

# La riabilitazione respiratoria e la prevenzione delle cadute nel paziente BPCO

## Pulmonary rehabilitation and fall prevention in COPD patients

Anna Mocellin<sup>1</sup>, Isabella Campanini<sup>2</sup>, Andrea Merlo<sup>2</sup>, Enrico Clini<sup>1</sup>, Mirco Lusuardi<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Malattie dell'Apparato Respiratorio Policlinico di Modena, Università degli Studi di Modena e Reggio Emilia; <sup>2</sup> LAM - Laboratorio Analisi Movimento (SC Neuroriabilitazione) Dipartimento Neuromotorio Riabilitativo, Ospedale di Correggio (RE), AUSL-IRCCS di Reggio Emilia; <sup>3</sup> Riabilitazione Respiratoria, Ospedale di Correggio (RE), AUSL-IRCCS di Reggio Emilia

### Riassunto

L'alterazione dell'equilibrio, la disfunzione della muscolatura distale, la modificazione del controllo del moto e dei tempi di reazione sono solo alcune delle problematiche correlate alla broncopneumopatia cronica ostruttiva (BPCO) che aumentano il rischio di cadute nei pazienti affetti da tale patologia. L'importanza di questa sfera delle comorbidità del paziente respiratorio ha ricadute non solo personali e socioassistenziali, ma anche economiche a causa della portata della diffusione di tali patologie a livello mondiale e delle conseguenze sui sistemi sanitari nazionali che da esse scaturiscono. Oltre alle strategie farmacologiche la riabilitazione respiratoria risulta essere un intervento multidisciplinare in grado di offrire un programma di miglioramento fisico e psicologico dei pazienti BPCO e in quelli affetti da patologie respiratorie croniche in generale. Rimangono, tuttavia, alcuni punti aperti, sia per quanto riguarda le nuove proposte e le differenti tipologie di programmi disponibili, sia in merito allo studio e alla quantificazione dell'impatto che la riabilitazione respiratoria ha su aspetti come la mortalità, l'equilibrio e il rischio di caduta nei pazienti affetti da BPCO.

**Parole chiave:** cadute, BPCO, riabilitazione respiratoria, prevenzione

### Summary

*Patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD) have an increased risk of fall due to balance alteration, distal muscle dysfunction, modification of movement control and reaction time. This adds to the number of comorbidities of chronic respiratory patients with significant impact not only at a personal level but also on a health system and socio-economic ground, given the high prevalence of these conditions. Among treatment strategies for COPD, given an optimal drug therapy, pulmonary rehabilitation is a multidisciplinary intervention able to improve physical and psychological performance with potential impact on fall prevention. Specific tests to evaluate the risk of and rehabilitation modalities to prevent falls are discussed in the present review, stressing the need for further research.*

**Key words:** falls, COPD, pulmonary rehabilitation, prevention

## Introduzione

La broncopneumopatia cronica ostruttiva (BPCO) è una patologia infiammatoria polmonare caratterizzata dalla progressiva ostruzione delle vie aeree. Oltre a essere la terza causa di morte a livello globale, tale patologia è fortemente gravata dal numero di comorbidità a essa correlate, che variano dalle malattie cardiovascolari, al diabete mellito, all'osteoporosi, fino all'aumentato rischio di cadute e alla depressione. Generalmente i pazienti affetti da BPCO presentano alcuni deficit nella sfera dell'equilibrio e sono

Ricevuto/received: 24/06/2022  
Accettato/accepted: 28/06/2022

### Corrispondenza

Mirco Lusuardi  
Riabilitazione Respiratoria, Ospedale di Correggio (RE), AUSL-IRCCS di Reggio Emilia  
via Circondaria 29, 42015 Correggio (RE)  
mirco.lusuardi@ausl.re.it

### Conflitto di interessi

Gi autori dichiarano di non avere nessun conflitto di interesse con l'argomento trattato nell'articolo.

**Come citare questo articolo:** Mocellin A, Campanini I, Merlo A, et al. La riabilitazione respiratoria e la prevenzione delle cadute nel paziente BPCO. Rassegna di Patologia dell'Apparato Respiratorio 2022;37:177-181. <https://doi.org/10.36166/2531-4920-639>

© Copyright by Associazione Italiana Pneumologi Ospedalieri – Italian Thoracic Society (AIPO – ITS)



OPEN ACCESS

L'articolo è open access e divulgato sulla base della licenza CC-BY-NC-ND (Creative Commons Attribuzione – Non commerciale – Non opere derivate 4.0 Internazionale). L'articolo può essere usato indicando la menzione di paternità adeguata e la licenza; solo a scopi non commerciali; solo in originale. Per ulteriori informazioni: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.it>

fisicamente meno attivi rispetto ai loro coetanei, come evidenziato in alcuni studi <sup>1,2</sup>.

