

Universidad Miguel Hernández de Elche

Máster Universitario en Prevención de Riesgos Laborales

Departamento de Patología y Cirugía



UNIVERSITAS
Miguel Hernández

Ergonomía aplicada a entornos clínicos: Análisis de carga postural en radiólogos
ecografistas.

Curso académico 2024/2025

Presentado por

Irene Sánchez Serna

Tutelado por

Carolina Alonso Montero



INFORME DEL DIRECTOR DEL TRABAJO FIN MASTER DEL MASTER UNIVERSITARIO EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

D. Carolina Alonso Montero, Tutor del Trabajo Fin de Máster, titulado '*ERGONOMÍA APLICADA A ENTORNOS CLÍNICOS: ANÁLISIS DE CARGA POSTURAL EN RADIOLOGOS ECOGRAFISTAS*' y realizado por el/la estudiante Irene Sánchez Serna.

Hace constar que el TFM ha sido realizado bajo mi supervisión y reúne los requisitos para ser evaluado.

Fecha de la autorización: 27 de junio de 2025

Fdo.: - _____
Tutor TFM



MASTER UNIVERSITARIO EN PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES
Campus de Sant Joan - Carretera Alicante-Valencia Km. 87
03550 San Juan (Alicante) ESPAÑA Tfno: 965919525
E-mail: masterprl@umh.es

Resumen

Los trastornos musculoesqueléticos (TME) representan una de las principales causas de malestar físico y absentismo en el entorno sanitario, siendo especialmente prevalentes entre los ecografistas. Estos profesionales están expuestos de forma continua a cargas físicas derivadas de posturas estáticas, movimientos repetitivos y el mantenimiento prolongado del transductor sobre el cuerpo del paciente, lo que genera una alta incidencia de molestias localizadas en cuello, hombros, muñecas y región lumbar.

El presente Trabajo Fin de Máster tiene como objetivo evaluar las condiciones ergonómicas del puesto de trabajo en radiólogos ecografistas. Para ello, se aplicó un enfoque metodológico mixto que incluyó, por un lado, un cuestionario basado en el Cuestionario Nórdico Estandarizado, con el fin de detectar la prevalencia y distribución anatómica de síntomas musculoesqueléticos en 25 radiólogos en ejercicio en un hospital terciario español (desde mayo a junio de 2025), y por otro, la evaluación ergonómica mediante el método Rapid Entire Body Assessment (REBA) en dos operadores representativos, una radióloga de 1,60 metros (percentil 35 femenino) y un radiólogo de 1,84 metros (percentil 85 masculino), con la que se estimó el riesgo postural.

Los resultados muestran que el 76 % de la plantilla refiere al menos una molestia en los últimos doce meses, con picos en hombro derecho (40 %), columna lumbar (52 %) y cuello (36 %). La carga postural medida con REBA arroja puntuaciones de 11 puntos, clasificadas como riesgo muy alto, lo que exige acción correctiva inmediata. Las posturas más penalizadas combinan abducción de hombro, flexión cervical superior a 20° y torsión de tronco.

A partir de los hallazgos obtenidos y de la revisión de la literatura científica especializada, se plantean una serie de medidas preventivas concretas, centradas en el rediseño ergonómico del puesto de trabajo.

Palabras clave: Trastornos musculoesqueléticos, ecografistas, ergonomía, prevención, REBA.

Abstract

Musculoskeletal disorders (MSDs) are a leading cause of discomfort and absenteeism in healthcare settings, with a particularly high prevalence among sonographers. Continuous exposure to static postures, repetitive movements, and sustained transducer pressure places these professionals at increased risk of pain in the neck, shoulders, wrists, and lower back.

This master's thesis evaluates the relationship between workstation ergonomics and MSD symptoms in radiologists who routinely perform ultrasound examinations. A mixed-methods design was employed: (i) a survey based on the Standardized Nordic Musculoskeletal Questionnaire was administered to 25 practising radiologists in a Spanish tertiary hospital (May–June 2025) to determine the prevalence and anatomical distribution of symptoms; and (ii) postural risk was assessed with the Rapid Entire Body Assessment (REBA) method in two representative operators, a 1.60 m female (\approx 35th percentile) and a 1.84 m male (\approx 85th percentile).

Results showed that 76 % of participants reported at least one musculoskeletal symptom in the past 12 months, with peak prevalences in the right shoulder (40 %), lumbar spine (52 %), and neck (36 %). REBA scores ranged from 11 to 12, placing the task in the “very-high-risk” category. The most harmful postures combined shoulder abduction, neck flexion $> 20^\circ$, and trunk rotation.

Based on these findings and current literature, targeted preventive measures are proposed: ergonomic redesign of the workstation.

Keywords: musculoskeletal disorders, sonographers, ergonomics, prevention, REBA.

Índice

ÍNDICE	5
ÍNDICE DE FIGURAS.....	7
ÍNDICE DE TABLAS	7
1. INTRODUCCIÓN	8
1.1. CAUSAS FÍSICAS, ORGANIZATIVAS Y PSICOSOCIALES	9
1.2. GUARDIAS, PRESIÓN ASISTENCIAL Y AUMENTO DE LA DEMANDA	10
1.3. CONSECUENCIAS LABORALES Y ORGANIZATIVAS DE LOS TME	10
1.4. NORMATIVA Y GUÍAS DE ERGONOMÍA APLICABLES	11
1.5. FISIOPATOLOGÍA DE LOS TME EN ECOGRAFISTAS.....	12
1.6. FACTORES AGRAVANTES ESPECÍFICOS	15
1.7. IMPACTO ECONÓMICO DE LOS TME	15
2. JUSTIFICACIÓN.....	17
3. OBJETIVOS.....	18
3.1. OBJETIVO GENERAL	18
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
4. MATERIAL Y MÉTODOS	19
4.1. DISEÑO Y CONTEXTO DEL ESTUDIO	19
4.2. PARTICIPANTES.....	20
4.3. INSTRUMENTOS DE RECOGIDA DE DATOS.....	21
4.3.1. <i>Cuestionario Nórdico Estándar de síntomas musculoesqueléticos</i>	21
4.3.2. <i>Desarrollo y adaptación del cuestionario en línea</i>	21
4.3.3. <i>Rapid Entire Body Assessment (REBA) asistido por la aplicación RULER</i>	22
4.4. ESCENARIO TÉCNICO DE LA VALORACIÓN ERGONÓMICA	22
4.5. PROCEDIMIENTO OPERATIVO	24
4.6. VARIABLES DE ESTUDIO	24
4.7. CONSIDERACIONES ÉTICAS	25
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	26
5.1. RESULTADOS DEL CUESTIONARIO EPIDEMIOLÓGICO	26

5.1.1. Descripción detallada de la muestra	26
5.1.2. Prevalencia anual de TME (últimos 12 meses).....	29
5.1.3 Prevalencia puntual de TME (últimos 7 días).....	31
5.1.4. Limitación funcional (últimos 12 meses).....	32
5.2. EVALUACIÓN DEL RIESGO POSTURAL (REBA)	33
Puesto A.....	33
Puesto B.....	36
5.3. DISCUSIÓN	38
5.3.1. Comparación crítica con la literatura	38
5.3.2. Relevancia para la prevención de riesgos laborales	40
5.4. MEJORAS ERGONÓMICAS	40
1. Pausas estructuradas y rotación de tareas.....	41
2. Escaneo ambidiestro.....	42
3. Rediseño ergonómico del puesto del ecografista	42
5.5. LIMITACIONES	43
5.5.1. Limitaciones derivadas del diseño	44
5.5.2 Limitaciones relacionadas con la muestra.....	45
5.5.3 Limitaciones de los instrumentos de medición	45
5.5.4 Factores no controlados	45
5.5.5 Restricciones del contexto operativo	46
5.5.6 Recomendaciones para mitigar las limitaciones en futuras investigaciones.....	46
6. CONCLUSIONES.....	47
7. REFERENCIAS	49
ANEXOS.....	52
ANEXO 1.....	52

Índice de figuras

FIGURA 1	26
FIGURA 2	26
FIGURA 3	27
FIGURA 4	27
FIGURA 5	28
FIGURA 6	28
FIGURA 7	33
FIGURA 8	36
FIGURA 9	36
FIGURA 10	36

Índice de tablas

TABLA 1	29
TABLA 2	30
TABLA 3	31
TABLA 4	33
TABLA 5	35
TABLA 6	38

1. Introducción

Los trastornos musculoesqueléticos (TME) constituyen una de las principales causas de morbilidad e incapacidad laboral a nivel mundial, con un impacto creciente tanto en términos económicos como sociales (1). En el contexto sanitario, los TME representan una amenaza continua para la salud ocupacional, especialmente en colectivos expuestos a tareas que implican carga física, gestos repetitivos o posturas mantenidas durante largos periodos. Los ecografistas, por las características específicas de su trabajo, figuran entre los grupos más afectados (2).

Diversos estudios han documentado una prevalencia alarmante de TME en ecografistas, con cifras que oscilan entre el 80 % y el 90 % a lo largo de la carrera profesional (3-5). Las zonas anatómicas más afectadas incluyen el cuello (cervicalgia), los hombros (tendinopatías del manguito rotador), la región lumbar (lumbalgias) y las muñecas (síndrome del túnel carpiano). Estas afecciones suelen ser el resultado de una combinación de factores biomecánicos, organizativos y psicosociales que, de no abordarse, pueden conducir al dolor crónico, reducción del rendimiento funcional, bajas laborales recurrentes o incluso abandono prematuro de la profesión (6-8).

Aunque la alta prevalencia de TME en ecografistas ha sido ampliamente documentada, pocos estudios han comparado esta carga con la de otros colectivos sanitarios. Según la revisión sistemática de Zangiabadi et al. (1), mientras que en ecografistas las tasas de síntomas musculoesqueléticos superan el 85 %, en enfermería se sitúan en torno al 60 % y en medicina general descienden hasta el 35 %. Estos datos posicionan a los ecografistas como uno de los colectivos más vulnerables dentro del entorno clínico, tanto por la especificidad biomecánica de sus tareas como por la limitada rotación de roles asistenciales.

Sin embargo, la mayoría de estas cifras proceden de estudios desarrollados en contextos anglosajones como Estados Unidos, Reino Unido o Canadá, donde el diseño organizativo, la duración de los turnos y la dotación ergonómica pueden diferir notablemente del sistema sanitario español (5). En España, la producción científica sobre TME en ecografía sigue siendo escasa, y los datos disponibles son insuficientes para reflejar con precisión las particularidades del entorno clínico nacional. Esta falta de evidencia contextualizada

representa una limitación para la formulación de políticas preventivas y justifica la necesidad de investigaciones específicas centradas en nuestro sistema público de salud.

1.1. Causas físicas, organizativas y psicosociales

La práctica ecográfica exige, de forma sistemática, la adopción de posturas estáticas prolongadas, la elevación del brazo dominante por encima del hombro, movimientos repetitivos de muñeca y antebrazo, y la aplicación mantenida de fuerza con el transductor (6-8). Estas condiciones, sumadas a la presión asistencial, el diseño inadecuado del espacio de trabajo y la escasa formación ergonómica, configuran un entorno con elevado potencial lesivo. Los estudios señalan que los ecografistas a menudo no cuentan con estaciones de trabajo ajustables ni con la posibilidad de alternar lado de exploración, lo que intensifica la sobrecarga unilateral y limita la recuperación muscular entre exploraciones (6).

Desde la perspectiva de la prevención de riesgos laborales, los TME en ecografía deben abordarse de forma integral, teniendo en cuenta no solo los aspectos biomecánicos, sino también los organizativos y psicosociales. La falta de pausas programadas, la alta carga de pacientes por turno y la presión por optimizar tiempos influyen directamente en la fatiga postural y en la cronificación de los síntomas (7,9). Por otra parte, los factores psicosociales como la percepción de estrés, la baja autonomía laboral o la escasa percepción de apoyo institucional, pueden actuar como potenciadores del malestar físico y limitar la adherencia a medidas preventivas (9).

