



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MÉXICO
FACULTAD DE MEDICINA
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
UMAE, HOSPITAL DE GINECO OBSTETRICIA
No. 4 "LUIS CASTELAZO AYALA"**

**COMPARACIÓN DE LA DENSITOMETRÍA REMS CONTRA
DXA PARA LA EVALUACIÓN DE LA DENSIDAD
MINERAL ÓSEA EN EL PUERPERIO**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE ESPECIALISTA EN
GINECOLOGÍA Y OBSTETRICIA**

**PRESENTA:
DRA. CYNTHIA REYES LÓPEZ**

**ASESOR:
DR. SERGIO ROSALES ORTIZ**

CIUDAD DE MÉXICO, MARZO 2023



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

CARTA DE ACEPTACIÓN DEL TRABAJO DE TESIS

Por medio de la presente informamos que la **Dra. Cynthia Reyes López**, residente de la especialidad en Ginecología y Obstetricia ha concluido la escritura de su tesis **“Comparación de la densitometría REMS contra DXA para la evaluación de la densidad mineral ósea en el puerperio”** con número de registro institucional R-2022-3606-026. Por lo que otorgamos autorización para su presentación y defensa de la misma.

Dr. Oscar Moreno Álvarez
Director General

Unidad Médica de Alta Especialidad
Hospital de Gineco Obstetricia No. 4 “Luis Castelazo Ayala”
Instituto Mexicano del Seguro Social

Dr. Juan Carlos Martínez Chéquer

Director de Educación e Investigación en Salud
Unidad Médica de Alta Especialidad
Hospital de Gineco Obstetricia No. 4 “Luis Castelazo Ayala”
Instituto Mexicano del Seguro Social

Dr. Rogelio Apolo Aguado Pérez

Jefe de División de Educación en Salud
Unidad Médica de Alta Especialidad
Hospital de Gineco Obstetricia No. 4 “Luis Castelazo Ayala”
Instituto Mexicano del Seguro Social

Dr. Sergio Rosales Ortiz
Tutor

Unidad Médica de Alta Especialidad
Hospital de Gineco Obstetricia No. 4 “Luis Castelazo Ayala”
Instituto Mexicano del Seguro Social

ÍNDICE

Índice de tablas y anexos	3
Agradecimientos	5
Resumen	6
Summary	7
Antecedentes	8
Planteamiento del problema.....	16
Justificación	17
Objetivos	18
Material y métodos	19
Análisis estadístico	24
Resultados	27
Discusión	30
Conclusiones	32
Referencias	33

ÍNDICE DE TABLAS, FIGURAS Y ANEXOS

TABLA 1. Descripción epidemiológica de la muestra	37
TABLA 2. Comparación de la densitometría con tecnología DXA y REMS para la región lumbar	38
TABLA 3. Comparación de la densitometría con tecnología DXA y REMS para el fémur	39
TABLA 4. Correlación de la densitometría con tecnología DXA vs REMS de la región lumbar.	40
TABLA 5. Correlación de la densitometría con tecnología DXA vs REMS de la región lumbar y peso	41
TABLA 6. Correlación de la densitometría con tecnología DXA vs REMS de la región femoral	42
TABLA 7. Correlación de la densitometría con tecnología DXA vs REMS de la región femoral y peso	43
FIGURA 1. Comparación de medias de la región lumbar y de la región femoral de acuerdo a las densitometrías con tecnología DXA y REMS, con su significancia	44
FIGURA 2. Diagrama de flujo de la inclusión y exclusión de pacientes	45
GRÁFICO 1. Comparación de la densidad mineral ósea por REMS y DXA.	46
ANEXO 1. Dictamen de aprobación de protocolo	47
ANEXO 2. Carta de consentimiento para participar en el estudio de investigación	48
ANEXO 3. Hoja de captura de datos	44
ANEXO 4. Declaración de autenticidad y no plagio	50

AGRADECIMIENTOS

Agradezco primero que nada a mi padre Nicolás Reyes García (QEPD), ya que, con su ejemplo de perseverancia, valentía y disciplina, me enseñó que el trabajo duro y constante trae las mejores recompensas.

A mi madre Martha López Ortega por su amor incondicional, por estar en las buenas y las malas conmigo.

A mis hermanos: Edgar, Abigail, José Luis, Emanuel por su cariño y comprensión, por impulsarme a dar lo mejor, por nunca dejarme sola.

Al Dr. Manuel Martínez Meraz, por sus sabios consejos y por guiarme a lo largo de mi especialidad.

A mi tutor el Dr. Sergio Rosales Ortiz por su apoyo y entrega, por motivarme a la realización de este proyecto.

RESUMEN

INTRODUCCIÓN: Durante la lactancia y puerperio existe alta demanda de calcio, presentándose una transferencia por parte de la madre al feto, así como una desmineralización temporal del esqueleto axial materno. Para establecer un diagnóstico oportuno de estos cambios a nivel de la densidad mineral ósea (DMO) y su microestructura, se utiliza un método inocuo, no ionizante conocido como REMS, el cual ofrece resultados semejantes a los obtenidos por densitometría tipo DXA.

OBJETIVO: Evaluar la DMO durante el puerperio inmediato y mediato comparando la densitometría tipo DXA y REMS.

METODOLOGÍA: Tipo de estudio observacional, descriptivo, transversal y comparativo. Se realizó en pacientes que se encontraban en el puerperio fisiológico inmediato y mediato utilizando tecnología tipo REMS y DXA.

RESULTADOS: La comparación de medición de la DMO por REMS y DXA tuvo una relación y similitud significativa, por lo que podría el REMS ser equiparable a la técnica DXA para valoración de la microestructura ósea y riesgo de fracturas por fragilidad en el embarazo y puerperio, siendo el REMS un método inocuo en estos periodos de la vida.

CONCLUSIONES: Existe concordancia entre los resultados de la medición de la DMO realizados con REMS y los realizados por DXA, por lo que al ser el primero un método inocuo, se considera prueba diagnóstica estándar de evaluación de densidad mineral ósea en el embarazo y puerperio.

PALABRAS CLAVE: Embarazo, lactancia, puerperio, densitometría, REMS, DXA.

SUMMARY

INTRODUCTION: In lactation and puerperium there is a high demand for calcium, presenting a transfer from the mother to the fetus, as well as a temporary demineralization of the maternal axial skeleton. To establish the diagnosis of these changes at the level of bone mineral density (BMD), dual X-ray absorptiometry (DXA) has been used, a study that uses radiation, as well as a portable and non-ionizing method known as multiple radiofrequency ultrasound spectrometry. (REMS).

OBJECTIVE: Assess BMD during the puerperium using DXA and REMS-type densitometry.

METHODOLOGY: Type of study observational, descriptive, cohort, longitudinal. It was performed in patients who were in the physiological puerperium using DXA and REMS, with an estimate of 100 patients. After signing informed consent, they were scheduled to undergo REMS and DXA densitometry.

RESULTS: The comparison of BMD measurement by REMS and DXA have a relationship and similarity significant so this first study could be equal to DXA for assessment of bone microstructure and risk of fragility fractures in the physiological puerperium due to pregnancy and lactation, being the REMS an innocuous method in the period of pregnancy and puerperium.

CONCLUSIONS: There is concordance between the results in the measurement of BMD performed with REMS-type technology and by DXA, so as the former is an innocuous method in pregnancy, it is considered the Gold standard in the diagnosis of bone fragility in the immediate puerperium.

KEYWORDS: Pregnancy, lactation, puerperium, densitometry, REMS, DXA.

ANTECEDENTES

El ciclo de remodelado óseo es un proceso altamente regulado, esencial para preservar la integridad ósea y el mantenimiento de la homeostasis mineral, es así como la resorción osteoclástica y la actividad osteoblástica cumplen parte fundamental en la regulación de la salud ósea, implicando un papel fundamental en la gestación y lactancia, siendo dos etapas con cambios significativos en el metabolismo mineral óseo, en respuesta a la necesidad de calcio para cubrir las demandas del feto en crecimiento y del requerimiento suplementario del mismo en el periodo de lactancia.

Existen diversos mecanismos celulares y moleculares que regulan el ciclo de remodelado óseo, estos incluyen el activador del receptor del factor nuclear κ B (RANK), ligando RANK (RANKL) y Osteoprotegerina (OPG), además de estar involucradas diversas citocinas, factores de crecimiento y prostaglandinas que actúan como reguladores paracrinicos del ciclo mientras que los reguladores endocrinos incluyen la vitamina D, hormona paratiroidea (PTH), calcitonina, hormona del crecimiento (GH), glucocorticoides, hormonas sexuales, andrógenos y hormona tiroidea, todos estos junto con las vías de señalización controlan la resorción ósea osteoclástica y la formación ósea osteoblástica¹.

El sistema óseo permite la locomoción, protege los órganos vitales, es sitio de hematopoyesis, tiene funciones tanto en el metabolismo mineral a través de la homeostasis del calcio y fosfato, como en el equilibrio ácido-base, estudios recientes también han sugerido que el hueso tiene funciones endocrinas importantes adicionales en la fertilidad, el metabolismo de la glucosa, el apetito, regulación y función muscular².

Conformado por cuatro tipos de células: osteoblastos, células de revestimiento óseo, osteoclastos y osteocitos, además de matriz osteoide, hidroxapatita, agua, proteínas no colágenas, lípidos, células óseas especializadas, colágeno tipo 1, todos estos actuando como mecanosensores y participando activamente en la remodelación ósea, proporcionando elasticidad, flexibilidad y resistencia, cumpliendo una función protectora, de apoyo, esencial en la locomoción³.

