



Original/Valoración nutricional

Osteoporosis e índice de masa corporal en el trasplantado renal

María del Carmen López Ruiz¹, Ana Raquel Ortega Martínez², Rafael Fernández Castillo³, Rafael José Esteban de la Rosa⁴ y Juan Antonio Bravo Soto⁵

¹Departamento de Ciencias de la Salud. Universidad de Jaén. ²Departamento de Psicología. Universidad de Jaén. ³Departamento de Enfermería. Universidad de Granada. ⁴Servicio de Nefrología. Hospital Universitario Virgen de las Nieves, Granada (España).

Resumen

Introducción y objetivos: tras el trasplante renal es frecuente un aumento de peso, así como un elevado porcentaje de obesidad en estos pacientes. Por otro lado, tras el trasplante se produce una pérdida de la masa ósea, siendo la prevalencia de osteoporosis y fracturas óseas mayor que en la población general.

Objetivos: explorar la relación entre el índice de masa corporal y la prevalencia de osteopenia y osteoporosis en una población de trasplantados renales.

Material y método: estudio longitudinal prospectivo sobre una muestra de 306 trasplantados renales. Se exploraron las relaciones entre el peso y el índice de masa corporal con la prevalencia de osteopenia y osteoporosis a nivel femoral y lumbar en el momento del trasplante y a los 12 meses del mismo.

Resultados: se halló una alta prevalencia de sobrepeso (35,6%) y obesidad (14,1%) tras el trasplante renal y al año del mismo (42,2% y 24,2%, respectivamente). Se hallaron diferencias estadísticamente significativas ($p=0,049$) entre el peso en el momento del trasplante y la presencia de osteopenia u osteoporosis al año del mismo a nivel lumbar, siendo el peso medio más elevado entre los pacientes con osteoporosis. La media del IMC fue más elevada ($p=0,028$) en los pacientes osteoporóticos (26,59 kg/m²) que en los pacientes con osteopenia (24,23 kg/m²).

Conclusiones: nuestros resultados parecen estar en concordancia con recientes estudios realizados en la población general, que muestran el sobrepeso como un posible factor perjudicial para el hueso.

(Nutr Hosp. 2015;32:872-877)

DOI:10.3305/nh.2015.32.2.9166

Palabras clave: Trasplante renal. Obesidad. Osteoporosis. Índice de masa corporal.

OSTEOPOROSIS AND BODY MASS INDEX IN RENAL TRANSPLANT RECIPIENTS

Abstract

Introduction: frequently after kidney transplantation there is an increase in weight with a resulting high percent of obesity in these recipients. This combined with a rapid loss of bone mass, a higher prevalence of osteoporosis and fractures is evident than in normal populations.

Objectives: to explore the relationship between body mass index (BMI) and prevalence of osteoporosis in a population of renal transplant recipients.

Methods: prospective longitudinal study design. The study was conducted on 306 kidney transplant recipients. The relationship between weight and body mass index with femoral and lumbar osteopenia and osteoporosis prevalence at the moment of transplant and at 12 months post was explored.

Results: there was a high prevalence of overweight (35.6%) and obese (14.1%) recipients after renal transplant and 1 year after (42.2% and 24.2% respectively). Significant differences were found ($p=0.049$) between the weight at the time of transplant and the presence of osteopenia or osteoporosis at the lumbar level one year after, the highest weights were in recipients with osteoporosis. The mean BMI was higher ($p=0.028$) in osteoporotic patients (26.59 kg/m²) than in patients with osteopenia (24.23 kg/m²).

Conclusion: results seem to be consistent with recent studies in the general population showing excessive weight as a possible factor detrimental to the bone health.

(Nutr Hosp. 2015;32:872-877)

DOI:10.3305/nh.2015.32.2.9166

Key words: Renal transplantation. Obesity. Osteoporosis. Body mass index.

Correspondencia: María del Carmen López Ruiz.
Universidad de Jaén. Edificio B3, Despacho 206.
Campus de las Lagunillas, s/n.
C.P.23009 Jaén.
E-mail: mlruiz@ujaen.es

Recibido: 17-V-2015.

Aceptado: 19-VI-2015.

ABREVIATURAS

DMO: densidad mineral ósea.
IMC: índice de masa corporal.
OMS: Organización Mundial para la Salud.
DXA: absorciometría dual de rayos X.

