

Osteoporosis, fracturas vertebrales e hipercifosis en la enfermedad pulmonar obstructiva crónica

Osteoporosis, vertebral fractures, and hyperkyphosis in chronic obstructive pulmonary disease

JAVIER ENRIQUE FAJARDO RIVERO, MD.⁽¹⁾; CARLOS E. AGUIRRE-FRANCO, MD.⁽²⁾;
CARLOS A. TORRES-DUQUE, MD.⁽²⁾

Resumen

La enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) es una condición frecuente con repercusiones sistémicas, dentro de las que se encuentra la osteoporosis. Las fracturas vertebrales derivan del compromiso de la masa ósea y promueven la aparición de deformidades vertebrales. La hipercifosis es una de las alteraciones más frecuentes del segmento dorsal de la columna y le impone a quien la padece un impacto negativo sobre su capacidad funcional general. La sobreposición EPOC/hipercifosis podría modificar el curso clínico del enfermo respiratorio debido a que puede causar mayor compromiso de la mecánica respiratoria y la función pulmonar. La información acerca de esta sobreposición sigue siendo poca. Es necesario realizar estudios para determinar la prevalencia de las deformidades de la columna vertebral en pacientes con EPOC y su impacto real en la función pulmonar y en el curso clínico de la enfermedad.

Palabras clave: EPOC, hipercifosis, osteoporosis, fracturas vertebrales por compresión.

Abstract

Chronic obstructive pulmonary disease (COPD) is a common condition with systemic repercussions, among which osteoporosis is found. Vertebral fractures are derived from reduced bone mass, and promote deformation of the spine. Hyperkyphosis is one of the most common alterations of the dorsal segment of the spine, and causes a negative impact on the general wellbeing and living conditions of the patient. The COPD/hyperkyphosis combination could modify the clinical course of the patient with respiratory illness, since it can cause greater impairment of respiratory mechanics and lung function. The information about this combination continues to be scarce. It is necessary to carry out studies in order to determine the prevalence of deformations of the spine in patients with COPD, as well as their impact on lung function and the clinical course of the disease.

Keywords: COPD, hyperkyphosis, osteoporosis, vertebral compression fractures.

Introducción

La enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) es una condición frecuente, prevenible y tratable, caracterizada por limitación persistente al flujo de aire, de carácter generalmente progresivo. Se acompaña de una respuesta inflamatoria exagerada y de larga evolución en las vías respiratorias frente a la exposición a partículas nocivas (1, 2).

La EPOC es una de las tres principales causas de morbimortalidad en el mundo con un estimado de 328,615,000 personas. Todavía el margen de subdiagnóstico sigue siendo importante, independientemente de la heterogeneidad en la prevalencia de la enfermedad. La implementación de políticas en

⁽¹⁾Fellow de Neumología. Facultad de Medicina, Universidad de La Sabana. Bogotá, Colombia

⁽²⁾Neumólogo, Fundación Neumológica Colombiana. Facultad de Medicina, Universidad de La Sabana, Bogotá, Colombia

Correspondencia: Javier Enrique Fajardo Rivero, correo electrónico: jfajardo.mi@gmail.com

Recibido: 15/04/15. **Aceptado:** 25/04/15.

salud para la detección temprana de la enfermedad podría incrementar la prevalencia de la enfermedad en los próximos años (3). Según el estudio PREPOCOL, en Colombia, la prevalencia de la EPOC en adultos mayores de 40 años es del 8,9% (4).

No solo las alteraciones funcionales respiratorias derivadas de la EPOC sino los efectos sistémicos de la inflamación terminan ocasionando afectación extrapulmonar. Por tanto, ciertas estrategias terapéuticas buscan, no solo intervenir el componente obstructivo bronquial, sino también los efectos que se generan a nivel sistémico.

El aumento en la desmineralización ósea se encuentra en sintonía con las manifestaciones sistémicas de la EPOC. La osteopenia y la osteoporosis, que son la representación de dicho evento fisiopatológico, son comorbilidades mayores usualmente subdiagnosticadas, que se asocian a un pobre estado de salud y pronóstico del enfermo respiratorio (5). La osteoporosis es frecuente en la EPOC, y por tanto es importante diagnosticarla y tratarla de manera temprana. Ambas entidades comparten factores de riesgo como la edad, el tabaquismo y la inactividad física (6). Recientemente se han publicado algunos estudios que involucran la presencia de polimorfismos del receptor de la vitamina D (RVD) con el deterioro en la salud ósea en pacientes con enfermedad respiratoria. Entre otros aspectos, las variaciones genéticas en el RVD estarían relacionadas con la presencia de osteoporosis en la EPOC (7).

La osteoporosis deteriora la calidad del hueso y se relaciona con fracturas de compresión vertebral que alteran la alineación de la columna y ocasionan deformidades de la caja torácica que impactan negativamente la mecánica respiratoria (8). Aunque se ha dilucidado ampliamente el efecto de las deformidades torácicas sobre la función respiratoria en ciertos grupos poblacionales, pocos estudios han evaluado el impacto sobre individuos con EPOC. En el estudio de Carter et al., se observó el efecto de las fracturas de compresión vertebral sobre los cambios en la morfología y la movilidad de la caja torácica y su impacto deletéreo sobre la función pulmonar (9).

Esta revisión se enfoca en el efecto de la osteoporosis, las fracturas vertebrales y los cambios morfológicos de la caja torácica derivados, especialmente la hipercifosis, y el impacto negativo de éstos sobre la función respiratoria en pacientes con EPOC.

Frecuencia de alteraciones del metabolismo óseo en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica

La osteoporosis es una enfermedad sistémica que se caracteriza por una baja masa ósea y una alteración de la microestructura del hueso que lo hace frágil y susceptible a las fracturas. Se define operativamente con base en la evaluación de la densidad mineral ósea (DMO) y según los criterios establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (6, 10) Un valor de DMO menor de - 2,5 desviaciones estándar (DE) respecto al valor promedio (T- score > - 2,5 DE) define la presencia de osteoporosis. Cuando el valor se encuentra entre - 1 y - 2,5 DE se considera osteopenia y mayor de -1 DE, normal. La técnica aceptada y validada para la estimación de la DMO es el escaneo DEXA (Dual energy X - ray absorptiometry) de la columna lumbar o de la cadera. El valor neto de la DMO tiene una relación inversamente proporcional al riesgo acumulado de fracturas de compresión vertebral, por lo que su estimación es muy importante para definir el diagnóstico, el pronóstico y las estrategias terapéuticas (10).

