

SPIOLTO RESPIMAT
BROMURO DE TIOTROPIO MONOHIDRATO
OLODATEROL CLORHIDRATO

COMPOSICIÓN

SPIOLTO RESPIMAT es un inhalador que administra una neblina aerosolizada suave de la solución inhalable de tiotropio + olodaterol.

La dosis administrada es 2,5 microgramos de tiotropio y 2,5 microgramos de olodaterol por cada aplicación, o *puff* (2 aplicaciones conforman una dosis) y es equivalente a 3,124 microgramos de bromuro de tiotropio monohidrato y 2,7 microgramos de olodaterol clorhidrato.

La dosis administrada es la dosis que llega al paciente luego de atravesar la boquilla.

Excipientes: Cloruro de benzalconio, edetato disódico, ácido clorhídrico (para ajuste del pH), agua purificada, nitrógeno, c.s

INDICACIÓN

SPIOLTO RESPIMAT está indicado para el mantenimiento prolongado del tratamiento de una vez al día, para reducir el grado de obstrucción de las vías aéreas en pacientes con EPOC, incluyendo bronquitis crónica y/o enfisema. [1]

POSOLOGÍA Y ADMINISTRACIÓN

La dosis recomendada para los adultos es 5 microgramos de tiotropio y 5 microgramos de olodaterol administrada como dos aplicaciones (*puffs*) del inhalador Respimat una vez al día a la misma hora del día (ver “Instrucciones de uso”). No utilice mas de dos inhalaciones cada 24 horas de SPIOLTO RESPIMAT.

Pacientes de edad avanzada

Los pacientes de edad avanzada pueden usar SPIOLTO RESPIMAT en la dosis recomendada. [2]

Insuficiencia hepática e insuficiencia renal

SPIOLTO RESPIMAT contiene tiotropio, que es un fármaco cuya principal vía de excreción es la renal, y olodaterol, que es primordialmente metabolizado en el hígado.

Insuficiencia hepática

Los pacientes con insuficiencia hepática leve o moderada pueden usar SPIOLTO RESPIMAT en la dosis recomendada. [3,4]

No existen datos disponibles para el uso de olodaterol en pacientes con insuficiencia hepática severa.

Pacientes con insuficiencia renal

Los pacientes con insuficiencia renal pueden usar SPIOLTO RESPIMAT en la dosis recomendada.

SPIOLTO RESPIMAT contiene tiotropio, que es un fármaco que se excreta principalmente por la vía renal. Por lo tanto, se deberá efectuar un estrecho control del uso de SPIOLTO RESPIMAT en los pacientes con insuficiencia renal moderada a severa. [5-7]

Población pediátrica

No hay ningún uso relevante de SPIOLTO RESPIMAT en la población pediátrica en la indicación de EPOC. La seguridad y la eficacia de SPIOLTO RESPIMAT en la población pediátrica no han sido determinadas.

Instrucciones de Uso [8]

Introducción

SPIOLTO® RESPIMAT® (bromuro de tiotropio y olodaterol). Lea estas instrucciones antes de empezar a usar SPIOLTO® RESPIMAT®.

Debe usar este inhalador solo UNA VEZ AL DÍA. Cada vez que lo utilice, realice DOS APLICACIONES.



Cómo y dónde guardar SPIOLTO® RESPIMAT®

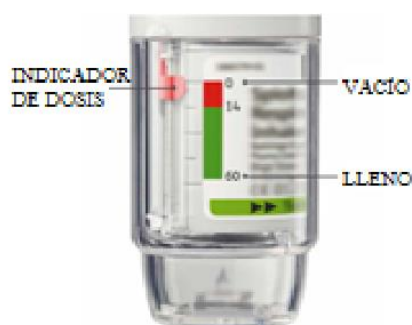
- Mantenga SPIOLTO® RESPIMAT® fuera de la vista y el alcance de los niños.
- No guarde SPIOLTO® RESPIMAT® en el congelador.
- Si deja pasar más de 7 días sin usar SPIOLTO® RESPIMAT®, presiónelo una vez apuntándolo al suelo.
- Si deja pasar más de 21 días sin usar SPIOLTO® RESPIMAT®, repita los pasos 4 a 6 de la sección “Preparación para la primera utilización”, presionando hasta que se forme una nube. Luego, repita los pasos 4 a 6 tres veces más.
- No use SPIOLTO® RESPIMAT® después de la fecha de vencimiento.
- No toque la parte punzante de la base transparente.