Introducción

La relación entre el peso y la densidad mineral ósea (DMO) es conocida; esta relación es positiva, un incremento del índice de masa corporal (IMC) parece conllevar una reducción del riesgo de osteoporosis y de fracturas óseas, siendo considerado el IMC bajo un factor de riesgo para estas¹⁻⁶. Sin embargo, recientes estudios muestran que un IMC elevado puede no ser un factor de protección frente a la osteoporosis⁷⁻⁹.

Es frecuente observar en los trasplantados renales un aumento del peso tras el trasplante, así como la existencia de un mayor porcentaje de obesidad entre estos pacientes^{10,11}. La causa parece ser multifactorial, encontrándose entre otras el tratamiento inmunosupresor que reciben, la falta o disminución de la actividad física y los cambios en la alimentación^{12,13}. La obesidad en los trasplantados renales conlleva los mismos problemas de salud que en la población general, con el agravante de las complicaciones cardiovasculares y el aumento de las posibilidades del rechazo del órgano trasplantado y de la mortalidad¹⁴.

Así mismo, tras el trasplante renal se produce una pérdida de la masa ósea, más acusada durante el primer año después del trasplante, y que persiste durante años a pesar del normal funcionamiento del órgano trasplantado¹⁵⁻¹⁷. La causa de esta importante pérdida es multifactorial, siendo las principales el tratamiento inmunosupresor que reciben estos pacientes, el hiperparatiroidismo secundario, los déficit de vitamina D y de calcio, así como el sexo femenino y la edad avanzada de los pacientes^{18,19} entre otras.

Una de las consecuencias más graves de esta disminución en la densidad mineral ósea tras el trasplante es la aparición o agravamiento de osteopenia y osteoporosis, con el consiguiente aumento del riesgo de fractura ósea. La prevalencia de osteoporosis y fracturas es mayor en los trasplantados renales que en la población general de su misma edad, siendo el riesgo de fractura ósea 3-4 veces superior²⁰⁻²³.

Como hemos mencionado anteriormente, varios estudios cuestionan la relación directa entre DMO e IMC, indicando que la obesidad, considerada como un IMC superior a 30kg/m², no confiere más protección frente a la osteoporosis que un IMC comprendido entre 25-29,9kg/m², e incluso que un IMC mayor de 40kg/m² se asocia con incremento de prevalencia de osteoporosis^{8,9}.

El objetivo de este estudio es explorar la relación entre el índice de masa corporal y prevalencia de osteopenia y osteoporosis en una población de trasplan-

tados renales, y del mismo estudiar si en esta población el índice de masa corporal elevado es un factor o no de protección frente a la osteoporosis, como aún se haya en discusión según recientes estudios llevados a cabo en la población general.

Métodos

Participantes

La muestra estuvo formada por 306 pacientes trasplantados renales de ambos sexos (191 hombres y 115 mujeres) que acuden de forma periódica a la consulta de Trasplante Renal en el Hospital Universitario Virgen de las Nieves de Granada. No fueron seleccionados mediante procedimientos de muestreo aleatorio y su participación en el estudio vino determinada por la asistencia a la consulta para su seguimiento y control.

Variables e instrumentos de evaluación

Se realizaron las siguientes mediciones en la muestra seleccionada:

Medidas antropométricas de peso y altura de los pacientes en el momento del trasplante y a los 12 meses del mismo. El peso se midió con una balanza tallímetro marca "Perperson 113481" en kilogramos y la altura en centímetros.

El índice de masa corporal fue calculado mediante la fórmula: peso(Kg)/talla² (metros), según la clasificación de la OMS²³, que denomina como infrapeso a un IMC menor de 18,50 kg/m², normopeso (IMC entre 18,50 kg/m² y 24,99 kg/m²), sobrepeso (IMC igual o mayor de 25 kg/m²), preobeso (IMC entre 25 kg/m² y 29,9 kg/m²), obesidad tipo I (IMC entre 30 kg/m² y 34,99 kg/m²), obesidad tipo II (IMC entre 35 kg/m² y 39,99 kg/m²), y obesidad tipo III, mórbida (IMC igual o mayor de 40 kg/m²); para una comprensión más sencilla de los datos esta clasificación se agrupó en cuatro niveles: infrapeso (IMC menor de 18,50 kg/m²), normopeso (IMC entre 18,50 kg/m² y 24,99 kg/m²), sobrepeso (IMC entre 25 kg/m² y 29,9 kg/m²) y obesidad (IMC mayor de 30 kg/m²).