Cuando no hay disponibilidad del escaneo DEXA de la columna lumbar se puede recurrir a la determinación de la DMO a través de la evaluación de la columna dorsal en la tomografía axial computarizada de tórax (TAC) simple. Se realiza midiendo y promediando las unidades Hounsfield de la cuarta, séptima y décima vértebras torácicas, valores que se llevan a una fórmula simplificada con factores de corrección (11).

$$\text{DMO (mg/ml)} = 0,767 \times \text{Unidades Hounsfield (UH)} + 3,37$$

Fórmula para la determinación de la densidad mineral ósea (DMO) con base en la observación escanográfica de la columna dorsal

Se encuentra disponible una herramienta para la evaluación integrada del riesgo de osteoporosis conocida como “FRAX”, que tiene en cuenta la DMO medida, la historia de fracturas por fragilidad y factores clínico – poblacionales específicos que permiten detectar individuos con EPOC candidatos a intervenciones de prevención y tratamiento para la osteoporosis de manera temprana (6). Aún esta herramienta no ha sido validada en nuestro medio.

Aunque la TAC de tórax genera un estimado de la DMO a través de la evaluación de las unidades Hounsfield en algunas vértebras dorsales, hay una correlación aceptable con el método DEXA, que es el estándar de oro (11). En enfermedades respiratorias crónicas, como por ejemplo la EPOC, en la cual la coexistencia de osteoporosis y osteopenia es frecuente, la TAC no solo permite hacer un estimativo de la DMO sino también la evaluación del continente intratorácico y de la morfología de la caja torácica.

Se estima que la osteoporosis es 2 a 5 veces más frecuente en personas con EPOC que en aquellas sin alteraciones respiratorias obstructivas. La prevalencia de osteoporosis en personas con EPOC oscila entre el 9% y el 69% y de osteopenia entre el 27% y el 67% con una frecuencia mayor en el sexo femenino. En comparación con otras enfermedades respiratorias obstructivas y restrictivas pulmonares, la osteoporosis resulta ser más prevalente en la EPOC (12).

En el estudio TORCH (*TOwards a Revolution in COPD Health*) la mitad de los individuos evaluados tuvieron osteoporosis. En personas con EPOC severa de edad avanzada se observó un incremento en la prevalencia hasta del 75% (13). En conjunción con la EPOC, un mayor compromiso del VEF₁ (mayor severidad de la enfermedad), el uso de esteroides y la extensión del enfisema aumentan el riesgo de osteoporosis y de sus complicaciones. Por lo tanto, las alteraciones en la densidad mineral ósea en este grupo de individuos tienen un origen multifactorial.

Como parte del carácter inflamatorio de la EPOC, la liberación de IL-1, IL-6 y FNT- alfa promueve la actividad osteoclástica y con esto el incremento en la tasa de resorción ósea aumentando el riesgo de osteoporosis. Hay una relación entre los niveles

circulantes de metaloproteinasa de matriz-9 (MMP-9) con la aparición de osteoporosis (12).

Las fracturas de compresión vertebral son el resultado de la coexistencia de la osteoporosis en personas con EPOC, independientemente del sexo, y causan un impacto negativo significativo en calidad de vida y rendimiento físico (14).

En un estudio de 5.541 hombres con EPOC y/o asma, se observó menor DMO de la columna vertebral y de la cadera con riesgo importante de fracturas, independiente de la edad, el índice de masa corporal o la historia de tabaquismo. Como el uso de esteroides fue necesario en un número determinado de individuos, esta intervención aumentó el riesgo de osteoporosis vertebral, con una razón de disparidad (OR) de 2,13, IC 95% (intervalo de confianza), 1,15 – 3,93 frente a quienes no requirieron esteroides (15).

Las exacerbaciones en sujetos con EPOC constituyen un factor de riesgo para la progresión de la osteoporosis. Kiyokawa et al. encontraron que los pacientes con exacerbadores tenían un aumento en la pérdida anual de la DMO en comparación con los sujetos no exacerbadores, con un delta de pérdida promedio (mg/ml por año) de -3,78 versus -0,30, $p < 0,02$, respectivamente. En el mismo estudio, una PaO₂ más baja fue un predictor independiente para la reducción de la densidad mineral ósea. Con base en estos datos, la progresión de la osteoporosis y el riesgo de fracturas deberían ser evaluados periódicamente en pacientes con EPOC, principalmente exacerbadores y con hipoxemia (11).

Fracturas vertebrales

Las fracturas por osteoporosis más frecuentes son las que involucran la columna vertebral, particularmente, en la zona media (T7 y T8) y en la unión toracolumbar (T12 y L1) (16). Las personas de edad avanzada tienen mayor riesgo de presentarlas y se ha observado una prevalencia del 25% en las mujeres postmenopáusicas (17). En mujeres mayores de 60 años con osteopenia, la prevalencia de fracturas vertebrales es del 14 al 18% (18). Las fracturas de compresión vertebral producen dolor dorsal intenso

con repercusiones en el funcionamiento físico que incluso conllevan postración. Sin embargo, en algunas personas con fracturas de larga evolución el curso clínico puede ser asintomático y su detección incidental en la radiografía lateral de la columna torácica o lumbosacra, hechas no necesariamente para la evaluación del sistema osteoarticular (19).

Se ha postulado que las fracturas por osteoporosis son un factor de riesgo para fracturas subsecuentes. Dos de cada diez personas presentan fracturas vertebrales después de un año de haberse documentado la alteración espinal (20). El riesgo también es importante para la aparición de fracturas en el esqueleto apendicular.

Del 24 al 63% de los pacientes con EPOC presentan fracturas por compresión vertebral localizadas, generalmente, entre la cuarta y la novena vertebra torácica. Algunos datos sugieren que la pérdida de DMO es más acusada en el segmento torácico de la columna que a otros niveles, en quienes padecen enfermedades respiratorias crónicas (11). En la EPOC, la disminución en la actividad física implica, entre otras cosas, a un aumento en la tasa de resorción ósea, condición directamente relacionada con el riesgo de fracturas y deformidades vertebrales (21).

