

Seguridad del ultrasonido obstétrico para la salud de la embarazada y el feto

Safety of obstetric ultrasonography for maternal and fetal health

Isbel Rodríguez Musibay,^I Rubén Ángel Valle Riaño^{II}

I Hospital General Docente "Iván Portuondo" San Antonio de los Baños, Artemisa. Cuba.

II Facultad de Ciencias Médicas de Artemisa. Artemisa. Cuba.

RESUMEN

El ultrasonido diagnóstico ha creado polémicas desde sus inicios y el ultrasonido obstétrico no ha estado fuera de la discusión. Existe una variada opinión que va desde una total inocuidad del método, pasando por los que tienen una opinión reservada sobre el tema y los que refieren que es perjudicial para el feto. Conociendo que los tejidos absorben las ondas sonoras y estos a su vez se convierten en energía térmica, mientras más alta sea esta, más riesgos tiene el feto de que se le cause bioefectos. El riesgo aumenta cuando la gestante presenta fiebre. Por otro lado, el personal que realiza el examen tiene escaso conocimiento a nivel mundial respecto a la salida acústica de los equipos que usan, los bioefectos y la seguridad del ultrasonido en general. Debemos tener presente el principio que consiste en usar densidades de energía tan bajas como razonablemente sea posible, para alcanzar datos e imágenes útiles para llegar al diagnóstico. Los profesionales de la salud deben seguir las guías sobre el uso del ultrasonido obstétrico, para prevenir una exposición indiscriminada de ondas sonoras sobre la madre o el feto.

Palabras clave: ultrasonido; feto; embarazo; bioefectos.

ABSTRACT

Diagnostic ultrasonography has always been a controversial topic, and obstetric ultrasound has not been outside the debate. Many different criteria have been held about the subject: some state that the method is totally safe, while others have a reserved opinion, and still others refer to negative effects on the fetus. Because tissues absorb sound waves, turning them into thermal energy, the higher the energy the more risks there will be of bioeffects on the fetus. The risk increases when pregnant women have a fever. On the other hand, the personnel performing the test have scarce knowledge about the acoustic output of the equipment they use, as well as the bioeffects and the safety of ultrasound in general. This is a worldwide fact. We should be aware of the need to use the lowest energy density reasonably required to obtain data and images useful for diagnosis. Health professionals should comply with the guidelines on the use of obstetric ultrasound to prevent unnecessary exposure to sound waves by mothers and fetuses.

Key words: ultrasound; fetus; pregnancy; bioeffects.

INTRODUCCIÓN

En 1880, los hermanos Paul-Jacques y Pierre Curie descubrieron el efecto piezoeléctrico que revolucionó la producción y recepción de sonidos de alta frecuencia. En 1917, Paul Langevin desarrolló un equipo que aunque fue utilizado para la marina, presentaba aplicaciones para el campo de la biología. Se observó que los peces que se expusieron a la acción del haz de ultrasonido dentro de un estanque, murieron inmediatamente y al colocar la mano en dicha región provocaba una sensación de dolor.^{1,2}

Desde que Ian Donald, J. MacVicar y Tom Brown publicaron en 1958 sus resultados con la utilización de ondas de ultrasonido para la detección de tumores abdominales,³ comenzaron las polémicas sobre este proceder. La máquina diseñada para captar las imágenes fue llamada dianosonógrafo, y por ser de gran tamaño (8 pies de altura) muchas personas, sobre todo en Norteamérica la apodaron despectivamente Dinosaurógrafo.⁴ Con el desarrollo de este medio diagnóstico se demostró que era útil para estudiar muchos problemas de salud y era muy eficaz para conocer la evolución del embarazo.

El ultrasonido es el procedimiento diagnóstico más usado en la obstetricia. Es fácil de hacer, indoloro, sus resultados son inmediatos, y muchos lo consideran como seguro. Otros consideran que similar a lo que ocurre con otros procedimientos médicos, su aplicación conlleva algunos riesgos: por una parte los errores diagnósticos y por la otra los posibles efectos indeseados.

