

Editorial

## Entrenamiento físico frente a estimulación neuromuscular en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica grave



### Exercise Training Versus Neuromuscular Stimulation in Severe Chronic Obstructive Pulmonary Disease

Matthew Maddocks<sup>a</sup>, Veronica Delogu<sup>b</sup>, Sarah E. Jones<sup>b</sup>, Michael I. Polkey<sup>b</sup> y William D.-C. Man<sup>b,c,\*</sup>

<sup>a</sup> King's College London, Cicely Saunders Institute, Londres, Reino Unido

<sup>b</sup> NIHR Respiratory Biomedical Research Unit, Royal Brompton & Harefield NHS Foundation Trust and Imperial College, Londres, Reino Unido

<sup>c</sup> Harefield Pulmonary Rehabilitation Unit, Harefield, Middlesex, Reino Unido

La intolerancia al esfuerzo es un rasgo distintivo de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) grave y es una consecuencia de la disnea y la fatiga precoces que aparecen al realizar un esfuerzo que, a su vez, son debidas a una alteración del consumo de oxígeno, una capacidad cardiovascular reducida y una disfunción de la musculatura esquelética<sup>1</sup>. La tolerancia al esfuerzo se puede mejorar con los entrenamientos aeróbico y de resistencia que suelen formar parte de los programas de rehabilitación pulmonar. Sin embargo, los problemas de consumo y ejecución deficientes impiden que todos los pacientes puedan obtener un beneficio, en particular aquellos que presentan enfermedad muy grave<sup>2</sup> o se recuperan de una exacerbación aguda<sup>3</sup>, y la respuesta es heterogénea<sup>2</sup>. Además, la sintomatología puede limitar la capacidad del paciente para realizar el ejercicio corporal completo y con una intensidad suficiente para inducir adaptaciones fisiológicas notables. Por consiguiente, el interés por la electroestimulación neuromuscular (EENM), una modalidad de entrenamiento alternativa en la EPOC grave, ha crecido de forma gradual desde la publicación de los primeros estudios sobre esta modalidad a principios de siglo<sup>4,5</sup>. Hoy en día existen pruebas convincentes de la capacidad del estímulo que ofrece la EENM para originar adaptaciones musculares<sup>6</sup> y los datos de estudios controlados con placebo respaldan su efecto sobre la tolerancia al esfuerzo<sup>7</sup>. Pero, ¿qué diferencias presenta la EENM respecto a los tipos de entrenamiento clásicos? Y, ¿dónde encajaría esta modalidad entre los programas de ejercicio disponibles para la atención de los pacientes con enfermedad grave? Para comenzar a analizar el papel que tiene esta modalidad en la práctica e indicar posibilidades para la próxima generación de estudios en este campo, hemos tomado en consideración los estudios de EENM realizados con un comparador activo, que suelen ser otras modalidades de ejercicio.