Los esteroides sistémicos son útiles en el manejo de las exacerbaciones de la EPOC. Se ha sugerido que los pacientes que se podrían beneficiar de su uso por vía inhalatoria son aquellos que tienen un VEF₁ menor del 50% y exacerbaciones frecuentes u hospitalizaciones por exacerbación (1). El uso de corticoides favorece la aparición de fracturas en huesos de alto contenido trabecular, de ahí que las vértebras usualmente estén comprometidas. La relación entre el compromiso óseo y los esteroides es dosis dependiente, encontrándose reducción del riesgo al suspender el medicamento. El uso de dosis altas de esteroides (> 20 mg de prednisona/día) por un tiempo mayor a un mes, aumenta la tasa de fracturas en un 60%. No obstante, si la dosis acumulada es elevada, quienes reciben intermitentemente esteroide también tienen un riesgo mayor de fracturas. La tasa de DMO es más acelerada en el primer año de tratamiento con esteroide y posteriormente se hace menor (5).

En un estudio en hombres con EPOC sometidos a tratamiento con diferentes dosis de esteroide se observó que la administración de múltiples ciclos con dosis acumulada de prednisona superior a 1 gramo, aumentó el riesgo de osteoporosis y de fracturas vertebrales. En este caso los ciclos repetidos de esteroides se relacionaron con exacerbaciones de la enfermedad (22).

El efecto del tratamiento con esteroides inhalados sobre el metabolismo óseo es menos preponderante que el de los esteroides utilizados por vía sistémica. En el estudio Lung Health II, el uso de triamcinolona se asoció con pérdida de masa ósea, hallazgo que no fue evidente para la budesonida o el propionato de fluticasona inhalado en los estudios EUROSCOP (23) y TORCH (13), respectivamente.

Aunque se ha visto una asociación entre esteroides inhalados y fracturas, en protocolos fármaco-epidemiológicos, no se ha tenido en cuenta la severidad de la EPOC, las exacerbaciones o el tratamiento en general de las personas incluidas (5). En un estudio de casos y controles se evaluó la asociación entre el uso de esteroides inhalados y fracturas no vertebrales en pacientes con EPOC. En modelos de regresión logística condicional la exposición a esteroides en algún momento del seguimiento no se asoció con un incremento en el riesgo de fracturas (OR ajustado de 0,97, IC 95%, 0,84 – 1,11). No obstante, en quienes usaron dosis equivalentes mayores o iguales a 700 mcg al día de beclometasona, hubo un incremento en el riesgo de fracturas en comparación con individuos no expuestos (OR de 1,68, IC 95%, 1,10 – 2,57). Por lo tanto, el uso de altas dosis de corticoides estaría relacionado con un incremento en el riesgo de fracturas no vertebrales (24). De acuerdo con los resultados poco concluyentes de varios estudios divulgados en los últimos diez años, en el metaanálisis de Loke et al. (51) se recopilaban dieciséis estudios clínicos y siete observacionales para evaluar el efecto de la fluticasona y de la budesonida en el riesgo de fracturas en pacientes con EPOC. En el análisis de los estudios clínicos se observó un incremento en el riesgo de fracturas en razón a un OR de 1,27; IC 95%, 1,01 a 1,58, p=0,04; I²: 0%.

En la evaluación de los estudios observacionales también se encontró un incremento en el riesgo de fracturas con relación a un 21% a pesar de una modesta heterogeneidad entre los estudios analizados. Concretamente, con cada incremento de 500 mcg dosis – equivalente de beclometasona se aumentaría el riesgo de fracturas en un 9%. Por tanto, la exposición prolongada a altas dosis de esteroides inhalados condicionaría a un incremento proporcional en el riesgo de fracturas (25).

Según las guías del Ministerio de Salud de Colombia, de la ALAT y GOLD, la recomendación en la prescripción de esteroides inhalados en pacientes con EPOC es utilizar la menor dosis necesaria para impactar en el desenlace de interés y a su vez evitar las repercusiones en la DMO después de uno o dos años de tratamiento. Con el advenimiento de estrategias de broncodilatación de larga acción se ha encontrado un efecto en la reducción de exacerbaciones sin tener que utilizar necesariamente corticosteroides (1, 2).

Muchas personas con EPOC y fracturas de compresión vertebral tienen otras alteraciones osteoarticulares derivadas del envejecimiento, que ocasionan una pérdida gradual de la estatura. La pérdida de estatura en individuos en riesgo de complicaciones osteoarticulares tiene una especificidad del 94% para la detección de fracturas de compresión vertebral (26). Las deformidades adquiridas de la columna torácica como la cifosis o la escoliosis pueden indicar la presencia de fracturas vertebrales. Cada fractura de compresión vertebral representa una reducción de cerca de un centímetro de altura, con efectos sobre el ángulo de la curvatura dorsal espinal (27).

Hipercifosis y otras deformidades de la caja torácica en la población general y en pacientes con enfermedad pulmonar obstructiva crónica

La columna vertebral tiene en su plano sagital dos curvaturas lordóticas, a nivel proximal y distal, separadas por una curvatura cifótica. Esta disposición anatómica permite la compensación mecánica a lo largo de la estructura. El tamaño y la forma de los cuerpos vertebrales y discos