Cuidado del SPIOLTO® RESPIMAT®

Limpie la boquilla, incluida su parte metálica interior, solamente con un paño o papel tisú húmedo, al menos una vez a la semana.

Las decoloraciones mínimas en la boquilla no afectan el rendimiento del inhalador SPIOLTO® RESPIMAT®.

Renovación del SPIOLTO® RESPIMAT®



- Si se utiliza del modo indicado (dos aplicaciones/una vez al día), el inhalador SPIOLTO® RESPIMAT® contiene 60 aplicaciones (30 dosis).
- El indicador de dosis muestra aproximadamente la cantidad de medicamento que queda.
- Cuando entra en la zona roja de la escala, es necesario obtener una nueva receta; queda medicamento suficiente para aproximadamente 7 días (14 aplicaciones).
- Una vez que el indicador llegue al final de la escala roja, el inhalador SPIOLTO® RESPIMAT® se cerrará automáticamente y no se podrá aplicar ninguna dosis más. Llegado ese momento, la base transparente ya no se podrá volver a girar.
- Tres meses después del primer uso, se debe desechar el SPIOLTO® RESPIMAT®, por más que no se haya utilizado.

Preparación para la primera utilización

1. Retire la base transparente

- Mantenga la tapa cerrada.
- Presione el cierre de seguridad con firmeza mientras retira la base transparente con la otra mano.



2. Inserte el cartucho

- Inserte el extremo más estrecho del cartucho en el inhalador.
- Coloque el inhalador sobre una superficie firme y empuje con fuerza hasta que encastre en su lugar.



3. Vuelva a colocar la base transparente

- Coloque la base transparente en su lugar; tiene que hacer clic.



4. Gire

- Mantenga la tapa cerrada.
- Gire la base transparente en el sentido de las flechas de la etiqueta hasta que haga clic (media vuelta).



5. Abra

- Abra la tapa hasta quitarla por completo.



6. Presione

- Apunte el inhalador hacia el suelo.
- Presione el botón dosificador.
- Cierre la tapa.
- Repita los pasos 4 a 6 hasta que se forme una nube visible.
- **Una vez que se forme una nube visible**, repita los pasos 4 a 6 tres veces más.



Uso diario

GIRE

- Mantenga la tapa cerrada.
- **GIRE** la base transparente en el sentido de las flechas de la etiqueta hasta que haga clic (media vuelta).



ABRA

- **ABRA** la tapa hasta quitarla por completo.



PRESIONE

- Exhale lentamente todo el aire de los pulmones.
- Coloque los labios alrededor de la boquilla sin cubrir los orificios de ventilación.
- Mientras inhala lenta y profundamente por la boca, **PRESIONE** el botón dosificador y continúe inhalando.
- Contenga la respiración unos 10 segundos o hasta que empiece a sentir molestias.
- Repita los pasos “Gire”, “Abra” y “Presione” para completar 2 inhalaciones.



Preguntas frecuentes

Me cuesta insertar cartucho hasta el fondo.

¿Giró accidentalmente la base transparente antes de insertar el cartucho? Abra la tapa, presione el botón dosificador, luego, inserte el cartucho.

¿Insertó el cartucho por el lado más ancho? Inserte el cartucho por el lado más angosto.

No puedo presionar el botón dosificador.

¿Giró la base transparente? Si no la giró, gírela de un solo movimiento hasta que haga clic (media vuelta).

¿El indicador de dosis de SPIOLTO® RESPIMAT® está señalando el cero? El inhalador SPIOLTO® RESPIMAT® queda bloqueado tras 60 inhalaciones (30 dosis medicinales). Prepare y use un inhalador SPIOLTO® RESPIMAT® nuevo.

No logro girar la base transparente.

¿Ya giró la base transparente?

Si ya había girado la base transparente, siga los pasos “ABRA” y “PRESIONE” de la sección “Uso diario”. Eso bastará para que salga el medicamento.

El indicador de dosis de SPIOLTO® RESPIMAT® llega a cero antes de lo esperable.

¿Usó SPIOLTO® RESPIMAT® como se indica (dos inhalaciones / una vez al día)?

Aplicando dos inhalaciones una vez al día, SPIOLTO® RESPIMAT® dura 30 días.