La medición de la densidad mineral ósea (DMO) se realizó al año del trasplante mediante absorciometría dual de rayos X (DXA) con un equipo de densitometría ósea Hologic DQR-4500. Las mediciones se realizaron en columna lumbar (vértebras L2, L3 y L4), fémur proximal (cuello, trocánter y triángulo de Ward). Los resultados se expresan en valores de T-Score, si bien para el estudio y análisis de los resultados, los participantes fueron clasificados según criterios de la OMS en función de los valores de la DMO obtenida en: "Normal" (valores T-Score \geq -1 DS); "Osteopenia" (valores T-Score $<$ -1 y $>$ -2,5 DS) y "Osteoporosis" (valores T-Score \leq -2,5 DS).

Tabla I
Características antropométricas de la muestra en función del género

	Total muestra n =306	hombres n=191(62,4%)	mujeres n=115(37,6%)
Edad (años)	46,94±13,75	46,71±13,82	47,33±13,68
Altura (cm)	164,57±9,59	169,57±6,64	165,27±7,82
Peso trasplante (Kg)	68,55±12,69	72,75±11,32	61,56±11,77
Peso 1º año (Kg)	74,03±13,49	78,32±11,77	66,91±13,19
IMC trasplante (kg/m ²)	25,31±4,01	25,29±3,74	25,34±4,66
IMC 1º año (kg/m ²)*	27,30±4,38	27,24±3,88	27,4±5,13
Infrapeso trasplante (Kg/m ²)	10(3,3%)	5(2,6%)	5(4,3%)
Infrapeso 1º año (Kg/m ²)	1(0,3%)	0(0%)	1(0,9%)
Normopeso trasplante (Kg/m ²)	144(47,1%)	91(47,6%)	53(46,1%)
Normopeso 1º año (Kg/m ²)	102(33,3%)	56(29,3%)	46(40%)
Sobrepeso trasplante (Kg/m ²)	109(35,6%)	71(37,2%)	38(33%)
Sobrepeso 1º año (Kg/m ²)	129(42,2%)	98(51,3%)	31(27%)
Obesidad trasplante (Kg/m ²)	43(14,1%)	24(12,6%)	19(16,5%)
Obesidad 1º año (Kg/m ²)	74(24,2%)	37(19,4%)	37(32,2%)

Valores de edad, altura, peso e IMC (índice de masa corporal) expresados como media ± desviación estándar. Clasificación en función del IMC expresado en número de sujetos y porcentaje de los mismos respecto al total de la muestra y respecto del total de hombres y mujeres. IMC y peso expresados en el momento del trasplante y al año del mismo (1º año). * p<0,001

Diseño y procedimiento

Se trata de un estudio longitudinal prospectivo realizado en trasplantados renales cuyo trasplante tuvo lugar entre marzo de 2002 hasta abril de 2009.

Análisis estadísticos

El análisis estadístico fue llevado a cabo utilizando el paquete estadístico IBM SPSS Statics 20. Los resultados se expresan como frecuencias, porcentajes y valor medio ± desviación estándar (DS) para las variables peso, altura e IMC.

Para la exploración de variables se utilizó el análisis T-Student, análisis de la varianza (Anova) y prueba Chi cuadrado en función de las variables analizadas, considerándose con significación estadística los valores de p < 0.05.

Resultados

La edad media de la muestra es de 46,94 años, siendo la mínima 16 y la máxima 74 años (DS 13,75); la edad media de los hombres es 46,71 años (DS 13,82) y 47,33 años (DS 13,68) en las mujeres.

El peso medio en el momento del trasplante fue de 68,55 Kg, (72,75Kg en los hombres y 61,56Kg en las mujeres) incrementándose hasta los 74,03 Kg al año del trasplante. Este incremento de peso fue muy similar en ambos sexos, siendo el aumento medio de 5,35Kg en las mujeres y de 5,57 Kg en los hombres.

El IMC medio en el momento del trasplante renal fue de 25,31 Kg/ m² (25,29kg/m² en los hombres y 25,34kg/m² en las mujeres); al año del trasplante alcanza 27,3Kg/m² de media (27,24 kg/m² en hombres y 27,41kg/m² en mujeres).