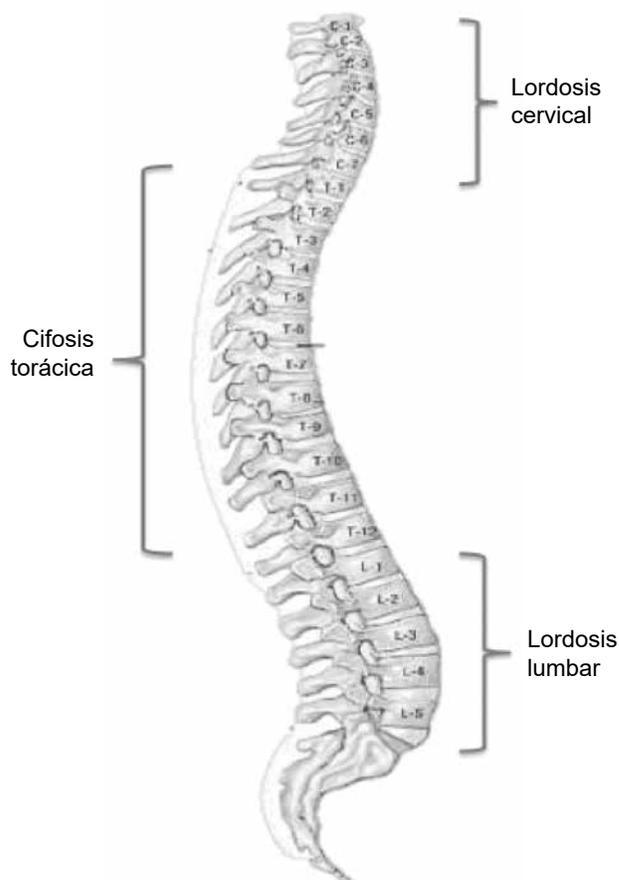


Figura 1. Curvas anteroposteriores de la columna vertebral. (Modificada de Anatomical Chart Company. Lippincott Williams & Wilkins. 2008).

intervertebrales le dan la característica anatómica a la columna (28) (figura 1).

El ángulo de la cifosis vertebral tiende a aumentar con la edad (29). En mujeres de edad avanzada, el ángulo podría ser hasta de 50 grados, superior al registro promedio de los hombres de la misma edad (44 grados) (30). Las mujeres presentan un mayor cambio en el ángulo entre los 50 y 59 años y puede ser rápidamente progresivo (5,6 grados) si hay relación con fracturas vertebrales (30, 31). Por cada fractura vertebral torácica, la angulación dorsal aumenta aproximadamente en 3,7 a 3,8 grados (32).

Una de las deformidades más frecuentes de la columna vertebral es la hipercifosis, condición que hace referencia a una curvatura dorsal vertebral

excesiva (figura 2). Aunque no hay un valor plenamente validado para la confirmación de la enfermedad, se acepta como valor diagnóstico un ángulo de Cobb superior a 40 grados en la radiografía lateral del tórax (33-35) (figura 3).



Figura 2. Hipercifosis.
(Fotografía publicada con autorización de la paciente).

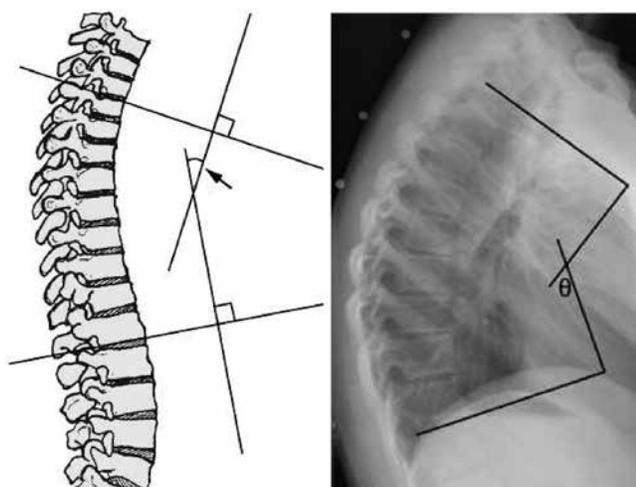


Figura 3. Método radiográfico para la medición de la cifosis.
Flecha: ángulo de Cobb.

Teniendo en cuenta que no hay un valor determinado para la definición de la hipercifosis y en algunas series la estimación es netamente subjetiva, la prevalencia de esta deformidad de la caja torácica no es clara en la población general y menos en pacientes con EPOC. No obstante, como el cambio en el ángulo de la cifosis dorsal aumenta entre los 50 y 60 años se presume que en adultos mayores la frecuencia sea del 20 al 40% e incluso un poco mayor en quienes padecen enfermedades respiratorias crónicas (27, 36).

La hipercifosis no representa únicamente un problema estético; el empeoramiento del funcionamiento físico y la pérdida de la independencia también se asocian con esta entidad (36).

El ángulo de Cobb en la radiografía de tórax, inicialmente descrito para la evaluación de la escoliosis, es considerado actualmente el estándar de referencia o “patrón de oro” para la medición de la cifosis. Esquemáticamente, es el ángulo formado entre la perpendicular a la línea que traza el borde superior de la cuarta vertebra torácica con la perpendicular a la línea que traza el borde inferior de la última vértebra torácica (figura 3) (33). El ángulo de Cobb en la radiografía de tórax es influenciado por la orientación de los cuerpos vertebrales, razón por la cual se podrían obtener valores sobreestimados (27). La medición asistida por programas computarizados, resulta más exacta y reproducible debido a que excluye el efecto de la orientación de las vértebras. Algunos estudios describen una variabilidad interobservador de 3,3 a 11 grados en la estimación radiográfica del ángulo de Cobb (35).

Hipercifosis en enfermedad pulmonar obstructiva crónica

No hay datos concretos de la prevalencia de hipercifosis en personas con EPOC. Sin embargo, esta deformidad se observa comúnmente en la práctica clínica en este grupo de pacientes, aunque parece haber una subestimación de la frecuencia de las alteraciones de la morfología torácica en personas con enfermedades pulmonares plenamente caracterizadas. La hipercifosis condiciona cambios en el perfil funcional respiratorio y consecuentemente en los síntomas referidos por el paciente (27).

La coexistencia de hipercifosis y escoliosis también se identifica en pacientes con EPOC, incluso, con mayor frecuencia. Los estudios epidemiológicos indican que las deformidades de la columna torácica predicen la ocurrencia de desenlaces clínicos fuertes, tales como necesidad de hospitalización y mortalidad. Hay una asociación estrecha entre el riesgo de muerte de origen respiratorio, por ejemplo, por neumonía o exacerbación, respecto a una densidad mineral ósea baja, fracturas y deformidades de la columna vertebral (37, 38).