El tejido óseo tiene la propiedad de mineralizarse formando cristales de hidroxiapatita, dándole la capacidad de protección y resistencia a las presiones mecánicas, además de ser un reservorio de calcio y de fosfato. La homeostasis del metabolismo óseo esta dado por la paratohormona, la vitamina D, la calcitonina entre otras hormonas. El osteocito regula la adaptación de la remodelación ósea a las presiones mecánicas y en la homeostasis del fosfato, a través de la secreción de FGF23, y la vía RANK/RANKL/osteoprotegerina donde dependen tanto los osteoclastos y osteoblastos⁴.

La vitamina D es una hormona que participa en la homeostasis de calcio-fósforo en el organismo, se encuentra en la naturaleza en dos formas: ergocalciferol o vitamina D₂ y colecalciferol o vitamina D₃. En ser humano la mayoría de la vitamina proviene de la transformación cutánea del 7- dehidrocolesterol en colecalciferol en presencia de la luz solar, durante la exposición a la luz ultravioleta de longitud de onda entre 290-315 nm, los fotones son absorbidos por el 7 dehidrocolesterol de la membrana de las células de la epidermis y la dermis, formando el precolecalciferol que se convierte en colecalciferol, a medida que la vitamina D se sintetiza, se libera al espacio extracelular y penetra en el lecho vascular de la dermis que unida a la proteína transportadora de vitamina D es distribuida a diferentes órganos⁵.

La vitamina D dentro del organismo necesita de dos hidroxilaciones, la primera hidroxilación es en la posición 25 de la molécula, mediante la 25- hidroxilasa en el hígado, la 25 (OH) vitamina D formada pasa a la sangre, y unida a la proteína transportadora llega al riñón, ya en el túbulo renal proximal se hidroxila en posición 1, mediante la 1-hidroxilasa, dando lugar a la vitamina en su forma activa, la 1,25 (OH)₂ vitamina D o calcitriol.

El mecanismo de acción de la 1,25(OH)₂D₃ implica la unión directa del complejo heterodimérico del receptor de vitamina D activado por 1,25(OH)₂D₃/receptor X retinoico (VDR/RXR) a secuencias de ADN específicas. La acción principal de la vitamina D consiste en aumentar la absorción intestinal de calcio y fósforo, además, induce la expresión de proteínas transportadoras de calcio o calbindinas, cuya función es facilitar el transporte de calcio a través del enterocito. En el hueso la

vitamina D estimula directamente, mediante su unión al receptor VDR, la diferenciación de osteoblastos y la producción de proteínas de unión al calcio óseo, como la osteocalcina y la osteopontina, promueve la diferenciación de condrocitos, aumenta la actividad y el número de osteoclastos, movilizándolo calcio óseo. En el riñón aumenta la reabsorción de calcio por un mecanismo similar al descrito a nivel intestinal, en donde el calcitriol incrementa los niveles del transportador de membrana (EcaC), además de los niveles de calbindinas para el transporte transcelular y activa el paso de calcio a través de la membrana basolateral. La síntesis de 1,25 (OH)₂ vitamina D se estimula por la hormona paratiroidea (PTH), hipocalcemia e hipofosfatemia, además, las hormonas sexuales, prolactina, hormona de crecimiento (GH) y del factor de crecimiento similar a la insulina 1 (IGF-1)⁶.

La hipocalcemia aumenta la producción de 1,25 (OH)₂ vitamina D inducida por la paratohormona (PTH), para mantener los niveles de calcio plasmático dentro de la normalidad, además esta hormona tiene efectos directamente opuestos sobre la remodelación, estimulando la resorción ósea, es así como la exposición prolongada al exceso de PTH que ocurre en hiperparatiroidismo primario, debido a adenoma paratiroideo o hiperplasia paratiroidea, da como resultado hipercalcemia con ello una pérdida ósea acelerada incrementando el riesgo de fracturas, todo esto a través de la modulación del sistema de señalización OPG-RANKL-RANK, inhibiendo la osteoprotegerina y de este modo estimulando la osteoclastogénesis⁷.

Las hormonas tiroideas, aumentan la resorción ósea osteoclástica, además estimulan la diferenciación y la mineralización de los osteoblastos, disminuyendo la duración del ciclo de remodelado óseo y conduciendo al desacoplamiento de la actividad osteoblástica y osteoclástica, lo que resulta en una pérdida de la densidad mineral ósea aproximadamente del 10%⁸. La hormona del crecimiento induce la expresión del factor 1 de crecimiento similar a la insulina, aumentando el recambio óseo al estimular la actividad de proliferación de osteoblastos como la reabsorción ósea osteoclástica, sin embargo, predomina la formación de hueso osteoblástico, lo que conduce a un pequeño aumento de la masa ósea, por el contrario, en la deficiencia de GH, la resorción ósea supera la formación de hueso, lo que en última

instancia conduce a la osteoporosis⁹. Los Glucocorticoides a dosis suprafisiológicas provocan osteoporosis ya que inhiben la diferenciación y función de los osteoblastos además aumentando la apoptosis de los mismos, incrementando la resorción ósea osteoclástica al reducir la OPG y aumentando la expresión de RANKL¹⁰.

La osteoporosis es el trastorno óseo metabólico más común y las fracturas por fragilidad resultantes están asociadas a un incremento en la morbilidad y mortalidad, se puede diagnosticar después de una fractura por fragilidad o mediante rayos X de energía dual. La absorciometría (DXA) T-score ≤ -2.5 (T-score representa el número de desviaciones estándar de la media de una población joven de referencia adecuada). También puede ser sugerido por los resultados de radiografías simples o tomografías computarizadas. La osteoporosis posmenopáusica se caracteriza por el desacoplamiento del ciclo de remodelación ósea con aumento de la resorción ósea osteoclástica en relación con la formación de hueso osteoblástico, lo que resulta en la pérdida ósea neta, en consecuencia, los estrógenos inhiben la reabsorción del hueso al reducir el número y la actividad de los osteoclastos y aumentar la apoptosis de los mismos, además de inhibir la apoptosis de osteoblastos y osteocitos para mantener la formación ósea y limitar el remodelado óseo¹¹.

La densidad mineral ósea (DMO) o *bone mineral density* aporta el contenido mineral óseo o *bone mineral content*, que se presenta expresado en gramos, es el parámetro más utilizado para valorar la masa ósea, se expresa en gramos por centímetro cuadrado. El T-Score, se define como el número de desviaciones estándar con respecto al valor medio de la población de 20 a 39 años del mismo sexo, a medida que la edad del paciente va avanzado, la densidad mineral ósea va disminuyendo y la T-Score se va modificando, sin embargo el Z-Score es el número de desviaciones estándar con respecto al valor medio de la densidad mineral ósea en la población de la misma edad y sexo. En 1994, la OMS introdujo la determinación de la DMO mediante dual X-ray absorptiometry (DXA) como forma idónea para evaluar la osteoporosis. Considerándose un valor normal cuando el T-score es mayor o igual a -1.0, como osteopenia cuando el T-score se encuentra entre -1.0 y -2.5 y osteoporosis cuando el T-score es menor o igual a -2.5, para la

clasificación diagnóstica, debe seleccionarse el menor T-score, sea de la columna (L1-L4), del fémur total, del cuello femoral, del trocánter, o del radio 33%¹².

La absorciometría con rayos X de doble energía, también conocida como densitometría, o en inglés, dual X-ray absorptiometry (DXA) o dual energy X-ray absorptiometry (DEXA), puede discriminar diferentes estructuras del organismo, en la práctica clínica es la densitometría ósea axial, centrada sobre la columna lumbar y la cadera, esta técnica permite cuantificar la densidad mineral ósea (DMO), y estimar el riesgo de fractura, tomar decisiones terapéuticas, e incluso evaluar la respuesta al tratamiento. Existen limitaciones en los resultados de la DMO, como es la correcta interpretación de éstos, además que únicamente informa sobre la densidad mineral del hueso, pero no sobre la arquitectura de dicho hueso, lo cual condiciona que la técnica no permita diferenciar osteoporosis y osteomalacia, además de existir potenciales falsos positivos y negativos ocasionados por osteofitos, calcificaciones de las partes blandas, obesidad, técnica incorrecta, etc¹³.

Sin embargo hasta ahora el mejor método diagnóstico es la densitometría ósea, la cual ha mostrado una disminución de la masa ósea medida a nivel de las vértebras lumbares (L1, L4) y cuello femoral, sin embargo para la población obstétrica se ha utilizado recientemente el ultrasonido REMS el cual ha demostrado una disminución de la densidad mineral ósea en comparación de mujeres no embarazadas¹⁴.

Sin embargo, el DXA presenta algunas desventajas como son el uso de rayos X, la falta de portabilidad, la necesidad de personal técnico altamente especializado, además de una sala dedicada para su uso, la cual debe de ser lo suficientemente grande para mantener al operador a más de 1 m de la fuente de rayos X, y otros factores limitantes que deben ser considerados como son la presencia de artefactos, por ejemplo los osteofitos secundarios a osteoartritis, la calcificación de la aorta y fracturas óseas que pueden conducir a una sobreestimación del valor de la densidad mineral ósea y la información limitada sobre la microestructura ósea, sin mencionar el control de calidad inadecuado de la exploración DXA que puede ser afectados por defectos de imagen previos y posteriores al procedimiento.