¿Giró la base transparente antes de insertar el cartucho? El indicador de dosis cuenta todas las veces que se gira la base transparente, haya o no un cartucho inserto.

¿Hizo varias atomizaciones al aire para ver si estaba funcionando el SPIOLTO® RESPIMAT®?

Una vez que preparó el SPIOLTO® RESPIMAT®, mientras lo use todos los días, no necesita hacer ninguna atomización de prueba.

¿Insertó el cartucho en un SPIOLTO® RESPIMAT® usado?

Siempre inserte un cartucho nuevo en un SPIOLTO® RESPIMAT® NUEVO.

Mi SPIOLTO® RESPIMAT® se dispara solo.

¿Tenía la tapa abierta cuando giró la base transparente? Cierre la tapa y luego gire la base transparente.

¿Presionó el botón dosificador al girar la base transparente? Cierre la tapa bien, para que quede cubierto el botón dosificador y luego gire la base transparente.

¿Dejó de girar la base transparente antes de que hiciera clic? Gire la base transparente de un solo movimiento hasta que haga clic (media vuelta).

No sale nada de mi SPIOLTO® RESPIMAT®.

¿Insertó un cartucho? Si no insertó un cartucho, insértelo.

¿Repitió los pasos “Gire”, “Abra” y “Presione” menos de tres veces después de insertar el cartucho?

Repita los pasos “Gire”, “Abra” y “Presione” tres veces tras insertar el cartucho, tal como se muestra en los pasos 4 a 6 de la sección “Preparación para la primera utilización”.

¿El indicador de dosis de SPIOLTO® RESPIMAT® está señalando el 0?

Si el indicador de dosis señala el 0, ya se le gastó el medicamento, y el inhalador queda bloqueado.

Una vez armado el SPIOLTO® RESPIMAT®, no quite la base transparente ni el cartucho.
Siempre inserte un cartucho nuevo en un SPIOLTO® RESPIMAT® **NUEVO**.

CONTRAINDICACIONES

Esta contraindicado en pacientes con asma sin una medicación de control del asma a largo plazo. SPIOLTO RESPIMAT no esta indicado para el tratamiento del asma.

El uso de SPIOLTO RESPIMAT está contraindicado en los pacientes con hipersensibilidad al tiotropio o al olodaterol o a cualquiera de los excipientes del producto.

SPIOLTO RESPIMAT está contraindicado en pacientes con antecedentes de hipersensibilidad a la atropina o sus derivados, p. ej., ipratropio u oxitropio.

ADVERTENCIAS Y PRECAUCIONES ESPECIALES

Advertencias generales

SPIOLTO RESPIMAT no debe usarse con una frecuencia mayor a una vez al día.

SPIOLTO RESPIMAT no debe utilizarse en los cuadros de asma. La eficacia y la seguridad de SPIOLTO RESPIMAT en el asma no han sido estudiadas.

Broncoespasmo agudo

SPIOLTO RESPIMAT no está indicado para el tratamiento de los episodios agudos de broncoespasmo, es decir, como terapia de rescate.

Hipersensibilidad

Al igual que con todos los medicamentos, existe la posibilidad que se produzcan reacciones de hipersensibilidad inmediatas tras la administración de SPIOLTO RESPIMAT.

Broncoespasmo paradójico

Tal como sucede también con otros medicamentos inhalables, existe la posibilidad de que SPIOLTO RESPIMAT provoque un broncoespasmo paradójico, cuadro éste que puede ser potencialmente fatal. En el caso de producirse un broncoespasmo paradójico, debe suspenderse de inmediato el uso de SPIOLTO RESPIMAT y debe utilizarse otra terapia en su reemplazo.

Glaucoma de ángulo estrecho, hiperplasia de próstata u obstrucción del cuello de la vejiga urinaria

En concordancia con la actividad anticolinérgica que posee el tiotropio, SPIOLTO RESPIMAT debe ser utilizado con precaución en pacientes con glaucoma de ángulo estrecho, hiperplasia de próstata u obstrucción del cuello de la vejiga urinaria.

Pacientes con insuficiencia renal

Por ser el tiotropio un fármaco cuya principal vía de excreción es la renal, SPIOLTO RESPIMAT debe ser utilizado con un estrecho monitoreo del paciente en los casos de insuficiencia renal moderada a severa (clearance de creatinina de < 50 ml/min) [5-7] (sírvese ver la sección “Posología y administración”).