La tasa alta de fracturas de compresión vertebral secundarias a osteoporosis, uso de esteroides, actividad física mínima y alteración de los músculos periféricos, hacen de las deformidades de la columna una comorbilidad frecuente en los pacientes con EPOC. Otros factores relacionados con la presencia de hipercifosis incluyen, la pérdida del tamaño de los discos intervertebrales, la alteración de los ligamentos vertebrales, los cambios posturales conductuales o propios del envejecimiento y los factores hereditarios (27, 33).

La tomografía axial computarizada (TAC) de tórax permite realizar estimaciones morfométricas de la caja torácica en pacientes con enfermedades respiratorias. Ciertas enfermedades y variables antropométricas afectan la forma de la caja torácica. Por ejemplo, en la EPOC la hiperinflación pulmonar genera cambios complejos en las dimensiones de la caja torácica. En un estudio de 816 pacientes fumadores con y sin EPOC se encontraron rangos morfométricos de la caja torácica derivados de factores antropométricos y factores relacionados con la enfermedad pulmonar. La distribución del enfisema en los niveles medios y apicales pulmonares y el sexo femenino, fueron las variables de mayor preponderancia para la variabilidad morfométrica del tórax (39).

La relación entre la variación morfométrica de la caja torácica y la EPOC es controversial. Cassart et al. demostraron un mayor efecto en el diámetro anteroposterior del tórax que en el diámetro transversal evaluado tomográficamente. Ello está en favor de la forma circular que adopta el tórax en algunos pacientes con EPOC e hiperinflación pulmonar (40).

En otros estudios se ha encontrado mayor efecto en la distancia cráneo caudal del tórax que está fuertemente influenciada por el atrapamiento aéreo y los cambios en la disposición del diafragma en el compartimento toracoabdominal (41). De acuerdo con lo mencionado, se espera que en pacientes con EPOC la caja torácica tenga cambios en su morfometría como mecanismo adaptativo a los cambios pulmonares y de los músculos respiratorios. La hipercifosis podría restringir el mecanismo de adaptación morfológica del tórax acentuando la afectación funcional respiratoria del paciente con EPOC.

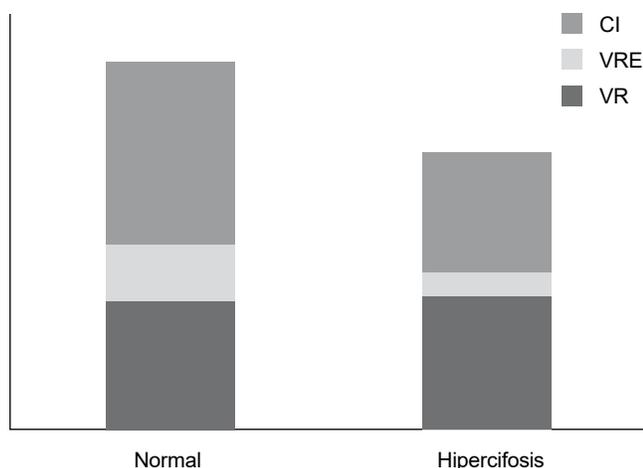
Impacto funcional de la hipercifosis en personas con y sin EPOC

Debido a la ausencia de estudios de hipercifosis en pacientes con EPOC, hace falta información acerca de su impacto en desenlaces fuertes como por ejemplo, exacerbaciones, mortalidad y calidad de vida. Los datos observados en síntomas, perfil funcional respiratorio, estado de salud y calidad de vida podrían extrapolarse de lo observado en personas sin enfermedad respiratoria; no obstante, deberán plantearse estudios que busquen resolver esta incertidumbre.

Efecto de la hipercifosis en personas sin enfermedad pulmonar obstructiva crónica

La hipercifosis ocasiona cambios morfológicos de la caja torácica que pueden llegar a tener implicaciones en la función pulmonar y en la mecánica respiratoria. Se ha documentado que las deformidades vertebrales sobre el nivel de la décima vertebra torácica, generan mayor compromiso respiratorio (42). En la hipercifosis se observa generalmente una reducción de la capacidad vital (CV) y de la capacidad pulmonar total (CPT) con preservación del volumen residual (VR), configurando una alteración respiratoria restrictiva. La relación VR/CPT suele estar normal o aumentada y la capacidad residual funcional disminuida a expensas del compromiso del volumen de reserva espiratoria (VRE) (27) (figura 4).

Con la reducción de la expansión pulmonar secundaria a la hipercifosis puede haber colapso de la vía aérea de conducción y subsecuentemente



CPT: capacidad pulmonar total, CI: capacidad inspiratoria, VRE: volumen de reserva espiratoria, VR: volumen residual.

Figura 4. Variación de volúmenes y capacidades pulmonares en la hiperCIFOSIS.

atrapamiento aéreo que tiende a empeorar por efecto de la respiración rápida, usualmente, presente. Podría en este caso observarse una alteración respiratoria obstructiva.

El grado de disminución de las variables de función pulmonar es directamente proporcional al incremento en el ángulo de la cifosis dorsal o ángulo de Cobb (14, 33).

En el estudio de Di Bari et al., se buscó determinar si la hiperCIFOSIS podía causar disfunción ventilatoria y disnea en adultos mayores. A través de un diseño de corte transversal, en sujetos mayores de 65 años en Italia, se encontró una frecuencia de hiperCIFOSIS del 40,2% en los participantes. Los afectados por hiperCIFOSIS tuvieron 2,5 veces más riesgo de tener disnea y menores porcentajes tanto de volumen espiratorio forzado en el primer segundo (VEF_1) como de capacidad vital forzada (CVF). La disminución de las variables espirométricas fue proporcional al grado de severidad de la hiperCIFOSIS. En las personas con deformidad dorsal se encontraron patrones espirométricos obstructivos en el 26,9% y restrictivos en el 16,9% de los casos. Es de destacar que la alteración restrictiva se asumió con base en datos espirométricos y no con pletismografía. Al

cruzar variables como hiperCIFOSIS, tabaquismo y enfermedades bronquiales (asma o EPOC) el riesgo de disnea resultó ser superior (43).