Aunque existe la creencia general que el ultrasonido diagnóstico no tiene riesgos para la madre ni para su feto, el ultrasonido es una forma de energía y como tal, ejerce efectos sobre los tejidos biológicos que atraviesa (bioefectos). Los mecanismos físicos responsables de estos efectos pueden ser térmicos o mecánicos. Es el papel de la ciencia determinar y mostrar si algunos de estos bioefectos causan daño.⁵

Este estudio se emplea para evaluar el embarazo desde la 4ta o 5ta semana de la gestación hasta el final del mismo. En Cuba se le indica ultrasonido a las gestantes en el primer y segundo trimestre del embarazo.⁶⁻⁸

En la actualidad, el uso del ultrasonido diagnóstico continúa en expansión, pues muchos lo consideran de naturaleza segura, es muy económico y puede hacerse de manera portátil. La capacidad de obtener imágenes en tiempo real es una de las ventajas más grande de la modalidad y la hace una alternativa en la obtención de imágenes, ideal para muchas aplicaciones clínicas.⁹

Recientemente, la revista *Ultrasound in Medicine and Biology* publicó un artículo titulado "Prenatal exposure to ultrasound affects learning and memory in young rats." (La exposición prenatal al ultrasonido afecta el proceso de memoria y aprendizaje en ratas jóvenes) sobre los efectos negativos que se producen en el cerebro de ratas con el uso del ultrasonido durante la vida fetal. Esta práctica provocó lesiones en el hipocampo, con lo cual se producen trastornos en el aprendizaje y la memoria en su vida postnatal.¹⁰

El objetivo de esta revisión es actualizar los conocimientos sobre los efectos del ultrasonido sobre la salud de la madre y el feto.

MÉTODOS

Se realizó una revisión bibliográfica con el objetivo de actualizar los conocimientos sobre los posibles efectos dañinos del ultrasonido para la madre y el feto. Se utilizaron como palabras clave: ultrasonido, feto, embarazo, bioefectos. Iniciamos la búsqueda en libros de autores cubanos publicados digitalmente en la Biblioteca Virtual de Salud. Posteriormente, la búsqueda se efectuó de manera digital en los sitios de Scielo Cuba y Scielo Regional, Pubmed Central, Ebsco, ClinicalKey, así como a través de Google Académico donde se visitó sitios web referentes al tema. La búsqueda se efectuó tanto para artículos en idioma español como en inglés. Excluimos de nuestro estudio investigaciones que abordaban otras temáticas sobre el ultrasonido durante la gestación. La traducción fue realizada por los autores. No hubo distinción en cuanto a la fecha de publicación de los artículos. La búsqueda de la información comenzó el lunes 2 de marzo del 2015 hasta el jueves 21 de mayo del mismo año. No se reportan conflictos de intereses.

ASPECTOS GENERALES SOBRE EL ULTRASONIDO OBSTÉTRICO

El ultrasonido obstétrico se ha convertido en una herramienta esencial en el seguimiento del embarazo, permite una evaluación instantánea del estado de bienestar en que se encuentra el feto. Pero aunque no emite radiaciones, sobre el embrión o el feto incide una forma de energía acústica. Teniendo en cuenta que el ultrasonido obstétrico se realiza con mayor frecuencia con el paso de los años, debido a la idea cada vez más arraigada de su total inocuidad tanto por el personal médico como por las propias gestantes, debemos saber que el ultrasonido tiene efectos sobre la gestante y el feto.

En varios de los libros de autores cubanos revisados^{11,12} no se mencionan contraindicaciones o efectos adversos del ultrasonido sobre los tejidos. Aunque *Oliva Rodríguez* plantea que "como principio general, el examen ultrasonográfico del feto solo se debe realizar cuando exista una razón médica válida, para lo cual están bien descritas las condiciones que lo motivan";¹³ *Capote Cabrera*² refiere que la energía acústica se transforma en calor en dependencia del índice de absorción del medio y que los diferentes tejidos corporales poseen determinada impedancia acústica modificando así las propiedades de penetración. También plantea que al aplicar el haz de ultrasonido se producen fenómenos de cavitación al ser aplicados en espacios mínimos (efecto mecánico). El efecto térmico se produce debido a la fricción y estará condicionado por el tiempo de exposición, la intensidad del haz ultrasónico y el tipo de emisión, que este último puede ser continuo o pulsátil.

