

EFFECTO DEL EJERCICIO PREOPERATORIO EN PACIENTES CON CÁNCER DE PULMÓN SOMETIDOS A RESECCIÓN PULMONAR: UMBRELLA REVIEW

GRADO EN CIENCIAS DE LA ACTIVIDAD FÍSICA Y EL DEPORTE

Universidad Miguel Hernández de Elche



Curso académico 2025-2026

Estudiante: Ignacio Romero García

Tutor académico: Adolfo Aracil Marco

ÍNDICE

1 RESUMEN Y PALABRAS CLAVE	3
2 CONTEXTUALIZACIÓN.....	3
3 OBJETIVOS	6
4 PROCEDIMIENTOS DE REVISIÓN. METODOLOGÍA.....	6
4.1 Estrategia de búsqueda, selección de estudios y fuente de información.....	6
4.2 Criterios de elegibilidad: Criterios de inclusión y exclusión	7
4.3 Diagrama de flujo	7
4.4 Aspectos éticos	8
5 RESULTADOS	8
5.1 Características generales de los estudios incluidos	8
5.2 Outcomes.....	9
5.3 Efectos de la intervención	9
5.3.1 Capacidad de ejercicio	9
5.3.2 Complicaciones posoperatorias.....	9
5.3.3 Función pulmonar	10
6 DISCUSIÓN.....	11
7 PLAN DE INTERVENCIÓN.....	13
8 CONCLUSIONES	13
10 ANEXOS	17
10.1 ANEXO I: Tabla 1: análisis de los estudios incluidos en la revisión respecto a la variable capacidad de ejercicio	17
10.2 ANEXO II: Tabla complementaria de análisis de los estudios incluidos en la revisión respecto a la variable complicaciones posoperatorias	21
10.3 ANEXO III: Tabla complementaria de análisis de los estudios incluidos en la revisión respecto a la variable función pulmonar	26

1 RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

Antecedentes: El cáncer de pulmón constituye una de las principales causas de morbilidad y mortalidad en el mundo. En lo que respecta a los pacientes con opción a resección del tumor, el ejercicio preoperatorio junto a la rehabilitación pulmonar ha emergido como posibles estrategias para mejorar diferentes ámbitos de la condición física como la capacidad de ejercicio y la función pulmonar, así como las complicaciones posoperatorias.

Objetivo: Realizar una *Umbrella review* que nos permita evidenciar los efectos del ejercicio preoperatorio en pacientes con cáncer de pulmón sometidos a resección pulmonar con énfasis en la capacidad de ejercicio, las complicaciones posoperatorias y la función pulmonar

Método: La búsqueda se realizó en PubMed en febrero de 2026, utilizando la conjugación de palabras “EXERCISE OR PHYSICAL ACTIVITY AND LUNG CANCER OR PULMONARY CANCER AND META-ANALYSIS” e incluyendo los artículos publicados en los últimos 6 años con contenido específico de capacidad de ejercicio, complicaciones posoperatorias y función pulmonar.

Resultados: De los 128 artículos disponibles y tras la aplicación de los distintos filtros, se incluyeron 7 metaanálisis. Las publicaciones analizaban los efectos del ejercicio preoperatorio en pacientes sometidos a resección pulmonar para valorar si suponía una mejora de la condición física posoperatoria. Específicamente se utilizaron análisis basados en la capacidad de ejercicio, complicaciones posoperatorias y función pulmonar.

Discusión: La evidencia disponible sugiere que hay efectos positivos en base al ejercicio físico preoperatorio, mejorando especialmente la capacidad de ejercicio y las complicaciones posoperatorias. Aunque los resultados de los efectos respecto a la función pulmonar son heterogéneos, el ejercicio físico preoperatorio se presenta como una estrategia correcta para mantener o mejorar el estado funcional previo a la cirugía y mejorar la evolución clínica posterior.

Conclusión: La evidencia disponible sugiere que el ejercicio físico preoperatorio tiene un efecto positivo en pacientes con cáncer de pulmón sometidos a resección pulmonar, favoreciendo así de forma clara la capacidad de ejercicio y disminuyendo las complicaciones posoperatorias.

Palabras clave: Ejercicio preoperatorio, cáncer de pulmón, resección pulmonar, rehabilitación pulmonar, capacidad de ejercicio, función pulmonar y complicaciones posoperatorias.

2 CONTEXTUALIZACIÓN

El cáncer se define como un conjunto de enfermedades caracterizadas por un crecimiento descontrolado y la proliferación clonal de células anómalas, con capacidad de invadir los tejidos adyacentes, y en muchos casos, diseminarse a distancia mediante metástasis. A nivel biológico, estos procesos son originados debido a la acumulación de alteraciones genéticas y epigenéticas que afectan a los genes implicados en el control del ciclo celular, la apoptosis, la reparación del ADN, la angiogénesis y la respuesta inmunitaria. Esto conduce a las conocidas “capacidades adquiridas” de las células tumorales como son la autosuficiencia en señales de crecimiento, resistencia a la muerte celular, invasión y metástasis entre otras (Feeny et al., 2013; Li et al., 2023).

La aparición del cáncer es el resultado de la interacción de múltiples factores endógenos como la susceptibilidad genética, edad, estado hormonal e inflamación crónica y factores exógenos o ambientales, entre los que destaca el consumo de tabaco, la exposición a carcinógenos ocupacionales (asbesto, sílice, metales pesados), la contaminación atmosférica, la radiación ionizante, así como estilos de vida poco saludables como el sedentarismo y la mala

alimentación. Dentro del cáncer de pulmón, el tabaquismo activo y pasivo es el principal factor de riesgo, aunque también se reportan abundantes casos relacionados con la exposición ocupacional, contaminación ambiental y antecedentes de enfermedad pulmonar crónica como la EPOC o la fibrosis pulmonar (Diao et al., 2023; Instituto Nacional de Estadística, 2023; Li et al., 2023; OECD, 2023).

A nivel mundial, el Global Cancer Observatory (GLOBOCAN) indica que un aumento de la incidencia de forma sostenida en las últimas décadas. En el año 2020, se estimó 19.3 millones de casos nuevos y casi 10 millones de muertes. En el año 2022, la incidencia se eleva en torno a los 20 millones y 9.7 millones de fallecidos. Esto significaría que 1 de cada 5 personas desarrollará cáncer en su vida y en base a su sexo, 1 de cada 9 hombres y 1 de cada 12 mujeres morirá por esta patología. Si esta dinámica se mantiene en el futuro, se estima que en el año 2050 se superen los 35 millones de casos nuevos. Esto supondría un incremento de entre el 47% y el 77% respecto a los años 2020-2022, con un aumento proporcional mayor previsto en países subdesarrollados. En lo que respecta al cáncer de pulmón, este se sitúa en una posición relevante tanto por su frecuencia como por su mortalidad. Según estima GLOBOCAN 2020, fue el segundo tumor más diagnosticado con un total de 2.2 millones de casos nuevos, suponiendo un 11.4% de todos los cánceres y la mayor causa de muerte con 1.8 millones aproximadamente, suponiendo un 18% de las muertes totales por tumores (Bizuyehu et al., 2024; Bray et al., 2024; Ferlay et al., 2021; Sung et al., 2021).

En España, el cáncer constituye una de las principales causas de morbilidad y mortalidad, con una incidencia global que va en aumento junto al envejecimiento demográfico y la constante exposición a factores de riesgo como el tabaco u otras fuentes. Según los datos que ofrece la Sociedad Española de Oncología Médica (SEOM) y la Red Española de Registros de Cáncer (REDECAN), en el año 2023, el número total alcanzado de cánceres diagnosticados alcanzó a cifra de 279.260 casos. En este ranking, el cáncer de pulmón ocupó el tercer puesto en incidencia con un total de 31.282 diagnósticos nuevos. Los datos apuntan a un aumento paulatino de la incidencia anual y con una tendencia agresiva en el sexo femenino en conjunto con el incremento de consumo de tabaco en esta población, triplicando los datos del año 2001. En este contexto, el cáncer es la primera causa de muerte ocupando el 26.6% de las defunciones totales en 2023. Dentro de todas las tipologías de tumores, el cáncer de pulmón y bronquios es la causa con mayor prevalencia, con un total de 11.677 muertes según los datos oficiales del Instituto Nacional de Estadística, y se mantiene como uno de los cánceres con peor diagnóstico. Más allá de la mortalidad, el cáncer de pulmón es asociado con una elevada variedad de sintomatología (disnea, fatiga, tos, dolor) y un deterioro claro y marcado de la función física y la calidad de vida, cuyo efecto implica un gran impacto a nivel social y económico en el sistema público sanitario (Cavalheri et al., 2020; Instituto Nacional de Estadística, 2023).

Desde el punto de vista de la biología, el cáncer de pulmón se clasifica de forma clásica en dos grandes grupos: Cáncer de pulmón microcítico o de células pequeñas (SCLC) y cáncer de pulmón no microcítico (NSCLC) (Li et al., 2023). El SCLC representa aproximadamente el 10-15% de los casos diagnosticados y se caracteriza principalmente por tener un crecimiento acelerado, alta agresividad y tendencia temprana a la diseminación sistémica. Por ende, su tratamiento se basa fundamentalmente en tratamientos farmacológicos como la quimioterapia y la inmunoterapia. Dentro del NSCLC, que supone alrededor del 85-90% de los cánceres de pulmón, se pueden destacar principalmente tres subtipos: adenocarcinoma, carcinoma escamoso (epidermoide) y carcinoma de células grandes. Cada uno de ellos tiene unas características clínicas y perfil molecular diferenciado, pero comparten en grandes rasgos las mismas estrategias de estadificación y tratamiento (Li et al., 2023; OECD, 2023).