La identificación de los factores de riesgo específicos, la evaluación del diseño del puesto de trabajo y la promoción de una cultura ergonómica son elementos clave para la reducción del impacto de estos trastornos en la práctica clínica diaria.

Las guías internacionales, como las emitidas por la Society of Diagnostic Medical Sonography (SDMS) y el American Institute of Ultrasound in Medicine (AIUM), proponen medidas de prevención basadas en evidencia (11,12). Entre ellas destacan el rediseño ergonómico del entorno de trabajo, el uso de sillas ajustables, soportes para el brazo, técnica de escaneo ambidiestro, pausas activas y formación continua. No obstante, la implementación de estas medidas en la práctica diaria sigue siendo limitada, particularmente en entornos clínicos con alta carga asistencial y escasos recursos (5,9).

1.2. Guardias, presión asistencial y aumento de la demanda

Durante las jornadas de guardia, que en el ámbito hospitalario español suelen extenderse hasta 24 horas, los radiólogos pueden realizar numerosas exploraciones ecográficas, lo que incrementa notablemente la exposición a factores de riesgo biomecánicos. En promedio, un radiólogo español realiza entre cuatro y seis guardias mensuales, con una carga de trabajo asistencial que contribuye significativamente a la fatiga postural y al riesgo acumulado de TME (4,6,8). Esta situación se agrava por la escasa posibilidad de pausas y la presión asistencial derivada de la alta demanda en los servicios de urgencias.

La demanda de ecografía diagnóstica no deja de crecer: la SERAM cifró en más de 40 millones de pruebas de imagen anuales en 2022, de las que casi una de cada cinco corresponde a ecografías (12). Esta presión asistencial no es nueva, en 2012 se estimaban 47 millones de estudios radiológicos al año, prácticamente una exploración por habitante (13). La combinación de volumen creciente de exploraciones y plantillas limitadas implica más estudios por profesional e incrementa la exposición a posturas estáticas, movimientos repetitivos y agarres forzados, factores decisivos en la génesis de los TME.

En el ámbito de la urgencia, la ecografía se ha consolidado como técnica de elección para la evaluación rápida de múltiples patologías, por su disponibilidad, rapidez de ejecución y ausencia de radiación ionizante (12).

Durante una guardia hospitalaria de 24 horas, un radiólogo puede llegar a realizar más de 50 exploraciones ecográficas, incluyendo estudios abdominales, musculoesqueléticos y vasculares. Este volumen de trabajo, sumado al carácter ininterrumpido de las guardias, supone una carga física acumulativa considerable que puede acentuar la incidencia de TME. Estos datos refuerzan la necesidad de integrar la ergonomía como eje estratégico en la gestión de recursos humanos en los servicios de radiología.

1.3. Consecuencias laborales y organizativas de los TME

Más allá del impacto clínico, los TME entre ecografistas tienen consecuencias laborales significativas, que repercuten directamente en la eficiencia asistencial y en los costes

asociados al sistema sanitario. Diversos estudios apuntan a que los TME son una de las principales causas de absentismo laboral en profesionales de la imagen médica, con periodos de baja que pueden extenderse hasta varias semanas dependiendo de la gravedad de la afección (5, 7). Este absentismo no solo genera sobrecarga en los equipos clínicos, sino que también obliga a reorganizar agendas, incrementar la presión sobre el personal activo y asumir costes económicos derivados de sustituciones o reducción de actividad diagnóstica.

A medio y largo plazo, la cronificación de estos trastornos puede derivar en cambios de puesto no deseados, pérdida de productividad, disminución del rendimiento diagnóstico y, en casos extremos, abandono prematuro de la profesión (6, 10). Este fenómeno afecta especialmente a los ecografistas con mayor carga asistencial y menor posibilidad de implementar estrategias preventivas eficaces.

Además, el impacto de los TME no se limita a las dimensiones físicas. El dolor persistente y la limitación funcional afectan también a la motivación, la satisfacción laboral y la percepción de apoyo institucional, generando un círculo vicioso difícil de romper. En estudios recientes, se ha identificado una asociación entre la presencia de TME y la intención de abandonar el ámbito hospitalario para incorporarse a contextos laborales menos exigentes desde el punto de vista físico (4).

En este escenario, la intervención preventiva adquiere un valor estratégico no solo desde la perspectiva de la salud del trabajador, sino también desde la sostenibilidad del sistema sanitario. Reducir la incidencia de TME mediante mejoras ergonómicas, formación específica y rediseño organizativo puede contribuir a conservar talento, mejorar la continuidad asistencial y reducir costes indirectos relacionados con bajas, rotación de personal y deterioro del clima laboral.

1.4. Normativa y guías de ergonomía aplicables

El marco normativo que sustenta la ergonomía en ecografía clínica puede entenderse como una cadena de mandos sucesiva y coherente. En la cúspide, la Directiva 89/391/CEE (14) establece la obligación de integrar la prevención en todos los niveles jerárquicos y de adaptar el trabajo a la persona, de modo que la evaluación de riesgos, la planificación de mejoras y la

formación ergonómica de los profesionales pasen a ser procesos continuos y verificables.

España asume esta filosofía a través de la Ley 31/1995 (15), que convierte la adecuación del puesto en un derecho exigible y prioriza la eliminación del riesgo en origen, es decir, el rediseño de equipos y organización, frente al recurso a equipos de protección individual.

El desarrollo reglamentario llega con el RD 39/1997 (16), que obliga a identificar colectivos sensibles, entre ellos los ecografistas, fijar medidas correctoras con responsables y plazos y auditar su eficacia cada año. Para los puestos con pantalla y teclado, el RD 488/1997 (17) extiende los requisitos de ergonomía visual y postural a la consola del ecógrafo: distancia y altura de la pantalla, espacio para las piernas y sillas ajustables con soporte lumbar. En paralelo, la Directiva 90/269/CEE (18) limita la manipulación manual de cargas y el número de movimientos forzados, lo que afecta tanto a la sujeción prolongada del transductor como al desplazamiento de pacientes con obesidad.

La normativa se apoya en estándares internacionales que aportan valores umbral. La ISO 11226 (19) fija ángulos máximos de cuello y brazo y tiempos admisibles de postura estática, mientras que la ISO 11228-3 (20) establece frecuencias y fuerzas tolerables en actividades repetitivas. Su aplicación permite objetivar la sobrecarga y justificar inversiones, por ejemplo, transductores más ligeros o soportes de antebrazo, conforme a los criterios del RD 39/1997. Para facilitar la implantación, el Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo (INSST) publica la Guía técnica del RD 488/1997 (21), que traduce los requisitos a casos sanitarios concretos, como el ajuste de camilla según talla del operador, pausas visuales programadas o utilización de monitores secundarios articulados. Finalmente, la EU-OSHA complementa el sistema con guías de buenas prácticas e indicadores de seguimiento (22), fomentando la participación activa del profesional mediante registros de micro pausas, grupos de mejora y métricas de confort al final de la guardia.

En conjunto, esta cadena normativa obliga a pasar de la mera concienciación a una gestión sistemática de la ergonomía: medir, rediseñar, formar y auditar. Su aplicación rigurosa no solo reduce la incidencia de TME, sino que mejora la eficiencia operativa, retiene talento y alinea al servicio de radiología con los estándares de calidad asistencial y sostenibilidad exigidos en el entorno hospitalario actual.

1.5. Fisiopatología de los TME en ecografistas

Los TME en profesionales sanitarios, especialmente en ecografistas, presentan una fisiopatología compleja y multifactorial, que combina factores biomecánicos, neuromusculares y adaptaciones estructurales derivadas de la sobrecarga funcional repetitiva. Estas alteraciones responden a un modelo de acumulación progresiva de microtraumatismos, que, al no resolverse con los periodos de recuperación disponibles, desencadenan procesos inflamatorios, degenerativos o de atrapamiento neural.

Una de las entidades más prevalentes es la tendinopatía del manguito rotador, patología que afecta de forma significativa a los ecografistas debido a la postura sostenida del brazo en abducción y rotación durante las exploraciones. Según el documento de consenso del INSST sobre la tendinopatía del manguito rotador (23), la fisiopatología de esta lesión se basa en un proceso degenerativo progresivo que compromete especialmente la inserción tendinosa en el troquíter del húmero. En esta región se han identificado cambios fibrilares, zonas de hipo o hipervascularización y depósitos cálcicos que alteran la estructura normal del tendón. La fricción crónica entre los tendones del supraespinoso y la cara inferior del acromion genera microdesgarros, inflamación subacromial y dolor persistente, que en fases avanzadas puede evolucionar a roturas parciales o completas, limitando severamente la movilidad y fuerza del hombro. Este proceso degenerativo también impacta la biomecánica escapulohumeral, produciendo adaptaciones posturales compensatorias que aumentan el riesgo de lesiones secundarias en cuello y región lumbar. A nivel vascular, las posiciones mantenidas de elevación del hombro por encima de los 60° pueden reducir significativamente la perfusión sanguínea del tendón, superando los umbrales de seguridad establecidos en 30 mmHg de presión intratendinosa. Este fenómeno compromete la capacidad regenerativa del tejido, acelerando la progresión de la degeneración tendinosa.

Además del componente tendinoso, la presión mantenida en el espacio subacromial favorece el atrapamiento del nervio supraescapular, mientras que la postura forzada de muñeca y antebrazo puede propiciar la compresión del nervio mediano en el túnel carpiano. Estas neuropatías por atrapamiento, aunque menos evidentes clínicamente en fases iniciales, pueden generar síntomas neurosensoriales y motores que comprometen la precisión gestual del ecografista. El documento del INSST (23) subraya que los límites de exposición aún no están claramente definidos, aunque se consideran de riesgo aquellas tareas que implican más de 10 acciones de agarre por minuto, más de 20 movilizaciones por minuto o manipulación de cargas superiores a 1 kg, especialmente si se realizan con el brazo por encima de los 50°-60° durante más del 50 % de la jornada laboral. En el caso de la ecografía, estas condiciones

Irene Sánchez Serna

se cumplen con frecuencia, lo que sitúa esta actividad como una de las más exigentes desde el punto de vista musculoesquelético.

A nivel cervical, la adopción mantenida de flexión del cuello superior a 20°, especialmente en estaciones no ajustables o sin movilidad de pantalla, favorece el desarrollo de contracturas musculares, protrusiones discales y compresiones radicales. Se ha documentado un incremento en la prevalencia de cervicobraquialgias entre ecografistas, asociado a la rigidez articular y al desbalance muscular entre flexores y extensores profundos del cuello (7).

La carga cervical también se ve amplificada por la tensión visual mantenida sobre pantallas colocadas lateralmente o sin ajuste de altura, lo que obliga al profesional a mantener giros prolongados de cabeza y cuello. La literatura sugiere que la falta de ergonomía visual es una causa subestimada de dolor cervical en contextos sanitarios (7).

Las patologías de muñeca y antebrazo también son frecuentes, con especial relevancia del síndrome del túnel carpiano. El uso repetitivo del transductor con movimientos de pronosupinación, presión mantenida y falta de descanso genera una compresión del nervio mediano a nivel del canal carpiano, acompañado de engrosamiento de la sinovial flexora. Estudios realizados con ecografistas han confirmado una correlación directa entre número de exploraciones diarias, presión del transductor y aparición de este síndrome (5). Además, se han observado signos de tenosinovitis de los músculos extensores y flexores del antebrazo en profesionales que realizan más de 10 exploraciones diarias sin pausas activas, lo que corrobora la influencia de la carga repetitiva sobre estas estructuras.

La región lumbar también sufre una carga mecánica considerable en este grupo profesional. Aunque menos reconocida que las lesiones de miembro superior, la exposición a flexión mantenida del tronco y rotación contralateral al lado de exploración predispone a sobrecarga de la musculatura paravertebral y discos intervertebrales. Esto favorece la aparición de lumbalgias mecánicas, hernias discales o síndrome miofascial, especialmente en turnos largos o sin pausas estructuradas (8). En puestos donde no se ajusta la altura de camilla o silla, los ecografistas deben flexionar el tronco entre 20° y 45° durante varios minutos por exploración, superando con frecuencia los límites de tolerancia biomecánica recomendados (8).