L'equilibrio, ovvero la capacità di mantenere il proprio baricentro all'interno della base del supporto, è determinato da una complessa integrazione tra stimoli neuromuscolari, somato-sensitivi e provenienti dal sistema nervoso centrale. Nonostante l'equilibrio si riduca naturalmente con l'invecchiamento, nella popolazione di pazienti affetti da BPCO questa evidenza non basta a spiegare l'aumentato rischio di caduta <sup>3</sup>. Nel 2013 uno *statement* dell'*American Thoracic Society* e *European Respiratory Society* (ATS/ERS) ha incluso lo studio dell'equilibrio tra i criteri di valutazione nella riabilitazione polmonare <sup>4</sup>.

Circa un terzo della popolazione mondiale di età  $\geq 65$  anni cade una volta all'anno a causa di molteplici fattori di rischio, tra cui difficoltà nell'equilibrio, con conseguenze sia economiche che sociosanitarie, oltre a quelle sulla qualità della vita personale, tra cui la perdita funzionale e la disabilità residua <sup>5</sup>. È stato osservato che gli individui di sesso maschile hanno un maggiore rischio di cadere probabilmente anche a causa della minor sensibilizzazione al trattamento dell'osteoporosi rispetto al genere femminile. In termini generali parte delle concause che aumentano le probabilità di cadute sono l'aumento della mobilità degli anziani e dell'aspettativa di vita, oltre alla migliore capacità diagnostica delle fratture <sup>5</sup>.

Il ruolo della riabilitazione polmonare (che generalmente include l'educazione, l'allenamento all'esercizio e il supporto psicologico) apporta miglioramenti nel campo della tolleranza allo sforzo, della forza muscolare, della dispnea e nella qualità di vita dei pazienti con BPCO <sup>6</sup>. Che effetti, invece, sulla sopravvivenza e sull'equilibrio? La possibilità dell'esecuzione di esercizi specifici per prevenire le cadute all'interno dei programmi di riabilitazione respiratoria potrebbe essere, assieme agli interventi assistenziali e di terapia della patologia primaria e delle comorbidità, un aiuto concreto per i pazienti anziani affetti da malattie croniche polmonari.

## Le cadute nei pazienti respiratori

La maggior parte della letteratura scientifica attualmente disponibile riguarda i pazienti affetti da BPCO, con molteplici studi che coinvolgono un notevole numero di pazienti o che comparano l'importanza di inclusione di programmi specifici per l'equilibrio all'interno della riabilitazione respiratoria per prevenire l'eccesso di rischio di caduta in questa specifica popolazione. Alcuni dei comuni fattori di rischio per le cadute sono particolarmente importanti nei pazienti affetti da BPCO: l'alterato controllo dell'equilibrio e la disfunzione dei muscoli sche-

letrici, oltre alle alterazioni più trasversalmente presenti come quelle cognitive, visive e il tremore sono quelli più frequentemente evidenziati in questa popolazione.

In relazione alle altre patologie respiratorie <sup>2</sup> la Letteratura si fa più esigua e i principali articoli disponibili non apportano informazioni in termini di cadute o alterazioni dell'equilibrio.

Dai dati disponibili dello studio di coorte per dati appaiati di Hakamy et al. <sup>1</sup> che confronta la probabilità di caduta nella popolazione di pazienti affetti da BPCO rispetto ai non affetti, appaiati attraverso i criteri di età, sesso e medico di medicina generale, utilizzando come covariate *body mass index* (BMI), terapia domiciliare, abitudine tabagica e anamnesi patologica remota positiva per fattori di rischio per cadute sembrerebbe che i pazienti con BPCO abbiano addirittura il 47% di probabilità in più di cadere [*adjusted HR* 1,47 (95% CI 1,43 to 1,51)]. Le valutazioni strumentali indicano una ridotta capacità di gestione dell'equilibrio nei pazienti BPCO rispetto ai pari età <sup>7</sup>. Se i dati, al momento ancora preliminari, venissero confermati questa evidenza metterebbe in luce la necessità impellente di studiare e valutare le diverse misure per prevenire il rischio di caduta e la disabilità che ne consegue in questa grande fetta di popolazione.