En el NSCLC en estadio temprano, la resección quirúrgica mediante lobectomía u otro tipo de resecciones continúa siendo el tratamiento más seleccionado con intención curativa, siempre que las condiciones físicas y funcionales del paciente, nos indiquen que es operable.

También dependerá del tumor, ya que puede ser no resecable debido a sus características, tales como la localización, el tamaño o la vascularización (Cavalheri & Granger, 2020; Himbert et al., 2020; Pu et al., 2021; Voorn et al., 2023).

La cirugía torácica comporta un elevado riesgo de comorbilidades postoperatorias con mayor frecuencia en personas con edad avanzada, fragilidad, EPOC, enfermedad cardiovascular o baja capacidad funcional. Las complicaciones postoperatorias más frecuentes incluyen, entre otras, neumonía, atelectasia, fuga aérea prolongada, derrame pleural, síndrome de distrés respiratorio agudo, necesidad de ventilación prolongada, fístula broncopleurales, reintervención quirúrgica y mortalidad temprana. Aproximadamente, la incidencia global de complicaciones tras resección se sitúa entre el 38-58%, y en torno al 15-25% están relacionados con la salud respiratoria con una traducción de estancia hospitalaria mayor, un aumento del deterioro funcional, reducción de la calidad de vida y el aumento de la mortalidad (Li et al., 2025; Pu et al., 2021).

En este contexto, la importancia de la evaluación preoperatoria del riesgo ha ido en aumento junto a las medidas funcionales utilizadas más allá de la espirometría. Cada vez más, se utilizan pruebas como la Cardiopulmonary Exercise Testing (CPET), el consumo máximo de oxígeno (VO_{2max}), el 6 Minute Walk Test (6MWT) o el Stair-climbing Test para estimar la reserva cardiorrespiratoria y estratificar el riesgo de posibles comorbilidades postoperatorias. Recientemente se ha demostrado que valores preoperatorios más bajos de VO_{2max} correlacionaban inversamente con la morbilidad y mortalidad tras la resección pulmonar, mientras que a partir de un valor aproximado de 15 ml/kg/min como punto mínimo recomendado, se relaciona con una mejor supervivencia (Arbee-Kalidas et al., 2023).

Al descubrirse que una parte relevante del riesgo está modulada por la condición cardiorrespiratoria y la función pulmonar, ha hecho que aumente el interés por las estrategias de optimización preoperatoria, la rehabilitación con ejercicio y la rehabilitación pulmonar dirigidas a mejorar la capacidad de ejercicio y la función respiratoria antes de la cirugía, con el objetivo de reducir las complicaciones postoperatorias y favorecer una recuperación más rápida (Cavalheri & Granger, 2020; Himbert et al., 2020; Li et al., 2023; Pu et al., 2021; Voorn et al., 2023).

La evidencia disponible actualmente sugiere que el ejercicio y la prehabilitación pulmonar tienen un papel relevante en el tratamiento de las personas con cáncer, especialmente en el periodo perioperatorio. Estos programas se llevan a cabo actualmente tanto antes como después de la operación con el objetivo de optimizar la condición física y respiratoria, aunque su diseño ha sido heterogéneo en cuanto a su duración, frecuencia, intensidad, densidad y tipo de entrenamiento (Cavalheri & Granger, 2020).

Uno de los hallazgos más consistentes respecto a la prehabilitación es su mejora de la capacidad de ejercicio. Se ha mostrado incrementos en la distancia recorrida en el 6MWT y en el VO_{2max} tras programas de entrenamiento preoperatorios. De este modo, el ejercicio preoperatorio puede aumentar la reserva funcional antes de la cirugía y contribuir a una mejor tolerancia al esfuerzo justo después de la operación. Respecto a la función pulmonar, la literatura muestra resultados positivos pero muy dispares. Varios estudios han encontrado mejoras en el Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo (FEV1), la Capacidad Vital Forzada (FVC) y el Flujo Espiratorio Máximo (PEF) en base al porcentaje del valor predicho, pero no en valores absolutos. En términos generales, la evidencia sugiere que el ejercicio preoperatorio puede mantener o mejorar la función respiratoria antes de la resección pulmonar (Li et al., 2025; Zhou et al., 2020).

Por último, el efecto clínico más importante es la reducción de las complicaciones postoperatorias. Las revisiones y metaanálisis muestran una menor incidencia de complicaciones postoperatorias generales y, en especial, las complicaciones respiratorias en comparación con la

atención estándar preestablecida. También se han observado mejoras en la reducción de complicaciones graves y estancia hospitalaria (Li et al., 2023; Pu et al., 2021; Voorn et al., 2023).

En conjunto, la evidencia literaria nos sugiere que el ejercicio preoperatorio puede mejorar la capacidad de ejercicio, la función pulmonar y disminuir las complicaciones postoperatorias en pacientes con cáncer de pulmón. No obstante, debido a la variabilidad metodológica y la calidad de los estudios desigual, hay que valorar e interpretar estos resultados con cautela. Dentro de la variabilidad metodológica encontramos varias limitaciones que nos impiden interpretar estos resultados de manera exacta. La principal limitación es la heterogeneidad de los programas, tanto en la duración como en la intensidad, frecuencia, supervisión y tipo de entrenamiento. Esto hace que no podamos valorar ni comparar con exactitud cuál es el protocolo óptimo para conseguir los máximos beneficios. Además, el tamaño de la muestra reducido y el riesgo de sesgo limita todavía más la exactitud de la valoración. A su vez, encontramos que no hay unos valores de referencia predeterminados, establecidos y aceptados por la comunidad científica ni consenso en que porcentaje de mejora se considera relevante en muchos casos. Por ello sigue siendo necesario profundizar en el efecto real del ejercicio preoperatorio sobre la capacidad de ejercicio, función pulmonar y complicaciones postoperatorias.

Desde una perspectiva clínica, la intervención preoperatoria podría contribuir a mejorar la preparación del paciente antes de la resección, reducir las comorbilidades postoperatorias y acelerar la recuperación funcional. Es por ello por lo que este estudio es relevante para optimizar la atención perioperatoria y guiar futuras estrategias de intervención basadas en el ejercicio. En base a lo anterior, la pregunta que queremos resolver es la siguiente: ¿Qué efectos tiene el ejercicio preoperatorio sobre la capacidad de ejercicio, las complicaciones postoperatorias y la función pulmonar en pacientes con cáncer de pulmón sometidos a resección pulmonar?

3 OBJETIVOS

El objetivo principal de este trabajo es realizar una *Umbrella review* que nos permita evidenciar los efectos del ejercicio preoperatorio en pacientes con cáncer de pulmón sometidos a resección pulmonar. Para alcanzar el objetivo principal se van a plantear los siguientes objetivos específicos:

- Evaluar el efecto del ejercicio preoperatorio sobre la capacidad de ejercicio
- Evaluar el efecto del ejercicio preoperatorio sobre las complicaciones postoperatorias
- Evaluar el efecto del ejercicio preoperatorio sobre la función pulmonar

4 PROCEDIMIENTOS DE REVISIÓN. METODOLOGÍA

4.1 Estrategia de búsqueda, selección de estudios y fuente de información

La presente *Umbrella review* se ha realizado bajo las directrices que establece PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Dicha guía ha sido diseñada con el objetivo de estandarizar la elaboración y publicación de revisiones sistemáticas y metaanálisis, para de este modo poder garantizar la reproducibilidad, la transparencia y la rigurosidad metodológica del proceso en su conjunto (Page et al., 2021).

El método de búsqueda para la revisión fue la base de datos PUBMED, debido al amplio conjunto de literatura científica que recoge. La identificación y selección de los estudios se llevó a cabo en febrero de 2026. Se aplicaron restricciones tanto de palabras clave como de periodo de publicación. Al ser PubMed una base de datos con idioma predeterminado inglés, la combinación de palabras utilizadas fueron las siguientes: ((EXERCISE) OR (PHYSICAL ACTIVITY)) AND ((LUNG CANCER) OR (PULMONARY CANCER) AND (META-ANALYSIS)). Con esta búsqueda se

hallaron un total de 128 artículos. Aplicando los filtros de: periodo de publicación de 6 años (2020-2026), el número de resultados disminuyó a 83. Una vez se realizó la lectura del *abstract* y el título de cada artículo, los resultados se redujeron hasta la cifra de 7 artículos, resultando relevantes para la revisión planteada.

4.2 Criterios de elegibilidad: Criterios de inclusión y exclusión

Se establecieron criterios específicos para determinar los artículos que tenían relevancia para esta revisión, así como para el descarte de los artículos cuyo contenido no guardaba relación alguna con el objetivo establecido. Los criterios de inclusión establecidos para cuyos artículos fueran susceptibles de ser utilizados fueron los expuestos a continuación: el contenido debe centrarse en el efecto del ejercicio físico en periodo preoperatorio en el contexto del cáncer de pulmón, publicados en los últimos seis años, deben tratar la capacidad de ejercicio, la función pulmonar, las complicaciones postoperatorias, deben estar publicados en español o inglés y deben ser metaanálisis. Los criterios de exclusión utilizados para descartar los artículos fueron los siguientes: estudios publicados como revisiones sistemáticas o de intervención, contenido de otros tipos de cáncer diferentes al cáncer de pulmón, publicaciones que no hablan del periodo preoperatorio e intervenciones que fueran realizadas en animales.