#### Estimulación eléctrica neuromuscular frente al entrenamiento de resistencia

En el mayor ensayo comparativo de eficacia en pacientes con EPOC grave y debilidad de las extremidades inferiores (n=120), Sillen et al. asignaron aleatoriamente a los pacientes para recibir EENM de alta frecuencia, EENM de baja frecuencia o entrenamiento de resistencia como el componente de ejercicio de un programa de rehabilitación de pacientes hospitalizados de 8 semanas de duración<sup>8</sup>. En los 3 grupos, la tolerancia al esfuerzo mejoró, en comparación con el estado inicial, pero la fuerza del cuádriceps solo mejoró en los pacientes asignados a EENM de alta frecuencia o a entrenamiento de resistencia. Es probable que la falta de efecto de la EENM de baja frecuencia refleje la aplicación muscular de una carga insuficiente, ya que utilizando corrientes de baja frecuencia sin una estimulación de alta amplitud concurrente, que los pacientes pueden considerar molesta, puede ser difícil conseguir una carga suficiente. Los cambios absolutos en la fuerza fueron cuantitativamente mayores tras la EENM de alta frecuencia que tras el entrenamiento de resistencia, aunque no se observaron diferencias estadísticas entre grupos. Este hallazgo supone un desafío a la creencia generalizada de que el entrenamiento de resistencia produce mayor adaptación muscular. El efecto de la EENM está limitado por el malestar que provocan las corrientes de alta amplitud aplicadas a la piel y por la fatiga precoz<sup>9</sup>. Habitualmente, las contracciones que se alcanzan con la EENM corresponden al 15-25% del máximo de una repetición<sup>6</sup>, aunque debemos recordar que este porcentaje solo refleja la periferia del músculo que trabaja a la potencia máxima y en absoluto la masa muscular restante. A pesar de que este porcentaje es bajo, en comparación con lo que se puede conseguir con el entrenamiento de resistencia, es necesario tener presente que el último tiene un elevado coste metabólico, por lo que el esfuerzo adicional puede comprometer la regularidad del entrenamiento en la enfermedad grave. En realidad, a pesar de que el grupo de entrenamiento de resistencia del estudio mostró una

\* Autor para correspondencia.

Correo electrónico: [research@williamman.co.uk](mailto:research@williamman.co.uk) (W.D.-C. Man).

progresión adecuada del entrenamiento y del uso de pruebas isocinéticas que imitan ejercicios de entrenamiento, solo se observó una mejoría modesta de la fuerza del cuádriceps, de  $\sim 0,5 \text{ kg}^8$ .

No se dispone de datos de ensayos aleatorizados en los que se haya comparado la EENM con el entrenamiento de resistencia, pero se han publicado 2 estudios observacionales, que incluyen la evaluación realizada por Coquart et al. en la práctica clínica real<sup>10</sup>. En el estudio se incluyó consecutivamente a pacientes ( $n=189$ ) en rehabilitación pulmonar domiciliar que realizaron ejercicios de resistencia con pesas y recibieron visitas de soporte educativo y psicosocial una vez por semana, durante un máximo de 9 semanas. Asimismo, los pacientes realizaron un entrenamiento de resistencia con bicicleta estática (30–45 min, 5 veces por semana) o recibieron EENM (30 min, 2 veces al día), que se ofreció a los pacientes que mostraron un rendimiento bajo en la prueba del escalón<sup>10</sup>. Aunque el rendimiento inicial fue mejor en el grupo asignado al entrenamiento de resistencia, los cambios porcentuales en la movilidad funcional y la capacidad de ejercicio al finalizar el programa fueron similares en los grupos de ciclismo y de EENM, y en cuanto al estado general de salud, los porcentajes de respondedores fueron similares<sup>10</sup>. A pesar de las limitaciones metodológicas que presenta, este trabajo es un ejemplo encomiable de cómo integrar la EENM en la práctica clínica, y sus resultados corroboran los de un estudio anterior realizado en una cohorte más pequeña ( $n=50$ )<sup>11</sup>, aunque el protocolo fue menos explícito respecto a cuándo elegir la EENM en lugar del entrenamiento de resistencia.