## I test di screening e le metodologie più accurate per la valutazione del rischio di caduta nel paziente BPCO

È raccomandata, da parte di due tra le principali società scientifiche mondiali che si occupano di patologia respiratoria <sup>4</sup>, una quantificazione sistematica dell'equilibrio nei pazienti con BPCO, senza che, tuttavia, ci siano specifiche indicazioni sui test da utilizzare. Nella pratica clinica lo studio del gruppo di Beauchamp <sup>3</sup> propone l'esecuzione di uno *screening* di primo livello attraverso semplici domande anamnestiche, che, nel caso di esito positivo, potrà essere seguito dalla somministrazione di screening di secondo livello. Tra quest'ultimi i più utilizzati sono il *Timed Up and Go* (TUG) e il *Single Leg Stance* (SLS). Per valutazioni più accurate, eseguibili in 15 minuti da un fisioterapista, i test considerati più validi da parte di una *consensus conference* di esperti <sup>8</sup> sono: la *Berg Balance Scale* (BBS), la più conosciuta e utilizzata e il più recente ma meno diffuso *Mini Balance Evaluation System Test* (Mini-BESTest), in grado anche di analizzare e individuare quali sottocomponenti dell'equilibrio risultino deficitarie.

In generale i molti test disponibili in letteratura possono essere utilizzati per valutare clinicamente l'equilibrio:

sta al clinico e all'équipe che lo assiste la scelta più appropriata, in base al paziente, alla quantità di tempo disponibile e al *setting* in cui la valutazione ha luogo.

Nei centri dedicati alla riabilitazione respiratoria, purtroppo presenti solo in alcuni territori, sarebbe auspicabile poter offrire uno studio approfondito anche delle sottocomponenti dell'equilibrio al fine di personalizzare il programma riabilitativo in base alle necessità del paziente stesso.

Nel paziente affetto da BPCO alcuni sintomi secondari alla patologia respiratoria cronica, come la ridotta funzionalità degli arti inferiori, la diminuita forza muscolare e la perdita di massa magra<sup>9</sup> possono portare ad una alterazione dell'equilibrio, aumentando il rischio di caduta del 55% rispetto alla popolazione generale<sup>10</sup>.

Nello studio di Voica et al.<sup>9</sup> è stato analizzato il peso di ciascuna sottocomponente del BESTest (ovvero *bio-mechanical constraints, stability limits/verticality, anticipatory postural adjustments, postural reactions, sensory orientation, stability of gait*) nella profilazione del paziente con BPCO a rischio di caduta. In particolare, i sottocomponenti del BESTtest che sembrano impattare in modo significativo il rischio di caduta sono *stability limits/verticality* (8,5% di differenza, test t di Student  $p = 0,002$  nei pazienti con anamnesi di cadute) e *postural responses* (12,2% di differenza, con test t di Student  $p = 0,008$  nei pazienti senza anamnesi di cadute). È importante sottolineare che i BESTtest dei pazienti non affetti da BPCO hanno ottenuto risultati migliori in ogni sottocategoria, anche se non sempre con differenze significative dal punto di vista statistico, e che la componente dello *stability in gait*, che include il TUG, è stata poco sensibile nell'identificare i pazienti che hanno riportato cadute.

In generale, la valutazione strumentale dell'equilibrio svolta in diverse condizioni di manipolazioni delle afferenze (occhi aperti e occhi chiusi su superficie solida e su superficie cedevole) può fornire indicazioni utili per evidenziare il sottosistema più compromesso rispetto alla gestione di eventi destabilizzanti e fornire indicatori numerici associati alla storia di cadute<sup>11</sup>.

L'uso di scale cliniche di rischio di caduta, tipicamente sviluppate per valutare soggetti anziani fragili, pare poco adatto per i pazienti BPCO sia ricoverati che ambulatoriali, poiché indagano fattori di rischio generalmente assenti nei pazienti respiratori risultando poco sensibili<sup>12,13</sup>.

## L'impatto degli interventi di riabilitazione respiratoria sulla fragilità dei pazienti BPCO

Tra le manifestazioni extra polmonari della BPCO si trovano l'inattività fisica, la debolezza muscolare, l'anorexia, l'osteoporosi e la faticabilità. La riabilitazione re-

spiratoria, indirizzata al miglioramento di alcuni aspetti muscolo-respiratori come la tolleranza dello sforzo, la forza muscolare e la dispnea, potrebbe idealmente apportare benefici indiretti nella prevenzione del rischio di caduta. Tuttavia, solo in pochi casi sembra esserci la possibilità di sviluppare un programma personalizzato sulle necessità del paziente che sia stato precedentemente studiato dal punto di vista dell'equilibrio e dei suoi sottocomponenti.