4.3 Diagrama de flujo

El método de búsqueda utilizado para establecer los estudios incluidos en la presente revisión se refleja de forma gráfica en el diagrama mostrado en la siguiente figura:

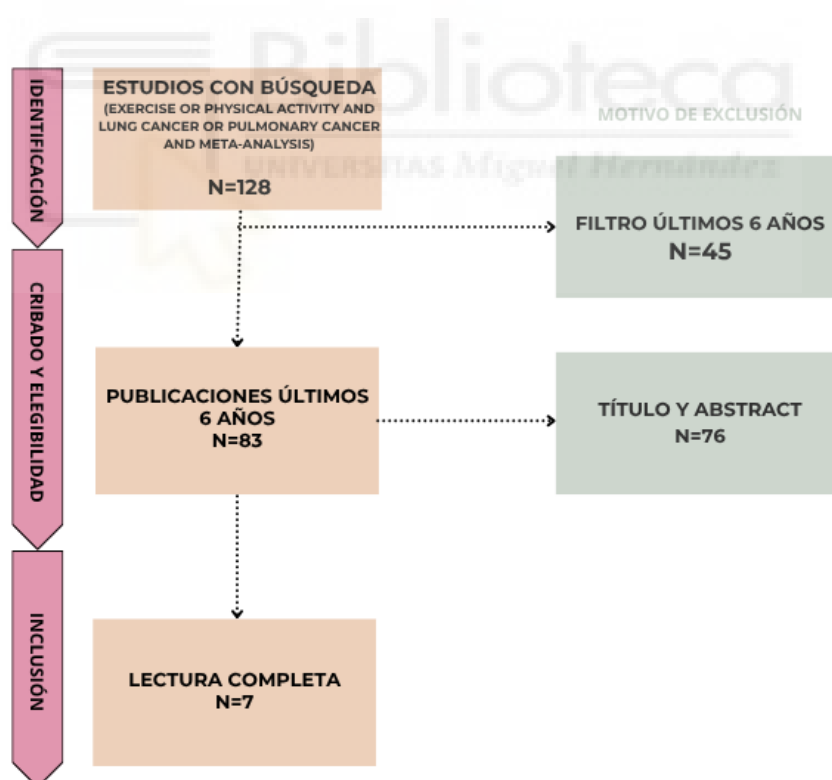


Figura 1: Diagrama de búsqueda para seleccionar los artículos incluidos en la revisión.

4.4 Aspectos éticos

Este trabajo ha sido realizado con la autorización de la Oficina de Investigación Responsable de la UMH (COIR: TFG.GAF.AAM.IRGG.260309). Al ser una *Umbrella review*, carece de riesgos significativos.

5 RESULTADOS

5.1 Características generales de los estudios incluidos

Como muestra la figura 2, en los últimos años ha aumentado de manera significativa la investigación respecto al ejercicio físico preoperatorio en paciente con cáncer de pulmón. El crecimiento mostrado nos hace evidenciar el interés en aumento respecto a este tipo de intervención como terapia para pacientes oncológicos con tumor pulmonar y nos justifica la necesidad de realizar una revisión más actual con el fin de extraer conclusiones útiles de cara al futuro de la investigación en este campo.

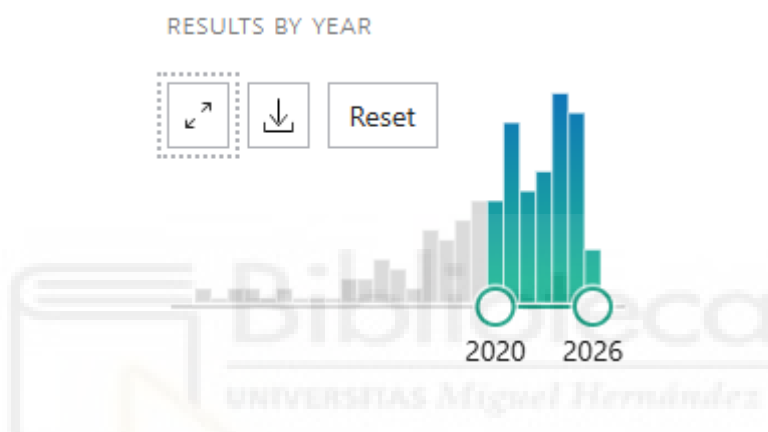


Figura 2: Tendencia en la investigación del ejercicio preoperatorio en pacientes con cáncer de pulmón con el paso de los años (10 – 19 artículos).

En conjunto, los estudios incluidos evaluaron la intervención de rehabilitación o ejercicio preoperatorio/perioperatorio en pacientes con cáncer de pulmón, cuyo tumor mayoritariamente era no microcítico (NSCLC) y se encontraba entre el estadio I y el IV. En cuanto al sexo podemos encontrar que la edad media global se encontraba entre 60 y 66 años predominando el sexo masculino en aquellos estudios en los que se especificaba el sexo. A nivel geográfico, la muestra estudiada en los distintos estudios tuvo procedencias múltiples: China, Estados Unidos, Turquía, Italia y Serbia entre otros. Las intervenciones tuvieron una duración total de entre 1 a 4 semanas, aunque hubo intervenciones que alcanzaron el medio plazo. Respecto al volumen de trabajo, los protocolos no fueron uniformes y se mostraron bastante dispares. En aquellos estudios en los cuales se informa de las sesiones realizadas, iban desde 7 sesiones hasta 39, tomando como valor medio de referencia 18.2 sesiones. En términos generales, las intervenciones mayoritariamente fueron de carácter aeróbico, High-Intensity Interval Training (HIIT), entrenamiento de los músculos inspiratorios (IMT), ejercicios respiratorios y entrenamiento de fuerza/ fuerza resistencia. En varios estudios se combinaron los diferentes ejercicios en programas multimodales; además, algunos ensayos utilizaron también otras estrategias como la educación, el soporte emocional o la nutrición. Al ser ejercicios tan diferentes, la frecuencia, intensidad y duración fluctuaron en base a cada ejercicio de la siguiente manera: Los programas respiratorios e IMT solían realizarse varias veces al día con una intensidad “light” hasta “algo difícil”, mientras que el ejercicio aeróbico y de fuerza se prescribía con frecuencias más variables y con una intensidad que iba desde esfuerzos ligeros (5-7 RPE) hasta intensidades moderadas-altas (13-16 RPE, 25RM, 70% RM, 60-80% FC_{max}).

Las variables seleccionadas para estudio fueron la capacidad de ejercicio, que en función del artículo valoraba el 6MWD o la $VO2_{max}$, las complicaciones posoperatorias, que en función del artículo valoraba la atelectasia, infección respiratoria, insuficiencia respiratoria o neumonía y la función pulmonar, que en función del artículo valoraba la FEV1, la FVC, el FEV1% y el FVC%.

5.2 Outcomes

La frecuencia de outcomes reportados en los 7 artículos es la siguiente: Capacidad de ejercicio (5/7, 71.42%), Complicaciones posoperatorias (5/7, 71.42%) y Función pulmonar (4/7, 57.14%)

5.3 Efectos de la intervención

La evidencia de 7 metaanálisis ha sido sintetizada para mostrar el efecto de la intervención preoperatoria sobre las variables que han sido el objetivo de este TFG: capacidad de ejercicio, complicaciones posoperatorias y función pulmonar.

5.3.1 Capacidad de ejercicio

La capacidad de ejercicio fue examinada en cinco metaanálisis. La medida con mayor cantidad de estudios fue el 6MWD, aunque también se evaluó en gran medida el $VO2_{max}$. En líneas generales, la mayoría de los metaanálisis mostraron una mejora de la capacidad de ejercicio tras la intervención preoperatoria, aunque no todos los resultados fueron clínicamente relevantes. Toda la información se encuentra desarrollada en la Tabla 1 (**Anexo II**).

El 6MWD fue la medida más utilizada para valorar la capacidad de ejercicio. Según Li et al., (2025), el 6MWD no mostró diferencias significativas entre el grupo control y el grupo intervención (Intervalo de Confianza al 95 % (IC 95%): -18,91 a 70,01 metros (m), $p= 0,26$), mientras que el estudio de Mosquera et al., (2024) sí encontró mejoras en el 6MWD a favor de la intervención, con una diferencia de 37.42 metros (IC 95%, 9.68-65.1 m, $p=0.008$). Por su parte, Heredia-Ciuró et al., (2024) también encontró mejoras significativas en el 6MWD a corto plazo (Media ($\bar{x}$) = 67.33, IC 95% =15.05-119.62 m; $p= 0.01$), pero con una alta heterogeneidad ($I^2 = 93$ %). Sin embargo, a medio plazo las diferencias fueron significativamente positivas ($\bar{x} = 65.83$; IC 95% = 56.05-75.60 m; $p< 0.00001$) y la heterogeneidad fue baja ($I^2 = 28$ %). Pu et al., (2021) encontró igualmente que había una diferencia significativa entre grupo control e intervención en el 6MWD de 20.2 metros (IC 95%, 9.1-31.2 m; $p<.01$), pero se entendió que no era clínicamente relevante.