Síntomas oculares

Se deberá indicar a los pacientes la forma correcta de administrar SPIOLTO RESPIMAT. Debe tenerse la precaución de evitar que la solución o la vaporización entre en contacto con los ojos. La presencia de dolor o molestia ocular, visión borrosa, halos visuales o imágenes coloreadas en asociación con enrojecimiento ocular por congestión de la conjuntiva y edema de córnea pueden ser signos de glaucoma de ángulo estrecho agudo. Si se presentara alguna combinación de estos síntomas, se deberá consultar de inmediato a un especialista.

Los colirios mióticos no son considerados un tratamiento efectivo.

Efectos sistémicos

SPIOLTO RESPIMAT contiene un agonista beta₂ adrenérgico de acción prolongada. Los agonistas beta₂ adrenérgicos de acción prolongada deben ser administrados con precaución en los pacientes con trastornos cardiovasculares [8], especialmente en casos de insuficiencia coronaria, arritmias cardíacas, [9] cardiomiopatía obstructiva hipertrófica [10] e hipertensión; en los pacientes con trastornos convulsivos o tirotoxicosis, en los pacientes con prolongación conocida o sospechada del intervalo QT; y en los pacientes que en general no responden a las aminas simpatomiméticas.

Efectos cardiovasculares

Al igual que otros agonistas beta₂ adrenérgicos, olodaterol puede producir un efecto cardiovascular clínicamente significativo en algunos pacientes, según lo medido por incrementos en el pulso, la presión arterial y/o los síntomas. De producirse dichos efectos, puede ser necesario suspender el tratamiento. Asimismo, se han informado cambios electrocardiográficos (ECG) como consecuencia de los agonistas beta-adrenérgicos, como aplanamiento de la onda T y depresión del segmento ST, si bien se desconoce la significancia clínica de estas observaciones.

Hipocalemia

Los agonistas beta₂ adrenérgicos pueden producir grados significativos de hipocalemia en algunos pacientes, cuadro éste que tiene el potencial de provocar efectos cardiovasculares adversos. El descenso provocado en los niveles séricos de potasio es usualmente transitorio y no requiere de suplementación. En los pacientes con EPOC severa, la hipocalemia puede verse potenciada por la hipoxia y por el tratamiento concomitante (véase la sección “Interacciones”), lo cual puede incrementar la susceptibilidad a las arritmias cardíacas [11].

Hiperglucemia

La inhalación de dosis elevadas de agonistas beta₂ adrenérgicos puede producir incrementos en los niveles plasmáticos de glucosa. [8,12]

SPIOLTO RESPIMAT no debe utilizarse en forma conjunta con otros medicamentos que contengan agonistas beta₂ adrenérgicos de acción prolongada. A los pacientes que hayan estado recibiendo agonistas beta₂ adrenérgicos de acción breve inhalables en forma regular (p. ej., cuatro veces al día) debe indicárseles que los usen únicamente para el alivio sintomático de los síntomas respiratorios agudos.

USO EN POBLACIONES ESPECÍFICAS

Fertilidad, embarazo y lactancia

Embarazo

Existe una cantidad limitada de datos sobre el uso del tiotropio en las mujeres embarazadas. No existen datos clínicos disponibles sobre la exposición al olodaterol durante el embarazo.

Los estudios preclínicos realizados con tiotropio no indican efectos nocivos directos ni indirectos en lo que respecta a la toxicidad para la reproducción en las dosis clínicamente relevantes.

Los datos preclínicos obtenidos en relación con el olodaterol revelaron efectos que son los típicos de los agonistas beta adrenérgicos administrados en múltiplos elevados de las dosis terapéuticas (véase la sección “Toxicología”).

Como medida de precaución, es preferible evitar el uso de SPIOLTO RESPIMAT durante el embarazo.

Debe tomarse en consideración el efecto inhibitorio que ejercen los agonistas beta adrenérgicos, como es el olodaterol, uno de los componentes de SPIOLTO RESPIMAT, sobre las contracciones uterinas.

Lactancia

No existen datos clínicos disponibles en torno a la exposición al tiotropio y/o al olodaterol en mujeres en período de lactancia.

En estudios en animales, se ha detectado la presencia de tiotropio y olodaterol y/o sus metabolitos en la leche de las ratas en período de lactancia, pero se desconoce si el tiotropio y/o el olodaterol pasa/n a la leche materna en los seres humanos.