En cuanto a los mecanismos compensatorios, se ha observado que los ecografistas desarrollan patrones posturales asimétricos como mecanismo adaptativo, lo cual perpetúa el desequilibrio muscular y amplifica la carga unilateral. Esto es particularmente evidente en ecografistas que no alternan el brazo de exploración, lo que se asocia con mayor riesgo de TME persistente y crónico (5).

Finalmente, el estrés mecánico repetitivo genera respuestas inflamatorias de bajo grado en tejidos blandos, lo que contribuye a un estado de sensibilización periférica y central. Esto puede explicar la cronificación del dolor y la pérdida de umbral nociceptivo que se observa en algunos casos, incluso en ausencia de hallazgos estructurales relevantes (23).

1.6. Factores agravantes específicos

La obesidad del paciente se está convirtiendo en un problema habitual que los profesionales de ecografía encuentran desafiante, tanto desde el punto de vista clínico, al intentar obtener imágenes diagnósticas, como físico, al explorar a pacientes con un IMC elevado. Es fundamental ejercer la mínima presión posible sobre el transductor, ya que presionar incrementa la fuerza de sujeción y puede provocar lesiones.

Las técnicas para reducir el riesgo de lesión muscular al escanear a pacientes obesos incluyen optimizar el equipo, emplear frecuencias más bajas y ajustar parámetros como armónicos, imagen compuesta o recurrir a otros métodos de imagen. Levantar el *panniculus* (tejido subcutáneo del abdomen inferior) o escanear por encima o a un lado de este, así como realizar la exploración en decúbito lateral, donde la paciente queda casi en prono y se explora desde el flanco, ayudan a disminuir la profundidad de tejido que el sonido debe atravesar (8).

La ergonomía es importante no solo durante la exploración ecográfica, sino también en el uso de ordenadores personales, al redactar el informe correspondiente (8). La configuración del PC debe optimizarse para minimizar riesgos, dado que teclear implica grupos musculares similares a los empleados al escanear (4).

1.7. Impacto económico de los TME

Los TME generan un coste directo relevante para el Sistema Nacional de Salud (SNS). Según el Ministerio de Sanidad, el gasto medio asociado a cada proceso de incapacidad temporal

por TME fue de 5 665 € en 2023 (24). Si se extrapola esta cifra al 82 % de ecografistas que refieren síntomas anuales, el impacto financiero supera los 12 millones de euros anuales solo en sustituciones y prestaciones económicas. A esto se añade el coste indirecto derivado de la reducción de productividad (-18 % de rendimiento medio por dolor crónico) y del sobreesfuerzo que asume el equipo cuando un ecografista está de baja. En términos de coste por diagnóstico perdido, Roll et al. estimaron que cada día de ausencia en radiología retrasa entre 35 y 40 estudios, lo que incrementa listas de espera y penaliza la eficiencia global del servicio (5). La elevada prevalencia de TME entre los profesionales que realizan ecografía diagnóstica y su impacto directo sobre la salud laboral, la calidad asistencial y la sostenibilidad del sistema sanitario hacen imprescindible el desarrollo de estudios específicos. En el contexto español, donde la evidencia científica sobre este fenómeno es aún limitada, resulta especialmente relevante caracterizar esta problemática con datos propios que permitan fundamentar estrategias preventivas adaptadas al entorno real de trabajo.



2. Justificación

Los TME representan una de las principales causas de incapacidad laboral en el ámbito sanitario, siendo especialmente prevalentes entre los radiólogos que realizan ecografías. Diversos estudios internacionales cifran la prevalencia de TME en ecografistas por encima del 80 % (3-5), afectando principalmente a cuello, hombros, región lumbar y muñecas. Sin embargo, la mayoría de estos estudios proceden de contextos anglosajones, con condiciones organizativas, ergonómicas y asistenciales distintas al sistema sanitario español.

En España, la evidencia científica sobre TME en ecografistas es aún escasa y poco contextualizada, lo que limita la posibilidad de diseñar estrategias preventivas adaptadas a la realidad de nuestros centros hospitalarios. Esta ausencia de datos locales representa una brecha crítica tanto para la prevención de riesgos laborales como para la gestión de recursos humanos en radiología.

Además, el progresivo aumento en la demanda de ecografías, las jornadas de guardia de hasta 24 horas, la presión asistencial y la falta de formación ergonómica agravan el riesgo acumulado de TME y comprometen la sostenibilidad del ejercicio profesional. El impacto de estos trastornos no solo es clínico, sino también económico y organizativo, con consecuencias sobre el absentismo, la productividad y la calidad asistencial.

En este contexto, se hace imprescindible realizar un estudio específico que permita identificar los principales factores de riesgo ergonómico en la práctica ecográfica, evaluar su prevalencia y formular propuestas de intervención realistas y aplicables en el entorno clínico español. Este Trabajo Fin de Máster (TFM) busca cubrir ese vacío y contribuir a la mejora de las condiciones laborales de un colectivo altamente expuesto y esencial para el sistema sanitario.

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

El presente estudio tiene como objetivo general evaluar el puesto de trabajo del ecografista con el fin de disminuir los TME asociados a su actividad. A través de un enfoque combinado de evaluación subjetiva y análisis ergonómico observacional, se busca comprender en profundidad las causas subyacentes de estos trastornos y su impacto en la salud laboral.

3.2. Objetivos específicos

- Determinar las regiones anatómicas más frecuentemente afectadas por TME en ecografistas.
- Evaluar las condiciones ergonómicas del puesto de trabajo durante la práctica ecográfica habitual, identificando posturas forzadas, repetitividad de movimientos, aplicación de fuerza y otros factores de riesgo biomecánico.
- Establecer recomendaciones preventivas orientadas a reducir el impacto de estos trastornos en el entorno clínico, basadas en la evidencia recopilada y en guías internacionales, con el objetivo de mejorar la ergonomía del puesto, promover cambios organizativos y fomentar una cultura preventiva entre los profesionales de la imagen médica.

4. Material y métodos

4.1. Diseño y contexto del estudio

Se llevó a cabo un estudio observacional, transversal y estrictamente descriptivo con enfoque cuantitativo. El trabajo de campo se desarrolló entre el 15 de mayo y el 6 de junio de 2025 en un hospital español de tercer nivel. Estos centros de alta complejidad reúnen un amplio abanico de especialidades médicas y quirúrgicas, disponen de recursos humanos altamente cualificados y cuentan con equipamiento tecnológico avanzado, actuando como referentes regionales para la resolución de casos clínicos y procedimientos de gran complejidad. La dotación tecnológica del servicio de Radiodiagnóstico incluye equipos de ecografía de última generación, sistemas de captura de imagen en alta resolución y mobiliario regulable en altura, factores que proporcionan un escenario idóneo para la evaluación ergonómica detallada de la práctica ecográfica.

Para la fase de cribado inicial se aplicó la versión española validada del Cuestionario Nórdico de Síntomas Musculoesqueléticos (25). Este instrumento estandarizado no solo cuantifica la prevalencia y localización anatómica de las molestias en los últimos doce meses y siete días, sino que también indaga sobre la afectación funcional, es decir, si el dolor ha limitado las actividades habituales o ha obligado a ausentarse del trabajo. Gracias a este doble enfoque, el cuestionario permite priorizar las regiones corporales con mayor impacto clínico.

Una vez identificadas las zonas más afectadas, se eligió el método REBA (26) para la evaluación ergonómica detallada del puesto. Este método fue seleccionado por su capacidad para evaluar el cuerpo completo, integrar carga y repetitividad, considerar la estabilidad del apoyo de las piernas y por su sensibilidad a inclinaciones y rotaciones frecuentes en la práctica ecográfica, como las que ocurren al ajustar la altura de la camilla, rotar alrededor del paciente o alternar entre consola y transductor.

La aplicación del método REBA se realizó mediante observación directa del puesto, valorando la adopción de posturas inadecuadas durante el desarrollo real de la actividad asistencial. Este enfoque permite identificar los principales desajustes ergonómicos sin necesidad de instrumentación adicional, únicamente mediante el uso de una plantilla de registro estandarizada.

Se descartó RULA (Rapid Upper Limb Assessment) al centrarse casi exclusivamente en miembro superior y asumir tareas esencialmente estáticas. OWAS (Ovako Working Posture Analyzing System) y el método REFA (procedente de la Asociación Alemana de Ergonomía) se desecharon por estar orientados a la industria pesada y no contemplar la combinación de posturas finas y fuerzas moderadas propia de la ecografía clínica, y el Índice de Esfuerzo de NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health Lifting Equation) se reservó porque resulta más adecuado para levantamientos verticales de cargas. Por tanto, la combinación de la versión validada del Cuestionario Nórdico para detectar síntomas y REBA para analizar posturas ofrece la estrategia más ajustada para identificar, cuantificar y priorizar los factores de riesgo ergonómico en el puesto del ecografista.

4.2. Participantes

La población diana la conformaron los 25 médicos especialistas en Radiodiagnóstico con formación específica en ecografía que, durante el periodo de estudio, realizaban exploraciones ecográficas de forma rutinaria en el servicio. Se utilizó un muestreo por conveniencia invitando al censo completo y alcanzando una participación del 100 %.

Los criterios de inclusión fueron:

1. Desempeño clínico activo en ecografía con una carga mínima de 20 horas semanales.
2. Antigüedad ≥ 1 año en el puesto.

No se establecieron criterios de exclusión adicionales con el fin de describir de forma exhaustiva la realidad funcional del colectivo operativo.

El tamaño mínimo necesario se calculó mediante la fórmula clásica de proporciones para estudios de prevalencia. Se asumió una prevalencia esperada de TME del 70 % (valor conservador dentro del rango 60-95 % comunicado en la literatura sobre sonógrafos), un margen de error absoluto de ± 15 puntos porcentuales ($d = 0,15$) y un nivel de confianza del 95 % ($Z = 1,96$), obteniéndose $n = 36$. Dado que la población accesible era de $N = 25$, se aplicó la corrección por población finita, que redujo el tamaño ajustado a $n = 15$. La inclusión de la totalidad de los 25 radiólogos disponibles supera ese umbral, garantizando la precisión estadística (27, 28).

4.3. Instrumentos de recogida de datos

4.3.1. Cuestionario Nórdico Estándar de síntomas musculoesqueléticos

Se empleó la versión española validada del Nordic Musculoskeletal Questionnaire (Anexo

1). El Cuestionario Nórdico Estándar (25) consta de dos bloques:

- Bloque I (datos generales). Recogió información básica del participante (edad cumplida, sexo, altura, peso, mano dominante y años de experiencia específica en ecografía) junto con el número medio de horas semanales dedicadas a la técnica. Estos ítems permiten caracterizar la muestra y contextualizar la carga biomecánica individual antes de indagar en la sintomatología.
- Bloque II (módulo de síntomas musculoesqueléticos). El formulario recoge información sobre nueve regiones anatómicas (cuello, hombros, codos, muñecas/manos, espalda dorsal, región lumbar, caderas/muslos, rodillas y tobillos/pies) mediante tres preguntas dicotómicas por región:
 - Ítem A: presencia de molestias durante los últimos doce meses.
 - Ítem B: presencia de molestias durante los últimos siete días.
 - Ítem C: limitación funcional ocasionada por dichas molestias durante los últimos doce meses.

4.3.2. Desarrollo y adaptación del cuestionario en línea

El cuestionario se obtuvo del Repositorio Español de Ciencia y Tecnología (Apéndice 1), se adaptó para su distribución digital y fue difundido en línea a través de la plataforma Google Forms. Esta modalidad permitió una recopilación eficiente y accesible de los datos, respetando el formato original del instrumento validado. El borrador inicial fue revisado por la tutora académica, quien supervisó la adecuación semántica de cada ítem y verificó su correspondencia con la versión original del cuestionario. Posteriormente se efectuó una prueba piloto con diez radiólogos de diferentes edades (rango 28-53 años) ajenos al proyecto, con el objeto de comprobar la integridad funcional del formulario y valorar la claridad de los enunciados. Los participantes pilotaron el cuestionario en entornos y dispositivos heterogéneos (PC de sobremesa, portátil, tableta y teléfono móvil). El principal problema

detectado fue la confusión entre el campo de fecha de cumplimentación y la fecha de nacimiento. Para evitar errores se eliminó la pregunta relativa a la fecha de cumplimentación, pues la plataforma registra automáticamente la marca temporal del envío. Se ajustó el tamaño de los cuadros de texto y se corrigieron saltos de línea que dificultaban la lectura en pantallas pequeñas. Tras aplicar estos cambios, el cuestionario definitivo se distribuyó al conjunto de la muestra mediante correo corporativo.