Por lo tanto, se han desarrollado tecnologías alternativas para la evaluación ósea, buscado para complementar o ser una alternativa a DXA, es así como la espectrometría múltiple ecográfica de radiofrecuencia (REMS) que es un método portátil y no ionizante para la evaluación ósea axial cuyos principios se basan en el análisis de los espectros de ondas de ultrasonido sin filtrar, se adquieren durante una exploración ecográfica que utiliza imágenes en modo B para identificar las interfaces óseas objetivo y las regiones de interés relacionadas, cada uno la línea ecográfica tiene una señal de radiofrecuencia (RF) extraída automáticamente, y el software es capaz de identificar el cartílago, capas de hueso cortical y trabecular en la señal de radiofrecuencia. La porción trabecular se selecciona para el análisis, por lo que las señales correspondientes a artefactos ubicados en el hueso cortical no deben interferir con los resultados¹⁵.

En comparación con otras técnicas, la tomografía axial computarizada (TAC) focalizada en el radio o la tibia, se realiza una adquisición volumétrica, a partir de la cual se calcula la DMO, la TAC central tiene ventajas sobre la DXA, ya que permite diferenciar el hueso cortical y trabecular, valorar la geometría de la vértebra, y calcular volumétricamente la DMO, que se expresa en g/cm³, unos de los inconvenientes de este estudio son la dosis de radiación. Otra de las técnicas es la resonancia magnética (RM) que determina la estructura trabecular del hueso periférico (calcáneo, radio distal y falange), por lo que las técnicas como TAC o RM permiten determinar la fuerza, independientemente del valor de DMO. La principal utilidad de la densitometría ósea con DXA es el diagnóstico de la osteoporosis, y puede además predecir el riesgo de fractura, indicar el tratamiento, o monitorizar su efecto¹⁶.

La osteoporosis es un proceso esporádico durante el embarazo, que se puede presentar en forma sistémica y regional. La forma sistémica afecta al hueso trabecular, y particularmente a la columna vertebral, debido a la sobrecarga mecánica y el desplazamiento del centro de gravedad presente en todas las gestantes, es así como la osteoporosis regional, se define como la desmineralización transitoria de la cadera en el embarazo, se presenta con dolor, habitualmente unilateral y monoarticular, y más raramente bilateral y/o poliarticular

a lo largo de las articulaciones de carga de los miembros inferiores, las dos son típicas del en particular en el tercer trimestre del embarazo. Cabe señalar que la segunda mitad del embarazo es un estado en el que hay transferencia significativa de calcio de la madre al feto, a fin de permitir la mineralización de los huesos fetales, además los descensos de calcemia debido al descenso de la albúmina fisiológica en el embarazo, además que la PTH circulante disminuye en el primer trimestre y se normaliza hasta el final del embarazo.

Durante el embarazo y el puerperio existen múltiples entidades relacionadas a la disminución de la densidad mineral ósea algunas de estas son la osteoporosis asociada al embarazo y la lactancia, que es una condición en las mujeres de desarrollar fracturas por fragilidad asociadas con reducciones significativas de la DMO debido a los cambios sustanciales en el metabolismo del calcio y la fisiología esquelética, se puede presentar como fracturas vertebrales, incremento de lordosis lumbar o pérdida de altura, los niveles más vulnerables son a niveles vertebrales T11-L4, otra entidad menos común es la osteoporosis transitoria de la cadera se caracteriza por dolor inguinal agudo, progresivo e incapacitante sin antecedente de traumatismo, con presencia de desmineralización de la cabeza femoral, presentando fracturas patológicas, también presentándose con mayor incidencia en el tercer trimestre de embarazo¹⁷.

Entre los efectos de la lactancia sobre el hueso materno, a los 9 meses de edad, el recién nacido ha acumulado en promedio 30 g más de calcio, a diferencia del embarazo, durante la lactancia la reabsorción esquelética materna es el principal suministro de calcio para la producción de leche. El calcio esquelético se libera a través de la resorción ósea mediada por osteoclastos y la osteólisis de los osteocitos, estimulados por PTHrp del tejido mamario, la absorción intestinal de calcio vuelve a los niveles previos al embarazo, por lo que ya no es un factor importante para garantizar dicha fuente, existe disminución de la DMO principalmente en columna lumbar, con disminuciones menor (hasta 5%) en la cadera/fémur/radio distal, la reabsorción ósea durante la lactancia es mayor en los sitios ricos en trabeculares y que en el hueso cortical, densidad mineral ósea que se recupera a los 12 meses después del destete ¹⁸.

El diagnóstico se realiza cuando se produce la fractura, o cuando, como consecuencia del dolor persistente, se recurre a técnicas de imagen, en donde se emplean rayos X, que por ser un examen poco empleado en el mismo, resulta ser una entidad infradiagnosticada hasta el momento. Por lo que se utilizan datos densitométricos, sobre todo con aparatos que usan ultrasonidos, que sugieren asimismo un descenso de densidad ósea a lo largo de la gestación, por lo cual el uso de REMS en el embarazo esta indicado¹⁹.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El metabolismo óseo durante la gestación tiene un gran impacto sobre el esqueleto materno y fetal, incrementando la demanda de calcio en todos los niveles, especialmente para el crecimiento del esqueleto fetal que requiere de un aporte adicional de este mineral, que en condiciones de baja ingesta y deprivación es removido del esqueleto materno, llevando a una disminución de la masa ósea de la madre.

En la lactancia materna la madre pierde adicionalmente entre 2% y 7% de masa ósea, principalmente de la columna lumbar y cuello femoral, que posteriormente se recupera dependiendo de la duración de la misma, así como del aporte adecuado de calcio y vitamina D y de otros minerales por parte de la madre. Es así como se ha correlacionado el efecto de las gestaciones múltiples y periodos de lactancia prolongada con un mayor riesgo de osteoporosis y fracturas en etapas posteriores de la vida.

Por lo que es importante el diagnóstico precoz de las principales alteraciones de la densidad mineral ósea de las gestantes para su tratamiento e intervención oportuna, ya sea identificándolas antes del embarazo y posterior al mismo con DXA, o bien en el transcurso de este con tecnología REMS el cual es una técnica no ionizante y segura para la madre.

PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN:

¿Cuáles son las diferencias entre la evaluación de la densidad mineral ósea en el puerperio utilizando tecnología tipo REMS en comparación con DXA?

JUSTIFICACIÓN

Durante el embarazo y la lactancia se producen cambios en el metabolismo del calcio, aumentando la demanda de este por parte del feto, estos cambios se compensan con un aumento de las hormonas calciotropas, como son la hormona paratiroidea (HPT) implícita en la absorción intestinal de calcio y su disminución en la excreción urinaria, el péptido relacionado con la HPT (rP-HPT) presente en la placenta y las glándulas paratiroideas, que regula el movimiento transplacentario de calcio, entre otras vías, por tal motivo si existe defecto en cualquiera de estas conduce a una pérdida de masa ósea, que comienza al principio de la gestación y se pone de manifiesto en el tercer trimestre y en el puerperio.

El mejor método diagnóstico hasta el momento para evaluar de forma precoz las alteraciones de la densidad mineral ósea es la densitometría ósea por DXA, la cual de sus grandes desventajas tenemos es el uso de radiación ionizante, la falta de portabilidad, la necesidad de personal técnico especializado, la posibilidad de presentar artefactos, además de una sala dedicada especialmente para su uso, por lo que surge la espectrometría múltiple ecográfica de radiofrecuencia (REMS) que es un método portátil, práctico y no ionizante convirtiéndose en una herramienta útil para la valoración de la densidad mineral ósea en gestantes y puérperas. Es así como el REMS en comparación con DXA, ha tenido mayor aceptación en general, presentando resultados similares.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha reconocido al ultrasonido como un método diagnóstico por imagen seguro, eficaz y flexible, capaz de proporcionar información clínicamente relevante sobre la mayoría de los tejidos humanos de forma rápida y práctica, por lo que la tecnología REMS al utilizar estas bases se considera el método estándar para evaluar la DMO en la población en general, incluyendo el embarazo y puerperio.

OBJETIVOS

General: Evaluar la DMO durante el puerperio comparando la densitometría tipo DXA y REMS.

Particulares

1. Identificar los factores de riesgo que presentan las mujeres durante el puerperio en relación con la salud ósea evaluadas mediante densitometría por REMS y DXA.
2. Determinar la prevalencia de osteopenia y osteoporosis en las mujeres en puerperio.

HIPÓTESIS

Trabajo

La densitometría tipo REMS es la prueba diagnóstica equiparable a la densitometría con técnica DXA para valorar densidad mineral ósea en pacientes en el puerperio.

Nula

La densitometría tipo REMS es la prueba diagnóstica que no es equiparable a la densitometría con técnica DXA para valorar densidad mineral ósea en pacientes en el puerperio.

MATERIALES Y MÉTODOS

TIPO DE ESTUDIO

Se realizó un protocolo de investigación en el que el análisis estableció la relación entre las variables, el diseño del estudio que se realizó fue:

Por la imposición o no de una maniobra de investigación: Observacional.

Por el seguimiento del paciente a través del tiempo: Transversal.

Por la direccionalidad en la obtención de la información: Prolectivo.

Por la búsqueda de no asociación entre dos variables: Comparativo.

Tipo de estudio: Cohorte.

UNIVERSO DE LA MUESTRA

Mujeres en periodo de puerperio inmediato y mediano valoradas en la UMAE Hospital "Luis Castelazo Ayala No. 4" del Instituto Mexicano del Seguro Social.

CRITERIOS DE SELECCIÓN

Inclusión:

Pacientes que acudieron a control prenatal y que se encontraban en el puerperio inmediato - mediano.