En el momento del trasplante el 35,3% de los pacientes presentaban algún grado de sobrepeso y el 14,3% de obesidad; ambos porcentajes se incrementan hasta el 41,1% y 25% respectivamente al año del trasplante. El porcentaje de pacientes obesos en el momento del trasplante es mayor entre las mujeres (16,5%) que entre los hombres (12,6%) y también al año del mismo (32,2% entre las mujeres y 19,4% entre los hombres), si bien en el caso del porcentaje de pacientes con sobrepeso el porcentaje es mayor entre los hombres, tanto en el momento del trasplante como al año del mismo; tras clasificar a los pacientes en función del IMC (infrapeso, normopeso, sobrepeso y obesidad) al año del trasplante, las diferencias entre género y la pertenencia a uno u otro grupo de IMC mostró significación estadística Chi²= 19,080 (p<0,001)(Tabla I).

Tabla II
DMO en función del género

	DMO lumbar			DMO fémur		
	Normal	osteopenia	osteoporosis	Normal	osteopenia	osteoporosis
Total (n=306)	n=224 (73,2%)	n=44 (23,5%)	n=38 (4,3%)	n=225 (73,5%)	n=60 (19,6%)	n=21 (6,9%)
Hombres (n=191)	n=139 (72,8%)	n=28 (14,7%)	n=24 (12,6%)	n=142 (74,3%)	n=33 (17,3%)	n=16 (8,4%)
Mujeres (n=115)	n=85 (73,9%)	n=16 (13,9%)	n=14 (12,2%)	n=83 (72,2%)	n=27 (23,5%)	n=5 (4,3%)

Porcentaje de pacientes en función del género con DMO normal, osteopenia u osteoporosis en columna lumbar y fémur.

Tabla III
DMO lumbar en función del peso, IMC y clasificación del IMC en el momento del trasplante y al año del mismo

		Normal n=224	Osteopenia n=44	Osteoporosis n=38	pValor
Peso trasplante (Kg)		68,5±9,38	65,5±11,20	72,2±13	0,049*
Peso 1º año (Kg)		74±13,21	71,1±12,18	77,2±16,01	0,121
IMC trasplante (Kg/m ²)		25,3±4,17	24,2±3,50	26,6±4,12	0,028*
IMC 1º año (Kg/m ²)		27,3±4,21	26,3±4,46	28,5±5,08	0,78
Clasificación OMS trasplante (Kg/m ²)	Infrapeso	n=8 (3,6%)	n=2 (4,5%)	n=0 (0%)	0,333
	Normopeso	n=105 (46,9%)	n=25 (56,8%)	n=14 (36,8%)	
	Sobrepeso	n=79 (35,3%)	n=14 (31,8%)	n=16 (42,1%)	
Clasificación OMS 1º año (Kg/m ²)	Obesidad	n=32 (14,3%)	n=3 (6,8%)	n=8 (21,1%)	0,838
	Infrapeso	n=1 (0,4%)	n=0 (0%)	n=0 (0%)	
	Normopeso	n=75 (33,5%)	n=16 (36,4%)	n=11 (28,9%)	
	Sobrepeso	n=92 (41,1%)	n=21 (47,7%)	n=16 (42,1%)	
	Obesidad	n=56 (25%)	n=7 (15,9%)	n=11 (28,9%)	

En cuanto a la DMO, al año del trasplante un 12,4% de los pacientes presenta osteoporosis y un 14,4% de osteopenia a nivel lumbar. En fémur el 19,6% de los trasplantados renales padecen osteopenia y el 6,9% osteoporosis. No se hallaron diferencias significativas en función del sexo en estos porcentajes, ni a nivel lumbar ni femoral (Tabla II).

En cuanto a la DMO y el peso, a nivel lumbar las diferencias halladas fueron estadísticamente significativas ($p=0,049$) entre el peso en el momento del trasplante y la presencia de osteopenia u osteoporosis al año del mismo, siendo el peso medio más elevado entre los pacientes con osteoporosis (72,2 Kg) que entre aquellos que padecían osteopenia (65,5Kgs). El estudio de las diferencias entre el IMC en el momento del trasplante y la DMO a nivel lumbar mostró significación estadística ($p=0,028$), siendo la media del IMC

más elevada en los pacientes osteoporóticos (26,59 kg/m²) que en los pacientes con osteopenia (24,23 kg/m²). La diferencia entre DMO y la pertenencia a uno u otro grupo de IMC no mostró significación estadística; si bien, en el momento del trasplante, entre los pacientes con sobrepeso y obesos existe un mayor porcentaje de pacientes con osteoporosis lumbar (42,1% y 21,1% respectivamente) respecto a los pacientes con normopeso o infrapeso (14% y 0% respectivamente); este hecho también ocurre al año del mismo, en el que se mantiene el porcentaje de pacientes con osteoporosis entre aquellos que presentan sobrepeso y se incrementa hasta el 28,9% en aquellos con obesidad (Tabla III).