### Estimulación eléctrica neuromuscular como entrenamiento complementario

En muchos entornos de diferentes países, la base del componente de ejercicio de la rehabilitación pulmonar es, predominantemente, la deambulación, que tiene un efecto marginal sobre la fuerza y la masa del cuádriceps. Aunque el entrenamiento de resistencia supervisado mejora el efecto global de fortalecimiento, el acceso a equipos especializados de entrenamiento de resistencia puede estar limitado, especialmente en el entorno domiciliario y en países de rentas bajas. Así, la EENM puede tener una función de entrenamiento complementario destinado a mejorar la masa muscular y la función de las extremidades inferiores. En un estudio piloto aleatorizado ( $n=27$ ), Tasdemir et al. exploraron los efectos adicionales sobre el rendimiento funcional de la adición de la EENM a un programa de rehabilitación pulmonar de 10 semanas<sup>12</sup>. Al finalizar el programa, no se observaron diferencias significativas entre grupos en la fuerza del cuádriceps, la carga sintomática ni el estado de salud, pero el rendimiento en la prueba de lanzadera incremental disminuyó de forma significativa tras la EENM activa, en comparación con placebo<sup>12</sup>. Los autores concluyeron que «el incremento de la capacidad de ejercicio tiene menor importancia cuando la EENM se utiliza como complemento de la rehabilitación pulmonar», pero esta interpretación cuestiona la hipótesis investigada. Consideramos que el programa de EENM descrito (2 sesiones semanales de 20 min) proporcionó una cantidad inadecuada de ejercicio —realmente tampoco se constató un efecto de fortalecimiento adicional— y, en este contexto, la diferencia observada en el rendimiento físico podría ser un hallazgo fortuito. Está justificado realizar un estudio con la potencia adecuada, a ser posible con determinaciones que puedan demostrar el mecanismo de acción.

### Estimulación eléctrica neuromuscular como precursor del entrenamiento

Otro aspecto de la EENM en la enfermedad grave es su papel de precursor o de enlace con un entrenamiento o rehabilitación pulmonar más intensos. A pesar de que no existen datos que avalen

directamente esta función de la EENM, el ensayo pragmático que llevaron a cabo Greening et al.<sup>13</sup>, en el que la rehabilitación precoz tras una exacerbación aguda no redujo los porcentajes de rehospitalización, en comparación con la atención habitual, proporciona una perspectiva útil. Aunque el tema principal de debate de este estudio fue si la intervención era o no un tipo de «rehabilitación pulmonar»<sup>14</sup>, en general no se considera un estudio de EENM, a pesar de que el 90% de los pacientes eligieron la EENM como modalidad básica de entrenamiento. Debido a la escasa duración de la estancia hospitalaria, el entrenamiento supervisado fue modesto (habitualmente unas 3 o 4 sesiones) y el componente domiciliario estuvo poco supervisado, lo que resultó en un bajo grado de cumplimiento<sup>14</sup>. Cabe señalar que la aceptación de la rehabilitación pulmonar ambulatoria tras la intervención del ensayo fue mayor en el grupo control (22 vs. 14%), lo que podría indicar que los pacientes del grupo de la intervención podrían haber considerado que habían satisfecho sus necesidades de rehabilitación<sup>13</sup>. Este hecho es lamentable, puesto que el periodo postexacerbación representa una oportunidad para lograr que los pacientes se comprometan con la rehabilitación<sup>3</sup>, una noción respaldada de forma elocuente en un estudio de orientación en salud realizado por Benzo et al.<sup>15</sup> en el que la participación en un programa de rehabilitación pulmonar mejoró considerablemente en los 3 meses posteriores al alta hospitalaria (50 vs. 33%). Dado que los pacientes consideran atractiva la EENM y se les puede motivar a iniciar un entrenamiento supervisado después de la recuperación, esta técnica se podría utilizar como medida provisional, aclarando que su función es complementar y no reemplazar los servicios de rehabilitación pulmonar.

Para concluir, basándonos en la evidencia actual, la EENM parece una alternativa razonable al entrenamiento de resistencia si forma parte de un programa integral de rehabilitación, en particular en la enfermedad avanzada o cuando los síntomas de esfuerzo limitan la intensidad del entrenamiento. La ausencia de datos controlados y de alta calidad limita las posibles comparaciones de la EENM con el entrenamiento de resistencia o de su papel como entrenamiento complementario. Antes de poder emitir recomendaciones para la práctica clínica, es necesario realizar otros estudios con criterios de evaluación de esfuerzo, en lugar de musculares.

### Financiación

Este trabajo ha recibido financiación de la NIHR Respiratory Biomedical Research Unit at the Royal Brompton and Harefield NHS Foundation Trust and Imperial College, Londres, Reino Unido, que cubre parte del salario de MIP. MM recibe apoyo del NIHR Collaboration for Leadership in Applied Health Research and Care (CLAHRC) for South London and Cicely Saunders International. SEJ tiene una beca de doctorado del NIHR. VD y WD-CM reciben una subvención del NIHR CLAHRC for Northwest London. Los puntos de vista expresados en esta publicación son los de los autores y no necesariamente los del NHS, el National Institute for Health Research o el Department of Health.