El $VO2_{max}$ fue evaluado en un menor número de estudios, aunque también mostró resultados favorables al grupo intervención. Según Li et al., (2025), el entrenamiento preoperatorio consiguió mejorar significativamente el $VO2_{max}$ respecto al grupo control (IC 95%: 2.41 a 4.17 ml/kg/minuto; $p< 0.0001$). Estos resultados sugieren que además de mejorar en pruebas submáximas, la intervención también puede conseguir el incremento de la capacidad aeróbica máxima.

En conjunto, todos estos datos nos sugieren que el ejercicio preoperatorio podría tener un efecto beneficioso para la capacidad de ejercicio.

5.3.2 Complicaciones posoperatorias

Las complicaciones posoperatorias son la morbilidad clínica principal, desde su forma global como en la forma pulmonar específica y severa. Según Chen et al., (2022), las principales complicaciones posoperatorias fueron la atelectasia y la neumonía. Otros autores como Pu et al., (2021) y Arbee-Kalidas et al., (2023) añadieron a estas complicaciones el derrame pleural, la insuficiencia respiratoria aguda, la fuga aérea, la reintubación y la reoperación. Los resultados de los estudios mostraron que la rehabilitación y/o el ejercicio preoperatorio tuvieron una tendencia positiva en la reducción de estas complicaciones. Toda la información se encuentra desarrollada en la Tabla 2 (**Anexo II**).

En lo que respecta a las complicaciones posoperatorias generales, Li et al., (2025) concluyó que el entrenamiento preoperatorio redujo significativamente las complicaciones globales (OR = 0,33, IC 95 %: 0,24 a 0,46, $p < 0,0001$). Siguiendo la misma línea, Chen et al., (2022), encontraron una reducción significativa de complicaciones posoperativas generales respecto al grupo control (OR= 0.66; IC 95%: 0.47-0.94; $z = 2.30$; $p = 0.02$).

Respecto a las complicaciones pulmonares específicas, Chen et al., (2022) encontraron reducciones significativas en el grupo intervención respecto al grupo control (OR 0,66: IC 95 %: 0,47–0,94: $z = 2,30$ $p = 0,02$). Pu et al., (2021) informaron de igual manera la disminución de las complicaciones posoperatorias generales de manera significativa (OR = 0,37; IC 95 %: 0,21 a 0,65; $p < 0,01$). En el estudio de Zhou et al., (2020), dos de las revisiones que incluía el metaanálisis mostraron reducciones de complicaciones posoperativas generales con riesgos relativos de 0.33 y 0.50.

En cuanto a las complicaciones severas, estas también tendieron a disminuir con la intervención, aunque con un volumen de evidencia significativamente menor respecto al resto de complicaciones. Li et al., (2025) reflejan una reducción significativa respecto al grupo control (OR=0,35, IC 95%: 0,21 a 0,56, $p < 0,0001$). Asimismo, el análisis Clavien-Dindo realizado por Pu et al., (2021), mostró también un efecto protector del ejercicio sobre estas complicaciones (score > 2 ; OR = 0.22; IC 95%: 0.10-0.46; $p < 0.01$).

5.3.3 Función pulmonar

La función pulmonar se evaluó mediante la FEV1, la FVC, el FEV1%, el FVC%, el PEF y la DLCO. La totalidad de los resultados no fue homogénea y se va a describir por variable. Toda la información se encuentra desarrollada en la Tabla 3 (**Anexo III**).

En cuanto al Volumen Espiratorio Forzado en el primer segundo absoluto (FEV1), podemos afirmar que fue una de las variables más analizadas de la función pulmonar. Li et al., (2025) no observaron diferencias significativas entre el grupo control y el grupo intervención. Pu et al., (2021) tampoco hallaron cambios significativos tras el periodo de intervención. Siguiendo la misma dinámica, Zhou et al., (2020) tampoco mostró una diferencia significativa. Con relación al porcentaje de FEV1 respecto al valor predicho (FEV1%), fue una de las pocas variables donde Li et al., (2025) sí observaron diferencias significativas entre grupo control e intervención.

Respecto a la Capacidad Vital Forzada absoluta (FVC), los estudios presentaron resultados heterogéneos. Li et al., (2025) no observaron diferencias significativas entre el grupo control y el grupo intervención, mientras que Zhou et al., (2020) muestran resultados contradictorios en función de la revisión que se analiza: Cavalheri y Granger., (2017) informaron que aumentaba significativamente la FVC, pero Rosero et al., (2019) no encontraron diferencias significativas. En lo que respecta al porcentaje de FVC respecto al valor predicho (FVC%) y de manera similar a los hallazgos sucedidos respecto al FEV1%, Li et al., (2025) encontraron mejoras significativas tras el entrenamiento preoperatorio.

En lo referente al Flujo Espiratorio Pico (PEF), según analizaron Li et al., (2025), hubo mejoras significativas tras la intervención. Por el contrario, Pu et al., (2021) observaron que no hubo diferencias en el flujo espiratorio máximo.

En cuanto a la capacidad de Difusión del Pulmón para el Monóxido de Carbono (DLCO), tanto Li et al., (2025) como Pu et al., (2021) coinciden en que no observaron cambios relevantes tras la intervención.

Conjuntamente, podemos observar que las intervenciones de ejercicio o rehabilitación preoperatoria tienen una tendencia positiva de cara a mejorar la capacidad de ejercicio y a disminuir las complicaciones posoperativas. No obstante, no hay evidencias suficientes para afirmar que la función pulmonar mejora con claridad al ejercitarse previo a la operación.

6 DISCUSIÓN

Este trabajo tiene como objetivo principal determinar los beneficios del ejercicio físico preoperatorio en pacientes con cáncer de pulmón sometidos a resección pulmonar a través de una *Umbrella review*. Para ello se han analizado metaanálisis que valoran el efecto de diferentes tipos de intervención física sobre la capacidad de ejercicio, las complicaciones posoperatorias y la función pulmonar. La literatura revisada coincide en que la intervención física preoperatoria muestra indicios favorables especialmente en la capacidad de ejercicio y complicaciones posoperatorias, reforzando estos resultados la idea que el ejercicio físico es una correcta estrategia de prehabilitación oncológica. De forma global, los hallazgos de esta revisión muestran que la intervención preoperatoria es clínicamente significativa, aunque la magnitud del efecto no es uniforme y hay que valorar con cautela. Para la mayoría de los autores, las mejoras son consistentes en capacidad de ejercicio y complicaciones posoperatorias. Sin embargo, los resultados de función pulmonar son más dispares. Esta diferencia puede deberse a que la función pulmonar es menos sensible a intervenciones tan breves o que requiera estímulos más específicos.

Debemos valorar a la hora de interpretar los resultados la variedad de la muestra. Si bien la literatura es algo consistente en la edad con una media de entre 60-66 años y predominio masculino, se reportan perfiles clínicos con estadios tumorales, estado funcional y comorbilidades muy diferentes. Esta variación tan dispar limita la comparación directa entre sujetos. Por tanto, aunque encontramos resultados positivos, la respuesta puede variar respecto al sujeto.

Otro elemento para tener en cuenta dentro de la ecuación es el periodo reducido de intervención que se observa en las intervenciones. Esto resulta evidente debido al perfil clínico. Generalmente, el intervalo temporal entre el diagnóstico y la resección en pacientes operables es ínfimo. Por ende, los programas deben tener un diseño temporal corto, dificultando conseguir adaptaciones a nivel pulmonar, ya que se presupone que requiere estímulos específicos y prolongados para conseguir mejoras. Dentro de estas semanas de intervención, las sesiones van desde 7 a 39 totales, siendo este un amplio rango que se debería concretar con exactitud, siendo la media de 18.2 sesiones (Cruz Mosquera et al., 2024). Aun así, los datos confirman que, aunque reducida, la intervención preoperatoria tiene beneficios reales en periodos cortos de tiempo.

En relación con el tipo de intervención y su contenido, podemos observar una falta de acuerdo y concordancia entre los diferentes autores, especialmente en lo que respecta al entrenamiento de fuerza de los músculos respiratorios. Estos no son descritos con claridad ni se emplean como eje principal. Esto complica valorar si las mejoras que se observan vienen atribuidas a la suma de ejercicios o al ejercicio respiratorio concretamente. Por ello, en el futuro, se debería diferenciar con claridad entre ejercicios generales y de respiración específicos para valorar que componente genera mejores resultados.

Del mismo modo, la intensidad del ejercicio supone un factor limitante, debido a que no se identifica un consenso entre autores para establecer la intensidad óptima ni del tipo de ejercicio. Las herramientas utilizadas van desde la escala de BORG, % de FC_{max} a valores relativos o a la CPET. Debido a la variabilidad, es difícil comparar entre protocolos y evaluar si los beneficios se producen realmente por el tipo de ejercicio y su realización a cierta intensidad. Por tanto, aunque la evidencia nos sugiere que el ejercicio medido con estas variables de intensidad es beneficioso, se requiere mayor estudio en el futuro para establecer un valor de referencia.

Introduciéndonos en el ámbito fisiológico, la variable estudiada que refleja los cambios positivos más significativos es la capacidad de ejercicio. En la gran mayoría de artículos se muestran resultados positivos significativos respecto al 6MWD, aunque en ocasiones no son clínicamente relevantes. Para el 6MWD, el valor de referencia clínicamente relevante se sitúa entre 22-42 metros (Pu et al., 2021). Con esto debemos notificar que no nos es válido solo que

sea un cambio significativo, sino que sea un cambio con relevancia clínica. Debemos darle mayor importancia a este dato ya que en periodos cortos de tiempo, se pueden observar cambios reales pero insuficientes para el paciente.