4.3.3. Rapid Entire Body Assessment (REBA) asistido por la aplicación RULER

El método REBA proporciona una valoración postural integral al considerar simultáneamente cuello, tronco y extremidades, junto con variables complementarias como tipo de agarre, carga manipulada y repetitividad. La puntuación total oscila entre 1 y 15 y se interpreta, según la guía original, en cuatro categorías de riesgo: 1-2 bajo, 3-4 medio, 5-7 alto y 8-15 muy alto (26).

Para garantizar la exactitud de los ángulos articulares se utilizó la aplicación RULER (29), desarrollada por la Universidad Politécnica de Valencia, que permite realizar goniometría precisa sobre imágenes estáticas o vídeo. Dicho software incorpora retículas y superposiciones que facilitan la medición objetiva de las posiciones articulares definidas por REBA.

4.4. Escenario técnico de la valoración ergonómica

La evaluación postural se llevó a cabo en dos salas de ecografía físicamente independientes. Cada sala estaba equipada con un ecógrafo procedente de casas comerciales diferentes:

- Sala A: Philips Affiniti 70 (Philips Healthcare, lanzado en 2019), consola flotante con ajuste eléctrico de altura, track-ball central y monitor sobre brazo articulado con giro de 180 °.
- Sala B: Canon Aplio i800 (Canon Medical Systems, lanzado en 2018), consola fija regulable en altura y monitor montado en brazo telescópico.

Esta diversidad tecnológica permitió comprobar si la ergonomía variaba según el diseño de la consola, la movilidad del brazo y la disposición de los controles.

Se seleccionó la ecografía abdominal por ser la exploración más habitual en la práctica clínica.

En concreto la valoración de la fosa iliaca derecha por la radióloga ecografista de la sala A y el hipocondrio izquierdo por el radiólogo ecografista de la sala B. Ambos pacientes se posicionaron en decúbito supino con ambos brazos elevados y colocados detrás de la cabeza.

Con objeto de representar la variabilidad antropométrica de la plantilla, se eligieron dos radiólogos: una radióloga de 1,60 m, ubicada aproximadamente en el percentil 35 de la estatura femenina española, y un radiólogo de 1,84 m, situado en torno al percentil 85 de la distribución masculina. Este contraste facilitó la identificación de potenciales ajustes (uso de silla regulable, modificación de la altura de la camilla o del panel de mandos) para adaptarse a operadores de tallas extremas.

Condiciones estandarizadas de captura de imagen:

- Distancia y ángulo de cámara: 1,5-2 m del operador, a la altura de su línea medio-torácica, con planos lateral derecho libre de obstáculos.
- Resolución y frecuencia: 1 080 p a 30 fps.
- Iluminación ambiental: aproximadamente ≥ 300 lux.
- Repeticiones: tres exploraciones consecutivas por operador-sala.
- Selección de postura: se retuvo la postura con mayor tiempo estático y el ángulo articular más desfavorable.
- Selección de lado a evaluar: Se elige el segmento con la postura más desfavorable. En radiólogos ecografistas coincide con el hemicuerpo dominante que maneja el transductor (derecho).
- Seguridad de datos: los archivos se anonimizaron inmediatamente, se procesaban con RULER y se eliminaban tras la extracción de datos.

El REBA no suma todas las variables de forma lineal; integra las posturas en dos bloques para capturar el efecto combinado de las articulaciones:

1. Paso A: Tronco, cuello y piernas

- Se asigna un valor independiente a cada segmento.
- Con esos tres valores se consulta la Tabla A (26) y se obtiene un solo índice A (1-12).

2. Paso B: Brazo, antebrazo y muñeca

- Se repite el proceso con la Tabla B (26) para obtener el índice B (1-12).
3. Paso C: Interacción postural
 - A y B se cruzan en la Tabla C (26), la casilla resultante es la puntuación base (1-15).
 - Este cruce actúa como factor multiplicador: dos posturas moderadas pueden generar un riesgo alto cuando se producen simultáneamente (p. ej., flexión de tronco + hombro elevado).
 4. Paso D: Ajustes finales
 - A la puntuación base se añaden de 0 a 3 puntos por carga/fuerza < o > 10 kg y por actividad (segmentos estáticos, repetición y posturas inestables).

4.5. Procedimiento operativo

1. Cumplimentación del Cuestionario Nórdico. Cada radiólogo completó el formulario electrónico en aproximadamente cinco-diez minutos.
2. Registro ergonómico. Un observador entrenado fotografió las exploraciones abdominales de cada operador en Sala A y Sala B, alternando el orden de salas para mitigar la posible influencia de la fatiga o el aprendizaje.
3. Cálculo de puntuaciones. El observador procesó las imágenes con RULER, registró los ángulos articulares definidos por REBA y obtuvo la puntuación global, así como la categoría de riesgo correspondiente.

4.6. Variables de estudio

- Variables dependientes:
 - Presencia o ausencia de síntomas por región anatómica (ítems A y B).
 - Grado de limitación funcional (ítem C).
 - Puntuación global REBA (rango 1-15) y categoría de riesgo (bajo, medio, alto, muy alto).
- Variables independientes: edad, sexo, IMC, años de experiencia, horas semanales de ecografía y tipo principal de exploración (abdomen, musculoesquelética, vascular u otras).

Estas variables permiten describir el perfil profesional y contextualizar la carga biomecánica durante la ecografía abdominal sin pretender inferir relaciones causales, de acuerdo con la naturaleza descriptiva del estudio.

4.7. Consideraciones éticas

La investigación se desarrolló conforme a los principios de la Declaración de Helsinki (2013) y al Reglamento UE 2016/679 de protección de datos personales (30). Todos los participantes recibieron información detallada del estudio. El anonimato quedó garantizado a través de la codificación de los registros y la destrucción irreversible de las imágenes tras su análisis. No se declaró financiación externa ni conflictos de interés.



5. Resultados y discusión

5.1. Resultados del cuestionario epidemiológico

5.1.1. Descripción detallada de la muestra

La edad media de los participantes es $32,9 \pm 6,0$ años (rango: 26-48), reflejando una plantilla predominantemente joven con potencial de carrera a largo plazo (Figura 1). En cuanto al sexo (Figura 2), el colectivo se distribuye en 56 % varones ($n = 14$), 40 % mujeres ($n = 10$) y 4 % personas no binarias ($n = 1$), lo que permite análisis comparativos de género con una potencia estadística aceptable para prevalencias ≥ 30 %.

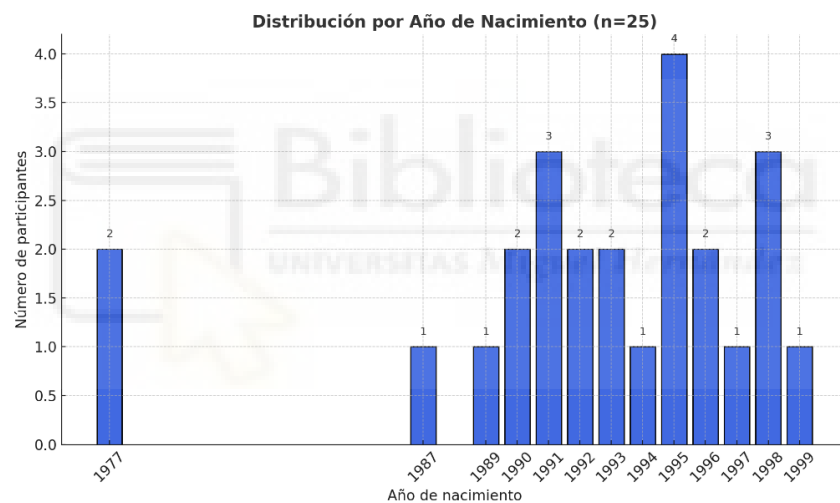


Figura 1. Distribución por año de nacimiento

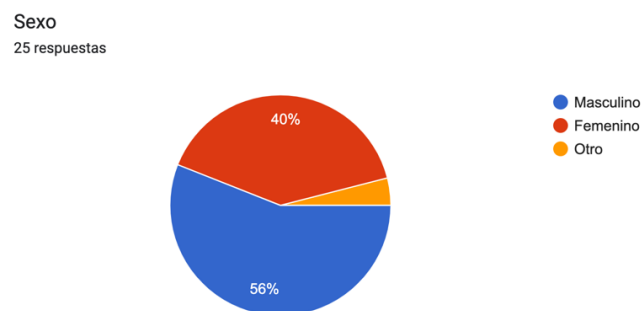


Figura 2. Distribución por sexo de la muestra

La antigüedad profesional promedio (Figura 3) es de $6,1 \pm 5,3$ años (1 a 20 años), suficiente para identificar efectos ergonómicos acumulativos incipientes.

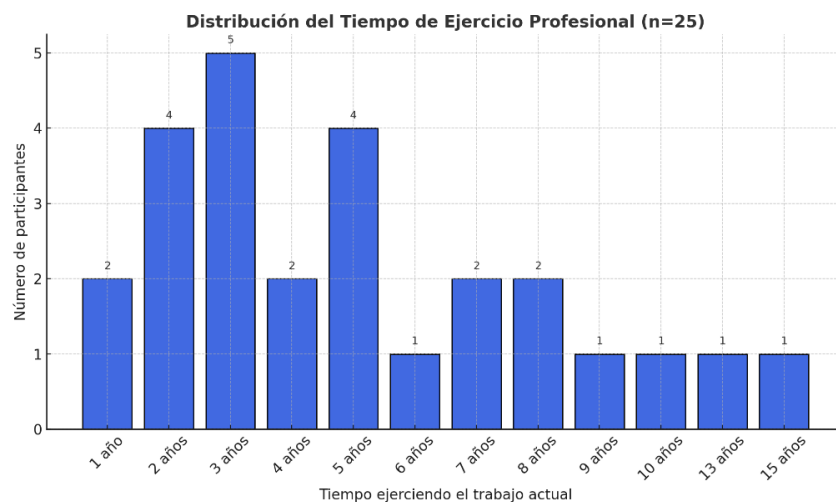


Figura 3. Distribución del tiempo de ejercicio profesional

La carga laboral semanal (Figura 4) alcanza $51,5 \pm 10,9$ horas (35-80). Para el análisis de riesgo se estratificó en tres categorías: moderada (< 45 h), alta (45-60 h) y crítica (> 60 h). Destaca que el 28 % de la muestra se sitúa en el tramo crítico, integrado mayoritariamente por adjuntos jóvenes sometidos a guardias prolongadas.

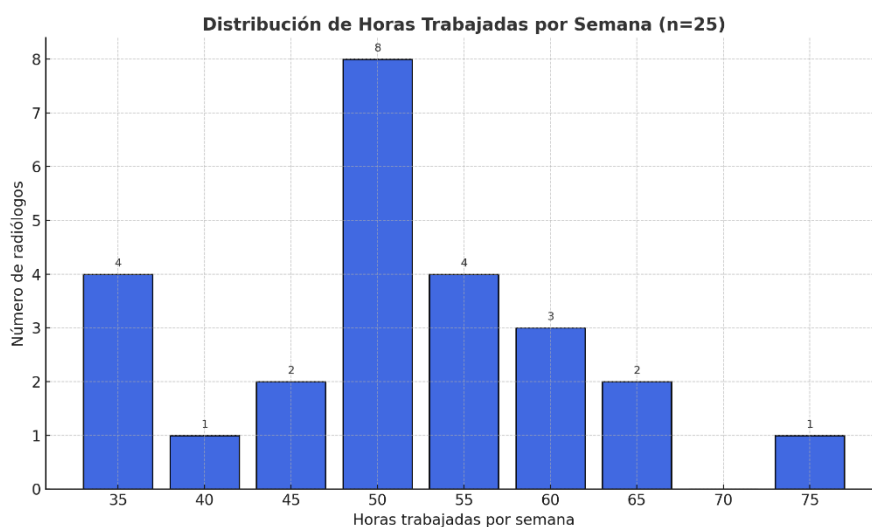


Figura 4. Distribución de horas trabajadas por semana

El estado ponderal evaluado mediante IMC medio de $23,3 \pm 2,2 \text{ kg/m}^2$, indica que el 76 % permanece en normopeso, reduciendo la confusión por sobrecarga articular asociada a obesidad (Figura 5).