El gobierno de los Estados Unidos de América (EUA) por decreto, debido a los posibles riesgos del uso del ultrasonido, reguló la exposición a los pacientes durante su ejecución. Es por ello que la *Food and Drug Administration (FDA)* de EUA en 1976 implementó a través de La Guía para Medir y Reportar la Salida Acústica de los Equipos Médicos de Ultrasonido Diagnóstico 510(k), los procesos de notificación pre mercadotecnia para la construcción de dichos equipos. EL *American Institute of Ultrasound in Medicine (AIUM)* y la *National Equipment Manufacturers Association (NEMA)* fueron decisivos en desarrollar el patrón para las mediciones en el campo del ultrasonido. Se han realizado muchos estudios científicos relacionados con los efectos del ultrasonido durante la gestación y llegaron a conclusiones variadas.¹⁴

Ijaiya considera que el ultrasonido es un proceder seguro y no tiene efectos adversos conocidos hasta el momento, para la madre, el feto, ni para el operador del equipo, de acuerdo a la intensidad destinada para los exámenes obstétricos actuales. No obstante, también recomienda que el abuso de la utilización de este medio, ya que es un estudio no invasivo, sencillo, dinámico y reproducible, constituye un problema y que debe enfatizarse en que el ultrasonido es un medio diagnóstico y no un sustituto del juicio clínico.¹⁵

Brown asegura la inocuidad de las ondas de ultrasonido para los fetos durante su período prenatal.¹⁶ Como otro dato que habla de la inocuidad en el Sistema Nervioso Central (SNC), se debe señalar que desde hace algún tiempo, el ultrasonido se está usando para demostrar el aprendizaje del feto en su etapa prenatal.^{17,18}

Evans y otros realizaron un estudio biométrico en dos grupos de gestantes. Al grupo control se le efectuaron ultrasonidos y estudios Doppler durante las semanas 18, 24, 28, 34 y 38 (grupo intensivo). Al otro grupo le realizaron ultrasonido a las 18 semanas de gestación y algún otro ultrasonido realizado mediante indicación clínica (grupo regular). Al estudiar los recién nacidos, la diferencia de la biometría neonatal no fue concluyente pero los efectos diferenciales en los diversos parámetros de crecimiento sugieren que si los ultrasonidos múltiples pueden restringir el crecimiento fetal, lo producen a punto de partida del efecto sobre el crecimiento óseo y no por reducción del suministro de nutrientes de la placenta.¹⁹ *Bricker* reporta que en ocho estudios realizados que incluyó un total de 27024 embarazadas, a quienes se les realizó ultrasonidos a partir de las 24 semanas, no se encontraron diferencias en cuanto a la morbilidad prenatal, obstétrica y neonatal entre los grupos controlados.²⁰

Una temprana e importante valoración de los posibles riesgos del ultrasonido diagnóstico durante la gestación fue realizada por el *National Institutes of Health Consensus Development Conference (NIHCDC)*.¹⁴ Sugirieron que aunque el ultrasonido diagnóstico pudiera ser asociado con cualquier peligro sabido, los investigadores deberían continuar con la evaluación de los riesgos.

*O'Brien*²¹ hace referencia a lo poco probable de que el ultrasonido provoque daños, pero también al principio llamado en el mundo anglosajón como *ALARA (as low as reasonably achievable)* por sus siglas en Inglés y que se entiende cómo usar densidades de energía tan bajas como razonablemente sea posible, para alcanzar datos e imágenes útiles para llegar al diagnóstico.

Actualmente, los equipos de ultrasonido se fabrican con un incremento de la potencia acústica de salida y se requiere que los fabricantes especifiquen los niveles de salida de sus equipos. Estos están sujetos a los valores de índice de seguridad tanto mecánicos (IM) como térmicos (IT) y son controlados por la FDA.^{22,23}

*Abramowicz*²⁴ hace referencia al incremento de la intensidad del promedio temporal del pico espacial de 94 mW/cm² utilizados hasta 1992; mientras que en la actualidad llega hasta 720 mW/cm² para los estudios en fetos, incrementándose hasta 8 veces en casi todas las variables. Los estudios que se realizaron sobre los daños del ultrasonido sobre el feto se realizaron antes de 1992 y a pesar de estos incrementos actuales, no se han vuelto a valorar sus efectos y no existen estudios relacionados con la exploración transvaginal. Nos dice además que los huesos del cráneo tienen un alto coeficiente de absorción, por lo que atenúa la cantidad de energía que llega al tejido cerebral. Por otro lado, la energía que absorbe los huesos del cráneo es rápidamente transformada en calor en el hueso; el cual, por contigüidad, llega a los tejidos blandos adyacentes de la corteza cerebral. A medida que el hueso se osifica este efecto se incrementa progresivamente. Según *Ter Haar*,²³ los bioefectos térmicos se incrementan con una mayor exposición durante el examen. Refiere que cuando se analiza el tema, se sobrevaloran los efectos térmicos del ultrasonido sin tener en cuenta los efectos de enfriamiento que se producen a través del flujo sanguíneo, ni que el transductor está en constante movimiento durante su realización, así como que el coeficiente de absorción del hueso es mucho mayor que el del tejido blando y nos habla de que el valor promedio de un ultrasonido a nivel cerebral es de 0,6 dB cm 21 MHz²¹; mientras que el del hueso es de 20 dB cm 21 MHz²¹ y el rango de depósito de calor en la superficie ósea es más cuantiosa. Afirma que el tejido con mayor riesgo a la exposición al ultrasonido es el hueso y el tejido blando adyacente, especialmente el hueso en desarrollo. Por lo tanto, no debe abusarse del ultrasonido obstétrico; pues el cerebro se sitúa dentro del cráneo y está compuesto por huesos que se encuentran en desarrollo, al igual que la médula espinal. Esto puede provocar un aumento de temperatura, aun cuando el cerebro presente una buena vascularización y podría inducir lesiones por el uso excesivo.²⁵

