



Obesidad e imagenología. Realidades y retos

Horacio Lozano Zalce*

Resumen

La obesidad y el sobrepeso se han convertido en una terrible pandemia. Resultan de una mezcla multifactorial, en donde hábitos y costumbres, factores ambientales y genéticos, así como algunas patologías intercurrentes, provocan un desequilibrio entre la ingesta de calorías y el gasto energético diario. Norteamérica (especialmente los Estados Unidos y México) tiene la mayor incidencia de pacientes obesos. Ellos no están exentos de padecer las patologías vistas en pacientes no obesos, sino que esta enfermedad genera una morbilidad y mortalidad mayores a la de los no obesos. La imagenología moderna juega un papel central en la atención de estos pacientes, la cual es mucho más compleja que en el sujeto no obeso. Hay dificultades globales que, en los aspectos de la imagenología, van desde la recepción y manejo del paciente hasta los límites de los equipos de alta tecnología. El presente escrito describe la complejidad inherente a la atención del paciente obeso que es atendido de manera rutinaria para la realización de estudios de imagenología.

Palabras clave: Obesidad, imagenología.

Summary

Obesity and overweight are now a terrible pandemic. They are the result of several factors (genetics, social and individual behavior, others diseases, among others), which generates an imbalance between the caloric intake and the caloric spent. In North America (specially in the United States and Mexico) it is really a big public health problem. The obesity is one major factor for the onset of arterial hypertension, diabetes mellitus, dyslipidemias, etc. The modern medical imaging plays an important role in the integral attention to the patients, which is much more complex than in non-obese people. The difficulties are, from the reception of the patient to the physical limits of the tables of the equipment. The aim of this paper is to describe the complexity of the attention of the overweight and obese population when are attended in an Imaging department.

Key words: Obesity, imaging.

La obesidad es un problema muy serio, tanto de índole social como médico. Resulta de una sencilla ecuación: un desequilibrio entre elevada ingesta calórica y bajo gasto energético; sin embargo, el mayor problema es el efecto

deletéreo que tiene sobre la calidad de vida del individuo, así como la amplia gama de padecimientos que aumentan la morbilidad y la mortalidad de estos pacientes.

La obesidad debe ser considerada como una compleja enfermedad, en donde el desequilibrio está también generado por factores genéticos, alteraciones endocrinológicas, así como usos y costumbres y, finalmente, herencia cultural. Junto con el tabaquismo y el excesivo consumo de alcohol figuran como las principales causas de enfermedades crónicas en la actualidad, en donde coexiste un trasfondo franco de comportamiento (individual y colectivo).¹

Una forma popularizada y avalada por la Organización Mundial de la Salud (OMS), por los Centros de Control de Enfermedades (CDC) de Estados Unidos (EU) y por los Institutos Nacionales de Salud de EU, para la medición del grado de obesidad, está basada en el concepto de índice de masa corporal (IMC)(kg/m²), el cual resulta de dividir el peso (en kilos) del individuo entre el cuadrado de la estatura (en

* Jefe del Departamento de Imagenología.

Correspondencia:

Dr. Horacio Lozano Zalce
Hospital Ángeles Lomas
Vialidad de la Barranca s/n. Col. Hacienda de las Palmas.
Huixquilucan, Estado de México.
Correo electrónico: hlozanozalce@gmail.com

Aceptado: 23-01-2013.

Este artículo puede ser consultado en versión completa en <http://www.medigraphic.com/actamedica>

metros). El IMC normal va de 18.5 a 24.9; entre 25 y 29.9 se considera sobrepeso, entre 30 y 39.9 obesidad y mayor de 40 obesidad mórbida. Sin embargo, tiene dos problemas intrínsecos como definición: no diferencia entre grasa y músculo (especialmente relevante en pacientes musculosos que pueden ser considerados como obesos), así como entre la distribución androide (abdominal) de la grasa frente a la ginecoide (caderas y muslos), considerando que la primera está relacionada con dislipidemias, hipertensión arterial e intolerancia a la glucosa. Pese a estas consideraciones, es la herramienta más útil para clasificar a los pacientes.²