El efecto mecánico de la alteración restrictiva toracógena es una disminución de la distensibilidad pulmonar y consecuentemente una respiración a volúmenes pulmonares bajos, lo cual incrementa el trabajo respiratorio. La distensibilidad del tórax se encuentra comprometida e impacta negativamente las variables de función pulmonar. La reducción de ésta no es, por lo general, solamente originada en la deformidad torácica sino en otros factores como por ejemplo, el envejecimiento o las alteraciones musculares derivadas (27).

Los músculos de la respiración presentan debilidad en relación con la distorsión de la caja torácica, condición que se puede evaluar con la determinación de las presiones máximas de inspiración (PIM) y espiración (PEM) las cuales están disminuidas. En algunas personas la reducción puede ser hasta del 75% y se relaciona con el nivel arterial de CO_2 (menor compromiso en eucápnicos) (27).

La difusión pulmonar de monóxido de carbono (DLCO) relacionada con el volumen alveolar se encontraría normal en correlación con el fenómeno restrictivo extrapulmonar, sin embargo, es frecuente observar una disminución de la difusión a causa de la presencia de atelectasias o incluso como repercusión de la hipertensión pulmonar por hipoventilación toracógena (27).

El riesgo de fatiga muscular y falla ventilatoria es alto en pacientes con hiperCIFOSIS severa. La respiración debe ser rápida para garantizar una adecuada ventilación minuto en el contexto de volúmenes corrientes bajos. El aumento en el espacio muerto termina favoreciendo la retención de CO_2 , hipoxemia, hipertensión pulmonar y disfunción cardíaca derecha (44, 45)

La hipoxemia también es frecuente durante el sueño, principalmente, en la fase de movimientos oculares rápidos en la cual la disminución relativa del tono de los músculos respiratorios empeora el trastorno restrictivo extrapulmonar. Los músculos

accesorios que soportaron el incremento del trabajo respiratorio en vigilia tienden a suprimirse durante el sueño, incrementando el riesgo de hipoxemia por hipoventilación (27).

De otro lado, la hipercefosis limita la capacidad para el ejercicio. Algunos estudios indican que mujeres de edad avanzada con deformidad de la columna dorsal, tienen mayor dificultad para la movilidad, llegando a afectar la capacidad para realizar sus actividades de autocuidado (46, 47). La velocidad en las pruebas de campo, diferentes a la caminata de 6 minutos, C6M, suele estar disminuida, lo cual se correlaciona muy bien con el tiempo para la realización de actividades cotidianas (48).

En general, el efecto de las deformidades de la columna sobre la capacidad para el ejercicio se ha evaluado con la prueba de lanzadera (shuttle test), con la prueba en bicicleta ergométrica y en escaleras. Los estudios con C6M en este escenario realmente son escasos (49-51).

Otras consecuencias de la hipercefosis son el riesgo de caídas, las fracturas no vertebrales, la dorsalgia crónica, los síntomas gastrointestinales y las patologías del piso pélvico que empeoran la calidad de vida del paciente con otras comorbilidades (33).

La hipercefosis aumenta la mortalidad en adultos mayores. En un estudio observacional se encontró un incremento en el riesgo de muerte de toda causa de acuerdo con la severidad de la hipercefosis. Adicionalmente, la asociación de la deformidad con fracturas vertebrales incrementó el riesgo de muerte temprana en comparación con la presencia de un solo factor (16).

Efecto de la hipercefosis en personas con enfermedad pulmonar obstructiva crónica

Los efectos fisiopatológicos de la hipercefosis en personas con EPOC son similares a los observados en quienes no tienen la enfermedad respiratoria. Sin embargo, el solapamiento de las dos enfermedades supone un mayor impacto en la percepción de síntomas, calidad de vida y funcionamiento general del afectado.

La disminución del VEF_1 define la gravedad en la EPOC y en este sentido, hay una relación directamente proporcional entre la reducción de esta variable espirométrica y el deterioro del sistema osteoarticular. Adicionalmente, el uso de esteroides es más frecuente a mayor gravedad de la obstrucción y consecuentemente el riesgo de osteopenia y fracturas se incrementa cuanto mayor es la gravedad de la EPOC. Por lo tanto, existe mayor posibilidad de encontrar menor densidad mineral ósea, deformidades vertebrales y más grado de angulación por hipercefosis en quienes tienen menor VEF_1 (44).

Es posible que los pacientes con EPOC e hipercefosis tengan menor capacidad vital y VEF_1 en comparación con los que no tienen la deformidad a un mismo nivel de obstrucción bronquial (33). Reportes en adultos jóvenes destacan el impacto negativo de la hipercefosis en la mecánica pulmonar. No obstante en adultos mayores con EPOC no hay estudios al respecto.

Pocos estudios han utilizado la caminata de 6 minutos como prueba de campo para la evaluación de la tolerancia al ejercicio de pacientes con enfermedad respiratoria y deformidades de la columna vertebral (50, 51).

Datos de la Fundación Neumológica Colombiana, compilados desde el año 2005, muestran que mujeres sanas en Bogotá caminan 557 metros (m) en promedio, lo cual cambia con el incremento de la edad en una relación decreciente. La distancia recorrida se reduce considerablemente en las mujeres con EPOC del programa AIREPOC (Programa de Atención Integral, Rehabilitación y Educación de pacientes con EPOC), quienes caminan 381 m en promedio. Se presume que al estratificar la población con base en la presencia de deformidades torácicas se encuentren diferencias en torno a los metros caminados.

En el estudio de Karakurt et al. se evaluó la capacidad para el ejercicio, a través de la C6M, de pacientes mayores de 50 años con falla ventilatoria crónica e hipercefosis en tratamiento con ventilación mecánica no invasiva domiciliaria. La distancia

promedio recorrida en la C6M fue de 270 m, equivalente a un 43,7% del predicho, valor que no se relacionó directamente con el grado de obstrucción de la vía aérea o la severidad de los síntomas durante la prueba, según la escala de Borg (49). Es posible que la hiperCIFOSIS también tuviera un efecto negativo en la distancia recorrida en la C6M (52).

La alteración en la ergonomía secundaria a deformidades vertebrales en el enfermo respiratorio afecta aún más la distancia recorrida y la velocidad alcanzada en las pruebas de campo que definen la tolerancia al ejercicio.