*Torloni y otros*²⁶ realizaron un estudio para la Organización Mundial de la Salud (OMS). Ellos crearon un grupo que completó una revisión sistemática de 61 publicaciones donde analizaron: resultados perinatales, crecimiento durante la infancia, desarrollo neurológico, desempeño escolar, la dominancia de la mano no diestra (es decir que existe una relación directa entre el ultrasonido y el uso de la izquierda como la mano que predomina), tumores malignos durante la infancia, rendimiento intelectual y enfermedades mentales para determinar su relación con el ultrasonido durante el embarazo, estos parámetros se analizaron en la adolescencia de los estudiados.

Reportaron que el ultrasonido durante el embarazo no fue asociado con resultados adversos maternos o perinatales, ni problemas en el desarrollo físico o neurológico, rendimiento intelectual inferior o enfermedad mental. Concluyeron que el ultrasonido diagnóstico realizado durante la gestación parecía ser seguro, aunque aclararon que sus estudios estuvieron basados en artículos publicados entre 1950 y 2007 los que incluyen equipos de ultrasonido antes y después de 1992. Sobre la base de las pruebas actuales disponibles, es prudente exponer a los pacientes a la más mínima cantidad de energía de ultrasonido necesaria para obtener la información sobre el diagnóstico. En otros dos metaanálisis, hacen referencia a que no existió un incremento significativo de lesiones en los niños a los cuales se les realizó ultrasonido durante su vida fetal.^{27,28}

Duck hace énfasis en que aunque los riesgos relacionados con el ultrasonido obstétrico son bajos siempre están presentes.²⁹

Maeda hace referencia de la seguridad de los equipos en modo B, así como en los estudios 3D y 4D, aunque sobre este último no se debe realizar por un tiempo mayor a 30 minutos. Habla sobre el IT durante el ultrasonido obstétrico y refiere que el aumento de temperatura por encima de 37°C, de 1°C o menos, no produce anomalía fetal en una exposición prolongada de ultrasonido. Refiere que cuando existe un aumento de la temperatura en la embarazada (fiebre u otra causa) es recomendable realizar el estudio ultrasonográfico en el menor tiempo posible.³⁰

Salvesen y otros refieren en un estudio sobre el uso del Doppler en los vasos del feto, que en dependencia de la modalidad del ultrasonido utilizada, así serán los riesgos a los que someteremos al feto. El Doppler pulsado es el de mayor energía acústica, el de mayor grado de absorción por parte del hueso y como consecuencia, producirá más energía térmica y por tanto, generará un mayor riesgo. Expresan en su artículo una frase que para los autores de esta revisión es de vital importancia y concuerdan totalmente con este criterio: "La ausencia de evidencias de daño no es igual a la evidencia de ausencias de daño". Por lo tanto solo debe ser usado en indicaciones clínicas muy justificadas. Como profesionales involucrados con el ultrasonido, debemos regularnos de forma sensata, de no ser así, nuestros discípulos tampoco lo harán.³¹ *Abramowicz* considera que la evidencia epidemiológica no es suficiente para establecer una relación causal entre el ultrasonido y los efectos adversos. Los bioefectos han sido demostrados usando algunas formas de ultrasonido en animales y en los modelos in vitro. Los efectos sutiles o transitorios en humanos son posibles, pero ninguno ha sido consistentemente demostrado; por consiguiente, el ultrasonido diagnóstico queda por ahora sin riesgo conocido. Debido a que la aparición de los riesgos de los efectos adversos son tan bajos y los beneficios clínicos tan grandes, no hay justificación para contener el uso prudente del ultrasonido diagnóstico por indicación médica justificada.³²