Lo comentado previamente adquiere relevancia en el trabajo de Arbee-Kalidas et al., (2023), donde se evalúa mediante la CPET si el valor de VO_{2max} se corresponde con futuras comorbilidades posoperatorias y puede ser utilizado como pronosticador de estas. Los pacientes con valores altos tienen un mejor pronóstico de recuperación respecto a los pacientes con bajos valores, que presentan peor evolución clínica. De este modo, es interesante introducir esta prueba previa a la operación para estratificar el riesgo y orientar la recuperación posoperatoria

En cuanto a las complicaciones posoperatorias, la literatura sugiere que el ejercicio preoperatorio tiene un efecto protector relevante. Las complicaciones descritas con mayor frecuencia fueron la neumonía, la atelectasia, la insuficiencia respiratoria, derrame pleural, fuga aérea prolongada y reoperación. En concreto, Chen et al., (2022) observan una reducción significativa de complicaciones pulmonares, Pu et al., (2021) confirmaron el efecto favorable respecto a la neumonía, y Voorn et al., (2023) también encontraron menor incidencia de complicaciones posoperatorias.

Con relación a la función pulmonar, los resultados fueron más dispares entre sí respecto a la capacidad de ejercicio y las complicaciones posoperatorias, ya que no se observaron mejoras de todos los valores de medida como FEV1, FVC o DLCO en todos los estudios. Sin embargo, algunos estudios sí reportaron mejoras en %FEV1, %FVC y PEF. Esto sugiere que el ejercicio preoperatorio puede favorecer más a los porcentajes respecto al valor predicho que al valor absoluto. Existe por tanto una tendencia que sugiere que la intervención puede ayudar a mejorar parcialmente o mantener la función pulmonar, aunque no existen evidencias suficientes.

Un factor que contribuye a elevar el valor de la revisión es la distribución geográfica de los estudios. Las muestras analizadas procedían de diferentes países y continentes, comprendiendo el continente asiático, europeo, americano y oceánico. Estos datos sugieren que la intervención tiene aplicabilidad clínica independientemente de las condiciones geográficas y de raza. En consecuencia, los datos respaldan su interés internacional.

Según la evidencia actual y basándonos en la mesa internacional multidisciplinar Campbell et al., (2019), sugiere que una buena prescripción en pacientes oncológicos incluye ejercicio aeróbico de intensidad moderada mínimo 3 veces por semana durante 30 minutos, complementándose con trabajo de fuerza mínimo 2 veces por semana, con un mínimo de 2 series de entre 8 a 15 repeticiones al 60% RM. También sugiere que el entrenamiento supervisado ofrece mejores resultados y que su duración debería ser como mínimo de entre 8 a 12 semanas. Si lo comparamos con la American College of Sport Medicine (ACSM), en líneas generales esta sugiere realizar entrenamiento aeróbico mínimo 150 minutos y entrenamiento de fuerza dos veces por semana, pero no especifica la intensidad. En cambio, para mejorar o mantener la capacidad de ejercicio sí especifica las reglas FITT. Sugiere el mismo tipo de intervención aeróbica que la mesa internacional multidisciplinar, pero pudiendo aumentar hasta intensidad vigorosa y modificando tanto el tiempo de ejercicio (20 a 30 minutos) como las veces semanales (2 a 3 veces por semana). En lo que respecta al ejercicio de fuerza, utiliza un rango parecido de sesiones semanales (2 a 3 por semana) con el mismo volumen de ejercicios, pero la intensidad se describe como moderada a vigorosa (ACSM, 2025). Si contrastamos esta información con los resultados obtenidos en este TFG, podemos observar como las intervenciones realizadas cumplen con los estándares propuestos por la ACSM y la mesa internacional multidisciplinar de Campbell et al., (2019).

Dentro de las limitaciones que encontramos al analizar este trabajo han sido las siguientes: En primer lugar, la estrategia de búsqueda se ha centrado solo en una página de búsqueda (PubMed), descartando otras plataformas que podrían aportarnos artículos con más

datos y una búsqueda más amplia de información. En segundo lugar, hay pocos metaanálisis reflejados (7) y cuyas intervenciones/diseños son heterogéneos. Siguiendo esta línea, al seleccionar solo metaanálisis, hemos podido descartar revisiones bibliográficas y RCTs cuya información podría ser relevante. En tercer lugar, se debería haber cribado resultados de metaanálisis descartando así aquellos resultados duplicados. Por último, hemos encontrado poca muestra en el continente europeo, más concretamente en la zona mediterránea dado que es donde las características de la población ganan similitud respecto a la población española. De todos los artículos encontrados dentro de los metaanálisis, 1 es español, 1 es turco, 1 es serbio y 2 son italianos respecto a China que es el país más representado con un total de 10 artículos. Esto nos dificulta a la hora de evaluar los beneficios del ejercicio, ya que la muestra poblacional no es similar genéticamente a la española.

Como perspectiva de futuro, sería necesario conseguir el establecimiento de métodos Gold standard para la prescripción de intensidad. De este modo se podrá comparar con precisión los distintos programas. También sería conveniente definir un periodo mínimo y un periodo recomendado de intervención para obtener resultados, ya que los programas que se reportan en los estudios son muy variables y ponen en compromiso la posibilidad de determinar cuál es la dosis óptima para obtener beneficios clínicos. Del mismo modo se requiere mayor investigación para valorar que tipo de ejercicio es más beneficioso para los distintos tipos de variables clínicas que se valoran como son la capacidad de ejercicio, las complicaciones posoperatorias y la función pulmonar.

7 PLAN DE INTERVENCIÓN

Basándonos en los resultados de los artículos revisados y en las recomendaciones de la ACSM, se puede proponer que la intervención preoperatoria debe tener una duración aproximada de dos semanas en la medida de lo posible, siendo beneficioso que aumente su duración al máximo posible para mejorar las variables en mayor volumen. El total de sesiones debería de ser alrededor de 18 sesiones dobles. En cuanto a la frecuencia sería recomendable un programa de 5 días por semana con entre 2-4 sesiones diarias combinando los distintos tipos de ejercicio. Los ejercicios para realizar serían ejercicios respiratorios, ejercicios de fuerza de los músculos respiratorios, ejercicios de fuerza resistencia y entrenamiento HIIT. Con relación a la intensidad, varía según el tipo de ejercicio, siendo en torno al 80-100% FC_{max} para el entrenamiento HIIT, cargas derivadas del 10-repetition maximum test para el entrenamiento de fuerza de los músculos respiratorios y la fuerza resistencia. En el caso de los ejercicios respiratorios, la intensidad es más difícil de objetivar, ya que en los estudios no es reflejada con claridad. Aun así, podríamos establecer un valor “light” de 5-6 en la escala BORG CR 10. Por último, para evaluar los resultados utilizaremos el 6MWD y la CPET para la capacidad de ejercicio por su fácil aplicación y utilidad clínica, utilizaremos el número absoluto de eventos para las complicaciones posoperatorias y la espirometría para la función pulmonar. La toma de medida se realizará de la siguiente forma: La primera toma se realizará previa al inicio de la intervención tanto del 6MWD como del $VO2_{max}$ mediante CPET y de la función pulmonar mediante espirometría. La segunda toma se realizará el día posterior a la finalización de la intervención donde realizaremos las mismas pruebas que en la primera toma de medidas. La última toma se realizará al mes de la operación, donde además de valorar las mismas medidas que en las anteriores fases, añadiremos el análisis de las complicaciones posoperatorias.

8 CONCLUSIONES

La evidencia disponible sugiere que el ejercicio físico preoperatorio tiene un efecto positivo en pacientes con cáncer de pulmón sometidos a resección pulmonar, favoreciendo así de forma clara la capacidad de ejercicio y disminuyendo las complicaciones posoperatorias. Aunque los resultados de los efectos respecto a la función pulmonar son heterogéneos, el

ejercicio físico preoperatorio se presenta como una estrategia aceptable para mantener o mejorar el estado funcional previo a la cirugía y mejorar la evolución clínica posterior.