Nella ricerca di Maddocks et al. è stata studiata la fragilità in più di 800 pazienti BPCO<sup>14</sup> secondo i criteri definiti da Fried, che includono la perdita di peso, la faticabilità, la ridotta attività fisica, la lentezza e la debolezza. Sulla fragilità pesano l'età, lo stadio GOLD, lo score della dispnea MCR (*Medical Research Council*), il livello di attività fisica e lo stato di salute. La prevalenza aumenta statisticamente con l'aumentare dell'età, ( $p < 0,001$ ), dello stadio GOLD ( $p = 0,01$ ), dello score MCR ( $p < 0,001$ ) e delle comorbidità ( $p = 0,004$ ). I pazienti con stadio GOLD IV hanno il doppio della probabilità di essere fragili rispetto a quelli dello stadio I (34,7% vs 17,9%,  $p < 0,001$ ). La fragilità, a prescindere dalla causa, aumenta il rischio di cadute, la disabilità, l'ospedalizzazione e la mortalità. Circa il 25% dei pazienti con BPCO risulta essere fragile prima della riabilitazione, una percentuale notevole rispetto ai pazienti della stessa età non affetti dalla stessa patologia.

All'interno dello studio la fragilità è stata misurata prima e dopo la riabilitazione pneumologica con metodi standardizzati (paragrafo *Frailty assessment*). Chi è fragile ha più del doppio di probabilità di non completare il programma riabilitativo (*adjusted OR 2,20 con 95% CI 1,39-3,46,  $p = 0,001$* ), spesso a causa di esacerbazioni e/o ricoveri. I pazienti più fragili, tuttavia, hanno migliori risultati dal ciclo riabilitativo stesso, con miglioramenti più sostanziali della dispnea (score MCR), della performance dell'esercizio fisico, del livello di attività fisica e dello stato di salute (tutti con  $p < 0,001$ ).

Dopo la riabilitazione il 61,3% dei pazienti che sono stati precedentemente classificati come fragili non ha più i criteri per rientrare in questa categoria; in parallelo miglioramenti multidimensionali sono stati osservati in tutti i pazienti che hanno completato il ciclo riabilitativo. Lo studio della fragilità del paziente BPCO permette di predire con discreta affidabilità se il paziente ha maggiori probabilità di non portare a termine il ciclo riabilitativo.

## L'impatto della riabilitazione respiratoria sull'equilibrio dei pazienti BPCO

Nonostante le informazioni a riguardo siano piuttosto esigue, sembra che gli aspetti del controllo posturale

e dell'equilibrio siano alcune tra le disfunzioni secondarie più frequenti nei pazienti BPCO<sup>15</sup>. Solitamente il rinforzo muscolare dei programmi di riabilitazione respiratoria comprende soprattutto la stimolazione della muscolatura periferica, escludendo esercizi appositi per l'allenamento dell'equilibrio e la prevenzione delle cadute. Dal punto di vista teorico ci si aspetterebbe un sostanziale miglioramento dell'equilibrio, e quindi della sfera della salute, della qualità di vita e nella maggior resistenza dell'esercizio fisico dopo il completamento dei programmi di riabilitazione. In realtà, lo studio di Beauchamp et al.<sup>15</sup> evidenzia un basso contributo della riabilitazione polmonare nell'equilibrio (minimo miglioramento dei risultati di TUG o BBS dopo il completamento del programma) e nessun contributo nella sensazione di instabilità, mentre un buon apporto si riscontra per quanto riguarda i parametri che vengono inglobati da alcuni metodi quantitativi applicati nella popolazione di interesse, come il *Six Minutes Walking Test* (6MWT) e *Chronic Respiratory Questionnaire* (CRQ). Probabilmente è necessario inserire specifici esercizi per l'equilibrio all'interno dei programmi disponibili.