El uso del ultrasonido durante la vida fetal se debe realizar por indicación clínica y solamente cuando sea necesario, para conocer la evolución del feto durante su vida intrauterina. Mientras tanto, los profesionales de la salud deben seguir las guías sobre el uso del ultrasonido obstétrico para prevenir una exposición indiscriminada sobre la madre o el feto.³³ Debe llevarse a cabo por un personal capacitado y entrenado y que conozca las diferentes modalidades y su uso seguro. Esto es esencialmente vital para el estudio en embarazadas y a pesar de que existen estudios sobre los posibles daños del ultrasonido sobre los fetos; no existe evidencia de que esto sea así.²⁵

Entre los estudios que han sido consistentes con los daños en niños expuestos a ultrasonido durante su vida fetal, están los realizados por *Salvesen* y *otros*, en niños entre 8 y 9 años de edad a los cuales se les había realizado ultrasonidos durante su vida fetal.^{34,35}

En el estudio realizado por la OMS, solo se encontró asociación entre el uso del ultrasonido durante la vida fetal y la dominancia de la mano no diestra, donde encontraron un incremento de los niños del sexo masculino que usan la mano izquierda.¹⁶ Resultado similar encontramos en el estudio de *Kieler*,³⁶ y en otro estudio del mismo autor, habla sobre la asociación del ultrasonido durante la gestación con alteraciones del crecimiento, de la audición y la visión.³⁷

Sobre el aumento de la temperatura durante la gestación, *Edwards*³⁸ hace referencia a los efectos teratógenos de la fiebre durante el embarazo y que puede causar malformaciones congénitas, por tanto no se debe realizar un ultrasonido obstétrico durante un cuadro febril. Por su parte, *Abramowicz*²⁴ concluye que los equipos de ultrasonido son suficientes para causar un aumento de la temperatura en el tejido fetal. Afirma además, que las exposiciones al ultrasonido que eleven la temperatura por encima de 4°C durante 5 minutos o más tiene el potencial de producir graves defectos del desarrollo. Mientras, *Maeda* explica como aumenta el IT de una embarazada cuando presenta fiebre, el cual se comporta de la siguiente forma: cuando la temperatura es de 38°C, el IT es de 1, a los 39°C es de 2 y a los 43°C el IT es de 6. Por lo que se debe tener en cuenta cuando se indica el ultrasonido obstétrico y reflejarlo en la orden para que el ultrasonografista lo realice en el menor tiempo posible. Se debe tener precaución cuando la temperatura está por encima de los 37°C, en el cual el IT es mayor que la temperatura basal y donde el tiempo de exposición debe acortarse por esa condición o no realizarse. En cuanto al transductor transvaginal refiere que no se debe usar si la paciente presenta una temperatura igual o superior a 41°C por los efectos peligrosos sobre la mucosa vaginal y los órganos pélvicos.³⁰

En cuanto a las indicaciones del ultrasonido obstétrico, no siempre se justifica su indicación como en los casos en que se indica para conocer el sexo como expresa *Obando Madrigal*³⁹ o con el propósito de un recuerdo fotográfico o repetir estudios para conseguir una buena fotografía para el álbum de recuerdo, lo cual es cuestionable.^{14,30} En dichos casos, no se valoran los riesgos a los cuales se está sometiendo al embrión o al feto, sin tener en cuenta los efectos térmicos o mecánicos y sus posibles daños. Pensamos que las causas pudieran estar dadas porque estos no se consideran a la hora de realizar el examen o por el desconocimiento acerca de los efectos adversos del ultrasonido. Por lo que una mejor divulgación sobre los riesgos entre el personal médico y las gestantes permitiría asumir los efectos de una forma consiente.

En el artículo de *Sheiner* refiere que el personal que realiza el ultrasonido tiene escaso conocimiento a nivel mundial respecto a la salida acústica de los equipos de ultrasonido que usan, los bioefectos y la seguridad del ultrasonido en general. Los datos respecto a estos deben ser una parte esencial del entrenamiento profesional de médicos, ultrasonografistas, y otras personas que realizan el ultrasonido.⁴⁰