A nivel femoral no se halló ninguna diferencia estadísticamente significativa, si bien tanto en el momento del trasplante como al año del mismo la media del peso y del IMC es más elevada en aquellos pacientes

Tabla IV
DMO femoral en función del peso, IMC y clasificación del IMC en el momento del trasplante y al año del mismo.

		Normal n=225	Osteopenia n=60	Osteoporosis n=21	pValor
Peso trasplante (Kg)		68,5±12,43	67,5±14,10	72±11,09	0,378
Peso 1º año (Kg)		74,1±12,46	72,2±16,61	78,5±13,88	0,183
IMC trasplante (Kg/m2)		25,2±4,10	25,5±4,39	25,9±4,39	0,667
IMC 1º año (Kg/m2)		27,2±4,08	27,3±5,33	28,4±4,60	0,476
Clasificación OMS trasplante (Kg/m2)	Infrapeso	n=9 (4%)	n=1 (1,7%)	n=0 (0%)	0,817
	Normopeso	n=107 (47,6%)	n=29 (48,3%)	n=8 (38,1%)	
	Sobrepeso	n=77 (34,2%)	n=22 (36,7%)	n=10 (47,6%)	
	Obesidad	n=32 (14,2%)	n=8 (13,3%)	n=3 (14,3%)	
Clasificación OMS 1º año (Kg/m2)	Infrapeso	n=9 (4%)	n=1 (1,7%)	n=0 (0%)	0,808
	Normopeso	n=107 (47,6%)	n=29 (48,3%)	n=8 (38,1%)	
	Sobrepeso	n=77 (34,2%)	n=22 (36,7%)	n=10 (47,6%)	
	Obesidad	n=32 (14,2%)	n=8 (13,3%)	n=3 (14,3%)	

con osteoporosis que en los pacientes con osteopenia o DMO normal. Al igual que ocurre en columna lumbar, el mayor porcentaje de pacientes con osteoporosis en fémur se encuentra en el grupo de pacientes que presentan sobrepeso (47,6%), tanto en el momento del trasplante renal como al año del mismo (52,4%) (Tabla IV).

Discusión

Nuestros resultados muestran una elevada prevalencia de osteopenia y osteoporosis, así como de sobrepeso y obesidad en los pacientes trasplantados renales que constituyen la muestra de estudio, tanto en el momento del trasplante como al año del mismo. Si bien se considera como factor de protección el sobrepeso frente a la osteoporosis y fracturas óseas por fragilidad, recientes estudios parecen mostrar resultados contradictorios al respecto, encontrando mayor riesgo de osteoporosis y fracturas óseas en sujetos con un IMC elevado²⁴⁻²⁷. Los resultados de nuestro estudio en pacientes trasplantados renales parecen estar en concordancia con esto, y muestran una mayor prevalencia de osteoporosis en aquellos sujetos que presentan un IMC elevado.

La disminución de la densidad mineral ósea tras el trasplante renal es un problema común con consecuencias muy importantes tales como las fracturas óseas²¹. En nuestra muestra el porcentaje de pacientes con osteopenia y osteoporosis a nivel lumbar y femoral supera el 26% al año del trasplante; estos datos se muestran levemente inferiores a los porcentajes arrojados por otros estudios que cifran entre el 28% y 88% el porcentaje de pacientes que sufren una pérdida rápida de

la DMO tras el trasplante^{21,22}. Esta ligera discrepancia puede deberse a las diferencias en cuanto a varias características de las muestras estudiadas, como pueden ser la edad y la existencia de DMO disminuida, previa al trasplante renal.