Feto sano.

Embarazo único.

Pacientes sin comorbilidades o patologías de base que incluyeran osteoporosis.

Paciente que hubiera firmado el consentimiento informado.

Exclusión:

Multiparidad.

Pacientes con embarazo con producto óbito.

Eliminación:

Pacientes a las que no se realizó densitometría tipo REMS.

Pacientes que no acudieron a la realización de densitometría tipo DXA.

Pacientes en los que no se requirió toda la información en la hoja de recolección de datos.

VARIABLES

Variables Independientes: Puerperio inmediato, puerperio mediato.

Variables Dependientes: Densidad mineral ósea, REMS, DXA.

Variables Clínicas o confusoras: Número de gestas, vía de interrupción de embarazo, edad de la madre, índice de masa corporal (IMC), edad gestacional.

ESPECIFICACIÓN DE LAS VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	ESCALA DE MEDICIÓN	ANALISIS ESTADISTICO
Densidad mineral ósea	Parámetro utilizado para valorar la masa ósea y se presenta expresado en gramos por centímetro cuadrado	Para este estudio se evaluó a través de REMS y DXA	Cuantitativa continua	mg/cm ²	Prueba t de Student para dos grupos y muestras relacionadas
Puerperio	Etapa posterior a resolución de embarazo, que se divide en inmediato primeras 24 horas, mediano hasta primera semana y tardío hasta los cuarenta días	Etapa posterior a resolución de embarazo desde las primeras 24 hasta los primeros 7 días	Cuantitativa continua	Días	Estadística descriptiva
REMS	Método no ionizante de medición de la densidad mineral ósea de columna lumbar y cuello de fémur mediante ultrasonido	Método no ionizante de medición de la densidad mineral ósea de columna lumbar y cuello de fémur mediante ultrasonido	Cuantitativa continua	mg/cm ²	Estadística descriptiva

DXA	Absorciometría de rayos X de energía dual, es un método que mide la cantidad de densidad mineral ósea en la estructura ósea utilizando rayos X	Absorciometría de rayos X de energía dual, es un método que mide la cantidad de densidad mineral ósea en la estructura ósea utilizando rayos X	Cuantitativa continua	g/cm ²	Estadística descriptiva
-----	--	--	-----------------------	-------------------	-------------------------

TECNICAS Y PROCEDIMIENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

1. Una vez que la paciente fue reclutada y firmo el consentimiento informado, se le explico ampliamente como seria su participación.
2. La paciente siguió su control prenatal por el servicio tratante, sin que los investigadores tuvieran ninguna injerencia en el manejo.
3. Se le cito a las pacientes en el tercer trimestre de gestación para darles seguimiento y posterior realización de densitometría con tecnología REMS y DXA en el puerperio inmediato o mediato, las citas se realizaron por vía telefónica, estas llamadas se realizaron únicamente por el investigador principal.
4. Cabe resaltar que se realizó un listado de los pacientes con su nombre, número de seguridad social, folio además de número telefónico para ser citadas posteriormente de la resolución de su embarazo para la realización de la densitometría tipo REMS y DXA.
5. Esta lista estuvo guardada en la computadora del investigador principal con la contraseña de acceso que él solo conoce.
6. Los estudios de densitometría tipo REMS se realizaron en la cama de la paciente, el estudio consistió en realizar por parte del investigador principal un rastreo de radiofrecuencia (ecosonografía) con un transductor de 3.5 MHz del cuello de fémur derecho e izquierdo, así como de columna lumbar (L1-L4) cada rastreo con duración de un minuto de forma indolora para la paciente. Se realizó la densitometría tipo REMS y DXA en el puerperio inmediato y mediato (24 h - 7 días), dándoles seguimiento por vía telefónica.

ANALISIS ESTADISTICO

Se realizo un análisis univariado de las variables de acuerdo a su tipo de distribución. Un análisis bivariado mediante una comparación de medias para muestras relacionadas con una prueba t y una correlación de Pearson con una significancia estadística de 0.05.

CONSIDERACIONES ÉTICAS DEL ESTUDIO

1. El investigador garantiza que este estudio tuvo apego a la legislación y reglamentación de la Ley General de salud en materia de Investigación para la Salud, lo que brinda mayor protección a los sujetos de estudio.

2. De acuerdo con el artículo 17 del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud, este proyecto se consideró como investigación con riesgo mínimo, ya que se realizó un ecosonograma sobre el muslo anterior, y en abdomen a nivel las vértebras lumbares (L1 - L4), sin causar alguna molestia a la paciente.

3. Los procedimientos de este estudio se apegaron a las normas éticas, al Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación y se llevaron a cabo en plena conformidad con los siguientes principios de la “declaración de Helsinki” (y sus enmiendas en Tokio, Venecia, Hong Kong y Sudáfrica) donde el investigador garantiza que:

a. Se realizó una búsqueda minuciosa de la literatura científica sobre el tema a realizar.

b. Este protocolo se sometió a evaluación y aprobación por el Comité de Ética y el de Investigación Comité Local de Investigación en Salud de la UMAE Hospital de Gineco Obstetricia No. 4 “Luis Castelazo Ayala” del IMSS.

c. Ese protocolo se realizó por personas científicamente calificadas y bajo la supervisión de un equipo de médicos clínicamente competentes y certificados en su especialidad.

d. Este protocolo guardó la confidencialidad de las personas y de los datos personales de las mismas (nombre, número de afiliación, teléfono, datos personales) donde el investigador principal es la única persona que se comunicó con las pacientes para llevar a cabo los estudios correspondientes.

e. Este estudio requirió de carta de consentimiento informado por escrito, ya que se maneja información personal, para el seguimiento y realización de las densitometrías.

4. Se respetaron cabalmente los principios contenidos en el Código de Nuremberg y el Informe Belmont.

5. El procedimiento para invitar a las participantes y obtener el consentimiento informado fue el siguiente: al presentarse con orden de internamiento a hospitalizarse en la UMAE Hospital de Gineco Obstetricia No. 4 “Luis Castelazo Ayala”, el investigador principal o la tesista invitaron a la paciente a participar en el protocolo, explicándole en que consiste, una vez que la paciente acepta se le otorga el consentimiento para ser firmado.

6. El procedimiento para garantizar la confidencialidad de los datos personales y la información obtenida fue el siguiente: una vez que la paciente aceptó a participar en el estudio y firmará su consentimiento informado, se le asignó un folio junto a su nombre y teléfono en una lista, la cual se encuentra resguardada por el investigador principal.

7. No se utilizaron muestras biológicas.

METODOLOGÍA E INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN

1. Registro del protocolo ante el Comité de Ética en Investigación y el Comité local de investigación en salud (Anexo 1).

2. Reclutamiento e incorporación al estudio de las pacientes en la consulta externa de la en la UMAE Hospital “Luis Castelazo Ayala No. 4”.

Firma del consentimiento informado por la paciente, los investigadores y testigos (Anexo 2).

3. Recolección de datos (Anexo 3) por los investigadores.

4. Cita y confirmación de las citas para las densitometrías tipo REMS y DXA un día antes de las mismas por parte del investigador principal.

5. Realización de la densitometría REMS y DXA en el periodo de puerperio por el investigador principal.

6. Recolección de resultados.

7. Vaciamiento de la información en la base de datos Excel por el tesista.

8. Análisis de la información por el investigador principal.

9. Elaboración del reporte final y presentación de resultados por los investigadores.

RESULTADOS

Se incluyeron un total de total de 220 pacientes que cumplieron con los criterios de inclusión, de las cuales eliminaron 35 por presentar una complicación obstétrica (parto pretérmino y hemorragia obstétrica), además otras 45 pacientes que no tenía la información completa o que no se realizó la densitometría REMS y 38 que no se presentaron a la realización de densitometría con DXA, quedando una muestra de 102 pacientes. (Figura 1)

La edad promedio observada en el grupo de estudio fue de 27 años, con un rango de edad de 17 a 41 años, el índice de masa corporal (IMC) de 29 k/cm², con valores desde 21 hasta 43, los cuales se subdividieron en pacientes con peso normal 20.6 %, 44.1% con sobrepeso y 35.3 % con obesidad. (Tabla 1)

El antecedente de los embarazos tuvo una moda de 2 por paciente, pero por número de gestaciones fueron; una 29.4 %, dos 44.1%, tres 12.7 %, cuatro 9.8 % y cinco 3.9 %. Respecto a haber tenido una resolución vaginal la distribución fue; con cero 22.5 %, una 44.1 %, dos 23.5 %, tres 7.8 % y cuatro 2 %. Resoluciones por aborto ninguno 70.5 %, uno 16.7 %, dos 9.8 % y tres 2.9 %. En tanto que para el antecedente de cesárea; sin este antecedente 67.6 %, una 22.5 %, dos 4.9 % y tres 4.9 %.

La interrupción del embarazo fue de 56.9 % partos contra un 43.1 % por cesárea. En lo que se refiere a las semanas de edad gestacional por valoración de Capurro en los recién nacidos esta correspondió a 38.2 (± 1.6) semanas en promedio con un rango de 30 a 41 semanas. (Tabla 1)

De acuerdo con el día del puerperio en el que se realizaron las densitometrías la moda para la realización de la densitometría fue de uno y cuatro días para REMS y DXA respectivamente. A las pacientes se les realizó la densitometría con tecnología de REMS durante su primer día de puerperio en 68 casos y a 34 en el segundo. Mientras que a la densitometría con tecnología DXA acudieron las pacientes de la siguiente forma, 18 el tercer día, 32 al cuarto, 24 el quinto, 16 en el sexto y hasta el séptimo 12.