Aunque hayan pasado 57 años del primer artículo sobre un equipo de ultrasonido diagnóstico en una revista científica, el vertiginoso desarrollo alcanzado en la esfera de la computación continúa la controversia sobre la inocuidad y los efectos adversos del ultrasonido sobre los tejidos fetales. A pesar de ello, se ha logrado diseñar equipos de ultrasonido con grandes prestaciones y con las disposiciones sobre la producción de estos. Consideramos que se debe continuar con las investigaciones sobre el tema y preparar adecuadamente a los ultrasonografistas

sobre los riesgos, teniendo similar punto de vista que otro estudio realizado.⁴¹ A pesar de que no podemos hablar de evidencia de daño debido a su uso, tampoco podemos hablar de ausencia de daños provocados por este; por lo tanto, se debe realizar el ultrasonido con cautela teniendo siempre presente el principio *ALARA* para usar la menor energía posible para alcanzar el diagnóstico. Los autores coincidimos con el criterio de que es necesario preparar a las personas que van a realizar los estudios de ultrasonido acerca de sus riesgos. Ellos deben estar preparados para asumirlos y tener una conducta coherente a la hora de ejecutarlo para de esta forma realizarlo en el menor tiempo posible; así se pueden evitar los posibles efectos secundarios por su uso.

Mientras más sepamos acerca del tema, mejor preparados estaremos para orientar a la embarazada sobre los riesgos y posibles daños a los que puede someter al feto. Con lo que le estaremos evitando a las futuras generaciones problemas de salud causados por nuestro desconocimiento y por abusar del ultrasonido durante la gestación. Consideramos que no se debe limitar su uso, siempre y cuando sea necesario para garantizar el bienestar fetal.

Cuando valoramos todo lo antes expuesto, podemos decir que la mejor herramienta que poseemos para evitar producirle efectos adversos a la madre y al feto es el conocimiento sobre los riesgos y los potenciales peligros que el uso del ultrasonido tiene sobre ellos.

CONCLUSIÓN

El ultrasonido obstétrico es bastante seguro para la madre y el feto, pero siempre evitando una exposición indiscriminada por parte del personal que lo realiza, realizando estudios innecesarios o prolongados sin justificación. Por lo que se puede decir que el ultrasonido obstétrico es bastante seguro para la madre y el feto, pero siempre evitando una exposición indiscriminada por parte del personal que lo realiza, realizando estudios innecesarios o prolongados sin justificación.

RECOMENDACIÓN

Los autores de este artículo consideramos que no existe una evidencia absoluta sobre la ausencia de daños, por lo que sería recomendable realizar estudios en Cuba sobre los efectos del ultrasonido sobre la madre y el feto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. O'Brien WD. Ultrasound- biophysics mechanisms. PBMB. 2007 [citado 2 de marzo de 2015]; 3(1-3): 212-55. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1995002>
2. Capote Cabrera A, López Pérez YM, Bravo Acosta T. Terapia Ultrasónica. En: Capote Cabrera A. Agentes Físicos. La Habana: ECIMED; 2009. p. 293-307.

3. Donald I, Macvicar J, Brown TG. Investigation of abdominal masses by pulsed ultrasound. TL [Internet] 7 June 1958 [citado 30 de abril de 2015];271(7032): 1188-95. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140673658919056/>
4. Campbell S. A Short History of Sonography in Obstetrics and Gynaecology. FVVO [Internet] 2013[citado 2 de marzo de 2015];5(3): 213-29. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3987368/>
5. Abramowicz JS. Benefits and risks of ultrasound in pregnancy. SP [Internet] marzo 2015 [citado 1 de mayo de 2015];39(2): 71-168. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0146000513000694>
6. Sierra Pérez D, Muñiz Roque AM, Gandul Salabarría L, Pérez Charbonier C, Barceló Montiel Z, Fernández Corona BG, et al. Programa del médico y la enfermera de la familia. La Habana: ECIMED; 2011.
7. Herrera Alcázar V. Atención prenatal. En: Alvarez Sintes. Medicina General Integral. Vol II, 3ra Ed. La Habana: ECIMED; 2014. p. 439-46.
8. Centro Nacional de Genética Médica de Cuba. Programa nacional de diagnóstico, manejo y prevención de enfermedades genéticas y defectos congénitos. Sub-programa de detección prenatal de defectos congénitos por ultrasonido. Manual de normas y procedimientos. La Habana, Cuba. 2005
9. Lewin PA. Quo vadis medical ultrasound? Ultrasonics [Internet] abril de 2004 [citado 3 de abril de 2015];42(1-9): 1-7. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0041624X04000861?np=y>
10. Li P, Wang P, Zhang W. Prenatal Exposure to Ultrasound Affects Learning and Memory in Young Rats. Ultrasound in Medicine & Biology [en línea]. 2015 [citado 3 de abril de 2015];41(3):644-53. Disponible en: <https://www.clinicalkey.es/#!/content/journal/1-s2.0-S0301562914006127>
11. Pedroso Mendoza LE, Vázquez Ríos BS. Imagenología. La Habana: ECIMED, 2005. Pág 155. Disponible en: http://www.bvs.sld.cu/libros/texto/imageonologia_nuevo/completo.pdf
12. Oliva Rodríguez JA. Ultrasonografía diagnóstica fetal, obstétrica y ginecológica. La Habana: ECIMED, 2009. Disponible en: http://www.bvs.sld.cu/libros/ultrasonografia_diagnostica_fetal/ultrasonografia_completo.pdf
13. Oliva Rodríguez JA. Diagnóstico ultrasonográfico de malformaciones fetales. En: Ultrasonografía diagnóstica fetal, obstétrica y ginecológica. Parte I. La Habana: ECIMED; 2009. Disponible en: http://www.bvs.sld.cu/libros/ultrasonografia_diagnostica_fetal/ultrasonografia_completo.pdf
14. Miller DL. Safety Assurance in Obstetrical Ultrasound. SUCTMR. [Internet] abril de 2008 [citado 2 de marzo de 2015];29(2): 156-64. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2390856/>
15. Ijaiya MA, Aboyeji AP, Braimoh KT, Abubakar D. The role of ultrasound in obstetrics. NJM [Internet] 2002 [citado 28 de abril de 2015];11:50-5. Disponible en: <http://europepmc.org/abstract/med/12221958>