Gli studi e le analisi degli ultimi decenni che si occupano di valutare l'impatto della riabilitazione respiratoria nella sopravvivenza e nella caduta (incluso l'equilibrio) nei pazienti con BPCO sono esigui e nessuno ha posto come obiettivo primario di interesse le cadute. Un trial di questo tipo, d'altra parte, richiederebbe l'arruolamento di coorti molto ampie di pazienti per ogni braccio, essendo la caduta con esiti, comunque, un evento raro. Un paio di studi<sup>15,16</sup> hanno evidenziato alcuni benefici dei programmi riabilitativi in merito alle alterazioni dell'equilibrio, ma i risultati sono globalmente inconcludenti e non studiano direttamente l'impatto sulle cadute. Lo studio di Acheche et al. riporta un miglioramento della gestione del centro di pressione in prove di equilibrio statico, a seguito di un protocollo riabilitativo focalizzato sul recupero di resistenza ed endurance<sup>17</sup>.

Sono attualmente disponibili due studi randomizzati controllati che si occupano di sopravvivenza nei pazienti BPCO che prendono parte ad un programma riabilitativo respiratorio rispetto a quelli che non lo fanno: lo studio di Griffiths et al.<sup>18</sup> mostra un miglioramento della sopravvivenza a un anno, mentre quello di Ries et al.<sup>19</sup> non evidenzia benefici a tre anni. A tal proposito è importante notare come i due studi non abbiano una potenza adeguata e la sopravvivenza non sia uno degli obiettivi primari: la vita dei pazienti che si sono sottoposti alla riabilitazione risulta più lunga degli altri, pur non essendoci differenze statisticamente significative. Una *review*<sup>6</sup> dei principali studi sostiene, infine, che la sopravviven-

za migliora se il ciclo riabilitativo viene intrapreso al termine di una esacerbazione, mentre una evidenza corrispettiva circa i pazienti in fase di stabilità clinica non è al momento disponibile.

## Conclusioni

Nonostante lo studio analitico e l'impatto statistico della riabilitazione respiratoria nei pazienti BPCO siano ancora insufficienti per poter stilare un programma *evidence-based* e al contempo personalizzato sulle principali carenze dei pazienti a cui sono rivolte queste proposte, l'elevata incidenza di tale patologia, il costo socio-assistenziale ed economico che consegue all'alta comorbilità a essa associata e l'aumento dell'aspettativa di vita della popolazione generale hanno contribuito a sensibilizzare la comunità scientifica internazionale circa queste tematiche. L'apporto di studi e *review* circa la riabilitazione respiratoria e il rischio di cadute nei pazienti con BPCO sta progressivamente aumentando e la letteratura sta iniziando a rendere disponibili dei sistemi di *screening* validati e facilmente proponibili per riuscire ad individuare i pazienti con BPCO più a rischio di cadere; parallelamente proseguono gli sforzi nell'analisi degli effetti delle proposte riabilitative e della rilevanza sulla qualità di vita fisica e psicologica dell'individuo, della mortalità, dell'equilibrio e indirettamente, dell'impatto economico dell'attuazione di questo tipo di programma.

In secondo luogo, è da considerarsi in tempi pandemici come questi, la possibilità suggerita da alcuni autori<sup>2</sup>, di attuare una proposta completamente telematica o semi-residenziale, che permetta di guidare il paziente attraverso stimoli multimediali nel suo percorso di riabilitazione e di consolidamento dei traguardi raggiunti, come il miglioramento della dispnea e la miglior tolleranza allo sforzo, intervallato, ove possibile, da controlli ambulatoriali da parte delle strutture incaricate.

In terza istanza l'attenzione all'individuazione dei pazienti globalmente classificabili come fragili potrebbe essere offerta nei centri specializzati insieme alla valutazione del rischio cadute: la personalizzazione del percorso e l'attenzione durante il periodo riabilitativo e nel follow-up potrebbe apportare un miglioramento significativo della qualità di vita delle persone coinvolte. Rimane doveroso, infine, notare l'assenza di studi che si occupino di prevenzione di cadute all'interno dei programmi di riabilitazione respiratoria in tutti quei pazienti che non sono affetti da BPCO ma che potrebbero egualmente beneficiare di tale proposta. Esigui studi<sup>2</sup> si occupano del paziente respiratorio non affetto da BPCO e nessuno di essi si concentra sul rischio di cadute in queste popolazioni.