Conclusión

La EPOC es una enfermedad con repercusión sistémica y en este sentido el compromiso del sistema osteoarticular representa una comorbilidad frecuente (53). La presencia de fracturas vertebrales por osteoporosis se encuentra en uno de cada cuatro pacientes con EPOC y, generalmente, repercute en la disposición morfométrica de la columna y la caja torácica. Ya que la EPOC es más frecuente en adultos mayores de 50 años en donde hay otros factores que influyen en el sistema osteoarticular, existe una alta posibilidad de encontrar deformidades concomitantes de la columna dorsal como escoliosis o hiperCIFOSIS (27). Aunque el 20 al 40% de adultos mayores podrían tener hiperCIFOSIS, se asume que en pacientes con EPOC la frecuencia sea mayor (27, 36). El solapamiento entre EPOC e hiperCIFOSIS condicionaría un mayor impacto en la función respiratoria y la mecánica pulmonar. Dada la falta de estudios de prevalencia de deformidades de la caja torácica y de su impacto sobre la mecánica respiratoria en pacientes con EPOC, es recomendable diseñar protocolos de investigación que evalúen esta condición.

Teniendo en cuenta la incidencia de osteoporosis en pacientes con EPOC y su asociación con hiperCIFOSIS se deben tener en cuenta estrategias de prevención integral y tratamiento multidisciplinario para evitar la aparición de deformidades que tengan impacto sobre la sintomatología y funcionalidad del enfermo respiratorio.

Bibliografía

1. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease. (1 de Mayo de 2015). GOLD. [Acceso 1 May 2015]. Global Initiative for Chronic Obstructive Pulmonary Disease: Disponible en: <http://www.goldcopd.org>
2. Guía de practica clínica basada en la evidencia para la prevención, diagnóstico, tratamiento y seguimiento de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) en población adulta. (junio de 2014). Ministerio de salud y protección social. [Acceso 1 May 2015]. Minsalud: Disponible en: <http://gpc.minsalud.gov.co/guias/Documents/EPOC>
3. Lamprecht B, Soriano J, Studnicka M, Kaiser B, Vanfleteren L, Gnatiuc L, et al. Determinants of underdiagnosis of COPD in national and international surveys. *Chest*. 2015;148(4):971-85.
4. Caballero A, Torres-Duque CA, Jaramillo C, Fabio B, et al. Prevalence of COPD in five Colombian cities situated at low, medium, and high altitude (PREPOCOL Study). *Chest*. 2008;133:343-9.
5. Saab M, Zorrilla M, Mazzei M, Ossés J, Cáneva J. Osteoporosis en la enfermedad obstructiva crónica. *Rev Argent Med Respir*. 2004;1:38-47.
6. Lehouck A, Boonen S, Decramer M, Janssens W. COPD, bone metabolism, and osteoporosis. *Chest*. 2011;139(3):648-57.
7. Kim S, Lee J, Ha J, Kang H, Rhee C, Kim J, et al. Association between vitamin D receptor polymorphisms and osteoporosis in patients with COPD. *Int J Chron Obstruct Pulmon Dis*. 2015;10:1809-17.
8. Kado D, Prevnost K, Crandall C. Narrative review: hyperkyphosis in older persons. *Ann Intern Med*. 2007;147(5):330-8.
9. Carter J, Patel S, Sultan F, et al. The recognition and treatment of vertebral fractures in males with chronic obstructive pulmonary disease. *Respir Med*. 2008;102(8):1165-72.
10. WHO Scientific Group on the Prevention and Management of Osteoporosis. Prevention and Management of Osteoporosis: Report of a WHO. (2 de Diciembre de 2008). WHO. "[Acceso 2 Dic 2008]. World Health Organization. Disponible en: http://whqlibdoc.who.int/trs/WHO_TRS_921.pdf
11. Kiyokawa H, Muro S, Oguma T, Sato S, Tanabe N, et al. Impact of COPD Exacerbations on Osteoporosis Assessed by Chest CT Scan. *COPD*. 2012,9(3), 235-42.
12. Graat-Verboom L, Wouters E., Smeenk F, Van den Borne B, Lunde R, Spruit M. Current status of research on osteoporosis in COPD: a systematic review. *Eur Respir J*. 2009;34(1):209-18.
13. Ferguson G, Calverley P, Anderson J, et al. Prevalence and progression of osteoporosis in patients with COPD: Results from The TORCH (TOWards a Revolution in COPD Health) study. *Chest*. 2009;136:1456-65.