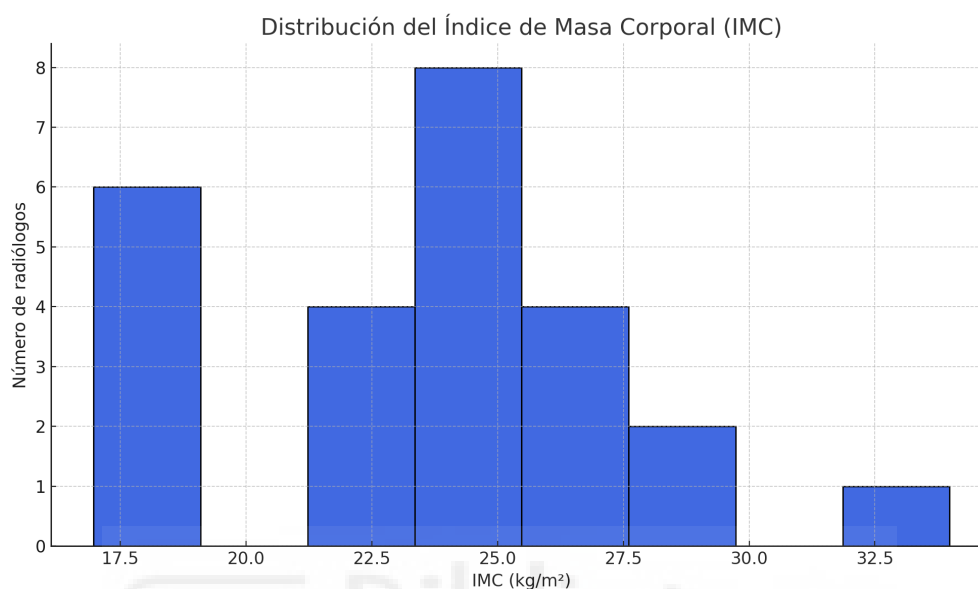


Figura 5. Distribución IMC

La lateralidad muestra un dominio diestro del 92 % (Figura 6), sin relevancia clínica directa pero útil para futuras intervenciones de mobiliario adaptado.

¿Te consideras diestro/a o zurdo/a?
25 respuestas

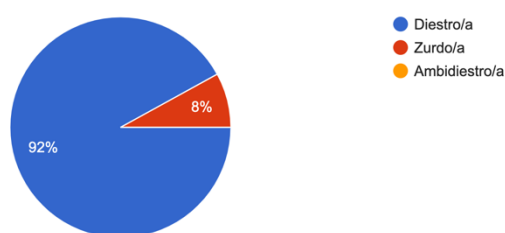


Figura 6. Distribución según lateralidad

En síntesis, la muestra representa un entorno de alta demanda asistencial, con profesionales jóvenes, una proporción significativa de mujeres y un segmento crítico sometido a jornadas prolongadas. Estas características proporcionan un marco robusto para evaluar la relación

Los datos descriptivos de la muestra se presentan en la Tabla 1.

Variable	Media \pm DE	Rango	% / n
Edad (años)	32,9 \pm 6,0	26-48	-
Sexo	-	-	Masculino 56 % (14), Femenino 40 % (10), Otro 4 % (1)
Antigüedad (años)	6,1 \pm 5,3	1-20	-
Horas/semana	51,5 \pm 10,9	35-80	-
IMC	23,3 \pm 2,2	20,0-29,0	-
Lateralidad	-	-	Diestros 92 % (23), Zurdos 8 % (2)

Tabla 1. Descripción de la muestra

5.1.2. Prevalencia anual de TME (últimos 12 meses)

Los hombros concentraron la mayor carga sintomática anual, con una prevalencia global del 56 % (IC 95 %: 34,9-75,6). El análisis lateralizado mostró un claro predominio del hombro derecho (40 %) frente a una ausencia de casos en el izquierdo y un 16 % de afectación bilateral. La columna lumbar ocupó la segunda posición con un 52 % (IC 95 %: 31,3-72,2). Le siguieron el cuello, con un 36 % (18,0-57,5), y la muñeca-mano derecha, con un 24 %, esta última eleva la prevalencia agregada (muñeca-mano derecha y ambas) al 28 %. Las rodillas alcanzaron un 24 %, la columna dorsal un 20 %, y los codos un 16 %, repartidos entre 8 % derecho, 4 % izquierdo y 4 % bilateral. Las caderas-muslos (12 %) y los tobillos-pies (8 %) completaron el perfil sintomático anual (Tabla 2).

Región anatómica	Casos (n)	Prevalencia %	IC 95 %	Ranking
Cuello	9	36	18,0-57,5	3
Hombros (cualquier lado)	14	56	34,9-75,6	1
• Hombro derecho	10	40	21,1-61,3	
• Hombro izquierdo	0	0	0-13,7	
• Ambos hombros	4	16	4,5-36,1	
Codos (cualquier lado)	4	16	4,5-36,1	7
• Codo derecho	2	8	1,0-26,0	
• Codo izquierdo	1	4	0,1-20,4	
• Ambos codos	1	4	0,1-20,4	
Muñecas/manos (cualquier lado)	7	28	12,1-49,4	4
• Muñeca/mano derecha	6	24	9,4-45,1	
• Muñeca/mano izquierda	0	0	0-13,7	
• Ambas muñecas/manos	1	4	0,1-20,4	
Columna dorsal	5	20	6,8-40,7	6
Columna lumbar	13	52	31,3-72,2	2
Caderas/muslos	3	12	2,5-31,2	8
Rodillas	6	24	9,4-45,1	5
Tobillos/pies	2	8	1,0-26,0	9

Tabla 2. Prevalencia anual de TME en los últimos 12 meses

En términos de estadística descriptiva, el número de regiones afectadas presentó:

- Media = 1,4 (DE = 0,87, rango 0-3)
- Mediana = 1 región
- Moda = 1 región
- Percentil 25 (Q1) = 1 Percentil 75 (Q3) = 2
- El 75 % de la muestra concentra el dolor en dos regiones o menos
- Ningún profesional supera las tres localizaciones dolorosas

El índice de carga global se situó en 1,4 regiones afectadas por radiólogo.

5.1.3 Prevalencia puntual de TME (últimos 7 días)

Durante la semana de referencia, los hombros siguieron liderando los síntomas con un 28 % (IC 95 %: 12,1-49,4). El hombro derecho aportó la mayor parte de los casos (20 %), mientras que el 8 % restante correspondió a afectación bilateral. El cuello registró un 20 % (6,8-40,7) y la columna lumbar un 16 % (4,5-36,1). Las rodillas alcanzaron un 12 %, mientras que muñeca-mano derecha, columna dorsal y tobillos-pies mostraron cada una un 8-4 %. Las caderas-muslos y los codos mantuvieron una prevalencia puntual del 4 % y no se declararon síntomas en codo derecho ni izquierdo por separado (Tabla 3).

Región anatómica	Casos (n)	Prevalencia %	IC 95 %	Ranking
Cuello	5	20	6,8-40,7	2
Hombros (cualquier lado)	7	28	12,1-49,4	1
• Hombro derecho	5	20	6,8-40,7	1
• Hombro izquierdo	0	0	0-13,7	1
• Ambos hombros	2	8	1,0-26,0	
Codos (cualquier lado)	1	4	0,1-20,4	7
• Codo derecho	0	0	0-13,7	7
• Codo izquierdo	0	0	0-13,7	7
• Ambos codos	1	4	0,1-20,4	
Muñecas/manos (cualquier lado)	2	8	1,0-26,0	5
• Muñeca/mano derecha	2	8	1,0-26,0	5
• Muñeca/mano izquierda	0	0	0-13,7	5
• Ambas muñecas/manos	0	0	0-13,7	
Columna dorsal	2	8	1,0-26,0	6
Columna lumbar	4	16	4,5-36,1	3
Caderas/muslos	1	4	0,1-20,4	8
Rodillas	3	12	2,5-31,2	4
Tobillos/pies	1	4	0,1-20,4	9

Tabla 3. Prevalencia puntual de TME en los últimos 7 días

En estadística descriptiva, la carga puntual mostró:

- Media = 0,64 (DE = 0,99, rango 0-4)
- Mediana = 0 regiones
- Moda = 0 regiones
- Q1 = 0 Q3 = 1
- El 75 % de la plantilla estuvo libre de dolor o lo concentró en una sola región
- Un único profesional declaró dolor en cuatro localizaciones, sin superar ese límite

El índice de carga global puntual quedó en 0,64 regiones por radiólogo, reflejando una afectación leve y circunscrita a un subconjunto minoritario.

5.1.4. Limitación funcional (últimos 12 meses)

En cuanto a la capacidad funcional (Tabla 4), los hombros supusieron la principal causa de restricción, con una prevalencia del 24 % (9,4-45,1). La columna lumbar y el cuello compartieron la segunda posición con un 20 % cada uno. El tobillo-pie alcanzó un 8 %, mientras que codos, muñecas-manos, columna dorsal, caderas-muslos y rodillas mostraron una prevalencia uniforme del 4 %. Ninguna región superó el 24 %, lo que indica que la incapacidad se concentra en un número limitado de segmentos anatómicos.

La estadística descriptiva de la limitación funcional fue:

- Media = 0,92 (DE = 0,9, rango 0-3)
- Mediana = 1 región
- Moda = 1 región
- Q1 = 0 Q3 = 1
- El 72 % de los radiólogos no sufrió restricción alguna o la limitó a una región
- Ningún profesional reportó más de tres regiones incapacitantes

Región anatómica	Casos (n)	Prevalencia %	IC 95 %	Ranking
Cuello	5	20	6,8-40,7	2
Hombros	6	24	9,4-45,1	1
Codos	1	4	0,1-20,4	4
Muñecas/manos	1	4	0,1-20,4	4
Columna dorsal	1	4	0,1-20,4	4
Columna lumbar	5	20	6,8-40,7	2
Caderas/muslos	1	4	0,1-20,4	4
Rodillas	1	4	0,1-20,4	4
Tobillos/pies	2	8	1,0-26,0	3

Tabla 4. Limitación funcional anual en los últimos 12 meses

El índice global de carga por limitación funcional es 0,92 regiones por profesional lo que indica una carga funcional global baja-moderada.

5.2. Evaluación del riesgo postural (REBA)

Puesto A



Figura 7. Sala de exploración ecográfica A con radióloga realizando ecografía abdominal en paciente en decúbito supino, configuración previa a la intervención ergonómica evaluada en este TFM. Fuente: fotografía propia, Servicio de Radiodiagnóstico en un hospital terciario.

El puesto del radiólogo ecografista de la Sala A (Figura 7) muestra el tronco en flexión de 11°, acompañado de una ligera inclinación lateral derecha y torsión. Según la tabla de valoración

REBA, esta posición recibe 2 puntos base (por flexión de 0° a 20°) y 1 punto adicional por la combinación de inclinación lateral y torsión, sumando un total de 3 puntos para el segmento del tronco. El cuello se encuentra en flexión de 40° con inclinación lateral, lo que corresponde al valor máximo en su categoría, con 3 puntos asignados. Los miembros inferiores están en sedestación neutra, con las rodillas flexionadas aproximadamente a 90° y ambos pies apoyados firmemente en el suelo. Esta posición corresponde a 1 punto, ya que representa una postura estable sin necesidad de ajustes adicionales. Con estos valores, el Índice A (tronco, cuello, piernas) se calcula como 3-3-1, resultando en un valor combinado de 5.