En cuanto al peso, en nuestros pacientes se observa un incremento del mismo en 5,48 Kg de media durante el primer año tras trasplante renal; este incremento se suele asociar tanto al tratamiento farmacológico recibido durante el post-trasplante como a la inactividad física y cambios de alimentación que habitualmente se producen en este periodo^{12,13}. Así mismo, nuestros pacientes muestran en el momento del trasplante un IMC medio de 25,31 kg/m², cifra que se clasifica como “sobrepeso I” según los criterios de la OMS, y que se incrementa hasta el 27,3 kg/m² de media al año del trasplante; más del 42% de los pacientes de nuestra muestra tienen sobrepeso al año del trasplante y más del 24% obesidad. El exceso de peso en la población general se asocia con numerosas patologías músculoesqueléticas como la osteoartritis, artritis reumatoide, artritis gotosa, dolor lumbar, fibromialgia, alteraciones en la deambulacion y sobre todo discapacidad y disminución de la calidad de vida²⁸. Los pacientes trasplantados renales suelen presentar una mala calidad ósea debida a las alteraciones del metabolismo mineral óseo en relación con la enfermedad renal crónica que padecen. Como ya hemos mencionado, el sobrepeso tradicionalmente se ha considerado un factor de protección frente a la osteoporosis. En nuestra muestra de estudio esto no ocurre así, ya que encontramos que el mayor porcentaje de pacientes con osteoporosis en columna lumbar y en fémur al año del trasplante se halla en el grupo de pacientes con obesidad y sobrepeso,

y no en aquellos que se encuentran en situación de normopeso o infrapeso, como cabría esperar. Nuestros resultados muestran concordancia con recientes estudios que afirman que el sobrepeso y obesidad pueden tener un efecto negativo sobre el hueso^{7-9,24-27}, si bien estos estudios se han llevado a cabo en la población general y no específicamente en trasplantados renales como es el caso que nos ocupa. Por lo tanto, podría ocurrir que a los efectos perniciosos del sobrepeso a nivel sistémico se le sumarían el aumento de riesgo de osteoporosis y fractura ósea, ya de por sí elevado tras el trasplante renal. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que nuestra población de estudio suele presentar una densidad mineral ósea deficiente debido a múltiples factores, por lo que no es posible llegar a conclusiones definitivas en cuanto a la influencia del peso e índice de masa corporal sobre esta tras el trasplante renal.

En conclusión, nuestro estudio muestra una alta prevalencia de sobrepeso y obesidad tras el trasplante renal; estos pacientes, además, presentan un elevado porcentaje de osteoporosis. Tradicionalmente el sobrepeso se ha considerado un factor protector frente a la osteoporosis y fracturas óseas, pero en nuestra muestra de estudio esta relación no se muestra de tal forma, existiendo un mayor porcentaje de pacientes osteoporóticos entre aquellos que presentan sobrepeso u obesidad frente a aquellos que se encuentran en situación de normopeso o infrapeso. Sin embargo no es posible extraer conclusiones definitivas sobre la relación del índice de masa corporal con la prevalencia de osteoporosis en el primer año tras el trasplante renal, debido a los múltiples factores que la condicionan.