El día en que se realizaron las densitometrías fue diferente con una moda para REMS de un día en tanto que para DXA fue al cuarto día.

Al analizar los valores obtenidos en la densidad mineral ósea en la región lumbar se observó un valor de un valor de 1.029 contra 1.002 para la tecnología DXA y REMS respectivamente con una diferencia significativa, en tanto que los valores de T score y Z score no tuvieron diferencia significativa. Los valores para la densidad mineral ósea de la región femoral el valor DXA y REMS fue 0.961, 0.948 para cada tecnología, el T score 0.50 para ambos y Z score 0.40. (Tabla 2 y 3)

En cuanto a la traducción clínica de la DMO para la región lumbar reporto una salud ósea normal del 85.3 % con DXA y un 87.3 % para REMS, osteopenia el porcentaje en el mismo orden de los estudio fue 14.7 % y 12.7 %. Los valores para la región femoral de hueso sano y con osteopenia en DXA y REMS fueron 86.3, 85.3, 13.7 y 14.7 todos sin diferencia estadística y no se diagnosticó ningún caso de osteoporosis. (Tabla 2 y 3)

La correlación de Pearson de las densitometría para la región lumbar de forma general $r = 0.945$, la estratificación por grupos de edad; en menores a 25 años $r = 0.892$, de 26 - 35 años $r = 0.964$ y mayores a 36 años $r = 0.911$. La estratificación de acuerdo con las gestaciones y la vía de nacimiento fue; primigestas $r = 0.921$, multigestas $r = 0.963$, parto $r = 0.959$ y cesárea $r = 0.867$. En cuanto a la estratificación por peso; cuando es normal $r = 0.754$, sobrepeso $r = 0.839$ y obesidad $r = 0.970$. En todos los casos la prueba de T mostro que existe en todos los grupos una diferencia de 0.001. (Tabla 4)

Para la región femoral la correlación de Pearson tuvo el siguiente comportamiento; general $r = 0.815$, la estratificación por grupos de edad; en menores a 25 años $r = 0.821$, de 26 - 35 años $r = 0.793$ y mayores a 36 años $r = 0.993$, primigestas $r = 0.820$, multigestas $r = 0.838$, parto $r = 0.809$ y cesárea $r = 0.822$, peso normal $r = 0.787$, sobrepeso $r = 0.746$ y obesidad $r = 0.800$. La prueba de T 0.001 para todos los grupos. (Tabla 5)

El diagrama de comparación de medias de la densidad mineral ósea entre los dos tipos de tecnología para cada región fue para la región lumbar DXA 1.044, REMS

1.023, para la región del fémur DXA 0.965 y REMS 0.940 ambas con una significancia de 0.001 (Figura 2).

Mediante un diagrama de Bland Altman se encontró que la diferencia en la densidad mineral ósea para la región lumbar es de 0.0216 g/cm² y en la región del fémur la diferencia es 0.218 g/cm².

DISCUSIÓN:

Dentro de un mundo cambiante como el que nos esta tocando vivir, la búsqueda de respuesta o explicación de nuevas interrogantes en temas que ya creíamos resueltos se convierte en una tarea vehemente y reflexiva, que solo bajo una nueva evidencia sustentable podrá cambiar un paradigma.

El puerperio y el embarazo son procesos muy dinámicos en los que ha podido afianzar el termino de programación, entendido como el proceso de adaptación que sufre un organismo (por ejemplo, el feto, el hueso), ante afectos nutricionales, ambientales y/o metabólicos que modifican el potencial desarrollo preestablecido genéticamente. Esto aterrizado al campo del hueso y concretamente dentro de una de las aristas que están involucradas, el diagnóstico de la salud ósea en el embarazo y puerperio son el centro de este análisis de este trabajo.

Los cambios óseos durante el embarazo y puerperio han sido ampliamente estudiados en la literatura y todos coinciden en que hay una pérdida de densidad mineral ósea ^{14,17-19}. Pero dos estudios que consideramos importantes para esta investigación por haberse desarrollado en este mismo centro médico; el primero es el seguimiento durante cada trimestre del embarazo con densitometría donde se encontró una disminución de la DMO del 9 % ²⁰. El segundo en donde la DMO disminuyo 4.58 % al final el puerperio tardío con respecto al tercer trimestre ²¹.

Definido el problema de la alteración de la masa ósea materna, el siguiente aspecto es el diagnóstico, ante lo cual tambien existe evidencia científica publicada, durante el embarazo la única opción ética es el uso de la radiofrecuencia multiespectral (REMS) por se un estudio no ionizante ^{14,20-22}, mientras que en el puerperio el uso de la tecnología DXA no estaría contraindicada.

El objetivo principal de este estudio fue evaluar si el uso de una densitometría con tecnología REMS es equiparable a una densitometría DXA, bajo el supuesto de poder evaluar la DMO días antes del nacimiento o en el puerperio inmediato teniendo en equipo disponible para poder trazar un plan de manejo ósea en esta etapa de la mujer. Existe suficiente evidencia en que las densitometrías DXA y

REMS tienen una concordancia superior al 80 % en ambas regiones lumbar y fémur 23-25.

Los resultados del estudio permiten establecer que existe una muy buena correlación en general para la región lumbar $r = 0.945$ y buena para la región femoral 0.815 . La estratificación por edad conserva este mismo comportamiento, no varía con el número de embarazos, no con el tipo de vía de interrupción y es mejor en las pacientes con obesidad, comportamiento también descrito en otros estudios ⁴.

La importancia de la estratificación por edad y por peso para comparar las dos técnicas en un periodo de tiempo similar con tres días de diferencia es poder demostrar la diferencia de tiempo entre cada estudio no influye en la densidad mineral por ser un periodo que no va a modificar la masa ósea y por otro lado el que los diferentes tipos de pacientes en edad y peso podrán ser evaluadas por cualquiera de las dos tecnologías.

Ambas con tecnologías tienen una buena correlación en las dos regiones y la diferencia de la densidad mineral ósea, aunque es estadísticamente significativa, la variación de $0.0216 + 0.0605 \text{ g/cm}^2$ en la región femoral y de $0.0218 + 0.0423 \text{ g/cm}^2$, no tendrán una traducción clínica diferente. Lo que en realidad es importante y trascendente es poder establecer el estado de salud ósea en este periodo de la vida de la mujer para poder tomar una decisión terapéutica como el inicio de suplementos complementarios de calcio, modificar aspectos del estilo de vida como la alimentación, el ejercicio, la exposición al sol, tabaquismo, por mencionar algunos, con el respaldo de que esta acción médica tiene un fundamento paraclínico certero esto es un resultado de la densitometría de REMS evaluada días antes de la resolución del embarazo o en el puerperio inmediato.

CONCLUSIONES:

Durante el puerperio inmediato – mediano, establecer el estado de salud ósea con una densitometría REMS tiene una buena correlación con DXA.

La diferencia entre la densidad mineral ósea entre la densitometría DXA y la REMS es de 0.021 g/cm^2 .

Esta diferencia no tiene impacto en el valor de T score, Z score, ni en la incidencia de osteopenia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. Oldknow KJ, MacRae VE, Farquharson C. Endocrine role of bone: recent and emerging perspectives beyond osteocalcin. *J Endocrinol.* 2015;225(1):1-19. DOI:[10.1530/JOE-14-0584](https://doi.org/10.1530/JOE-14-0584).
2. DiGirolamo DJ, Clemens TL, Kousteni S. The skeleton as an endocrine organ. *Nat Rev Rheumatol.* 2012;8:674-83. DOI:[10.1038/nrrheum.2012.157](https://doi.org/10.1038/nrrheum.2012.157).
3. Florencio SR, Sasso GR, Sasso CE, Simões MJ, Cerri PS. Biology of Bone Tissue: Structure, Function, and Factors That Influence Bone Cells. *Biomed Res Int.* 2015;2015:1-17. DOI: [10.1155/2015/421746](https://doi.org/10.1155/2015/421746).
4. Levasseur R. Fisiología del tejido óseo. EMC – Aparato Locomotor. 2019;52(2):1-25. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1286935X\(19\)42130-8](https://doi.org/10.1016/S1286935X(19)42130-8).
5. Valero MA, Hawkins F. Metabolism, endogenous and exogenous sources of vitamin D. *Revista Española de Enfermedades Metabólicas Óseas.* 2007;16(4):63-67. DOI: [10.1016/S1132-8460\(07\)73506-7](https://doi.org/10.1016/S1132-8460(07)73506-7).
6. Souberbielle JC, Lawson-Body E, Hammadi B, Sarfati E, Kahan A, Cormier C. The use in clinical practice of parathyroid hormone normative values established in vitamin D-sufficient subjects. *J Clin Endocrinol Metab.* 2003; 88(8):3501-4. DOI: [10.1210/JC.2003-030097](https://doi.org/10.1210/JC.2003-030097).
7. Silva BC, Bilezikian JP. Parathyroid hormone: anabolic and catabolic actions on the skeleton. *Curr Opin Pharmacol.* 2015;22:41-50. DOI: [10.1016/J.COPH.2015.03.005](https://doi.org/10.1016/J.COPH.2015.03.005).
8. Bassett JH, Williams GR. Role of Thyroid Hormones in Skeletal Development and Bone Maintenance. *Endocr Rev.* 2016;37:135-87. DOI: [10.1210/er.2015-1106](https://doi.org/10.1210/er.2015-1106).
9. Olney RC. Regulation of bone mass by growth hormone, *Med Pediatr Oncol.* 2003;41:228-34. DOI: [10.1002/mpo.10342](https://doi.org/10.1002/mpo.10342)
10. Sher LB, Woitge HW, Adams DJ, Gronowicz GA, Krozowski Z, Harrison JR, et al. Transgenic expression of 11beta-hydroxysteroid dehydrogenase type 2 in osteoblasts reveals an anabolic role for endogenous glucocorticoids in bone. *Endocrinology.* 2004;145(2):922-929. DOI: [10.1210/EN.2003-0655](https://doi.org/10.1210/EN.2003-0655).