Resulta interesante recordar que la percepción de la imagen corporal ha variado de manera radical a lo largo de la historia. En los siglos XVII y XVIII las mujeres obesas eran consideradas como objetos sexuales, en la polinesia antigua la deidad Buda fue representado como un obeso mórbido. Fue hasta con el Papa San Gregorio, alrededor del año 600, que se consideró a la gula como el quinto de los siete pecados capitales. A partir de la década de los 70 la imagen corporal cambió radicalmente, siendo el modelo a seguir una figura delgada.³

La pandemia de obesidad en el mundo, especialmente en EU, se inició a partir de los 80 y otros países también fueron aumentado su incidencia de personas obesas, entre ellos México, Nueva Zelanda, Australia, Canadá y Alemania. Hoy se calcula que en EU el 68% de los adultos tienen sobrepeso, que el 34% de los adultos y el 17% de los niños son obesos. En México se calcula, según cifras del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE) publicados en 2011, que el 29% de los adultos padecen obesidad, el 39% de los adultos tiene sobrepeso y el 26% de los niños entre cinco y 11 años tienen sobrepeso y obesidad.^{4,5}

Entre los factores más señalados, como los responsables directos del problema, se encuentran el sedentarismo (horas televisión/día, videojuegos, empleo de automóviles, menor actividad física) y la aceptación en el mundo occidental de una dieta hipercalórica, alta en grasas, y de bajo costo.^{6,7}

Las consideraciones terapéuticas son ajenas a este escrito; sin embargo, es prudente señalar que el manejo integral debe ser considerado como el de cualquiera enfermedad crónica, ya que los tratamientos transitorios (por ejemplo, una dieta aislada) tienen un alto grado de falla (mayor al 86%).⁸

OBESIDAD EN LA INFANCIA

La obesidad en la infancia se ha convertido en una amenaza en la salud pública. Se calcula que en el mundo la incidencia se ha triplicado en los últimos 25 años.

Algunos estudios han demostrado que el 60% de los lactantes mayores con sobrepeso seguirán siendo obesos a los 12 años. Igualmente, los adolescentes obesos seguirán bajo esta condición cuando sean adultos.⁹⁻¹¹

Igual que en los adultos, coexisten diversas comorbilidades que se enuncian a continuación:

Síndrome metabólico

Definido por la intercurrencia de obesidad, resistencia a la insulina, hipertensión arterial y otras alteraciones metabólicas, incluyendo una mayor incidencia de diabetes mellitus tipo 2.

Cardiopatías

En la medida que el IMC aumenta, la posibilidad de que el paciente será hipertenso aumenta exponencialmente (con un riesgo calculado tres veces mayor). Esta situación podrá generar hipertrofia del ventrículo izquierdo.

Neumopatías crónicas

El síndrome de apnea obstructiva del sueño está íntimamente ligado al sobrepeso. Los niños que lo sufren tendrán un impacto negativo en su crecimiento y desarrollo, así como una incidencia mayor de déficit cognitivo.

Enfermedades gastrointestinales

El hígado graso no relacionado con el alcohol se vincula estrechamente con la obesidad y la resistencia a la insulina. Esta entidad constituye, hoy por hoy, la hepatopatía crónica más frecuente en la infancia. Sólo algunos de estos pacientes desarrollarán fibrosis y eventualmente cirrosis.

También la obesidad se ha relacionado estrechamente con la génesis de litiasis vesicular.

Patología ginecológica

El síndrome de ovarios poliquísticos es una entidad ampliamente vinculada con el sobrepeso y la resistencia a la insulina. Esta situación provoca hiperandrogenismo, traducida como irregularidades menstruales, acné e hirsutismo. También hay reportes de mayor incidencia de adrenarca prematura y de menarca precoz.

Alteraciones musculoesqueléticas

La epifisiolistesis de la cabeza femoral es una enfermedad que se presenta con mayor frecuencia en varones obesos. Otra entidad más vista es la tibia vara de los

adolescentes (enfermedad de Blount), resultado de microfracturas crónicas.