## Bibliografia

- 1 Hakamy A, Bolton CE, Gibson JE, et al. Risk of fall in patients with COPD. *Thorax* 2018;73:1079-1080. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2017-211008>
- 2 Spruit MA. Pulmonary rehabilitation. *Eur Respir Rev* 2014;23:55-63. <https://doi.org/10.1183/09059180.00008013>
- 3 Beauchamp MK. Balance assessment in people with COPD: An evidence-based guide. *Chron Respir Dis* 2018;16:1-8. <https://doi.org/10.1177/1479973118820311>
- 4 Spruit MA, Singh SJ, Garvey C, et al. An official American Thoracic Society/European Respiratory Society statement: Key concepts and advances in pulmonary rehabilitation. *Am J Respir Crit Care Med* 2013;188:e13-64. <https://doi.org/10.1164/rccm.201309-1634ST>
- 5 Boyé NDA, Van Lieshout EMM, Van Beeck EF, et al. The impact of falls in the elderly. *Trauma* 2013;15:29-35. <https://doi.org/10.1177/1460408612463145>
- 6 Hakamy A, Bolton CE, McKeever TM. The effect of pulmonary rehabilitation on mortality, balance, and risk of fall in stable patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Chron Respir Dis* 2017;14:54-62. <https://doi.org/10.1177/1479972316661925>
- 7 Beauchamp MK, Brooks D, Goldstein RS. Deficits in postural control in individuals with COPD - Emerging evidence for an important secondary impairment. *Multi-disciplinary Respir Med* 2010;5:417-421. <https://doi.org/10.1186/2049-6958-5-6-417>
- 8 Sibley KM, Howe T, Lamb SE, et al. Recommendations for a core outcome set for measuring standing balance in adult populations: a consensus-based approach. *PLoS One* 2015;10:e0120568. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0120568>
- 9 Voica AS, Oancea C, Tudorache E, et al. Chronic obstructive pulmonary disease phenotypes and balance impairment. *Int J COPD* 2016;11:919-925. <https://doi.org/10.2147/COPD.S101128>
- 10 Chauvin S, Kirkwood R, Brooks D, et al. Which balance sub-components distinguish between fallers and non-fallers in people with COPD? *Int J COPD* 2020;15:1557-1564. <https://doi.org/10.2147/COPD.S253561>
- 11 Maranesi E, Merlo A, Fioretti S, et al. A statistical approach to discriminate between non-fallers, rare fallers and frequent fallers in older adults based on posturographic data. *Clin Biomech* 2016;32:8-13. <https://doi.org/10.1016/j.clinbiomech.2015.12.009>
- 12 Campanini I, Mastrangelo S, Bargellini A, et al. Research feasibility and predictive performance of the Hendrich Fall Risk Model II in a rehabilitation department. A prospective study. *BMC Health Serv Res* 2018;18:18. <https://doi.org/10.1186/s12913-017-2815-x>
- 13 Campanini I, Bargellini A, Mastrangelo S, et al. Performance of the Hendrich Fall Risk Model II in patients discharged from rehabilitation wards. A preliminary study of predictive ability. *Int J Environ Res Public Health* 2021;18:1444. <https://doi.org/10.3390/ijerph18041444>
- 14 Maddocks M, Kon SSC, Canavan JL, et al. Physical frailty and pulmonary rehabilitation in COPD: a prospective cohort study. *Thorax* 2016;71:988-995. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2016-208460>
- 15 Beauchamp MK, O'Hoski S, Goldstein RS, et al. Effect of pulmonary rehabilitation on balance in persons with chronic obstructive pulmonary disease. *Arch Phys Med Rehabil* 2010;91:1460-1465. <https://doi.org/10.1016/j.apmr.2010.06.021>
- 16 Beauchamp MK, Janaudis-Ferreira T, Parreira V, et al. A randomized controlled trial of balance training during pulmonary rehabilitation for individuals with COPD. *Chest* 2013;144:1803-1810. <https://doi.org/10.1378/chest.13-1093>
- 17 Acheche A, Mekki M, Paillard T, et al. The effect of adding neuromuscular electrical stimulation with endurance and resistance training on exercise capacity and balance in patients with chronic obstructive pulmonary disease: a randomized controlled trial. *Can Respir J* 2020;2020:9826084. <https://doi.org/10.1155/2020/9826084>
- 18 Griffiths TL, Burr ML, Campbell IA, et al. Results at 1 year of outpatient multidisciplinary pulmonary rehabilitation: a randomised controlled trial. *Lancet* 2000;355:362-368. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(99\)07042-7](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(99)07042-7)
- 19 Ries AL, Kaplan RM, Limberg TM, et al. Effects of pulmonary rehabilitation on physiologic and psychosocial outcomes in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Ann Intern Med* 1995;122:823-832. <https://doi.org/10.7326/0003-4819-122-11-199506010-00003>