11. Nakamura T, Imai Y, Matsumoto T, Sato S, Takeuchi K, Igarashi K, et al. Estrogen prevents bone loss via estrogen receptor alpha and induction of Fas ligand in osteoclasts. *Cell*. 2007;130(5):811-23. DOI: 10.1016/J.CELL.2007.07.025.
12. Lewiecki EM, Watts NB, McClung MR, Petak SM, Bachrach LK, Shepherd JA, et al. Official positions of the International Society for Clinical Densitometry. *J Clin Endocrinol Metab*. 2004;89:3651–3655. DOI: 10.1210/jc.2004-0124.
13. Orueta RR, Gómez C. Interpretación de la densitometría ósea. *SEMERGEN-Medicina de Familia*. 2010;36:27-30. DOI:10.1016/j.semerg.2009.05.001 2010.
14. Degennaro VA, Brandi ML, Cagninelli G, Casciaro S, Ciardo D, Conversano F, et al. First assessment of bone mineral density in healthy pregnant women by means of Radiofrequency Echographic Multi Spectrometry (REMS) technology. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*. 2021;263:44-49. DOI: 10.1016/j.ejogrb.2021.06.014. Epub 2021 Jun 15. PMID: 34167032.
15. Lorente RM, Azpeitia J, Arévalo N, Muñoz A, García JM, Gredilla J. Dual energy X-ray absorptimetry: fundamentals, methodology, and clinical applications. *Radiologia*. 2012;54(5):410-423. DOI: 10.1016/j.rx.2011.09.023.
16. Adams JE. Quantitative computed tomography. *Eur J Radiol*. 2009;71(3):415-424. DOI: 10.1016/j.ejrad.2009.04.074. E.
17. Carriles I, Aubá M, Chacón E, Manzour N, Galofré JC. Transient osteoporosis of the hip during pregnancy. *Endocrinol Diabetes Nutr*. 2019;66(9):590-591. DOI: 10.1016/j.endinu.2019.03.016.
18. Kovacs CS. Maternal Mineral and Bone Metabolism During Pregnancy, Lactation, and Post-Weaning Recovery. *Physiol Rev*. 2016;96(2):449-547. DOI: 10.1152/physrev.00027.2015.
19. Cano AJ, Cano A. Osteoporosis del embarazo. *Semin Fund Esp Reumatol*. 2012;13(2):65-70. DOI: 10.1016/j.semreu.2011.12.001.
20. MEZA SAK. Efecto del embarazo en la densidad mineral ósea, evaluada con densitometría REMS [Tesis de especialidad]. Ciudad de México: UMAE Hospital de Gineco Obstetricia No. 4 “Luis Castelazo Ayala” IMSS 2022.

21. Mata AMF. Efecto del embarazo y puerperio en la densidad mineral ósea evaluada con densitometría tipo REMS [Tesis de especialidad]. Ciudad de México: UMAE Hospital de Gineco Obstetricia No. 4 "Luis Castelazo Ayala" IMSS 2022.
22. Lujano AY, Rodríguez MC, Skinner CM, Perez L, Cardenas JA, García PA, et al. Bone metabolism and osteoporosis during pregnancy and lactation. Arch Osteoporos. 2022;17(1):1-6. [DOI: 10.1007/s11657-022-01077-x](https://doi.org/10.1007/s11657-022-01077-x).
23. Nowakowska A, Wroński J, Płaza M, Sudół I, Głuszko P. Diagnostic agreement between radiofrequency echographic multispectrometry and dual-energy X-ray absorptiometry in the assessment of osteoporosis in a Polish group of patients. Pol Arch Intern Med. 2021;131(9):840-847. [DOI: 10.20452/pamw.16046](https://doi.org/10.20452/pamw.16046).
24. Amorim DMR, Sakane EN, Maeda SS, Lazaretti M. New technology REMS for bone evaluation compared to DXA in adult women for the osteoporosis diagnosis: a real-life experience. Arch Osteoporos. 2021;16(1):1-8. [DOI: 10.1007/s11657-021-00990-x](https://doi.org/10.1007/s11657-021-00990-x).
25. Di Paola M, Gatti D, Viapiana O, Cianferotti L, Cavalli L, Caffarelli C, et al. Radiofrequency echographic multispectrometry compared with dual X-ray absorptiometry for osteoporosis diagnosis on lumbar spine and femoral neck. Osteoporos Int. 2019;30(2):391-402. [DOI: 10.1007/s00198-018-4686-3](https://doi.org/10.1007/s00198-018-4686-3).

Tabla 1. Características epidemiológicas de la muestra.

N (%)	102 (100)
Edad, años, media (DE)	27 (5.3)
IMC, k/cm ² , mediana (RIC 25 - 75)	28.8 (4.2)
Bajo peso	0
Peso normal	21 (20.6)
Sobrepeso	45 (44.1)
Obesidad	5 (4.9)
Gesta, moda (mínimo-máximo)	2 (1 – 5)
Primigesta, n (%)	30 (29.4)
Interrupción por parto vaginal, n (%)	58 (56.9)
Capurro, semanas, media (DE)	38 (1.6)

N; Número

%; Porcentaje

DE; Desviación estándar

RIC 25 – 75; Rango intercuartil 25 - 75

IMC; Índice de masa corporal

k/cm²; kilogramos/centímetro al cuadrado

Tabla 2. Comparación de la densitometría con tecnología DXA y REMS para la región lumbar.

	DXA	REMS	p*
Día de puerperio, moda (mínimo – máximo)	4 (3 – 7)	1 (1 -2)	0.001
DMO, mediana, RIC (25 – 75)	1.029 (0.987 – 1.106)	1.002 (0.980 – 1.095)	0.001
T score, mediana, RIC (25 – 75)	-0.30 (-0.80 – 0.20)	-0.35 (-0.72 – 0.20)	0.08
Z score, mediana, RIC (25 – 75)	-0.20 (-0.70 – 0.30)	-0.20 (-0.77 – 0.50)	0.4
Densidad normal, n (%)	87 (85.3)	89 (87.3)	0.5
Osteopenia, n (%)	15 (14.7)	13 (12.7)	0.6
Osteoporosis, n (%)	0	0	--

DXA; Densitometría con tecnología de absorciometría dual de rayos X

REMS; Densitometría por radiofrecuencia multiespectral

p*; significancia prueba de Wilcoxon

DMO; Densidad mineral ósea

RIC 25 – 75; Rango intercuartil 25 - 75

n; Número

%; Porcentaje

Tabla 3. Comparación de la densitometría con tecnología DXA y REMS para el fémur.

	DXA	REMS	p*
Día de puerperio, moda (mínimo – máximo)	4 (3 – 7)	1 (1 - 2)	0.001
DMO, mediana, RIC (25 – 75)	0.961 (0.904 – 1.015)	0.948 (0.897 – 0.993)	0.001
T score, mediana, RIC (25 – 75)	0.50 (-0.30 – 0.80)	0.50 (0.17 – 1.00)	0.053
Z score, mediana, RIC (25 – 75)	0.40 (-0.10 – 0.90)	0.40 (0.10 – 1.00)	0.8
Densidad normal, n (%)	88 (86.3)	87 (85.3)	0.9
Osteopenia, n (%)	14 (13.7)	15 (14.7)	1.0
Osteoporosis, n (%)	0	0	--

DXA; Densitometría con tecnología de absorciometría dual de rayos X

REMS; Densitometría por radiofrecuencia multiespectral

p*; significancia prueba de Wilcoxon

DMO; Densidad mineral ósea

RIC 25 – 75; Rango intercuartil 25 - 75

n; Número

%; Porcentaje

Tabla 4. Correlación de la densitometría con tecnología DXA vs REMS de la región lumbar en el grupo general y estratificado por edad, embarazos, vía de nacimiento y peso.

	r [±]	p [¥]
General	0.945	0.001
< 25 años	0.892	0.001
26 – 35 años	0.964	0.001
> 36 años	0.911	0.001
Primigesta	0.921	0.001
Multigesta	0.963	0.001
Parto	0.959	0.001
Cesárea	0.867	0.001
Peso normal	0.754	0.001
Sobrepeso	0.839	0.001
Obesidad	0.970	0.001

± Prueba de correlación de Pearson

¥ Prueba de T para diferencia de medias

Tabla 5. Correlación de la densitometría con tecnología DXA vs REMS de la región femoral.

	r [±]	p [¥]
General	0.815	0.001
< 25 años	0.821	0.001
26 – 35 años	0.793	0.001
>35 años	0.993	0.001
Primigesta	0.820	0.001
Multigesta	0.838	0.001
Parto	0.809	0.001
Cesárea	0.822	0.001
Peso normal	0.787	0.001
Sobrepeso	0.746	0.001
Obesidad	0.800	0.001

± Prueba de correlación de Pearson

¥ Prueba de T para diferencia de medias

Figura 1. Diagrama de flujo de la inclusión y exclusión de pacientes.