Enfermedades neurológicas

La hipertensión intracranal idiopática (*pseudotumor cerebri*) se presenta con mayor frecuencia en los pacientes obesos, tanto en niños como en adultos. No se sabe la causa.

Alteraciones vasculares

Los fenómenos trombóticos venosos son mucho más comunes en el paciente obeso. Muchos pueden complicarse con tromboembolia pulmonar.

Finalmente, el proceso ateroesclerótico inicial se genera con el engrosamiento de los complejos íntima-media, fenómeno claramente vinculado al sobrepeso y al síndrome metabólico.¹²

OBESIDAD EN LA PACIENTE EMBARAZADA

Datos recientes publicados en EU demuestran que el 40% de las pacientes embarazadas tienen sobrepeso.

Desde hace muchos años se ha generado una recomendación para que una mujer gane durante su embarazo entre 5 y 9 kg, y no entre 11 y 15 kg, situación vista con frecuencia antiguamente. Es necesario reconocer que muchas de estas pacientes ya tienen un sobrepeso considerable antes de embarazarse.¹³

Existen muchas patologías que se observan con la combinación entre embarazo y obesidad: pérdidas fetales de repetición, hipertensión arterial, diabetes, tromboembolismo, padecimientos cardiorrespiratorios y síndrome de apnea del sueño.

Otras condiciones que generan enormes dificultades son lo limitado de los estudios de ultrasonido, así como los problemas intrínsecos de distocias de partes blandas y el exceso de grasa en la pared abdominal. Se calcula que una paciente de 150 kg, puede tener un panículo adiposo que pese cerca de 40 kg, lo que implica que al movilizarlo para una cesárea, se pueda comprometer la ventilación.¹⁴

Finalmente, en el puerperio existe mayor riesgo de trombosis venosa y de tromboembolismo en la paciente obesa.¹⁵

OBESIDAD E IMAGENOLOGÍA

Dentro de la enorme complejidad para el manejo individual, familiar y social del paciente obeso, la imagenología no se escapa de las dificultades inherentes que conllevan la atención de este tipo de población.

Las modalidades de la imagenología médica contemporánea incluyen a la radiología general y fluoroscopia, a la mamografía, al ultrasonido, a la tomografía computada, a la medicina nuclear, a la resonancia magnética y a la tomografía con emisión de positrones (PET por sus siglas en inglés). Cada una de ellas lleva implícitos principios físicos y técnicos, que son los responsables de la generación de las imágenes en cuestión.

Antes de atender y recibir en los Departamentos de Imagen a estos pacientes, hay una serie de preguntas que hay que tratar de contestar:

¿Cuál es la mejor opción de imagen para una condición clínica concreta?

¿Cuándo y cómo debe ser transportado un paciente al equipo requerido?

¿El equipo puede recibir a un paciente con ese tamaño y peso?

¿Hay aspectos técnicos de los equipos que puedan ser modificados antes de atender al paciente?

Una vez reflexionado y consensuado con el grupo médico y con el paciente y su familia se deberá tomar la mejor alternativa diagnóstica viable, con las condiciones individualizadas.

Otro aspecto muy relevante es el análisis de la capacidad inherente a cada modalidad de imagen. Revisaré cada una de ellas, enfatizando la problemática particular de sus posibilidades y alcances para la atención de estos pacientes.

Inicialmente me centraré en las características físicas de los equipos (tamaño y resistencia al peso).

El cuadro I resume los estándares convencionales de los equipos de la imagenología moderna.¹⁶

RADIOLOGÍA GENERAL

Las placas radiográficas convencionales así como la fluoroscopia siguen siendo la modalidad de imagen más empleada de todas las existentes. En mi experiencia en un Centro de Tercer Nivel de Atención, representan cerca del 70% de los estudios efectuados. El principio se basa

Cuadro I. Estándares convencionales de los equipos de la imagenología moderna.