9 BIBLIOGRAFÍA

- Arbee-Kalidas, N., Moutlana, H. J., Moodley, Y., Kebalepile, M. M., & Chakane, P. M. (2023). The association between cardiopulmonary exercise testing and postoperative outcomes in patients with lung cancer undergoing lung resection surgery: A systematic review and meta-analysis. *PLoS ONE*, 18(12 December).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0295430>
- Bizuayehu, H. M., Ahmed, K. Y., Kibret, G. D., Dadi, A. F., Belachew, S. A., Bagade, T., Tegegne, T. K., Venchiarutti, R. L., Kibret, K. T., Hailegebireal, A. H., Assefa, Y., Khan, M. N., Abajobir, A., Alene, K. A., Mengesha, Z., Erku, D., Enquobahrie, D. A., Minas, T. Z., Misgan, E., & Ross, A. G. (2024). Global Disparities of Cancer and Its Projected Burden in 2050. *JAMA Network Open*, 7(11). <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2024.43198>
- Bray, F., Laversanne, M., Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R. L., Soerjomataram, I., & Jemal, A. (2024). Global cancer statistics 2022: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 74(3), 229–263.
<https://doi.org/10.3322/caac.21834>
- Campbell, K. L., Winters-Stone, K. M., Wiskemann, J., May, A. M., Schwartz, A. L., Courneya, K. S., Zucker, D. S., Matthews, C. E., Ligibel, J. A., Gerber, L. H., Morris, G. S., Patel, A. V., Hue, T. F., Perna, F. M., & Schmitz, K. H. (2019). Exercise Guidelines for Cancer Survivors: Consensus Statement from International Multidisciplinary Roundtable. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 51(11), 2375–2390.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000002116>
- Cavalheri, V., & Granger, C. L. (2020). Exercise training as part of lung cancer therapy. In *Respirology* (Vol. 25, Number S2, pp. 80–87). Blackwell Publishing.
<https://doi.org/10.1111/resp.13869>
- Chen, Z., Cai, R., Liao, X., Huang, X., Zhao, C., & Chen, M. (2022). The efficacy of pulmonary rehabilitation exercise training on complications and mortality after lung cancer resection: a systematic review and meta-analysis. *Translational Cancer Research*, 11(5), 1321–1329.
<https://doi.org/10.21037/tcr-22-978>
- Cruz Mosquera, F. E., Murillo, S. R., Naranjo Rojas, A., Perlaza, C. L., Castro Osorio, D., & Liscano, Y. (2024). Effect of Exercise and Pulmonary Rehabilitation in Pre- and Post-Surgical Patients with Lung Cancer: Systematic Review and Meta-Analysis. In *Medicina (Lithuania)* (Vol. 60, Number 11). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI).
<https://doi.org/10.3390/medicina60111725>
- Diao, X., Ling, Y., Zeng, Y., Wu, Y., Guo, C., Jin, Y., Chen, X., Feng, S., Guo, J., Ding, C., Diao, F., Du, Z., Li, S., & Qiu, H. (2023). Physical activity and cancer risk: a dose-response analysis for the Global Burden of Disease Study 2019. *Cancer Communications*, 43(11), 1229–1243.
<https://doi.org/10.1002/cac2.12488>
- ACSM. (2025). *Effects-of-Exercise-on-Health-Related-Outcomes-in-Those-with-Cancer-PDF*.
<https://acsm.org/physical-activity-guidelines-cancer-infographic/>
- Feeny, D. H., Elizabeth, M. P. H., Evelyn, P., Whitlock, M. P. H., Leslie, A., & Perdue, M. P. H. (2013). *A Primer for Systematic Reviewers on the Measurement of Functional Status and Health-Related Quality of Life in Older Adults*. www.ahrq.gov

- Ferlay, J., Colombet, M., Soerjomataram, I., Parkin, D. M., Piñeros, M., Znaor, A., & Bray, F. (2021). Cancer statistics for the year 2020: An overview. *International Journal of Cancer*, 149(4), 778–789. <https://doi.org/10.1002/ijc.33588>
- Heredia-Ciuró, A., Raya-Benítez, J., Calvache-Mateo, A., Martín-Núñez, J., Cabrera-Martos, I., López-López, L., & Valenza, M. C. (2025). Proactive physical activity programs in lung cancer surgical patients at short and mid-term: A systematic review and meta-analysis. In *Patient Education and Counseling* (Vol. 130). Elsevier Ireland Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.pec.2024.108454>
- Himbert, C., Klossner, N., Coletta, A. M., Barnes, C. A., Wiskemann, J., LaStayo, P. C., Varghese, T. K., & Ulrich, C. M. (2020). Exercise and lung cancer surgery: A systematic review of randomized-controlled trials. In *Critical Reviews in Oncology/Hematology* (Vol. 156). Elsevier Ireland Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.critrevonc.2020.103086>
- Instituto Nacional de Estadística. (2023). *Estadística de Defunciones según la Causa de Muerte*. <https://www.ine.es/dyngs/Prensa/es/pEDCM2023.htm>
- Li, C., Lei, S., Ding, L., Xu, Y., Wu, X., Wang, H., Zhang, Z., Gao, T., Zhang, Y., & Li, L. (2023). Global burden and trends of lung cancer incidence and mortality. *Chinese Medical Journal*, 136(13), 1583–1590. <https://doi.org/10.1097/CM9.0000000000002529>
- Li, C., Meng, H., Wei, Y., Liang, Y., Xu, Y., Huang, X., Liang, W., Quan, J., Wu, S., & Wei, X. (2025). Postoperative outcomes of preoperative exercise training in patients with operable non-small cell lung cancer: a systematic review and meta-analysis. In *Frontiers in Oncology* (Vol. 15). Frontiers Media SA. <https://doi.org/10.3389/fonc.2025.1563478>
- OECD. (2023). *E S P A Ñ A Perfiles nacionales de cáncer 2023 European Cancer Inequalities Registry*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1787/bab6e2e3-es>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. In *BMJ* (Vol. 372). BMJ Publishing Group. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pu, C. Y., Batarseh, H., Zafron, M. L., Mador, M. J., Yendamuri, S., & Ray, A. D. (2021). Effects of Preoperative Breathing Exercise on Postoperative Outcomes for Patients With Lung Cancer Undergoing Curative Intent Lung Resection: A Meta-analysis. In *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation* (Vol. 102, Number 12, pp. 2416–2427.e4). W.B. Saunders. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2021.03.028>
- Sung, H., Ferlay, J., Siegel, R. L., Laversanne, M., Soerjomataram, I., Jemal, A., & Bray, F. (2021). Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries. *CA: A Cancer Journal for Clinicians*, 71(3), 209–249. <https://doi.org/10.3322/caac.21660>
- Voorn, M. J. J., Franssen, R. F. W., Hoogeboom, T. J., van Kampen-van den Boogaart, V. E. M., Bootsma, G. P., Bongers, B. C., & Janssen-Heijnen, M. L. G. (2023). Evidence base for exercise prehabilitation suggests favourable outcomes for patients undergoing surgery for non-small cell lung cancer despite being of low therapeutic quality: a systematic review and meta-analysis. In *European Journal of Surgical Oncology* (Vol. 49, Number 5, pp. 879–894). W.B. Saunders Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.ejso.2023.01.024>
- Zhou, W., Woo, S., & Larson, J. L. (2020). Effects of perioperative exercise interventions on lung cancer patients: An overview of systematic reviews. In *Journal of Clinical Nursing* (Vol. 29,

Numbers 23–24, pp. 4482–4504). Blackwell Publishing Ltd.
<https://doi.org/10.1111/jocn.15511>



10 ANEXOS

10.1 ANEXO I: Tabla 1: análisis de los estudios incluidos en la revisión respecto a la variable capacidad de ejercicio

AUTOR	PARTICIPANTES	INTERVENCIÓN	HERRAMIENTAS DE MEDIDA	RESULTADOS
(Li et al., 2025)	El metaanálisis cuenta con un total de 16 RCTs. La muestra fue de 1022 pacientes con una media de edad de 65.4 ± 4.0 años. Respecto al sexo de los pacientes, encontramos que un 61.3% son hombres y un 38.7% mujeres. El tipo de tumor reportado fue NSCLC con estadios que abarcan del I hasta el IV.	Se realizaron ejercicios aeróbicos, ejercicios de los músculos inspiratorios IMT, ejercicios de resistencia, HIIT y ejercicios de fuerza/fuerza Resistencia. Las intervenciones tuvieron una duración total de 1-4 semanas Este estudio no refleja ni la frecuencia, ni la intensidad ni el tiempo.	6MWD (Distancia en metros) n=7 estudios CPET (VO_{2max} en ml/kg/minuto) n=3 estudios	En base al 6MWD, el entrenamiento físico preoperatorio y el grupo control no mostraron ninguna diferencia estadísticamente significativa (IC 95 %: -18,91 a 70,01, $p= 0,26$). Respecto al VO_{2max}, el entrenamiento de ejercicios preoperatorios aumentó la capacidad de ejercicio (IC 95%: 2,41 a 4,17, $p<0,0001$)
(Cruz Mosquera et al., 2024)	El metaanálisis cuenta con un total de 24 RCTs. La muestra fue de 974 participantes con una	Se realizaron ejercicios HIIT, entrenamiento aeróbico, ejercicios respiratorios y entrenamiento músculos inspiratorios IMT.	6MWD (Distancia en metros) n=12 estudios	La diferencia entre sujetos sometidos al programa y sujetos control fue de 37.42 (IC 95%, 9.68-65.1, $p=0.008$)

	media de edad de 65.02 ± 4.54 años. Respecto al sexo de los pacientes, encontramos que en los estudios que lo reflejan, la media es de 55.3% en hombres y 44.7% en mujeres. El tipo de tumor reportado es NSCLC en un 90% y SCLC en un 10%. En cuanto al estadio, no fue reportado	Las intervenciones tuvieron una duración total de entre 1-4 semanas. El estudio no refleja la frecuencia, pero si nos da un valor total de sesiones en algún caso que fluctúa entre 7-39 sesiones con una media de 18,2 sesiones. El estudio no refleja la intensidad en valores absolutos, pero si refleja que se realizan actividades de alta intensidad.		
(Heredia-Ciuró et al., 2025)	El metaanálisis cuenta con un total de 9 metaanálisis, siendo 7 RCTs y 2 RCTs piloto. La muestra fue de 798 pacientes con una media de edad de 65.42 ± 10.77 años. Respecto al sexo de los pacientes, encontramos que un 50% son hombres y un 50% mujeres. El tipo de tumor reportado es NSCLC con estadios que	Se realizaron programas proactivos home-based (caminata o cicloergómetro) + Motivational interviewing y psychoeducation + ejercicios respiratorios/resistencia Las intervenciones tuvieron una duración total de 2 semanas. La frecuencia fue de 2-5 días por semana cuya duración se sitúa entre 30 minutos-2h15 minutos. La intensidad de los ejercicios varía según el estudio. La caminata o cicloergómetro se realiza a diferentes intensidades. En primer	6MWD (Distancia en metros) n=3 estudios	La diferencia entre sujetos sometidos al programa y sujetos del grupo control fue significativamente positiva a corto plazo ($\bar{x}$ = 67.33, IC 95%=15.05,119.62; p = 0.01) aunque con una alta heterogeneidad (I^2 = 93 %). Sin embargo, a medio plazo las diferencias fueron significativamente positivas ($\bar{x}$ =65.83; IC 95%= 56.05,75.60; p <