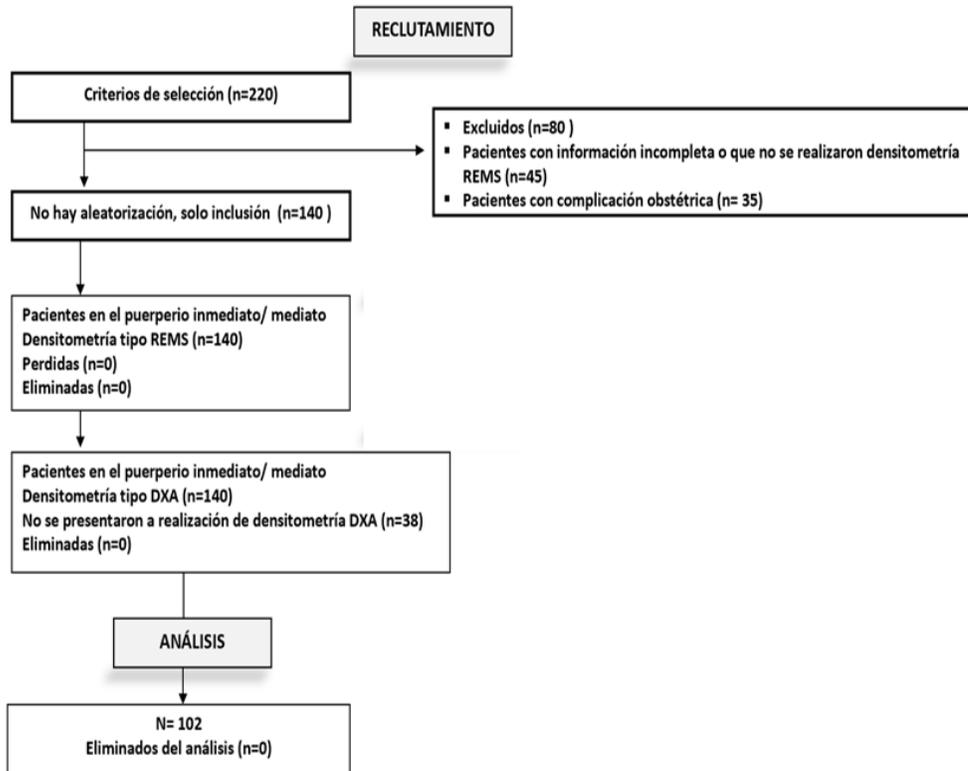


Figura 2. Comparación de medias de la región lumbar y de la región femoral de acuerdo a las densitometrías con tecnología DXA y REMS, con su significancia.

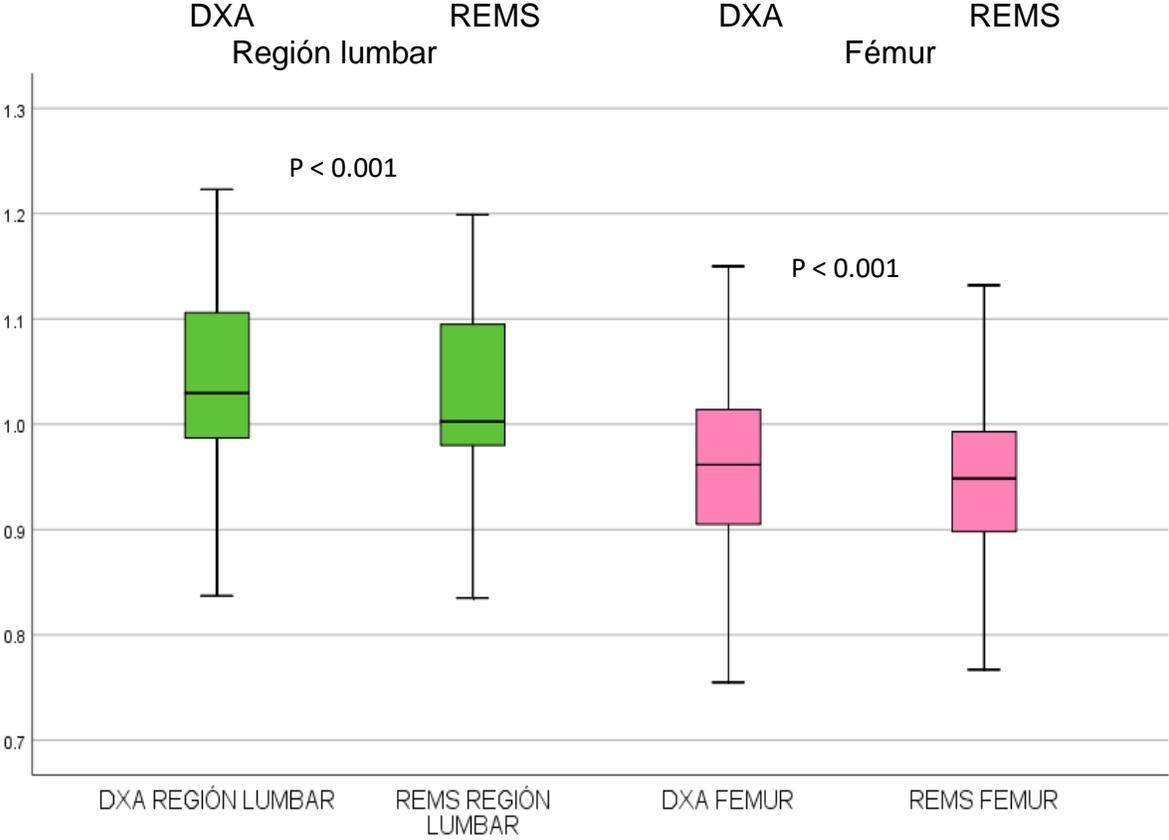
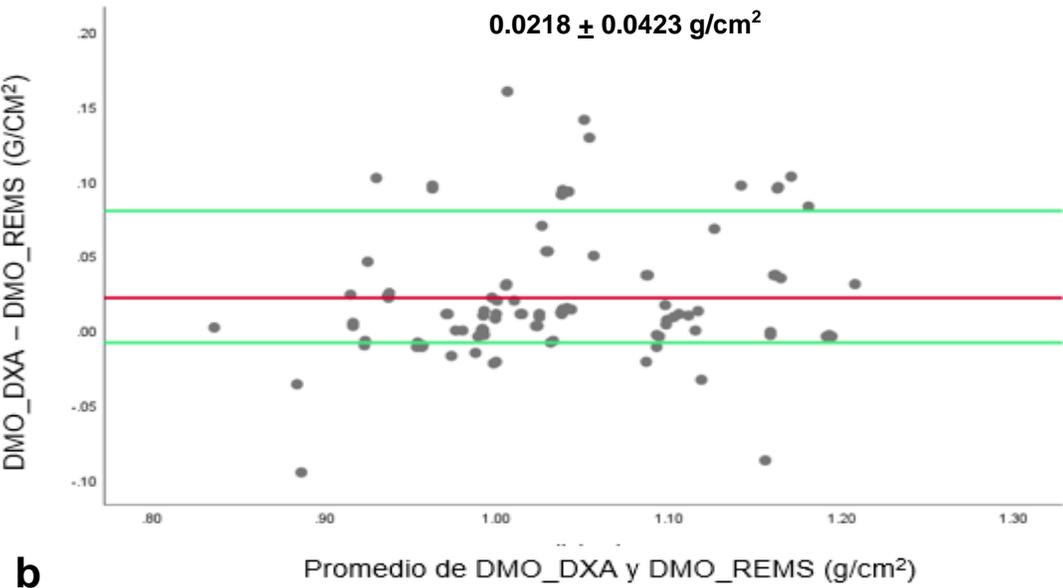
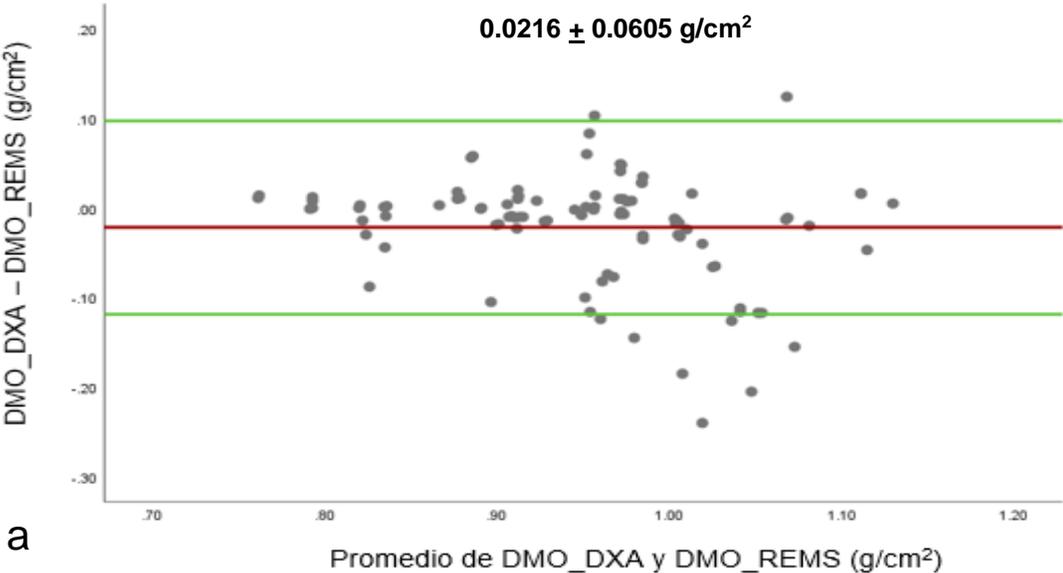


Figura 3. Diagrama de Bland-Altman para comparar la densidad mineral ósea por DXA y REMS en pacientes en el puerperio para la región del cuello del fémur (a) y región lumbar (b).