Por lo tanto, SPIOLTO RESPIMAT no debe ser usado en mujeres en período de lactancia, a menos que el beneficio previsto supere todo posible riesgo para el lactante.

Fertilidad

No existen disponibles datos clínicos sobre el efecto en la fertilidad para el tiotropio ni para el olodaterol, y tampoco para la combinación de estos dos componentes. Los estudios preclínicos realizados con los componentes tiotropio y olodaterol, cada uno por separado, no reveló indicio alguno de efectos adversos sobre la fertilidad (véase la sección “Toxicología”).

Conducción de vehículos y uso de maquinarias

No se han realizado estudios en torno a los efectos de este producto sobre la capacidad para conducir vehículos y operar maquinaria.

No obstante ello, debe informarse a los pacientes que se han informado mareos y visión borrosa con el uso de SPIOLTO RESPIMAT. Por lo tanto, se debe recomendar a los pacientes que deben tener precaución al conducir vehículos u operar maquinaria. Si los pacientes tuvieran dichos síntomas, deberán evitar tareas potencialmente peligrosas como conducir vehículos u operar maquinaria. [2]

INTERACCIONES

Si bien no se han realizado estudios formales de interacciones medicamentosas, el bromuro de tiotropio se ha usado en forma concomitante con otros medicamentos que se prescriben comúnmente para el tratamiento de la EPOC, incluyendo metilxantinas y esteroides orales e inhalables, sin que se observara evidencia clínica de interacciones medicamentosas. [13-19]

La coadministración crónica de bromuro de tiotropio con otros fármacos anticolinérgicos no ha sido estudiada. Por lo tanto, no se recomienda la coadministración crónica de otros anticolinérgicos junto con SPIOLTO RESPIMAT.

Agentes adrenérgicos

La administración concomitante de otros adrenérgicos puede potenciar los efectos indeseables de SPIOLTO RESPIMAT.

Derivados xantínicos, esteroides o diuréticos

El tratamiento concomitante con derivados xantínicos, esteroides o diuréticos no ahorradores de potasio puede potenciar el efecto hipopotasémico de los agonistas adrenérgicos (ver “Advertencias y precauciones especiales”).

Betabloqueantes

Los bloqueantes beta adrenérgicos pueden debilitar o antagonizar el efecto del olodaterol. Debe considerarse el uso de beta bloqueantes cardioselectivos, si bien los mismos deben administrarse con precaución.

Inhibidores de la MAO, antidepresivos tricíclicos y fármacos que prolongan el QTc

Los inhibidores de la monoamino oxidasa, los antidepresivos tricíclicos u otros fármacos con un efecto conocido de prolongación del intervalo QTc pueden potenciar la acción de SPIOLTO RESPIMAT sobre el sistema cardiovascular.

Interacciones medicamentosas farmacocinéticas

En un estudio de interacción con fármacos realizado con olodaterol en el cual se utilizó el inhibidor potente dual de CYP y P-gp ketoconazol, se observó un incremento de 1,7 veces en la exposición sistémica (véase la sección “Farmacocinética”). No se identificó ninguna inquietud en torno a la seguridad del fármaco en estudios clínicos de hasta un año de duración realizados con olodaterol en dosis de hasta el doble de la dosis terapéutica recomendada. No es necesario ningún ajuste de la dosis para el uso de SPIOLTO RESPIMAT.

EFFECTOS SECUNDARIOS [1,2,20]

La seguridad de SPIOLTO RESPIMAT ha sido evaluada en estudios con comparador activo, de grupos paralelos y de diseño cruzado, en un total de 7151 pacientes con EPOC. Un total de 1988 pacientes con EPOC recibieron la dosis objetivo de 5 microgramos de tiotropio y 5 microgramos de olodaterol.

Los efectos secundarios de SPIOLTO RESPIMAT se identificaron principalmente a partir de datos obtenidos en 2 estudios clínicos con comparador activo, de grupos paralelos, de tratamiento prolongado (52 semanas) en pacientes con EPOC.

En el análisis de datos combinados de estos estudios clínicos a largo plazo, la incidencia general de eventos adversos en los pacientes tratados con SPIOLTO RESPIMAT fue comparable a la observada en los pacientes tratados con los componentes individuales, tiotropio en una dosis de 5 microgramos o bien olodaterol en una dosis de 5 microgramos (74 %, 73,3 % y 76,6 %, respectivamente). Todos los efectos indeseables previamente informados con uno de los componentes individuales se consideran efectos indeseables de SPIOLTO RESPIMAT y se incluyen en el listado de reacciones adversas que se brinda a continuación.