	abarcen desde el I hasta el IV.	lugar, se realiza a un 60-80% FC _{max} . En Segundo lugar, se realiza a intensidad “moderate to high” RPE 13-15 y 70% FC objetivo.		0.00001) y la heterogeneidad fue baja (I ² = 28 %),
(Pu et al., 2021)	El metaanálisis cuenta con un total de 10 RCTs. La muestra fue de 768 participantes con una media de edad de 63.1 ± 7.9 años. Respecto al sexo de los pacientes, encontramos que en los estudios que lo reflejan, el 60.6% son hombres y el 39.4% mujeres. El tipo de tumor reportado es NSCLC con estadios que abarcan desde el I hasta el IV temprano.	Se realizaron ejercicios de entrenamiento de músculos inspiratorios IMT y ejercicio aeróbico. Las intervenciones tuvieron una duración total de 1 a 4 semanas. La frecuencia fue de 2-4 veces por día para los ejercicios IMT cuya duración se sitúa entre 15-45 minutos o en su defecto 20-30 respiraciones y de 1-3 veces por día para ejercicios aeróbicos cuya duración se sitúa entre 15 a 30 minutos o en su defecto 10-12 repeticiones. La intensidad de los ejercicios respiratorios no se refleja salvo en un estudio que habla de (hasta la percepción de esfuerzo de “Algo difícil”). Respecto a los ejercicios aeróbicos, los artículos que lo reflejan hablan de intensidad de formas diversas. La primera sería intensidad “light” o 5-7 en escala de BORG. La segunda sería parar si se observa disnea o extenuación. La tercera sería parar si la saturación disminuye de un 88% o existe	6MWD (Distancia en metros) n=4 estudios	La diferencia entre sujetos sometidos al programa y sujetos control fue de 20.2m (IC 95%, 9.1-31.2; <i>p</i> <.01) aunque es una diferencia significativa, no es clínicamente significativa

		dolor. La cuarta sería utilizar la carga del 70% de CPET y aumentar 10W hasta que el paciente pueda tolerar 30 minutos de sesión.		
(Zhou et al., 2020)	El metaanálisis cuenta con un total de 7 revisiones con un conjunto de 13 RCTs. La muestra fue de 2211 pacientes con una media de edad de 65.3 ± 4.6 años. El sexo de los pacientes no fue reportado. El tipo de tumor reportado fue NSCLC salvo 2 estudios que seleccionaron todo tipo de tumor pulmonar. El estudio no hace referencia al estadio.	Se realizaron ejercicios de entrenamiento aeróbico, entrenamiento de fuerza resistencia y entrenamiento músculos respiratorios. Este estudio no refleja ni la frecuencia, ni la intensidad ni el tiempo.	6MWD (Distancia en metros) n=15 estudios	Tras la intervención preoperativa, se observaron mejoras significativas (diferencia media = 18,23 m, IC 95%: 8,50–27,96) pero con una calidad baja

10.2 ANEXO II: Tabla complementaria de análisis de los estudios incluidos en la revisión respecto a la variable complicaciones posoperatorias

AUTOR	PARTICIPANTES	INTERVENCIÓN	HERRAMIENTAS DE MEDIDA	RESULTADOS
(Li et al., 2025)	El metaanálisis cuenta con un total de 16 RCTs. La muestra fue de 1022 pacientes con una media de edad de 65.4 ± 4.0 años. Respecto al sexo de los pacientes, encontramos que un 61.3% son hombres y un 38.7% mujeres. El tipo de tumor reportado fue NSCLC con estadios que abarcan del I hasta el IV.	Se realizaron ejercicios aeróbicos, ejercicios de los músculos inspiratorios IMT, ejercicios de resistencia, HIIT y ejercicios de fuerza/fuerza Resistencia. Las intervenciones tuvieron una duración total de 1-4 semanas Este estudio no refleja ni la frecuencia, ni la intensidad ni el tiempo.	Número absoluto de complicaciones generales n=15 estudios Número absoluto de complicaciones severas n=15 estudios • Neumonía • Atelectasia	El entrenamiento de ejercicios preoperatorios redujo significativamente las complicaciones posoperatorias en comparación con la ausencia de ejercicio preoperatorio (OR = 0,33, IC 95 %: 0,24 a 0,46, $p < 0,0001$) Respecto a las complicaciones postoperatorias severas, el entrenamiento de ejercicios preoperatorios disminuyó sustancialmente las complicaciones postoperatorias graves (OR=0,35, IC 95%: 0,21 a 0,56, $p < 0,0001$)

(Voorn et al., 2023)	El metaanálisis cuenta con un total de 16 artículos siendo 12 RCTs, 3 estudios observacionales retrospectivos y 1 estudio observacional prospectivo. La muestra fue de 2.096 pacientes con una media de edad de 64.8 ± 5.6 años. El sexo de los participantes no se reporta. El tipo de tumor reportado es NSCLC en con estadios que abarcan desde el I hasta el IV	Se realizaron ejercicios respiratorios, ejercicios aeróbicos, ejercicios de fuerza Resistencia Las intervenciones tuvieron una duración total de 1-4 semanas. La frecuencia fue de 1-7 veces por semana con una duración de 15-120 minutos por sesión. La intensidad varía según el tipo de ejercicio y el autor. En los ejercicios aeróbicos se prescribe de varias formas: intensidad VT1, 13-16 en la escala Borg y 70% HRR, mínimo 15 minutos o aparición de disnea, 80-100% FC_{max}. En los ejercicios de fuerza Resistencia se prescribe de varias formas: Intensidad "light" en escala de BORG, 70% 1RM, intensidad "moderate to high" o 13-16 en escala de Borg, 15 repeticiones, 25 repetition maximum test, carga	Número absoluto de complicaciones generales n=15 estudios Número absoluto de complicaciones pulmonares n=10 estudios Número absoluto de complicaciones severas n=7 estudios	Respecto a los tipos de complicación en su conjunto, los estudios mostraron una incidencia significativamente menor en los grupos de intervención respecto al grupo control (OR 0.44, IC 95%, 0.30 - 0.64) Respecto a las complicaciones pulmonares, los estudios mostraron una incidencia significativamente menor comparando grupo intervención versus control tanto en estudios de intervención (OR 0.31, IC 95%, 0.20 - 0.48) como en los estudios observacionales (OR 0.60, 95% CI 0.41 - 0.88). Respecto a las complicaciones severas, los estudios mostraron una incidencia significativamente menor comparando grupo intervención versus control tanto en estudios de intervención (OR 0.36, IC 95%, 0.20 - 0.68) como en los estudios observacionales (OR 0.56, IC 95%, 0.29 - 1.06)
-----------------------------	---	---	--	--

		máxima extraída con el 10-repetition maximum test		
(Chen et al., 2022)	El metaanálisis cuenta con un total de 9 artículos siendo 5 RCTs y 4 estudios de cohortes prospectivos. La muestra fue de 1338 pacientes, cuya edad no fue reportada. Tanto el sexo como el tipo de tumor y su estadio tampoco fue reportado	Se realizaron entrenamiento pulmonar multimodal, entrenamiento aeróbico, entrenamiento de resistencia, ejercicios músculos inspiratorios IMT y HIIT. Las intervenciones tuvieron una duración total de 1-4 semanas. La frecuencia de los artículos que lo especifican fue de 2-3 sesiones por semana. La intensidad de los ejercicios no queda reflejada.	Número absoluto de complicaciones generales n=4 estudios Número absoluto de complicaciones pulmonares n=6 estudios • Infección pulmonar • Neumonía	En cuanto a las complicaciones posoperativas, el valor OR entre el grupo de rehabilitación y el grupo de control fue de 0,66 (IC 95 %: 0,47–0,94), y hubo una diferencia estadística entre los dos grupos, $z=2,30$ ($p=0,02$) Respecto a las complicaciones pulmonares posoperativas, el valor de OR entre los grupos de rehabilitación pulmonar y control fue de 0,33 (IC 95%: 0,22–0,50), y la diferencia entre los 2 grupos fue estadísticamente significativa ($z=5,33$; $p<0,00001$).
(Pu et al., 2021)	El metaanálisis cuenta con un total de 10 RCTs. La muestra fue de 768 participantes con una media de edad	Se realizaron ejercicios de entrenamiento de músculos inspiratorios IMT y ejercicio aeróbico.	Número absoluto de complicaciones generales n=5 estudios • Neumonía	El grupo intervención obtuvo un Odds Ratio en complicaciones generales de OR = 0.37 (factor protector del ejercicio) La clasificación Clavien-Dindo sobre complicaciones demostró también diferencias significativas y factor protector (score, >2; OR, 0.22)