Anexo 1. Carta de registro ante el comité local de investigación clínica.

11/7/22, 14:33

SIRELCIS



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL
DIRECCIÓN DE PRESTACIONES MÉDICAS



Dictamen de Aprobado

Comité Local de Investigación en Salud **3606**.
HOSPITAL DE GINECO OBSTETRICIA NUM. 4 LUIS CASTELAZO AYALA

Registro COFEPRIS **17 CI 09 010 024**
Registro CONBIOÉTICA **CONBIOETICA 09 CEI 026 2016121**

FECHA **Lunes, 11 de julio de 2022**

M.E. Sergio Rosales Ortiz

PRESENTE

Tengo el agrado de notificarle, que el protocolo de investigación con título **Comparación de la densitometría REMS contra la de DXA para la evaluación de la densidad mineral ósea en el puerperio** que sometió a consideración para evaluación de este Comité, de acuerdo con las recomendaciones de sus integrantes y de los revisores, cumple con la calidad metodológica y los requerimientos de ética y de investigación, por lo que el dictamen es **A P R O B A D O**:

Número de Registro Institucional
R-2022-3606-026

De acuerdo a la normativa vigente, deberá presentar en junio de cada año un informe de seguimiento técnico acerca del desarrollo del protocolo a su cargo. Este dictamen tiene vigencia de un año, por lo que en caso de ser necesario, requerirá solicitar la reaprobación del Comité de Ética en Investigación, al término de la vigencia del mismo.

ATENTAMENTE

Dr. Oscar Moreno Alvarez
Presidente del Comité Local de Investigación en Salud No. 3606

Imprimir

IMSS
SEGURIDAD Y SOLIDARIDAD SOCIAL

Anexo 2. Consentimiento informado para participación en el protocolo de investigación.



INSTITUTO MEXICANO DEL SEGURO SOCIAL UNIDAD DE EDUCACIÓN, INVESTIGACIÓN Y POLITICAS DE SALUD COORDINACIÓN DE INVESTIGACIÓN EN SALUD

CARTA DE CONSENTIMIENTO INFORMADO PARA PARTICIPACIÓN EN PROTOCOLOS DE INVESTIGACIÓN

Nombre del estudio:	Comparación de la densitometría REMS contra DXA para la evaluación de la densidad mineral ósea en el puerperio						
Patrocinador externo (si aplica):	No aplica						
Lugar y fecha:	UMAE, Hospital de Gineco Obstetricia No. 4 "Luis Castelazo Ayala", marzo 2022.						
Número de registro:							
Justificación y objetivo del estudio:	Determinar la densidad mineral ósea (si su hueso esta enfermo o sano) a lo largo del embarazo mediante tecnología REMS que es un tipo de ultrasonido y compararlo con densitometría tipo DXA que es un tipo de estudio que utiliza rayos X al finalizar su embarazo. Justificación: Conocer si la calidad del hueso a lo largo del embarazo se mantiene o cambia comparando tecnología tipo REMS y DXA.						
Procedimientos:	Se realiza estudio tipo ultrasonido en la cara anterior de muslo y a nivel lumbar, el estudio dura un minuto en cada zona señalada. El segundo estudio consiste a través de un haz de rayos X, colocarlo sobre la cara anterior del muslo, con duración de un minuto y en la porción anterior de abdomen a nivel de región lumbar. Se realizará el primer estudio antes de finalizar su embarazo y el segundo después de finalizar su embarazo, por lo que es seguro para usted y su bebé.						
Posibles riesgos y molestias:	No hay ningún riesgo para usted o para su bebé, los estudios que se realizaran no le producen ningún dolor o molestia.						
Posibles beneficios que recibirá al participar en el estudio:	Permite contribuir con un conocimiento del estado de salud ósea de la mujer en el embarazo y al culminar el mismo.						
Información sobre resultados y alternativas de tratamiento:	Se anexará al expediente clínico y en caso de que lo solicite se le puede facilitar una copia a través de los procedimientos establecidos por el hospital.						
Participación o retiro:	Usted como paciente puede participar o retirarse del estudio en forma voluntaria, es decir cuando quiera y si así lo desea participar o retirarse, sin que esto pueda interferir en el manejo establecido por el servicio tratante. Si se retira no interfiere en su tratamiento en el IMSS, ni en los derechos que tiene como derechohabiente.						
Privacidad y confidencialidad:	La confidencialidad de los datos es absoluta, los resultados solo serán empleados para este estudio, la presentación de los resultados de este estudio en cualquier variedad, tesis, artículo, conferencia nunca evidenciará los nombres o información personal.						
En caso de colección de material biológico (si aplica):	<table border="1"> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>No autoriza que se tome la muestra.</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Si autorizo que se tome la muestra solo para este estudio.</td> </tr> <tr> <td><input type="checkbox"/></td> <td>Si autorizo que se tome la muestra para este estudio y estudios futuros.</td> </tr> </table>	<input type="checkbox"/>	No autoriza que se tome la muestra.	<input type="checkbox"/>	Si autorizo que se tome la muestra solo para este estudio.	<input type="checkbox"/>	Si autorizo que se tome la muestra para este estudio y estudios futuros.
<input type="checkbox"/>	No autoriza que se tome la muestra.						
<input type="checkbox"/>	Si autorizo que se tome la muestra solo para este estudio.						
<input type="checkbox"/>	Si autorizo que se tome la muestra para este estudio y estudios futuros.						
Disponibilidad de tratamiento médico en derechohabientes (si aplica):	No aplica						
Beneficios al término del estudio:	Alternativas de diagnóstico y tratamiento						
En caso de dudas o aclaraciones relacionadas con el estudio podrá dirigirse a:							
Investigador Responsable:	Dr. Sergio Rosales Ortiz, 55506422, extensión 28048, Horario de 7.30 a 14:00hrs						
Colaboradores:	Dra. Cynthia Reyes López, 55506244, extensión 28048, Horario de 7.30 a 14:00hrs						
En caso de dudas o aclaraciones sobre sus derechos como participante podrá dirigirse a: CLIEIS; Av. Río Magdalena 289, Col. Tizapán San Ángel, México, D.F. Teléfono (55) 55 506422 extensión 28015.							
DESPUES DE LEER ESTE DOCUMENTO DOY MI CONSENTIMIENTO EN FORMA LIBRE Y DESINTERESADA, PARA QUE SE ME REALICEN LOS PROCEDIMIENTOS MENCIONADOS.							

Nombre y firma del sujeto

Nombre y firma de quien obtiene el consentimiento
en

Testigo 1

Testigo 2

Anexo 3. Instrumento de recolección de información.

COMPARACIÓN DE LA DENSITOMETRÍA REMS CONTRA DXA PARA LA EVALUACIÓN DE LA DENSIDAD MINERAL ÓSEA EN EL PUERPERIO

FECHA: _____

FOLIO/NSS: _____

NÚMERO DE TELEFONO: _____

EDAD: _____ AÑOS TALLA: _____ CM PESO: _____ KG IMC: _____

GESTAS: _____ PARTOS: _____ CÉSAREAS: _____ ABORTOS: _____ ECTOPICOS: _____ MOLA: _____

FUM: _____ FPP: _____ EDAD GESTACIONAL: _____ SEMANAS

EDAD POR ULTRASONIDO: _____ SEMANAS

DIAGNOSTICO: _____

COMORBILIDAD MATERNA:

FECHA DE NACIMIENTO: _____

CAPURRO: _____ SEMANAS

VIA DE RESOLUCIÓN DE EMBARAZO ACTUAL: PARTO: _____, CÉSAREA: _____

DÍA PUERPERIO REMS	REMS REGIÓN LUMBAR			REMS FEMUR		
	DMO	T-Score	Z-Score	DMO	T-Score	Z-Score

DÍA DE PUERPERIO DXA	DXA REGIÓN LUMBAR			DXA FEMUR		
	DMO	T-Score	Z-Score	DMO	T-Score	Z-Score

Anexo 4. Carta de autenticidad y no plagio.

Por el presente documento, yo Cynthia Reyes López, alumna de posgrado de la Especialidad en Ginecología y Obstetricia en la Unidad Medica de Alta Especialidad, Hospital de Gineco Obstetrica “ Luis Castelazo Ayala”, del IMSS.

Informo que he elaborado el trabajo de investigación, tema de tesis denominado “Comparación de la densitometría REMS contra DXA para la evaluación de la densidad mineral ósea en el puerperio”, declaro que:

- 1) En este trabajo no existe plagio de ninguna naturaleza y es de carácter original, siendo resultado de mi trabajo de investigación, ni utilizado ideas, formulas, ni citas completas, así como ilustraciones diversas, obtenidas de cualquier tesis, obra, articulo, memoria, etc., (en versión digital o impresa).
- 2) Asimismo, dejo constancia de que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo, por lo que no se ha asumido como propias las ideas vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos como en internet.
- 3) Asimismo, afirmo que soy responsable de todo contenido y asumo, como autor, las consecuencias ante cualquier falla, error u omisión de referencias en el documento. Se que este compromiso de autenticidad y no plagio puede tener connotaciones éticas y legales.

Por ello, en caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a lo dispuesto en la Normatividad que implique al programa.

Cynthia Reyes López
NOMBRE COMPLETO DE RESIDENTE

Ciudad de México, a 27 de marzo del 2023.