También se incluyen efectos indeseables que fueron informados con SPIOLTO RESPIMAT, pero no así con los componentes individuales.

Infecciones e infestaciones:

Nasofaringitis

Trastornos del metabolismo y la nutrición:

Deshidratación

Trastornos del sistema nervioso:

Mareos

Insomnio

Trastornos oculares:

Glaucoma

Aumento de la presión intraocular

Visión borrosa

Trastornos cardíacos:

Fibrilación auricular

Palpitaciones

Taquicardia supraventricular

Taquicardia

Trastornos vasculares:

Hipertensión

Trastornos respiratorios, torácicos y mediastínicos:

Tos

Epístaxis

Faringitis

Disfonía

Broncoespasmo

Laringitis

Sinusitis

Trastornos gastrointestinales:

Boca seca, usualmente de intensidad leve

Estreñimiento
Candidiasis orofaríngea
Disfagia
Enfermedad de reflujo gastroesofágico
Gingivitis
Glositis
Estomatitis
Obstrucción intestinal, incluido íleo paralítico

Trastornos de la piel y del tejido subcutáneo:

Exantema
Prurito
Edema angioneurótico
Urticaria
Infección de piel, y úlcera de piel
Piel seca
Hipersensibilidad (incluyendo reacciones inmediatas)

Trastornos musculoesqueléticos y del tejido conectivo:

Artralgia
Inflamación de articulaciones
Dolor de espalda¹

1 Efectos indeseados informados con SPIOLTO RESPIMAT, pero no así con los componentes individuales.

Trastornos renales y urinarios:

Retención urinaria (usualmente en hombres con factores predisponentes)
Disuria
Infección de las vías urinarias

Muchos de los efectos indeseables citados pueden ser atribuidos ya sea a las propiedades anticolinérgicas del tiotropio o bien a las propiedades β -adrenérgicas del olodaterol, los componentes de SPIOLTO RESPIMAT.

Asimismo, debe tomarse en consideración la ocurrencia de otros efectos indeseables relacionados con la clase de los agonistas beta-adrenérgicos, los cuales no están incluidos en el listado anterior, como ser arritmia, isquemia de miocardio, angina de pecho, hipotensión, temblores, cefalea, nerviosismo, náuseas, espasmos musculares, fatiga, malestar, hipocalcemia, hiperglucemia y acidosis metabólica.

SOBREDOSIS

Síntomas

Las dosis altas de tiotropio pueden conducir a la aparición de signos y síntomas anticolinérgicos.

No se observaron efectos adversos relevantes, excepto sequedad de la boca/garganta y sequedad de la mucosa nasal, cuya incidencia fue dependiente de la dosis [10-40 μ g diarios], luego de la administración durante 14 días de dosis de hasta 40 μ g de solución inhalable de tiotropio en voluntarios sanos, a excepción de una pronunciada reducción de la salivación desde el día 7 en adelante [21]. No se ha observado ningún efecto indeseado significativo en seis estudios a largo plazo realizados en pacientes con EPOC tratados con una dosis diaria de 10 μ g de solución inhalable de tiotropio durante 4 a 48 semanas.

Una sobredosis de olodaterol probablemente conducirá a manifestaciones exageradas de los efectos típicos de los agonistas beta₂ adrenérgicos, es decir, isquemia de miocardio, hipertensión o hipotensión, taquicardia, arritmias, palpitaciones, mareos, nerviosismo, insomnio, ansiedad, cefalea, temblores, boca seca, espasmos musculares, náuseas, fatiga, malestar, hipocalcemia, hiperglucemia y acidosis metabólica.

Tratamiento de la sobredosis

Debe suspenderse el tratamiento con SPIOLTO RESPIMAT. En estos casos, está indicado el tratamiento de soporte y sintomático. Los casos serios requieren hospitalización. Puede considerarse el uso de beta bloqueantes cardiosselectivos, pero únicamente cuando su uso se implemente con suma precaución, ya que el uso de medicación bloqueante beta adrenérgicos puede provocar broncoespasmos.