16. Brown BS. How safe is diagnostic ultrasonography? CMAJ. [Internet] Agosto 15, 1984 [citado 2 de marzo de 2015]; 131(4): 307-11. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1483425/>
17. Fukushima K, Morokuma S, Nakano H. Behavioral parameters assessing human fetal development. UROG [Internet] March 2004 [citado 4 de mayo de 2015]; 4(1): 26-36. Disponible en: <http://informahealthcare.com/doi/abs/10.3109/14722240410001714802>
18. James DK, Spencer CJ, Stepsis BW. Fetal learning: a prospective randomized controlled study. UOG [Internet] 17 DEC 2002 [citado 4 de mayo de 2015]; 20(5): 431-8. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1046/j.1469-0705.2002.00845.x/pdf>
19. Evans S, Newnham J, MacDonald W, Hall C. Characterisation of the possible effect on birthweight following frequent prenatal ultrasound examinations. Early Human Development. 1996; 45(3): 203-14.
20. Bricker L, Neilson JP, Dowswell T. Routine ultrasound in late pregnancy (after 24 weeks' gestation). CDR [Internet] September 11, 2014 [citado 2 de marzo de 2015]; (4). Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4160656/>
21. O'Brien WD, Deng CX, Harris GR, Herman BA, Merritt CR, Sanghvi N, et al. The Risk of Exposure to Diagnostic Ultrasound in Postnatal Subjects [Internet] 2009 Aug 10 [citado 8 de abril de 2015]. Disponible en: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2724319/>
22. Martin K. The acoustic safety of new ultrasound technologies. Ultrasound [Internet] 2010 [fecha de acceso 4 de mayo de 2015]; 18(3): 110-8. Disponible en: <http://ult.sagepub.com/content/18/3/110>
23. Barnett S, Ter Haar G, Ziskin M, Rott HD, Duck F, Maeda K. International recommendations and guidelines for the safe use of diagnostic ultrasound in medicine. UMB [Internet] March 2000 [citado 4 de mayo de 2015]; 26(3): 355-66. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301562900002040>
24. Abramowicz JS, Barnett SB, Duck FA, Edmonds PD, Hynynen KH, Ziskin MC. Fetal Thermal Effects of Diagnostic Ultrasound. JUM. [Internet] 2008 [citado 21 de mayo de 2015]; 27(4): 541-59. Disponible en: <http://www.jultrasoundmed.org/content/27/4/541>
25. Ter Haar G. Ultrasonic imaging: safety considerations. IF. [Internet] 25 May 2011 [citado 4 de mayo de 2015]; 1(4): 686-97. Disponible en: <http://rsfs.royalsocietypublishing.org/content/early/2011/05/23/rsfs.2011.0029.short>
26. Torloni MR, Vedmedovska N, Merialdi M, Betrán AP, Allen T, González R, et al. Safety of ultrasonography in pregnancy: WHO systematic review of the literature and meta-analysis. UOG [Internet] 2009 [citado 4 de mayo de 2015]; 33(5): 599-608. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/uog.6328/full>