Modalidad	Límite de peso (kg)	Diámetro máx. (cm)
Fluoroscopia	159	45
Tomografía computada	205	70
Resonancia magnética	159	60

en la generación de una energía (rayos X) particular que tiene la capacidad de atravesar cuerpos opacos, entre ellos, el cuerpo humano. La composición de nuestro cuerpo, basada en distintos elementos químicos, provoca mayor o menor absorción de la radiación, es decir, si esa energía nos "atraviesa" con más o menos facilidad. De este hecho, surgen las cinco densidades radiológicas (de menor a mayor densidad: aire, grasa, agua, hueso y metal). La calidad y cantidad de energía empleada nos permite obtener imágenes con más o menos contraste y brillo. En el caso del paciente obeso, debemos emplear más energía para poder obtener imágenes con calidad diagnóstica. Este hecho implica no sólo tener que exponer a más radiación ionizante al paciente, sino que también se generan artificios intrínsecos a la modalidad, las cuales degradan la calidad de la imagen. El más común es la radiación dispersa, la cual surge de la relación entre el campo de visión (FOV, del inglés *field of view*) y el espesor del paciente (*Figura 1*). En un paciente no obeso, la cantidad de radiación dispersa es de un 3%, mientras que en el obeso es del 14%. Una forma de disminuirla es tratar de colimar (cerrar el diafragma, a manera de cámara fotográfica analógica) para enfocarse en el sitio de interés. Otra forma muy útil es el empleo de rejillas anti-dispersoras, las que generan que la absorción de fotones útiles aumente del 50 al 85%. Estas prácticas también disminuyen el tiempo de exposición y por ende, la degradación de la imagen



Figura 1. Paciente femenina de 23 años con obesidad mórbida. Al momento de la obtención de la radiografía su índice de masa corporal era de 43. Nótese la dificultad para delimitar adecuadamente las estructuras, particularmente hacia las bases torácicas, en donde la sobreposición de las sombras mamarias no permite una clara definición de los espacios pleurales.

que provoca tiempos largos de exposición (por ejemplo, apnea prolongada).¹⁷⁻¹⁹

Los estudios de fluoroscopia son sumamente empleados en pacientes obesos quienes fueron sometidos a cirugía bariátrica. La administración por vía oral de medios de contraste para la valoración postoperatoria de cualquier tipo de intervención, con la finalidad de evaluar los resultados anatómicos (banda gástrica, bypass gástrico, etc.), y para excluir fugas anastomóticas. Las limitantes son el campo de visión (FOV) de 45 cm y la resistencia de la mesa.

ULTRASONIDO

El ultrasonido (US) es una modalidad muy empleada dadas sus características particulares: inocuo, portable, rápido y reproducible. Se basa en la emisión, transmisión y recepción de ondas, cuya frecuencia está por arriba del límite superior de percepción del oído humano, las cuales son dirigidas hacia una región corporal específica. Gracias a que el cuerpo humano contiene aproximadamente 70% de agua, la propagación de las ondas ultrasónicas se facilita, particularmente en los órganos sólidos y/o los que contienen líquido (por ejemplo, la vejiga urinaria a repleción y la vesícula biliar). El gas contenido en el interior del tubo digestivo genera artificios insalvables y, por ello, el US tiene uso limitado en patologías originadas en dichas estructuras.

La frecuencia de las ondas que los transductores generan está expresada en megahertz (MHz). Entre mayor es la frecuencia utilizada tendremos mayor resolución; sin embargo, perdemos penetración y viceversa. Los equipos actuales emplean transductores multifrecuencias, lo que facilita la exploración. Por ejemplo, para realizar estudios de abdomen, las frecuencias más empleadas son 2.5, 3.5 y 5 MHz, con o sin una modalidad relativamente nueva llamada imagen harmónica, la cual es especialmente útil para valorar estructuras cuyo contenido sea líquido, evitando así interferencias de las ondas y, por ende, artificios.²⁰