### Bibliografía

1. Man WD, Soliman MG, Gearing J, Radford SG, Rafferty GF, Gray BJ, et al. Symptoms and quadriceps fatigability after walking and cycling in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 2003;168:562–7.
2. Maddocks M, Kon SS, Canavan JL, Jones SE, Nolan CM, Labey A, et al. Physical frailty and pulmonary rehabilitation in COPD: A prospective cohort study. *Thorax.* 2016;71:988–95.
3. Maddocks M, Kon SS, Singh SJ, Man WD. Rehabilitation following hospitalization in patients with COPD: Can it reduce readmissions? *Respirology (Carlton, Vic).* 2015;20:395–404.
4. Neder JA, Sword D, Ward SA, Mackay E, Cochrane LM, Clark CJ. Home based neuromuscular electrical stimulation as a new rehabilitative strategy for severely disabled patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). *Thorax.* 2002;57:333–7.

5. Bourjeily-Habr G, Rochester CL, Palermo F, Snyder P, Mohsenin V. Randomised controlled trial of transcutaneous electrical muscle stimulation of the lower extremities in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Thorax*. 2002;57:1045–9.
6. Maddocks M, Gao W, Higginson JJ, Wilcock A. Neuromuscular electrical stimulation for muscle weakness in adults with advanced disease. *Cochrane Database Syst Rev*. 2013;1:Cd009419.
7. Maddocks M, Nolan CM, Man WD, Polkey MI, Hart N, Gao W, et al. Neuromuscular electrical stimulation to improve exercise capacity in patients with severe COPD: A randomised double-blind, placebo-controlled trial. *The Lancet Respiratory medicine*. 2016;4:27–36.
8. Sillen MJH, Franssen FME, Delbressine JML, Vaes AW, Wouters EFM, Spruit MA. Efficacy of lower-limb muscle training modalities in severely dyspnoeic individuals with COPD and quadriceps muscle weakness: Results from the DICES trial. *Thorax*. 2014;69:525–31.
9. Maffioletti NA. Physiological and methodological considerations for the use of neuromuscular electrical stimulation. *Eur J Appl Physiol*. 2010;110:223–34.
10. Coquart JB, Grosbois JM, Olivier C, Bart F, Castres I, Wallaert B. Home-based neuromuscular electrical stimulation improves exercise tolerance and health-related quality of life in patients with COPD. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2016;11:1189–97.
11. Kaymaz D, Ergun P, Demirci E, Demir N. Comparison of the effects of neuromuscular electrical stimulation and endurance training in patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Tuberkuloz ve Toraks*. 2015;63:1–7.
12. Tasdemir F, Inal-Ince D, Ergun P, Kaymaz D, Demir N, Demirci E, et al. Neuromuscular electrical stimulation as an adjunct to endurance and resistance training during pulmonary rehabilitation in stable chronic obstructive pulmonary disease. *Expert Rev Respir Med*. 2015;9:493–502.
13. Greening NJ, Williams JEA, Hussain SF, Harvey-Dunstan TC, Bankart MJ, Chaplin EJ, et al. An early rehabilitation intervention to enhance recovery during hospital admission for an exacerbation of chronic respiratory disease: Randomised controlled trial. *BMJ*. 2014;349:g4315.
14. Man WD, Kon SS, Maddocks M. Rehabilitation after an exacerbation of chronic respiratory disease. *BMJ (Clinical research ed)*. 2014;349:g4370.
15. Benzo R, Vickers K, Novotny PJ, Tucker S, Hoult J, Neuenfeldt P, et al. Health Coaching and COPD Re-hospitalization: A randomized study. *Am J Respir Crit Care Med*. 2016;194:672–80.