En el miembro superior derecho, el hombro trabaja con 14° de flexión y presenta abducción con elevación del hombro, lo que se traduce en 1 punto base y 1 punto de ajuste, totalizando 2 puntos. El antebrazo se mantiene en flexión de 43°, lo que corresponde a 2 puntos. La muñeca presenta una extensión de 45° con supinación, lo que implica 2 puntos base más 1 punto por desviación o torsión, alcanzando 3 puntos. El Índice B (brazo, antebrazo, muñeca) queda como 2-2-3, resultando en una puntuación combinada de 5.

El cruce del Índice A (5) y el Índice B (5) en la tabla C del método REBA (26) determina una puntuación inicial de 9 puntos. A esta se le añade 1 punto por la manipulación de carga inferior a 5 kg aplicada de forma brusca, y otro punto adicional debido a la presencia de factores agravantes como la postura mantenida durante más de un minuto y movimientos repetitivos.

Con estos ajustes, la puntuación final asciende a 11 puntos (Tabla 5), correspondiente al nivel de acción 4, que indica un riesgo muy alto y la necesidad de una intervención ergonómica inmediata.

Paso	Criterio	Detalle de tu caso	Puntos REBA
Tronco	0-20 ° de flexión + inclinación lateral	2 punto (pt) (base) + 1 pt (ajuste)	3
Cuello	> 20 ° de flexión + inclinación lateral	3 pt (valor máximo del segmento)	3
Piernas	Sedestación	1 pt (base)	1
Índice A	Tabla A (tronco-cuello-piernas)	3-3-1 → 6	5
Brazo dcho.	0-20 ° + abducción + hombro elevado	1 pt + 1 pt	2
Antebrazo dcho.	< 60 ° de flexión		2
Muñeca dcha.	> 15 ° de flexión + torsión	2 pt + 1 pt	3
Índice B	Tabla B (brazo-antebrazo-muñeca)	2-2-3 → 5	5
Tabla C	Cruce	9	9
Carga / fuerza	< 5 kg con aplicación brusca → +1 pt		1
Actividad	Postura estática > 1 min, movimientos repetitivos o base inestable → +1 pt		1
Total	9 + 1 + 1		11

Tabla 5. Puntuación REBA de la postura de exploración de FID de la radióloga de la sala A

Puesto B

Figura 8. Sala de exploración ecográfica B con radiólogo realizando ecografía abdominal en paciente en decúbito supino con exploración hipocondrio izquierdo, configuración previa a la intervención ergonómica evaluada en este TFM. Fuente: fotografía propia, Servicio de Radiodiagnóstico, en un hospital terciario (15 mayo 2025).



Figura 9 y 10. Vista frontal y posterior del radiólogo realizando ecografía abdominal en paciente en decúbito supino con exploración hipocondrio izquierdo en la Sala B, configuración previa a la intervención ergonómica evaluada en este TFM. Fuente: fotografía propia, Servicio de Radiodiagnóstico, en un hospital terciario (15 mayo 2025).

El puesto del radiólogo ecografista de la Sala B (Figura 9,10 y 11) presenta el tronco en flexión de 24° con una inclinación lateral derecha de 22°. Según el método REBA, esta combinación

Irene Sánchez Serna

se valora con 3 puntos base (por flexión superior a 20°) y 1 punto adicional por la presencia simultánea de inclinación lateral y torsión, lo que da un total de 4 puntos para el tronco. El cuello se encuentra en flexión de 20° con ligera inclinación lateral, lo que corresponde a 2 puntos base más 1 punto por inclinación, totalizando 3 puntos en este segmento. Los miembros inferiores se encuentran en sedestación neutra, con las rodillas flexionadas aproximadamente a 90° y apoyo bilateral estable, lo que equivale a 1 punto sin ajustes adicionales. El Índice A (tronco, cuello, piernas) se calcula con los valores 4-3-1. Según la tabla A del método REBA, esta combinación corresponde a un valor de 7.

En el miembro superior derecho, el hombro se encuentra en extensión de 16° con abducción y elevación, lo que asigna 1 punto base y 1 punto de ajuste, alcanzando 2 puntos. El antebrazo mantiene una flexión de 42°, lo que le corresponde 2 puntos. La muñeca se encuentra en flexión de 6° con supinación, recibiendo 1 punto base más 1 punto adicional por desviación, sumando un total de 2 puntos para este segmento.

El Índice B (brazo, antebrazo, muñeca) queda como 2-2-2, lo que se traduce en una puntuación combinada de 4 según la tabla B.

El cruce entre los valores de los índices A (7) y B (4) en la tabla C da una puntuación inicial de 9 puntos. A esta se le suman 2 puntos adicionales: un punto por manipulación de carga inferior a 5 kg aplicada de forma brusca y otro punto por condiciones agravantes como postura mantenida durante más de un minuto, movimientos repetitivos y base potencialmente inestable.

Con estos ajustes, la puntuación final asciende a 11 puntos (Tabla 6), correspondiente al nivel de acción 4, lo que indica un riesgo muy alto y la necesidad de implementar medidas correctoras urgentes para reducir la exposición ergonómica.

Paso	Criterio	Detalles	Puntos REBA
Tronco	21 °-60 ° flexión + inclinación lateral	3 pt (base) + 1 pt (ajuste)	4
Cuello	20 ° flexión + torsión	2 pt (base) + 1 pt (ajuste)	3
Piernas	Sedestación	1 pt (base)	2
Índice A	Tabla A (tronco-cuello-piernas)	4-3-1→7	
Brazo dcho.	0-20 ° + abducción + hombro elevado	1 pt + 1 pt	2
Antebrazo dcho.	< 60 ° flexión		2
Muñeca dcha.	0-15 ° + torsión	1 pt + 1 pt	2
Índice B	Tabla B (brazo-antebrazo-muñeca)	2-2-2 → 4	
Tabla C	Cruce	9	9
Carga / fuerza	< 5 kg con cambio brusco → +1 pt		1
Actividad	Postura estática > 1 min o > 4 repeticiones / minuto o base inestable → +1 pt		1
Total	9 + 1 + 1		11

Tabla 6. Puntuación REBA de la postura de exploración de hipocondrio izquierdo del radiólogo de la sala B.

5.3. Discusión

5.3.1. Comparación crítica con la literatura

El contraste con la literatura anglosajona es nítido y se explica, en gran medida, por las profundas diferencias entre las poblaciones estudiadas. Zangiabadi et al. notificaron un 85 % de síntomas anuales en ecografistas, con predominio cervicobraquial, y Roll et al. situaron la afectación plurirregional en el 82 % (2, 5). Ambos trabajos se basan en técnicos en ecografía cuyo cometido principal es escanear y transferir las imágenes a un médico informante; en ese perfil profesional, la jornada se consume casi por completo con el brazo en abducción

sostenida, la presión sobre el transductor es constante y las pausas dependen de la cadencia de citaciones fijada por la supervisión del servicio.

Nuestra cohorte, en cambio, está integrada por radiólogos especialistas que combinan las funciones de realización e informe y alternan la ecografía con ecografía intervencionista así como actividades clínicas, lo que introduce micro-pausas naturales cada 10-15 minutos y reduce la exposición continua a la postura de riesgo.

La muestra anglosajona descrita por McCulloch et al. aglutina técnicos con más de diez años de antigüedad, edad media superior a 40 años, un 85 % de mujeres y una carga diaria de seis a ocho ecocardiografías prolongadas realizadas en consolas fijas, de altura limitada y sin reposabrazos, configuración que favorece la sobrecarga unilateral (32). En contraste, nuestros radiólogos presentan una edad media de 32,9 años, solo 6,1 años de experiencia y una distribución de género más equilibrada (40 % mujeres), abordan entre veinte y veinticinco ecografías breves por turno, fundamentalmente abdominales de urgencias, en equipos motorizados con paneles ajustables, monitores articulados y camillas regulables.

Estas diferencias operativas y tecnológicas explican que la prevalencia puntual de dolor de hombro sea menor en nuestro estudio (28 % frente al 45 % de McCulloch) pese a que las prevalencias anuales de hombro (56 %) y región lumbar (52 %) nos sitúan en el extremo superior del rango internacional. No obstante, la presencia de consolas ergonómicas y la rotación de tareas no bastan para neutralizar el riesgo acumulado: la mitad de los radiólogos declara síntomas anuales y uno de cada cuatro trabaja más de 60 horas semanales, lo que dificulta la reparación tisular y perpetúa la sobrecarga.

Por otro lado, la principal exploración en la serie de McCulloch es la ecocardiografía (32), un estudio que exige mantener el transductor en puntos intercostales con el hombro elevado y presiones sostenidas de hasta 2 kg, mientras que la ecografía abdominal domina nuestro escenario y se caracteriza por apoyos más variables y tiempos de contacto más cortos, lo que podría moderar el dolor agudo pero no evita la fatiga crónica de la musculatura. En resumen, la disparidad en categoría profesional, antigüedad, género, tipo y duración de exploraciones, equipamiento y organización de la jornada justifica las divergencias observadas entre ambas muestras y confirma que la exposición biomecánica es intensa desde los primeros años de especialización, de modo que la prevención debe iniciarse en la etapa de residente.

5.3.2. Relevancia para la prevención de riesgos laborales

La Ley 31/1995 y la Directiva 89/391/CEE obligan a diseñar puestos adaptados a la persona, concepto que en ecografía se materializa en consolas ajustables, monitores articulados y camillas de altura regulable. El estudio corrobora que la simple presencia de estos elementos no basta, su infradotación o uso incorrecto perpetúa el riesgo.

Se requiere un modelo de “ergonomía de proceso” que combine tecnología, organización y cultura preventiva. La integración de técnicas de escaneo ambidiestro, formación en micropausas y programas de fortalecimiento escapulohumeral puede reducir la incidencia de TME en un 25 % según estimaciones de la SDMS (10).

La baja de un solo ecografista implica suspender alrededor de 50 exploraciones por semana, lo que engrosa la lista de espera, obliga a reprogramar pacientes y tensiona los turnos disponibles (5). Este déficit se origina porque cada profesional asume entre nueve y once estudios diarios y, en su ausencia, la carga se reparte entre compañeros que ya trabajan al límite, o bien se pospone la cita, con el consiguiente retraso diagnóstico.

El impacto económico es paralelo al asistencial. El mismo trabajo estima que cubrir esa ausencia, entre horas extra, sustituciones y pérdida de productividad, supera los 20.000 euros semanales por servicio, aunque la cifra varía según la escala salarial y la complejidad del centro (5). Trasladado al contexto del sistema nacional de salud, y considerando la frecuencia de TME descrita en este estudio, el coste agregado se aproxima a los 12 millones de euros anuales.

La inversión en ergonomía, aunque inicialmente suponga un desembolso importante, se amortiza rápidamente al evitar bajas, reducir presentismo y mejorar la productividad.

5.4. Mejoras ergonómicas

Un plan de acción eficaz tiene que abordar, de forma simultánea, la organización del trabajo, la ergonomía de la estación y la preparación física del profesional, para ello se propone este modelo de intervención ergonómica

1. Pausas estructuradas y rotación de tareas

Establecer descansos formales es una necesidad fisiológica. Se recomienda programar pausas de cinco minutos cada hora o microdescansos de treinta segundos cada veinte minutos. Durante esas pausas, el ecografista debe soltar el transductor, cambiar de postura y realizar dos o tres movimientos de movilidad articular de cuello, hombros y columna lumbar.

Los microdescansos o *microbreaks* son pausas ultracortas de 20-60 s que se insertan de forma sistemática mientras se mantiene una postura estática o se repite un gesto; no sustituyen al descanso reglado de 5-10 min por hora, sino que interrumpen el ciclo de carga antes de que aparezcan la isquemia muscular y la fatiga. Su eficacia se fundamenta en tres mecanismos fisiológicos complementarios:

1. Reperusión local, que restablece el flujo sanguíneo y elimina metabolitos
2. Reinicio propioceptivo, mediante microestiramientos de cuello, hombro y muñeca que reajustan la longitud muscular y cortan la co-contracción involuntaria
3. descarga neurológica, al variar la postura, se desactiva el circuito aferente-eferente que mantiene el tono de guardia, reduciendo la fatiga central y la percepción de dolor.