Referencias

- Felson DT, Zhang Y, Hannan MT, Anderson JJ. Effects of weight and body mass index on bone mineral density in men and women: the Framingham study. *J Bone Miner Res* 1993; 8(5):567-573.
- Roy D.K, O'Neil T.W, Finn J.D, Lunt M, Silman AJ, Felsenberg D, et al. Determinants of incident vertebral fracture in men and women: results from the European prospective osteoporosis study (EPOS). *Osteoporos Int* 2003; 14(1):19-26.
- Fawzy T, Muttappallymyalil J, Sreedharan J, Ahmed A, Alshamsi SO, Al Ali MS, et al. Association between body mass index and bone mineral density in patients referred for dual-energy X-ray absorptiometry scan in Ajman, UAE. *J Osteoporos* 2011; 2011:4
- Reid IR. Relationships between fat and Bone. *Osteoporos Int* 2008; 19(5): 595-606.
- De Laet C, Kanis JA, Oden A, Johanson H, Johnell O, Delmas P, et al. Body mass index as a predictor of fracture risk: a meta-analysis. *Osteoporos Int* 2005; 16(11):1330-1338.
- Barrera G, Bunout D, Gattas V, de la Maza MP, Leiva L, Hirsch S. A high body mass index protects against femoral neck osteoporosis in healthy elderly subjects. *Nutrition* 2004; 20: 769-771.
- Beck TJ, Petit MA, Wu G, LeBoff MS, Cauley JA, Chen Z. Does obesity really make the femur stronger? BMD, geometry, and fracture incidence in the Women's Health Initiative- observational study. *J Bone Miner Res* 2009; 24: 1369-1379.
- Zhao LJ, Jiang H, Papiasian CJ, Maulik D, Dress B, Hamilton J, et al. Correlation of obesity and osteoporosis: effect of fat mass on the determination of osteoporosis. *J Bone Miner Res* 2008; 23(1):17-29.
- Oldroyd A, Mitchell K, Bukhari M. The prevalence of osteoporosis in an older population with very high body mass index: evidence for an association. *Int J Clin Pract* 2014; 68(6): 771-774.
- Cashion A, Sánchez Z, Cowan P, Hathaway D, Costello A, Gaber A. Changes in weight during the first year after kidney transplantation. *Prog Transplant* 2007; 17(1): 40-47.
- Fernández Castillo R, Fernández Gallegos R, Esteban de la Rosa RJ, Peña Amaro MP. Estudio longitudinal del peso e índice de masa corporal tras el trasplante renal durante 5 años de evolución. *Nutr Hosp* 2014; 30(2):287-292.
- Johnson CP, Gallagher-Lepak S, Zhu YR, Porth C, Kelber S, Roza AM. Factors influencing weight gain after renal transplantation. *Transplantation* 1993; 56(4):822-827.
- Clunk JM, Lin CY, Curtis JJ. Variables affecting weight gain in renal transplant recipients. *Am J Kidney Dis* 2001; 38(2):349-353.
- El-Agroudy AE, Wafa EW, Gheith OE, Shehab el-Dein AB, Ghoneim MA. Weight gain after renal transplantation is a risk factor for patient and graft outcome. *Transplantation* 2004; 77(9):1381-1385.
- Toro J, Gentil MA, García R, Álvarez R, Valdivia MA, Roncero FG, et al: Osteoarticular pain and bone mineral density in renal transplantation. *Transplant Proc.* 2003; 35:1769-1771
- Weisinger JR, Carlini RG, Rojas E, Bellorin-Font E. Bone disease after renal transplantation. *Clin J Am Soc Nephrol* 2006;1(6):1300-1313.
- Ahmadpoor P, Reisi S, Makhdoomi K, Ghafari A, Sepehrvand N, Rahimi E. Osteoporosis and related risk factors in renal transplant recipients. *Transplant Proc* 2009; 41(7):2820-2822.
- Sezer S, Ozdemir FN, Ibis A, Sayin B, Haberal M. Risk factors for osteoporosis in young renal transplant recipients. *Transplant Proc* 2005; 37:3116-3118.
- Riancho JA. Osteoporosis y trasplante renal. *Nefrología* 2013; 4(1):3-9
- Vautour LM, Melton LJ III, Clarke BL, Achenbach SJ, Oberg AL, McCarthy JT. Long-term fracture risk following renal transplantation: a population-based study. *Osteoporos Int* 2004; 15(2):160-167.
- Braga Junior JW, Neves RM, Pinheiro MM, Frisoli Júnior A, Castro CH, Szejnfeld VL, Carvalho AB. Prevalence of low trauma fractures in long-term kidney transplant patients with preserved renal function. *Braz J Med Biol Res* 2006; 39(1): 137-147.
- Marcen R, Caballero C, Uriol O, Fernández A, Villafruela JJ, Pascual J, et al. Prevalence of osteoporosis, osteopenia, and vertebral fractures in long-term renal transplant recipients. *Transplant Proc* 2007; 39: 2256-2258.
- WHO, World Health Organization 2000 Obesity: preventing and managing the global epidemic. *WHO Technical Report Series* 894. Geneva, Switzerland
- Greco EA, Fornari R, Rossi F, Santemma V, Prossomariti G, Annoscia C, et al. Is obesity protective for osteoporosis? Evaluation of bone mineral density in individuals with high body mass index. *Int J Clin Pract* 2010; 64(6):817-820.
- Oldroyd A, Dubey S. The association between bone mineral density and higher body mass index in men. *Int J Clin Pract* 2015; 69(1):145-7.
- Migliaccio S, Greco EA, Fornari R, Donini LM, Lenzi A. Is obesity in women protective against osteoporosis? *Diabetes Metab Syndr Obes* 2011;4: 273-282.
- Cao JJ. Effects of obesity on bone metabolism. *J Orthop Surg Res* 2011; 6:30.
- Anandacoomarasamy A, Fransen M, March L. Obesity and the musculoskeletal system. *Curr Opin Rheumatol* 2009; 21(1):71-77.