La atenuación de las ondas por el tejido adiposo resulta de la relación entre el coeficiente de atenuación (expresado en decibeles), la frecuencia empleada (en MHz) y el espesor parietal. Entre mayor es la frecuencia empleada, mayor es la atenuación. Por ejemplo, usando una frecuencia de 7 MHz, el 50% de las ondas se habrá atenuado a 1 cm de grasa. En un paciente obeso con una pared de 8 cm de espesor, el 94% de las ondas originales serán atenuadas antes de alcanzar la cavidad peritoneal. Por ende, habrá que emplear la menor frecuencia posible del equipo, sacrificando resolución.²¹

Una alternativa es utilizar imagen armónica (basada en la generación de otra onda dentro del tejido mismo), lo que optimiza la imagen en planos más profundos.²²

Otra posibilidad es mover al paciente, con la finalidad de que el mayor espesor parietal pueda ser evitado durante la exploración.

TOMOGRAFÍA COMPUTADA

Los equipos de tomografía computada (TC) tienen un diseño particular que implican limitaciones para la atención del paciente obeso. Entre ellos destacan el diámetro de apertura del portal (*gantry*), el límite de peso así como el campo de reconstrucción.

La apertura del *gantry* varía entre los fabricantes, pero se acepta el valor ya señalado en el cuadro: 70 cm; sin embargo, hay que considerar que ese valor es menor, ya que la mesa requiere un espacio para poder pasar por en medio. De esos 70 cm, en realidad son útiles 53 cm (*Figuras 2 y 3*, véanse líneas).

La mesa soporta hasta 205 kg; no obstante, éste es un valor relativo, ya que dependerá de la distribución del peso del paciente y de la región anatómica a estudiar. En términos generales el límite real son 180 kg. Los problemas que se observan son dificultad en el movimiento de la misma, así como el riesgo de doblarse e inclusive romperse.

El límite de reconstrucción es en promedio de 50 cm, habitualmente en estudios que se realizan en el torso del paciente.

Otro de los problemas es la generación de artificios, y a continuación se enumeran:

1. Artificio de “truncamiento” (del inglés *truncation*),²³ el cual se genera cuando hay tejido que sale del FOV. Los algoritmos de reconstrucción del equipo asumen que ese tejido es parte de la atenuación normal dentro de la zona bien integrada, lo que provoca que la periferia aparezca extraordinariamente densa (brillosa) (*Figura 4, flecha*).
2. Artificio de “carencia” de fotones (del inglés, *photon starvation*), el cual resulta de la atenuación de fotones en la medida que el grosor del paciente es mayor, y por ende, aparece también el llamado moteado cuántico (el cual resulta de la llegada de un menor número de fotones útiles a los detectores). Este artificio puede ser disminuido ajustando parámetros del equipo, fundamentalmente aumentando la energía (120 a 140 kVp) y el tiempo de rotación (de 0.5 a 1 segundo).²⁴ Nótese la mala definición en las interfaces de los distintos tejidos en la *figura 5* (*flechas*).

En términos generales, las recomendaciones para obtener mejores estudios tomográficos en los pacientes con sobrepeso son: aumentar la corriente del tubo y su tiempo de rotación, aumentar el grosor del corte (cuidando no generar mucho efecto parcial de volumen), así como poder sujetar al paciente (con bandas, vendas, etc.), con la

finalidad de que la región a estudiar (particularmente en el torso) quede incluida dentro del FOV.²⁵

Un tema relevante, que cada vez cobra más importancia, es la dosis de exposición a radiación ionizante. Como fue claramente señalado, es necesario emplear las dosis más altas con la finalidad de obtener imágenes con la mejor calidad y, por tanto, establecer mejores diagnósticos.²⁶

RESONANCIA MAGNÉTICA

Los equipos de resonancia magnética (RM) tienen limitantes similares a los equipos de TC. El paciente



Figura 2.