27. Heikkilä K, Vuoksimaa E, Oksava K, Saari-Kemppainen A, Iivanainen M, Iivanainen M. Handedness in the Helsinki Ultrasound trial. UOG [Internet] 2011[citado 4 de mayo de 2015]; 37(6): 638-42. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/uog.8962/full>
28. Salvesen KA. Ultrasound in pregnancy and non right-handedness: metaanalysis of randomized trials. UOG [Internet] 2011 [citado 4 de mayo de 2015]; 38(3): 267-71. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/uog.9055/full>
29. Duck F. Hazards, risks and safety of diagnostic ultrasound. MEP [Internet] 2008 [citado 4 de mayo de 2015]; 30(10): 1338-48. Disponible en: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1350453308001045>
30. Maeda K, Kurjak A. The Safe Use of Diagnostic Ultrasound in Obstetrics and Gynecology. DSJUOG [Internet] 2012[citado 4 de mayo de 2015]; 6(3): 313-7. Disponible en: <http://www.jaypeejournals.com/eJournals/ShowText.aspx?ID=3278&Type=FREE&TYP=TOP&IN=~ /eJournals/images/JPLOGO.gif&IID=252&isPDF=YES>
31. Salvesen KA, Lees C, Abramowicz J, Brezinka C, Ter Haar G, Maršál K. Safe use of Doppler ultrasound during the 11 to 13 + 6-week scan: is it possible? UOG [Internet] 2011[citado 4 de mayo de 2015]; 37(6): 625-8. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/uog.9025/full>
32. Abramowicz JS, Fowlkes BJ, Skelly AC, Stratmeyer ME, Ziskin MC. Conclusions Regarding Epidemiology for Obstetric Ultrasound. JUM [Internet] 2008[citado 21 de mayo de 2015]; 27(4): 637-44. Disponible en: http://www.jultrasoundmed.org/content/27/4/637.full?ijkey=488d9250c1a637d9ffa3b3beea85e99cc468372bd&keytype2=tf_ipsecsha
33. Lewis C, Mocarski V. Obstetric Ultrasound: Application in a Clinic Setting. JOGNN 1987; 16(1): 56-60.
34. Salvesen KA, Vatten LJ, Eik-Nes SH, Hugdahl K, Bakketeig LS. Routine ultrasonography in utero and subsequent handedness and neurological development. BMJ [Internet] 1993[citado 4 de mayo de 2015]; 307: 159-64. Disponible en: <http://www.bmj.com/content/307/6897/159.full.pdf+html>
35. Salvesen KA, Eik-Nes SH, Vatten LJ, Hugdahl K, Bakketeig LS. Routine ultrasound scanning in pregnancy-Authors' reply. BMJ. 1993; 307: 1562. (doi: 10.1136/ bmj.307.6918.1562-a.
36. Kieler H, Cnattingius S, Haglund B, Palmgren J, Axelsson O. Sinistrality--a side-effect of prenatal sonography: a comparative study of young men. Epidemiology. 2001; 12 (6): 618-23.
37. Kieler H, Haglund B, Waldenstrom U, Axelsson O. Routine ultrasound screening in pregnancy and the children's subsequent growth, vision and hearing. Br J Obstet Gynaecol. 1997; 104(11): 1267-72.
38. Edwards MJ. Review: Hyperthermia and fever during pregnancy. Birth Defects Research Part A: Clinical and Molecular Teratology, [Internet] 2006[citado 6 de abril de 2015]; 76(7): 507-16. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/bdra.20277/full>

39. Obando Madrigal G, Quesada Retana P, Vargas Marín C, Vargas Lepe K. Percepción del uso del ultrasonido obstétrico: mitos y hechos. MLCR [Internet] 2008 [citado 21 de mayo de 2015]; 25(2). Disponible en: http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-00152008000200008&lang=pt
40. Sheiner E, Abramowicz JS. Clinical End Users Worldwide Show Poor Knowledge Regarding Safety Issues of Ultrasound During Pregnancy. JUM [Internet] April 1, 2008 [citado 3 de abril de 2015]; 27(4): 499-501. Disponible en: <http://www.jultrasoundmed.org/content/27/4/499.full.pdf+html>
41. Abramowicz JS. Ultrasound and Autism: Association, Link, or Coincidence? JUM [Internet] 2012 [citado 3 de abril de 2015]; 31(8): 1261-69. Disponible en: <http://www.jultrasoundmed.org/content/31/8/1261.full.pdf+html>

Recibido: 28 agosto 2015.

Aprobado: 10 mayo 2016.

Isbel Rodríguez Musibay. Hospital General Docente "Iván Portuondo" San Antonio de los Baños, Artemisa. Cuba. Correo electrónico: isbel@infomed.sld.cu