Paralelamente, conviene alternar exploraciones de alta demanda mecánica (ecografía abdominal, vascular o intervencionista) con estudios de menor exigencia (tiroides o partes blandas) para repartir la carga estática del hombro y favorecer la recuperación tisular.

Incorporar un programa de ejercicio específico potencia la prevención de TME en ecografistas. McDonald y Salisbury proponen estiramientos diarios de cinco minutos al inicio y al final de la jornada, centrados en trapecio, deltoides y paravertebrales; sesiones de fortalecimiento dos veces por semana con ejercicios de rotación de hombro, extensiones lumbares y estabilización escapular; y movilidad activa durante los *microbreaks*, aprovechando esas pausas ultracortas para realizar flexión-extensión de cuello, círculos de hombros o basculaciones pélvicas (33). Esta estrategia formativa no solo refuerza la ergonomía del puesto, sino que ayuda a los profesionales a incorporar hábitos saludables que minimizan la sobrecarga acumulada.

2. Escaneo ambidiestro

La adaptación a la técnica ambidiestra exige una curva de aprendizaje, pero sus beneficios son inmediatos: disminuye la abducción sostenida del hombro dominante, reparte la fuerza de agarre y mejora la simetría postural (34).

3. Rediseño ergonómico del puesto del ecografista

La sala de ecografía debe concebirse como un entorno de trabajo adaptable, donde cada componente (consola, monitor, camilla y accesorios) pueda ajustarse en segundos a la antropometría del operador y al tipo de exploración.

- **Consola motorizada**

La superficie de mando ha de elevarse y descender mediante accionamiento eléctrico continuo dentro de un rango de 65-125 cm, con memorización de al menos tres posiciones. Ese margen cubre desde el percentil 5 femenino sentado hasta el percentil 95 masculino de pie, evitando flexiones de tronco superiores a 15°. Los controles primarios (trackball y teclado) deben quedar 5-10 cm por debajo del codo en reposo; los diales de ganancia y Doppler, a menos de 30 cm, para reducir la abducción repetitiva del hombro. Un apoyo antebrazo integrado, acolchado y desplazable, disminuye la actividad electromiográfica del supraespinoso en torno al 30 % y retrasa la fatiga de la cintura escapular (35).

- **Monitor de alta movilidad**

El monitor se monta en un brazo articulado con giro de 180° e inclinación -10° a +30°, además de traslación anteroposterior de al menos 40 cm. Esto permite alinear la pantalla con la línea media ocular, evitando rotaciones cervicales sostenidas. Una resolución de calidad y luminancia ≥ 500 cd/m², combinadas con iluminación ambiental homogénea de 300-350 lux, reducen la tensión visual y evitan reflejos.

- **Camilla motorizada**

La mesa del paciente debe oscilar entre 45 y 95 cm de altura, con desplazamiento silencioso, de modo que la zona explorada quede a la altura de la cintura del ecografista. Los laterales replegables y un espacio libre de 80 cm alrededor facilitan el acceso bilateral y la técnica ambidiestra (34).

- **Reposabrazos dinámico y soporte de transductor**

Un brazo articulado con amortiguador de gas debe ofrecer un rango vertical mínimo de 25 cm y rotación de 270°. Utilizarlo de forma continuada reduce la demanda del manguito rotador en un 30-35 % y prolonga en más de 20 minutos el tiempo hasta la fatiga subjetiva (35). Un soporte magnético para el transductor libera la mano dominante durante los microbreaks, manteniendo la sonda en posición sin pérdida de plano.

- **Gestión de cables y pedales inalámbricos**

Los cables deben pasar por un canal retráctil fijado al brazo de la consola, lo que evita tirones y torsiones de muñeca al reposicionar la sonda. El control por voz o pedales inalámbricos para congelar imagen, almacenar bucles o cambiar presets permite operar sin abandonar la postura neutra.

- **Asiento ergonómico y reposapiés**

La silla precisa base de cinco apoyos, ajuste de altura 46-63 cm, giro 360° y reposabrazos blandos regulables en anchura y altura. Para operadores de menor talla, un reposapiés tipo balancín evita compresión en muslo y favorece la circulación.

5.5. Limitaciones

El rigor metodológico de este trabajo no exime de un conjunto de limitaciones que conviene detallar con transparencia, ya que condicionan la interpretación de los resultados. Antes de detallar las limitaciones, es importante destacar que este trabajo no constituye un estudio con aspiración de generalización, sino una evaluación ergonómica puntual y de carácter descriptivo aplicada a un contexto concreto. El objetivo no ha sido establecer relaciones estadísticas ni extrapolar los hallazgos a otros entornos, sino identificar riesgos posturales y síntomas musculoesqueléticos en una situación laboral real. En este marco, las variables de

estudio han sido consideradas únicamente como elementos descriptivos para estructurar la observación y orientar futuras intervenciones.

5.5.1. Limitaciones derivadas del diseño

1. Evaluación sin seguimiento temporal

La recogida de información sobre síntomas musculoesqueléticos (cuestionario nórdico) y exposición postural (método REBA) proporciona una visión estática del riesgo ergonómico. Este enfoque, inherente a su carácter puntual, no permite establecer secuencias temporales ni verificar la aparición o progresión de los TME, por lo que no es posible realizar inferencias causales ni identificar tendencias evolutivas.

2. Limitación en la captura de la carga postural real

El método REBA se aplicó a un único momento representativo de la postura más exigente durante la ecografía abdominal. Esta instantánea no recoge la variabilidad operativa real, como los ajustes posturales, el tiempo acumulado o la presión ejercida con el transductor. La carga biomecánica puede, por tanto, estar infravalorada.

3. Observación condicionada durante la evaluación

El conocimiento de estar siendo observados pudo inducir cambios conscientes en el comportamiento postural de los profesionales, lo que podría reflejar un entorno más favorable que el habitual. Este sesgo no puede eliminarse completamente, pese al periodo de aclimatación previo a la fotografía.

4. Ausencia de medidas objetivas complementarias

No se emplearon técnicas instrumentales como electromiografía (EMG), sensores inerciales o medición de presión, que habrían permitido cuantificar con mayor precisión la carga biomecánica. La evaluación se limita al análisis visual mediante REBA, lo que reduce la profundidad del diagnóstico ergonómico.

5.5.2 Limitaciones relacionadas con la muestra

La población accesible se restringió a los 25 radiólogos ecografistas de un único hospital de tercer nivel. Aunque se alcanzó una participación del 100 %, el tamaño absoluto es reducido y la muestra no es aleatoria, por lo que los datos no deben extrapolarse a otros entornos.

5.5.3 Limitaciones de los instrumentos de medición

La prevalencia de síntomas se obtuvo con la versión española del Nordic Musculoskeletal Questionnaire, herramienta validada pero basada en autoinforme. Ello expone a sesgo de recuerdo (subestimación de síntomas antiguos) y a deseabilidad social (infradeclaración de molestias para evitar etiquetar al servicio de “insalubre”). El método REBA, aunque adecuado para cribado postural, se aplicó a un único fotograma representativo con un solo observador, sin cálculo de fiabilidad interevaluador. No se midió actividad muscular mediante electromiografía ni presión ejercida con el transductor, por lo que la carga real puede estar infravalorada. Las exploraciones evaluadas se limitaron a ecografía abdominal, excluyendo ecocardiografía, intervencionismo guiado y estudios doppler de miembros inferiores prolongados, que poseen perfiles de riesgo diferentes.

5.5.4 Factores no controlados

El análisis no ajustó por comorbilidades musculoesqueléticas previas, práctica deportiva, tabaquismo o calidad del sueño, factores que pueden influir en la aparición de síntomas. Tampoco se discriminó entre dolor laboral y extralaboral, ya que se preguntó por síntomas en general. En una muestra marcadamente joven, parte de las molestias podría vincularse a actividades recreativas como cross-training, pádel o running. Este solapamiento puede sobreestimar la prevalencia atribuible al puesto de trabajo. Un estudio reciente en 530

sonógrafos estadounidenses halló que el 85,6 % declaraba un nivel alto de actividad física semanal (33).

Tampoco se cuantificó la carga psicosocial mediante escalas validadas ni se midió la percepción de apoyo institucional. Asimismo, no se documentaron variables como la obesidad del paciente o la calidad del equipo de ultrasonidos, que podrían influir en la presión ejercida y, por tanto, en la carga biomecánica.

5.5.5 Restricciones del contexto operativo

La ergonomía de las dos salas estudiadas incluye consolas motorizadas y monitores articulados, un equipamiento presumiblemente superior al estándar en otros centros. Por tanto, los niveles de riesgo detectados podrían estar infraestimados respecto a instalaciones con equipamiento fijo o sin apoyos ergonómicos. Además, se trata de un hospital universitario con disponibilidad de residentes y estructura que facilita pausas y rotación de tareas.

5.5.6 Recomendaciones para mitigar las limitaciones en futuras investigaciones

Dado que este estudio se enmarca en una evaluación ergonómica de carácter descriptivo, futuras investigaciones podrían beneficiarse de un diseño analítico con enfoque inferencial. En este sentido, se recomienda ampliar la muestra a centros con dotaciones y características variadas, incluir perfiles profesionales diversos, registrar la duración de cada exploración y emplear mediciones objetivas como EMG, sensores inerciales y presión ejercida. Asimismo, sería útil aplicar escalas validadas para cuantificar factores psicosociales y evaluar el impacto de intervenciones ergonómicas. Este enfoque permitiría generar evidencia más sólida sobre la relación entre condiciones de trabajo y la aparición de TME.

6. Conclusiones

El presente Trabajo Fin de Máster ha consistido en una evaluación ergonómica del puesto de trabajo de los radiólogos ecografistas, confirmando que este colectivo presenta una alta prevalencia de los TME en cuello, hombros, zona lumbar y extremidades superiores. Para el cribado inicial se utilizó el Cuestionario Nórdico de Síntomas Musculoesqueléticos y, una vez identificadas las regiones corporales más afectadas, se eligió el método REBA para la evaluación ergonómica detallada del puesto. Esta combinación ha permitido identificar niveles de riesgo elevados relacionados con las posturas mantenidas y los gestos repetitivos propios de la actividad ecográfica, como la abducción del brazo, la inclinación del tronco y la rotación cervical sostenida.

Los datos recopilados muestran que la mayoría de los ecografistas encuestados presenta sintomatología en al menos una región anatómica, destacando la frecuencia de molestias en el hombro dominante, cuello y zona lumbar. Estas zonas coinciden con las posturas mantenidas y gestos repetitivos observados durante la actividad ecográfica, como la abducción del brazo, la inclinación del tronco y la rotación cervical sostenida. La evaluación ergonómica objetiva mediante REBA ha revelado niveles de riesgo elevados en numerosos casos, justificando la necesidad de una intervención preventiva inmediata.

Otro hallazgo relevante es la escasa adecuación del equipamiento ergonómico en muchos de los puestos evaluados. La ausencia de estaciones de trabajo ajustables, camillas motorizadas o soportes ergonómicos para el brazo limitan significativamente la capacidad de adaptación del entorno a las necesidades individuales del profesional. Del mismo modo, se ha detectado una baja penetración de la formación en ergonomía aplicada a la ecografía, lo que reduce la eficacia de las estrategias de autoprotección postural.

En este contexto, el estudio propone un conjunto de recomendaciones orientadas a mitigar el impacto de los TME en este colectivo. Entre ellas se destacan: el rediseño del entorno de trabajo mediante la incorporación de equipos ajustables y mobiliario ergonómico, la implementación de pausas activas estructuradas durante la jornada, y la inclusión de formación específica en ergonomía para todos los profesionales que realizan exploraciones

ecográficas. Estas medidas deben ir acompañadas de un compromiso institucional firme por parte de los servicios de salud, que garantice su aplicación efectiva y sostenida en el tiempo.

