

## الموت الخلوي المحدث نتيجة التعرض للهاتف الخليوي

ترجمة د. نزار ميرعلي

تعدُّ الآثار البيولوجية للحقول الكهرومغناطيسية المصنوعة من الإنسان وخاصة في المناطق التي تقع في مجال الترددية - الراديوية RF والترددية المتناهية الصغر ELF، موضوعاً ذا أهمية للمجتمع العلمي وللعمامة خلال العقود الماضية.

إن الهوائيات الأكثر قوة من RF في البيئة القريبة اليومية للإنسان المعاصر هي الأجهزة اليدوية والهوائيات ذوات القاعدة للهواتف النقالة الخليوية.

يوجد في أوربا نظاماً هاتف جوال رقمية وهما النظام العالمي للاتصالات الجوال GSM (ذو ترددية قرابة 900 MHz) والنظام الخليوي الرقمي DCS الذي يشار إليه أيضاً بـ GSM 1800 (ذو ترددية قرابة 1800 MHz) والخصائص نفسها الـ GSM. يستخدم كلا النظامين تكرارية ترددية نبضية تقدر بـ 217 Hz، ومن ثم فإن إشارات كلا النظامين تجمع كلاً من تكراريات RF و ELF.

أظهرت العديد من الدراسات بالزجاج *In vitro* أن الحقول الكهرومغناطيسية لكل من RF و ELF تحدث الموت الخلوي. فضلاً عن أن العديد من الدراسات على الجسم الحي *In vivo* (غالباً على الفئران والجرذان) أظهرت تخريباً للدنا DNA أو إحداثاً للموت الخلوي المبرمج apoptosis عند تعرضها لحقول مغناطيسية من نوعي ELF و RF. في الوقت ذاته فإن العديد من الدراسات الأخرى لم تجد أية رابطة بين التعرض للحقول الكهرومغناطيسية وتخریب الدنا أو الموت الخلوي المبرمج. لذا فإن النتائج التي تم التوصل إليها متناقضة ولم تجرَ حتى الآن دراسات على الموت الخلوي المحدث بالحقول الكهرومغناطيسية في النظم البيولوجية النموذجية كنشوء بويضة ذبابة الخل oogenesis.

كان الهدف من الدراسة الحالية هو البحث: هل أشعة GSM و DCS قادرة على إحداث موت للخلايا خلال مراحل مبكرة ومتوسطة من نشوء بويضة ذبابة الخل، حيث لا يحدث موت خلوي مبرمج من الناحية الفيزيولوجية؟.

استخدمت مقايسة التعلیم الطرفية المسماة TUNEL لكشف موت الخلية (تشديف الدنا) في النموذج البيولوجي المتمثل في بداية مراحل نشوء بويضة حشرة ذبابة الخل ومنتصفها. جرى تعريض الذبابات بالحي لأشعة GSM 900 MHz أو DCS 1800

MHz من جهاز نقال رقمي عادي لبضع دقائق باليوم خلال الأيام الستة الأولى من حياتها البالغة. كانت ظروف التعريض مشابهة لتلك التي يتعرض لها مستخدم جهاز الخليوي.

أظهرت نتائج التجارب والتحليل الإحصائية أن أشعة أجهزة الخليوي تحدث تشديفاً للدنا الجينومي لخلايا حافظات البويضات، وأن كلاً من نمطي الأشعة GSM 900 MHz و DCS 1800 MHz أحدث موتاً خلوياً في عدد كبير (وصل إلى 55% نسبة إلى الشاهد) من حافظات البويضات في الحشرات المعرضة مدة ستة دقائق باليوم، ومدة محدودة عبارة عن ستة أيام.

يحدث تشديف الدنا في كل الحالات بشكل أساسي في المرحلتين التطوريتين من نشوء البويضة والمسميتين البدء (germarum) والمنتصف (الطور 7-8). ومعروف أن هاتين المرحلتين من أكثر المراحل حساسية في الاستجابة إلى الإجهاد الكهرومغناطيسي.

أظهرت التجارب أنه في حالات الإجهاد الكهرومغناطيسي المحدث بحقول GSM و DCS فإن مرحلة البدء تبدو كأنها أكثر حساسية من مرحلة منتصف نشوء البويضة. ومن ثم فإن هاتين المرحلتين لا تستجيبان بالدرجة نفسها إلى أنماط معينة من الإجهاد ويمكن أن تستجيبا بشكل مختلف إلى أنماط أخرى محفزة للإجهاد.

أحد التفسيرات الممكنة للحساسية الأعلى لمرحلة البدء هو أنها قد تكون أكثر كفاءة بالمفهوم التطوري للحيوان لوقف تطور أي بويضة في مرحلة البداية منها في المراحل التالية وذلك لمنع خسارة المغذيات الثمينة.

بالختام أمكن الكشف عن الموت الخلوي خلال كل المراحل التطورية من بداية نشوء بويضة ذبابة الخل ومنتصفها، وفي كل أنماط خلايا حافظات البيوض. وجد أن مرحلة البدء والمرحلة المتوسطة هي الأكثر حساسية بالاستجابة للإجهاد الكهرومغناطيسي، ولكن كانت الأولى أكثر حساسية حتى من الثانية بالاستجابة لهذا الإجهاد بالذات.

من المهم التأكيد أن الأثر المسجل في البويضة التي تمر بمرحلة الانقسام المنتصف خلال المراحل الأخيرة من نشوء البويضة يمكن أن ينجم عنها طفرات قد تورث، وذلك عقب إحداث ضرر الدنا وإصلاحه إذا لم ينجم عنها موت الخلية.

المصدر: Mutation Research vol 626 Jan.2007