14. Lombardi I, Oliveira L, Monteiro C, Confessor Y, Barros T, Natour J. Evaluation of physical capacity and quality of life in osteoporotic women. *Osteoporos Int.* 2004;15:80-5.
15. Dam T, Harrison S, Fink H, Ramsdell J, Barrett-Connor E. Bone mineral density and fractures in older men with chronic obstructive pulmonary disease or asthma. *Osteoporos Int.* 2010(21):1341-49.
16. Kado D, Lui L, Ensrud K, Fink H, Karlamangla A, Cummings S. Study of osteoporotic fractures. *Ann Intern Med.* 2009;150(10):681.
17. Ensrud K, Schousboe J. Clinical practice: vertebral fractures. *N Engl J Med.* 2011; 364: 1634-42.
18. Schousboe J, DeBold C, Bowles C, Glickstein S, Rubino R. Prevalence of vertebral compression fractures deformity by X-ray absorptiometry of lateral thoracic and lumbar spines in a population referred for bone densitometry. *J Clin Densitom.* 2002;5:239-46.
19. Majumdar S, Kim N, Colman I, et al. Incidental vertebral fractures discovered with chest radiography in the emergency department: prevalence, recognition and osteoporosis management in a cohort of elderly patients. *Arch Intern Med.* 2005;165:905-9.
20. Lindsay R, Silverman S, Cooper C, Hanley D, et al. Risk of new vertebral fracture in the year following a fracture. *JAMA.* 2001;285(3):320.
21. Jorgensen N, Schwarz P. Osteoporosis in chronic obstructive pulmonary disease patients. *Curr Opin Pulm Med.* 2008;14(2):122-7.
22. Dubois E, Röder E, Dekhuijzen P, Zwinderman A, Schweitzer D. Dual energy X-ray absorptiometry outcomes in male COPD patients after treatment with different glucocorticoid regimens. *Chest.* 2002;121(5):1456-63.
23. Pauwels R, Lofdahl C, Laitinen L, et al. Long-term treatment with inhaled budesonide in persons with mild chronic obstructive pulmonary disease who continue smoking. European Respiratory Society Study on Chronic Obstructive Pulmonary Disease. *N Engl J Med.* 1999;340:1948-53.
24. Lee T, Weiss K. Fracture risk associated with inhaled corticosteroid use in chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 2004;169(7):855-9.
25. Loke Y, Caballazzi R, Singh S. Risk of fractures with inhaled corticosteroid in COPD: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials and observational studies. *Thorax.* 2011;66(8):699-708.
26. Siminoski K, Warshawski R, Jen H, Lee K. The accuracy of historical height loss for the detection of vertebral fractures in postmenopausal women. *Osteoporos Int.* 2006;17:290.
27. Overview of hyperkyphosis in older persons. [Acceso 1 May 2015]. Uptodate. Disponible: <http://www.uptodate.com/>
28. Roussouly P, Nnadi C. Sagittal plane deformity: an overview of interpretation and management. *Eur Spine J.* 2010;19(11):1824-36.
29. Milne J, Lauder I. Age effects in kyphosis and lordosis in adults. *Ann Intern Med.* 1974;(1):327.
30. Schneider D, Von Mühlen D, Barrett-Conno E, Sartoris D. Kyphosis does not equal vertebral fractures: the Rancho Bernardo Study. *J Rheumatol.* 2004;31:747-52.
31. Ball J, Cagle P, Johnson B, et al. Spinal extension exercises prevent natural progression of kyphosis. *Osteoporos Int.* 2009;20:481.
32. Kado D, Huang M, Karlamangla A, et al. Factors associated with kyphosis progression in older women: 15 years experience in the study of osteoporotic fractures. *J Bone Miner Res.* 2013;28:179.
33. Kado D., Prevnost K., Crandall C. Narrative review: Hyperkyphosis in older persons. *Ann Intern Med* 2007;147(5):330-8.
34. Katzman W, Sellmeyer D, Stewart A, et al. Changes in flexed posture, musculoskeletal impairments, and physical performance after group exercise in community-dwelling older women. *Arch Phys Med Rehabil.* 2007;88:192.
35. Kado D, Christianson L, Palermo L, Smith-Bindman R, et al. Comparing a supine radiologic versus standing clinical measurement of kyphosis in older women: the Fracture Intervention Trial. *Spine.* 2006;31:463-7.
36. Sinaki M, Itoi E, Rogers J, Bergstralh E, Wahner H. Correlation of back extensor strength with thoracic kyphosis and lumbar lordosis in estrogen deficient women. *Am J Phys Med Rehab.* 1996;75:370-4.
37. Kado D, Browner W, Blackwell T, et al. Rate of bone loss is associated with mortality in older women: A prospective study. *J Bone Miner Res.* 2000;15:1974-80.
38. Kado D, Browner W, Palermo L, et al. Vertebral fractures and mortality in older women: A prospective study. Study of Osteoporotic Fractures Research Group. *Arch Intern Med* 1999;159:15-20.
39. Sverzellati N, Colombi D, Randi G, Pavarani A, Silva M, Walsh S, et al. Computed tomography measurement of rib cage morphometry in emphysema. *PLoS ONE* 2013;8(7):e68546.
40. Cassart M, Gevenois P, Estenne M. Rib cage dimensions in hyperinflated patients with severe chronic obstructive pulmonary disease. *Am J Respir Crit Care Med.* 1996;154: 800-5.
41. Walsh J, Webber C, Fahey P, Sharp J. Structural change of the thorax in chronic obstructive pulmonary disease. *J Appl Physiol Respir Environ Physiol.* 1992;72:1270-8.
42. Harrison R, Siminosky K, Vethanayagam D, Majumdar S. Osteoporosis-related kyphosis and impairments in pulmonary function: a systematic review. *J Bone Miner Res.* 2007;22:447.
43. Di Bari M, Chiarlone M, Matteuzzi D, Zacchei S, Pozzi C, Bellia V, et al. Thoracic kyphosis and ventilatory dysfunction in unselected older persons: an epidemiological study in Dicomano, Italy. *J Am Geriatr Soc.* 2004;52:909-15.

44. Malik N., McCarthy K., Minai O. Prevalence and significance of decreased bone density in pulmonary arterial hypertension. *South Med J.* 2012;105(7):344-49.
45. Bergofsky E, Turino G, Fishman A. Cardiorespiratory failure in kyphoscoliosis. *Medicine.* 1959;38:263-317.
46. Ryan P, Blake G, Herd R, Fogelman I. A clinical profile of back pain and disability in patients with spinal osteoporosis. *Bone.* 1994;15:27-30.
47. Cortet B, Houvenagel E, Puisieux F, Roches E, Garnier P, et al. Spinal curvatures and quality of life in women with vertebral fractures secondary to osteoporosis. *Spine.* 1999;24:1921-5.
48. Ryan S, Fried L. The impact of kyphosis on daily functioning. *J Am Geriatr Soc.* 1997;45:1479-86.
49. Karakurt Z, Güven A, Moçin O, et al. Six minute walking dis-
tance in kyphoscoliosis patients with chronic respiratory failure. *Multidiscip Respir Med.* 2010;5(4):244-9.
50. Brooks D, De Rosie J, Mousseau M, Avendaño M, Goldstein R. Long term follow up of ventilated patients with thoracic restrictive or neuromuscular disease. *Can Respir J.* 2002;9:99-106.
51. Budweiser S, Heidtkamp F, et al. Predictive significance of the six-minute walk distance for long term survival in chronic hypercapnic respiratory failure. *Respiration.* 2008;75:418-26.
52. Kesten S, Garfinkel S, Wright T, Rebuck A. Impaired exercise capacity in adults with moderate scoliosis. *Chest.* 1991;99:663-6.
53. Chatila W, Thomashow B, Minai O, et al. Comorbidities in chronic obstructive pulmonary disease. *Proc Am Thorac Soc.* 2008;5:549-55.