Desde la perspectiva de la prevención de riesgos laborales, los resultados obtenidos subrayan la importancia de adoptar un enfoque integral que combine acciones técnicas, organizativas y formativas. Solo mediante la integración de la ergonomía en la cultura organizativa y en la planificación asistencial será posible reducir la incidencia de TME, mejorar la calidad de vida profesional y preservar la sostenibilidad del sistema sanitario.

En definitiva, este TFM evidencia la urgencia de actuar frente a un problema de salud laboral ampliamente extendido, pero insuficientemente abordado en el ámbito de la ecografía diagnóstica. La implementación de medidas preventivas basadas en evidencia no solo redundará en beneficios para los trabajadores, sino también en una mayor eficiencia y calidad del servicio prestado a los pacientes.



7. Referencias

1. Zangiabadi Z, Makki F, Marzban H, et al. Musculoskeletal disorders among sonographers: a systematic review and meta-analysis. *BMC Health Serv Res.* 2024;24:1233.
2. Pike I, Russo A, Berkowitz J, et al. The prevalence of musculoskeletal disorders among diagnostic medical sonographers. *J Diagn Med Sonogr.* 1997;13(5):219-27.
3. Muir M, Hrynkow P, Chase R, et al. The nature, cause, and extent of occupational musculoskeletal injuries among sonographers. *J Diagn Med Sonogr.* 2004;20(5):317-25.
4. Murphey S. *Work-related musculoskeletal disorders in sonography.* Plano (TX): SDMS; 2021.
5. Roll SC, Selhorst L, Evans KD. Contribution of positioning to work-related musculoskeletal discomfort in diagnostic medical sonographers. *Work.* 2014;47(2):253-60.
6. Baker JP, Coffin CT. The importance of an ergonomic workstation to practicing sonographers. *J Ultrasound Med.* 2013;32(8):1363-75.
7. Harrison G, Harris A. Work-related musculoskeletal disorders in ultrasound: can you reduce risk? *Ultrasound.* 2015;23(4):224-30.
8. Village J, Trask C. Ergonomic analysis of postural and muscular loads to diagnostic sonographers. *Int J Ind Ergon.* 2007;37(9-10):781-9.
9. Bolton GC, Cox DL. Survey of UK sonographers on the prevention of WRMSD. *J Clin Ultrasound.* 2014;42(8):486-93.
10. Society of Diagnostic Medical Sonography. *Industry standards for the prevention of WRMSD in sonography.* Plano (TX): SDMS; 2016.
11. American Institute of Ultrasound in Medicine. AIUM practice principles for work-related musculoskeletal disorder. *J Ultrasound Med.* 2023;42(5):1139-57.
12. Sociedad Española de Radiología Médica. *En España se realizan más de 40 millones de pruebas de imagen al año.* Nota de prensa; 7 nov 2022.
13. Fraile E. *Los radiólogos realizan cada año 47 millones de pruebas radiológicas en España.* Médicos y Pacientes. 24 may 2012.
14. Council Directive 89/391/EEC on the introduction of measures to encourage improvements in the safety and health of workers at work. *OJEC.* 1989;L183:1-8.

15. España. Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales. *BOE*. 1995;269:32590-6011.
16. España. Real Decreto 39/1997, Reglamento de los Servicios de Prevención. *BOE*. 1997;27:3260-75.
17. España. Real Decreto 488/1997 sobre disposiciones mínimas para trabajo con pantallas de visualización. *BOE*. 1997;97:12560-7.
18. Council Directive 90/269/EEC on manual handling of loads. *OJEC*. 1990;L156:9-13.
19. International Organization for Standardization. *Ergonomics — Evaluation of static working postures* (ISO 11226:2000). Geneva: ISO; 2000.
20. International Organization for Standardization. *Ergonomics — Manual handling — Part 3: Handling of low loads at high frequency* (ISO 11228-3:2007). Geneva: ISO; 2007.
21. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. *Guía técnica del RD 488/1997*. Madrid: INSST; 2018.
22. European Agency for Safety and Health at Work. *Work-related musculoskeletal disorders: prevention guidance*. Bilbao: EU-OSHA; 2023.
23. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el Trabajo. *Documento de consenso sobre patología tendinosa crónica del manguito rotador*. Madrid: INSST; 2022.
24. Ministerio de Sanidad. *Informe anual del Sistema Nacional de Salud 2023*. Madrid: Ministerio de Sanidad; 2024.
25. Mateos-González L, Pinilla FJ, Galiana ML, et al. Validación española del Cuestionario Nórdico de síntomas musculoesqueléticos. *An Sist Sanit Navar*. 2024;47(1):e1066.
26. Hignett S, McAtamney L. Rapid Entire Body Assessment (REBA). *Appl Ergon*. 2000;31:201-205.
27. Yu X, et al. Global prevalence of work-related musculoskeletal disorders among sonographers: systematic review and meta-analysis. *Occup Environ Med*. 2023;80:123-131.
28. World Health Organization. *Practical guidelines for sample-size determination in health surveys*. Geneva: WHO; 2022.
29. Diego-Mas JA. *RULER: herramienta de medición de ángulos*. Ergonautas, Universitat Politècnica de València; 2015.

30. Parlamento Europeo y Consejo. Reglamento (UE) 2016/679 (RGPD). Diario Oficial de la Unión Europea. 2016.
31. Almodóvar A, Pinilla FJ, Galiana ML, Hervás P. Exposición a riesgos en el trabajo. Principales resultados de la VII Encuesta Nacional de Condiciones de Trabajo (VII ENCT). Madrid: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo (INSHT); 2011. p. 18.
32. McCulloch M, Xie T, Adams D. Cardiovascular sonography: the painful art of scanning. *Cardiac Ultrasound Today*. 2002;8(5):69-96.
33. McDonald M, Salisbury H. Physical activity, exercise, and musculoskeletal disorders in sonographers. *J Diagn Med Sonogr*. 2019;35(4):305-15.
34. Seto E, Biclar L. Ambidextrous sonographic scanning to reduce sonographer repetitive strain injury. *J Diagn Med Sonogr*. 2008;24(3):12735.
35. Wong KYJ, Lau MWY, Lee MH, Ying M. Effect of cushion support under the sonographer's scanning arm on supraspinatus muscle stiffness during ultrasound scanning. *J Occup Health*. 2021;63(1):e12206.



Anexos

Anexo 1

L. Mateos-González y col.

VERSIÓN ESPAÑOLA DEL NORDIC MUSCULOSKELETAL QUESTIONNAIRE:
ADAPTACIÓN TRANSCULTURAL Y VALIDACIÓN
EN PERSONAL AUXILIAR DE ENFERMERÍA

ANEXO II. Versión del Nordic Musculoskeletal Questionnaire adaptada al español y validada en personal auxiliar de enfermería

CUESTIONARIO NÓRDICO MUSCULOESQUELÉTICO

1. Fecha de cumplimentación (Día/Mes/Año)

..... / /

2. Sexo

1. ☐ Mujer 2. ☐ Hombre 3. ☐ Otro

3. ¿En qué año naciste?

.....

4. ¿Cuánto tiempo (años y meses) llevas ejerciendo tu tipo de trabajo actual?

..... (años) + (meses)

5. De media, ¿cuántas horas trabajas a la semana?

..... horas a la semana

6. ¿Cuánto pesas?

..... kg.

7. ¿Cuál es tu estatura?

..... cm.

8. ¿Te consideras diestro/a o zurdo/a?

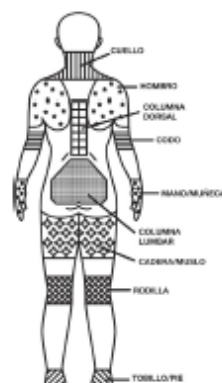
1. ☐ Diestro/a 2. ☐ Zurdo/a 3. ☐ Ambidiestro/a

PROBLEMAS DEL APARATO LOCOMOTOR

Cómo responder al cuestionario

Por favor, pon una cruz en la casilla correspondiente para responder cada una de estas preguntas. Es posible que te surja alguna duda mientras tratas de rellenar el cuestionario, por favor, intenta responder lo que refleje mejor tu caso.

En este dibujo puedes ver la posición aproximada de las partes del cuerpo a las que se refiere el cuestionario. Los límites no están definidos nitidamente y algunas partes se superponen. Deberás decidir por ti mismo/a en qué parte tienes o has tenido problemas (en caso de tenerlos).



<p>Durante los últimos 12 meses, ¿has tenido alguna vez problemas (dolor, molestias, incomodidad, adormecimiento/hormigueo) en las siguientes zonas?:</p>	<p>¿Has tenido problemas durante los últimos 7 días?:</p>	<p>Durante los últimos 12 meses, ¿estos problemas ¿te han impedido hacer actividades normales como el trabajo, las tareas del hogar o aficiones?</p>
<p>A. Cuello</p> <p>No Sí</p> <p>1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/></p>	<p>B. Cuello</p> <p>No Sí</p> <p>1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/></p>	<p>C. Cuello</p> <p>No Sí</p> <p>1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/></p>
<p>A. Hombros</p> <p>No Sí</p> <p>1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> Hombro derecho</p> <p> 3 <input type="checkbox"/> Hombro izquierdo</p> <p> 4 <input type="checkbox"/> Ambos hombros</p>	<p>B. Hombros</p> <p>No Sí</p> <p>1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> Hombro derecho</p> <p> 3 <input type="checkbox"/> Hombro izquierdo</p> <p> 4 <input type="checkbox"/> Ambos hombros</p>	<p>C. Uno o ambos hombros</p> <p>No Sí</p> <p>1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/></p>
<p>A. Codos</p> <p>No Sí</p> <p>1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> Codo derecho</p> <p> 3 <input type="checkbox"/> Codo izquierdo</p> <p> 4 <input type="checkbox"/> Ambos codos</p>	<p>B. Codos</p> <p>No Sí</p> <p>1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> Codo derecho</p> <p> 3 <input type="checkbox"/> Codo izquierdo</p> <p> 4 <input type="checkbox"/> Ambos codos</p>	<p>C. Uno o ambos codos</p> <p>No Sí</p> <p>1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/></p>
<p>A. Muñecas/manos</p> <p>No Sí</p> <p>1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> Muñeca/mano derecha</p> <p> 3 <input type="checkbox"/> Muñeca/mano izquierda</p> <p> 4 <input type="checkbox"/> Ambas muñecas/manos</p>	<p>B. Muñecas/manos</p> <p>No Sí</p> <p>1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> Muñeca/mano derecha</p> <p> 3 <input type="checkbox"/> Muñeca/mano izquierda</p> <p> 4 <input type="checkbox"/> Ambas muñecas/manos</p>	<p>C. Una o ambas muñecas/manos</p> <p>No Sí</p> <p>1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/></p>
<p>A. Columna dorsal</p> <p>No Sí</p> <p>1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/></p>	<p>B. Columna dorsal</p> <p>No Sí</p> <p>1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/></p>	<p>C. Columna dorsal</p> <p>No Sí</p> <p>1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/></p>
<p>A. Columna lumbar</p> <p>No Sí</p> <p>1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/></p>	<p>B. Columna lumbar</p> <p>No Sí</p> <p>1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/></p>	<p>C. Columna lumbar</p> <p>No Sí</p> <p>1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/></p>
<p>A. Una o ambas caderas/muslos</p> <p>No Sí</p> <p>1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/></p>	<p>B. Una o ambas caderas/muslos</p> <p>No Sí</p> <p>1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/></p>	<p>C. Una o ambas caderas/muslos</p> <p>No Sí</p> <p>1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/></p>
<p>A. Una o ambas rodillas</p> <p>No Sí</p> <p>1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/></p>	<p>B. Una o ambas rodillas</p> <p>No Sí</p> <p>1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/></p>	<p>C. Una o ambas rodillas</p> <p>No Sí</p> <p>1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/></p>
<p>A. Uno o ambos tobillos/pies</p> <p>No Sí</p> <p>1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/></p>	<p>B. Uno o ambos tobillos/pies</p> <p>No Sí</p> <p>1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/></p>	<p>C. Uno o ambos tobillos/pies</p> <p>No Sí</p> <p>1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/></p>