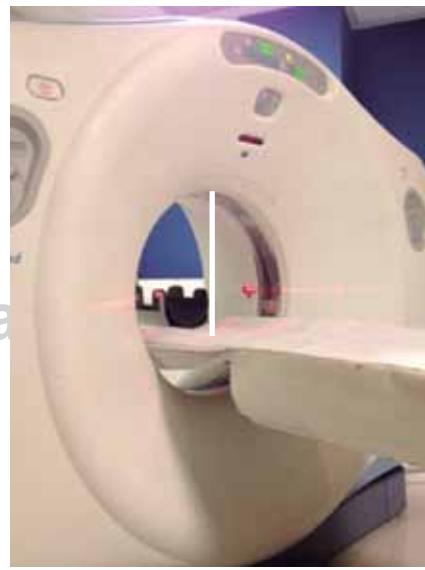


Figura 3.

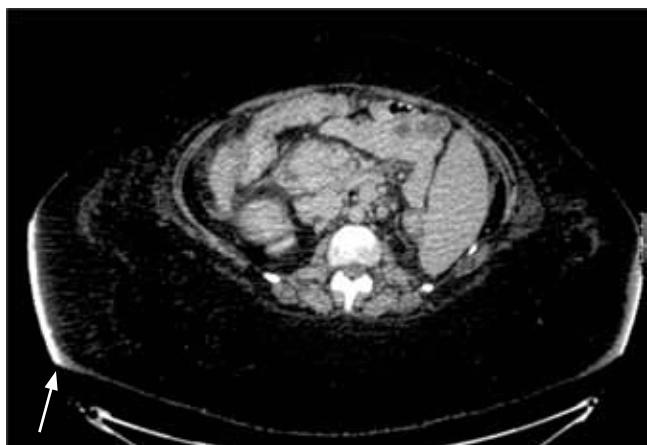


Figura 4.

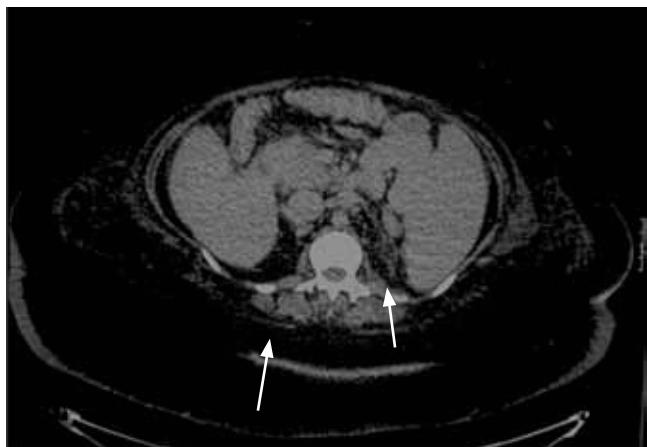


Figura 5.

se coloca en una mesa móvil la cual pasa a través de un "túnel" o *gantry*. El límite de peso son 160 kg y la apertura son 60 cm, en promedio. Los equipos de campos magnéticos altos (1.5 T) proveen una relación señal/ruido alta, que es lo que se busca. Existen equipos abiertos, los cuales tienen mayor capacidad para soportar peso y tienen mayor apertura; sin embargo, el campo magnético es menor y, por lo mismo, la calidad de la imagen será deficiente.²⁷

Los siguientes son los problemas habituales a los que el radiólogo se enfrenta en la atención de esta población:

1. Penetración de la radiofrecuencia y fuerza de los gradientes.

Los equipos con campos intermedios o bajos, generan una relación señal/ruido baja, lo que implica menor resolución en la imagen. Otro aspecto es el tamaño de

las bobinas, las cuales en ocasiones pueden no ajustarse adecuadamente y degradar la imagen.

2. Limitantes del FOV.

Si bien el diámetro del túnel son 60 cm, en realidad pueden emplearse 50 cm. Entre más grande sea el FOV, menor es la resolución.

3. Tiempo de exploración.

Habitualmente los tiempos son más largos y, por consiguiente, potencialmente se genera más degradación de la imagen por requerir apneas prolongadas, movimientos, etc.

