaka, I. and Jitsunari, F. (2000). Spermatogenic disturbance induced by di-(2-ethylhexyl) phthalate is significantly prevented by treatment with antioxidant vitamins in the rat. Int. J. Androl., 23: 85-94.

Testicular Grem Cell in Mice, Bioelectromagnetics. 30(1): 66-72.

19. WHO (World Health Organization) (2005). Electromagnetic Fields and Public Health. Electromagnetics Hypersensitivity. Fact Sheet No. 296.

20. الحكيم، انتصار منصور عبد الرسول (2006). دراسة تأثير التعرض للمجال الكهرومغناطيسي الراديوي ذي الطول الموجي القصير في بعض المعايير الفسلجية في الجرذان. اطروحة دكتوراه فلسفة، كلية الطب البيطري. جامعة الموصل.

21. Atasoy, H. I.; Gunal, M. Y.; Atasoy, P.; Elgun, S. and Bugdayci G. (2012). Immunohistopathologic demonsttation of deleterious effects on growing rat testes of radiofrequency waves emitted from conventional Wi-Fi devices.

22. Hamada, J. A.; Singh, A. and Agarwal, A. (2011). Cell Phone and their Impact on Male Fertility: Fact or Fiction. Center for Reproductive Medicine, Cleveland Clinic, Cleveland. Ohio. U.S.A.

23. Pucak, G. J.; Lee, C. S. and Zaino, A. S. (1977). Effects of prolonged high temperatures on testicular development and fertility in the male rat. Lab. Anim. Sci., 27(1): 76-77.

24. Cairnie, A. B. and Leach, K. E. (1980). Quantitative studies of cytological damage in mouse testis produced by exposure to heart. Can. J. Genet. Cytol., 22: 93-102.

25. Lebovitz, R. M. and Johnson, L. (1987). Acute, Whole body microwave exposure and testicular function of rats. Bioelectromagnetics, 8: 37-46.

26. Leonard, A.; Berteaud, A. J. and Bruyere, X. (1983). An evaluation of the mutagenic, carcinogenic and teratogenic potential of microwave. Mutation Res., 123: 31-46.

27. Manikowska-Czerska, E.; Czerski, P. and Leach, W. M. (1985). Effects of 2.45 GHz microwave on meiotic chromosomes of male CBA/CAY mice. J. Hered., 66: 71.

28. Cairnie, A. B. and Harding, R. K. (1981). Cytological studies in mouse testis irradiation with 2.45 GHz-continuous-wave microwaves. Radiat. Res., 87: 100-108.

29. Lebovitz, R. M. and Johnson, L. (1986). Testicular function of rats following exposure

Testicular Effect of Electromagnetic Radiation on the Function of White Mice

Q. KH. AL-dulamey[1], A. H. Ismail[2] and Yasir, A. Al-Jawwady[3]

[1] Biophysics Department, College of Science, [2] Biology Department, College of Education,
[3]Physics Department, College of Science, Mosul University, Iraq.

E-mail: akussai@yahoo.com

Summary

The study designed to show the biophysical effect of electromagnetic radiation on mice male reproductive system and relationship with changing of power density by micro watt per square centimeters units ($\mu W/cm^2$). The results of present study revealed obtained a reeducation in number of Epididymal sperms and increasing in the percentage of dead and abnormal sperms at waves 100, 150 and 200 $\mu W/cm^2$ during exposure for 30 days at period 6 hour/day for 5GHz frequency of microwave radiation to three groups of mice in the same time. Any group contain 5 mice and obtained compared with control group. All natural boundary condition during experimental job were became unity.

Keywords: Electromagnetic radiation, Mice male reproductive system, White Mice.