	de 63.1 ± 7.9 años. Respecto al sexo de los pacientes, encontramos que en los estudios que lo reflejan, el 60.6% son hombres y el 39.4% mujeres. El tipo de tumor reportado es NSCLC con estadios que abarcan desde el I hasta el IV temprano.	Las intervenciones tuvieron una duración total de 1 a 4 semanas. La frecuencia fue de 2-4 veces por día para los ejercicios IMT cuya duración se sitúa entre 15-45 minutos o en su defecto 20-30 respiraciones y de 1-3 veces por día para ejercicios aeróbicos cuya duración se sitúa entre 15 a 30 minutos o en su defecto 10-12 repeticiones. La intensidad de los ejercicios respiratorios no se refleja salvo en un estudio que habla de (hasta la percepción de esfuerzo de "Algo difícil"). Respecto a los ejercicios aeróbicos, los artículos que lo reflejan hablan de intensidad de formas diversas. La primera sería intensidad "light" o 5-7 en escala de BORG. La segunda sería parar si se observa disnea o extenuación. La tercera sería parar si la saturación disminuye de un 88% o existe dolor. La cuarta sería utilizar la carga del 70% de CPET y aumentar 10W hasta que el	• Síndrome de dificultad respiratoria aguda • Atelectasia que requiere broncoscopia • Fístula broncopleurale • Derrame pleural • Tromboembolismo venoso • Fuga de aire >7 días • Tubo torácico prolongado >7 días • Ventilación mecánica prolongada >24-48 horas • Reoperación	Respecto a la neumonía, se demostró una mejora significativa con un OR = 0.37, demostrando el efecto protector del entrenamiento.
--	---	---	---	--

		paciente pueda tolerar 30 minutos de sesión.		
(Zhou et al., 2020)	La muestra fue de 2211 pacientes con una media de edad de 65.3 ± 4.6 años. El sexo de los pacientes no fue reportado. El tipo de tumor reportado fue NSCLC salvo 2 estudios que seleccionaron todo tipo de tumor pulmonar. El estudio no hace referencia al estadio.	Se realizaron ejercicios de entrenamiento aeróbico, entrenamiento de fuerza resistencia y entrenamiento músculos respiratorios. Este estudio no refleja ni la frecuencia, ni la intensidad ni el tiempo.	Número absoluto de complicaciones generales n=15 estudios • Atelectasia • Neumonía • Insuficiencia respiratoria	Dos revisiones de estudios sobre ejercicio preoperatorio (Cavalheri y Granger, 2017; Rosero et al., 2019) encontraron disminuciones estadísticamente significativas en las PPC (el riesgo relativo osciló entre 0,33 y 0,50)

10.3 ANEXO III: Tabla complementaria de análisis de los estudios incluidos en la revisión respecto a la variable función pulmonar

AUTOR	PARTICIPANTES	INTERVENCIÓN	HERRAMIENTAS DE MEDIDA	RESULTADOS
(Li et al., 2025)	El metaanálisis cuenta con un total de 16 RCTs. La muestra fue de 1022 pacientes con una media de edad de 65.4 ± 4.0 años. Respecto al sexo de los pacientes, encontramos que un 61.3% son hombres y un 38.7% mujeres. El tipo de tumor reportado fue NSCLC con estadios que abarcan del I hasta el IV.	Se realizaron ejercicios aeróbicos, ejercicios de los músculos inspiratorios IMT, ejercicios de resistencia, HIIT y ejercicios de fuerza/fuerza Resistencia. Las intervenciones tuvieron una duración total de 1-4 semanas Este estudio no refleja ni la frecuencia, ni la intensidad ni el tiempo.	Espirometría: • FEV1 absoluto (litros) n=6 estudios • FEV1% (litros) n=5 estudios • FVC absoluto (litros) n=4 estudios • FVC% (litros) n=3 estudios	En base al FEV1, El entrenamiento con ejercicio preoperatorio y el grupo control no mostraron ningún cambio estadísticamente significativo (IC 95%: $-0,16$ a $0,52$, $p=0,30$). En cuanto al FEV1%, el entrenamiento de ejercicios preoperatorios produjo una mejora significativamente mayor en el FEV1% de los valores normales predichos en comparación con el grupo control (IC 95%: $5,30$ a $8,10$, $p<0,0001$). Respecto al FVC, no hubo un cambio estadísticamente significativo entre el entrenamiento de ejercicio preoperatorio y el grupo control (IC 95%: $-0,07$ a $0,27$, $p=0,25$). En cuanto al FVC%, El entrenamiento de ejercicios preoperatorios mejoró significativamente el FVC% de los valores normales predichos en comparación con el grupo control (IC 95%: $1,90$ a $4,23$, $p<0,0001$)

			• PEF absoluto (litros/minuto) n=3 estudios • DLCO absoluto (Mililitro/minuto o milímetro de mercurio) n=4 estudios	El entrenamiento de ejercicios preoperatorios mejoró significativamente el PEF en comparación con el grupo control (IC 95 %: 12,44 a 60,93, $p=0,003$) En cuanto al DLCO, no se observó una diferencia estadísticamente significativa entre los dos grupos (IC 95 %: -0,18 a 1,93, $p= 0,10$)
(Cruz Mosquera et al., 2024)	El metaanálisis cuenta con un total de 24 RCTs. La muestra fue de 974 participantes con una media de edad de 65 ± 4.8 años. Respecto al sexo de los pacientes, encontramos que en los estudios que lo reflejan, la media es de 55.3% en hombres y 44.7% en mujeres. El tipo de tumor reportado es NSCLC en	Se realizaron ejercicios HIIT, entrenamiento aeróbico, ejercicios respiratorios y entrenamiento músculos inspiratorios IMT. Las intervenciones tuvieron una duración total de entre 1-4 semanas. El estudio no refleja la frecuencia, pero si nos da un valor total de sesiones en algún caso que fluctúa entre 7-39 sesiones con una media de 18,2 sesiones. El estudio no refleja la intensidad en valores absolutos, pero si refleja que	Espirometría: • FEV1 absoluto (litros) n=4 estudios • FVC absoluto (litros) n=4 estudios	No se observaron diferencias significativas entre grupo control e intervención en la media FEV1 0.07(IC 95%, -0.16 - 0.30, $p=0.53$), pero si en valores absolutos 0.62(IC 95%, 0.32 - 0.92, $p=0.0001$). Independientemente del momento de la intervención, las diferencias no fueron significativas respecto a la FVC

	un 90% y SCLC en un 10%. En cuanto al estadio no se reportan datos	se realizan actividades de alta intensidad.		
(Pu et al., 2021)	El metaanálisis cuenta con un total de 10 RCTs La muestra fue de 768 participantes con una media de edad de 63.1 ± 7.9 años. Respecto al sexo de los pacientes, encontramos que en los estudios que lo reflejan, el 60.6% son hombres y el 39.4% mujeres. El tipo de tumor reportado es NSCLC con estadios que abarcan desde el I hasta el IV temprano.	Se realizaron ejercicios de entrenamiento de músculos inspiratorios IMT y ejercicio aeróbico. Las intervenciones tuvieron una duración total de 1 a 4 semanas. La frecuencia fue de 2-4 veces por día para los ejercicios IMT cuya duración se sitúa entre 15-45 minutos o en su defecto 20-30 respiraciones y de 1-3 veces por día para ejercicios aeróbicos cuya duración se sitúa entre 15 a 30 minutos o en su defecto 10-12 repeticiones. La intensidad de los ejercicios respiratorios no se refleja salvo en un estudio que habla de (hasta la percepción de esfuerzo de "Algo difícil"). Respecto a los ejercicios aeróbicos, los artículos que lo reflejan hablan de intensidad de formas diversas. La primera sería intensidad "light" o 5-7 en escala de BORG. La segunda sería parar si se observa	Espirometría: • FEV1 absoluto (litros) n=5 estudios • PEF absoluto (litros/minuto) n=4 estudios • DLCO absoluto (Mililitro/minuto/ milímetro de mercurio) n=3 estudios	No se observaron diferencias significativas

		disnea o extenuación. La tercera sería parar si la saturación disminuye de un 88% o existe dolor. La cuarta sería utilizar la carga del 70% de CPET y aumentar 10W hasta que el paciente pueda tolerar 30 minutos de sesión.		
(Zhou et al., 2020)	El metaanálisis cuenta con un total de 7 revisiones con un conjunto de 13 RCTs. La muestra fue de 2211 pacientes con una media de edad de 65.3 ± 4.6 años. El sexo de los pacientes no fue reportado. El tipo de tumor reportado fue NSCLC salvo 2 estudios que seleccionaron todo tipo de tumor pulmonar. El estudio no hace referencia al estadio.	Se realizaron ejercicios de entrenamiento aeróbico, entrenamiento de fuerza resistencia y entrenamiento músculos respiratorios. Este estudio no refleja ni la frecuencia, ni la intensidad ni el tiempo.	Espirometría: • FEV1 absoluto (litros) n=5 estudios • FVC absoluto (litros) n=5 estudios	Los resultados no mostraron un aumento significativo en FEV1, pero los resultados fueron inconsistentes con respecto a la FVC. Un metaanálisis (Cavalheri y Granger, 2017) mostró un aumento estadísticamente significativo en la FVC (diferencia media = 2,97% del valor previsto, IC 95%: 1,78–4,16), y otro metaanálisis (Rosero et al., 2019) no informó una diferencia significativa.