4. Otros.

La deposición de la radiofrecuencia en la piel del paciente obeso puede generar lesiones térmicas cutáneas. Algunas instituciones emplean almohadillas de protección.

MEDICINA NUCLEAR

La imagen en los estudios de medicina nuclear (MN) en los pacientes obesos se encuentra degradada por la dispersión de fotones dentro de los tejidos blandos.²⁸ Otro aspecto relevante es el recordar que la dosis del radiofármaco está en relación directa con el peso del paciente, y podría exceder los límites permitidos.

Las opciones para mejorar la calidad de la imagen son emplear la mayor cantidad de dosis permitida e incrementar el tiempo de exploración.

MAMOGRAFÍA

A pesar de que tradicionalmente el tejido adiposo es útil como fondo de contraste en los estudios de mamografía, algunos estudios han demostrado que en pacientes con altos IMC hay disminución en la nitidez geométrica, disminución en el contraste y degradación por movimiento, dados los tiempos largos de exposición.²⁹

RADIOLOGÍA INTERVENCIONISTA

Los pacientes obesos que serán sometidos a algún tipo de procedimiento intervencionista suelen generar problemas de diferente índole:²⁹

1. Programación.

Es necesario que el equipo conozca el peso del paciente antes de programarlo. Eventualmente podría buscarse alguna otra alternativa antes de proceder.

2. Apoyo de anestesiología.

Será obligatoria la presencia de un médico anestesiólogo experimentado, ya que las altas dosis de sedantes convencionales usados en este tipo de procedimientos, pueden generar depresión respi-

ratoria y la necesidad de intubación endotraqueal. En muchos centros, los pacientes son intubados de manera electiva antes del procedimiento para mejor control integral.

3. Límite de peso de la mesa.

La gran mayoría de los equipos tienen mesas que soportan hasta 160 kg. Hay que considerarlo antes de subir al paciente a la mesa, ya que se corre el riesgo de ruptura de la misma y caída del paciente.

4. Movilización del paciente.

Lo estrecho de la mesa de los equipos de angiografía implican la necesidad de sujetar al paciente, requiriendo de la presencia de diversas personas (camilleros, técnicos, médicos, enfermeras, etc.). Por tanto, hay que planear con tiempo este tipo de procedimientos.

CONCLUSIONES

La obesidad es una patología muy compleja, multifactorial y con una incidencia cada vez mayor en el mundo occidental. Lamentablemente, México se sitúa como el segundo lugar de obesidad del mundo y el primer lugar en obesidad en la infancia. Se han postulado un sinfín de causas, pero finalmente resulta de un desequilibrio entre la ingesta y el gasto calórico.

La atención integral de esta población de pacientes requiere de la adecuación de todo el mobiliario (sillas de ruedas, camillas, camas hospitalarias y mesas quirúrgicas, etc.). Los equipos de la imagenología moderna se han ido adecuando a la nueva realidad, de tener que atender a pacientes quienes cada vez son más grandes y pesados; sin embargo, en muchos casos, no son suficientes para poder obtener imágenes con la calidad necesaria para establecer diagnósticos precisos.

Finalmente, quiero enfatizar que los recursos de imagen son una muy valiosa herramienta integral, que de manera contundente ayudan al establecimiento de diagnósticos de certeza en la gran mayoría de las enfermedades. Sin embargo, en el paciente obeso se llevan al límite las capacidades globales, tanto de la infraestructura hospitalaria como de las habilidades clínicas y de los equipos diagnósticos.

REFERENCIAS

1. Sturm R. The effect of obesity, smoking, drinking on medical problems and costs. *Health Aff.* 2002; 21: 245-253.
2. National Task Force on the prevention of obesity. Overweight, obesity and health risk. *Arch Intern Med.* 2000; 160: 898-904.
3. Willbanks OL. Whither obesity. *J Obes Surg.* 1994; 4: 215-218.
4. Manson JE, Stampfer MJ, Hennekens CH et al. Body weight and longevity: a reassessment. *JAMA.* 1987; 257: 353-358.
5. Centers for Disease Control and Prevention. US obesity trends. Website of the CDC. <http://www.Cdc.gov/obesity/data/trends.html>
6. Flegal KM, Carroll MD, Ogden CL et al. Prevalence and trends in obesity among US adults, 1999-2008. *JAMA.* 2010; 303(3): 235-241.
7. Yanovski SZ, Yanovski JA. Obesity. *N Engl J Med.* 2002; 346: 591-602.
8. Serdula MK, Mokdad H, Williamson DF et al. Prevalence of attempting weight loss and strategies for controlling weight. *JAMA.* 1999; 282: 1353-1358.
9. Hedley AA, Ogden CL, Johnson CL et al. Prevalence of overweight and obesity among US children, adolescents and adults, 1999-2002. *JAMA.* 2004; 291: 2847-2850.
10. Krebs NF, Jacobson MS. Prevention of pediatric overweight and obesity. *Pediatrics.* 2003; 112: 424-430.
11. Choudhary AK, Connelly LF, Racadio JM et al. Diseases associated with childhood obesity. *AJR.* 2007; 188: 1118-1130.
12. Salsberry PJ, Reagan PB. Dynamics of early childhood overweight. *Pediatrics.* 2005; 116: 1329-1338.
13. Maxwell C, Glanc P. Imaging and obesity: a perspective during pregnancy. *AJR.* 2011; 196: 311-319.
14. Perlow JH, Morgan MA. Massive maternal obesity and perioperative cesarean morbidity. *Am J Obstet Gynecol.* 1994; 170: 560-565.
15. Chan WS, Ginsberg JS. Diagnosis of deep vein thrombosis and pulmonary embolism in pregnancy. *Thromb Res.* 2002; 107: 85-91.
16. Uppot R, Sahani DV, Hahn PF, Gervas D et al. Impact of obesity on medical imaging-guided intervention. *AJR.* 2007; 188: 433-440.
17. Bushberg JT. X-Ray interactions. *Radiographics.* 1998; 18(1): 457-468.
18. McKetty MH. X-Ray attenuation. *Radiographics.* 1998; 18(1): 151-163.
19. Barnes GT. Contrast and scatter in X-Ray imaging. *Radiographics.* 1991; 11(2): 307-323.
20. Taylor KJ, Reily CA, Hammers L et al. Quantitative US attenuation in normal liver and in patients with diffuse liver disease: importance of fat. *Radiology.* 1986; 160(1): 65-71.
21. Bushberg JT. *The essential physics of medical imaging.* Philadelphia, Pa: Lippincott Williams & Wilkins, 2002.
22. Choudhary S, Gorman B, Charboneau JW et al. Comparison of tissue harmonic imaging with conventional US in abdominal disease. *Radiographics.* 2000; 20(4): 1127-1135.
23. Sourbelle K, Kachelriess M, Kalander WA. Reconstruction from truncated projections on CT using adaptive detruncation. *Eur Radiol.* 2005; 15(5): 1008-1014.
24. Barret JF, Keat N. Artifacts in CT: recognition and avoidance. *Radiographics.* 2004; 24(6): 1679-1691.
25. Ohmersorge B, Florhr T, Schwartz K et al. Efficient correction for CT artifacts caused by objects extending outside the scan field of view. *Med Phys.* 2000; 27(1): 39-46.
26. Yanch JC, Berhman RH, Hendricks MJ et al. Increased radiation dose to overweight and obese patients from radiographic examinations. *Radiology.* 2009; 252(1): 128-139.
27. Uppot R, Sheehan A, Seetheramajaru R. Obesity and MR imaging. In: *MRI hot topics 2005.* Malvern, Pa: Siemens Medical Solutions, USA.
28. Uppot RN, Dushyant VS, Hahn PF et al. Impact of obesity on medical imaging and image-guided intervention. *AJR.* 2007; 188: 433-440.
29. Guest AR, Helvie MA, Chan HP et al. Adverse effects of increased body weight on quantitative measures of mammographic image quality. *AJR.* 2000; 175: 805-810.