PROPIEDADES FARMACOLÓGICAS [1,22]

Grupo farmacoterapéutico: Fármacos para las enfermedades obstructivas de las vías aéreas, adrenérgicos en combinación con anticolinérgicos

Código ATC: R03ALxx

Mecanismo de acción

El tiotropio, un antagonista muscarínico de acción prolongada, y olodaterol, un agonista beta₂ adrenérgico de acción prolongada, se administran en forma conjunta en el inhalador de neblina aerosolizada suave SPIOLTO RESPIMAT. Estos dos principios activos confieren un efecto sumatorio de broncodilatación al producto, gracias a sus diferentes modos de acción y la diferente localización anatómica de los receptores pulmonares sobre los que actúan.

Tiotropio:

El bromuro de tiotropio es un antagonista de los receptores muscarínicos de acción prolongada (LAMA, por su sigla en inglés), a menudo conocido en la práctica clínica con el nombre de anticolinérgico. Tiene una afinidad similar por los subtipos de receptores muscarínicos M₁ a M₅ [23,24]. En las vías aéreas, la inhibición de los receptores M₃ en la musculatura lisa produce su relajación [25]. La índole competitiva y reversible del antagonismo quedó demostrada en receptores de origen humano y animal y en preparados aislados de órganos [23,25-29]. En estudios preclínicos *in vitro* e *in vivo* se observó que los efectos broncoprotectores eran dependientes de la dosis y duraban más de 24 horas [29,30]. La prolongada duración del efecto probablemente se deba a que la disociación del tiotropio de los receptores M₃ es muy lenta, con una vida media de disociación significativamente más prolongada que la observada en el caso del ipratropio [24]. Por ser un anticolinérgico N-cuaternario, el tiotropio es tópicamente (bronco-) selectivo cuando se lo administra mediante inhalación, y presenta un rango terapéutico aceptable antes de dar lugar a efectos anticolinérgicos sistémicos [29,31,32]. La disociación de los receptores M₂ es más rápida que de los receptores M₃, lo cual, en los estudios *in vitro* funcionales, se tradujo en una selectividad (controlada cinéticamente) por el subtipo de receptores M₃ mayor que por aquellos de tipo M₂ [24,25].

La elevada potencia y la lenta disociación de los receptores tuvieron como correlato clínico una broncodilatación significativa y prolongada en los pacientes con EPOC [6].

La broncodilatación que se produce tras la inhalación del tiotropio es primordialmente un efecto localizado (sobre las vías aéreas), y no un efecto sistémico.

Olodaterol:

Olodaterol posee un alto grado de afinidad y un alto grado de selectividad por los adrenorreceptores beta₂ humanos [33]. Los estudios *in vitro* han demostrado que olodaterol ejerce sobre los adrenorreceptores beta₂ una actividad agonista que es 241 veces mayor que la que ejerce sobre los adrenorreceptores beta₁, y una actividad agonista que es 2299 mayor en comparación con la ejercida sobre los adrenorreceptores beta₃. El compuesto ejerce sus efectos farmacológicos mediante la unión a los adrenorreceptores beta₂, y su consiguiente activación, tras la administración tópica mediante inhalación. [33]

La activación de estos receptores en las vías aéreas conduce a una estimulación de la adenilciclase intracelular, una enzima que participa como mediadora en la síntesis de la adenosina 3',5'-monofosfato cíclica (cAMP). Los niveles elevados de cAMP inducen la broncodilatación mediante la relajación de las células de la musculatura lisa de las vías aéreas. Olodaterol tiene el perfil preclínico de un agonista selectivo de los adrenorreceptores beta₂ de acción prolongada, con un inicio de acción rápido y una duración de acción de 24 horas como mínimo. [33]

Los adrenorreceptores beta se dividen en tres subtipos: los adrenorreceptores beta₁ se expresan predominantemente sobre la musculatura lisa cardíaca, los adrenorreceptores beta₂ se expresan predominantemente en la musculatura lisa de las vías respiratorias y los adrenorreceptores beta₃ se expresan predominantemente en el tejido adiposo. Los beta₂ agonistas provocan broncodilatación. Si bien los adrenorreceptores beta₂ es el tipo de receptor adrenérgico predominante en la musculatura lisa de las vías aéreas, también está presente en la superficie de varias otras células, incluidas las células epiteliales y las células endoteliales, y en el corazón. No se sabe con exactitud cuál es la función de los receptores beta₂ en el corazón, pero su presencia plantea la posibilidad de que hasta los agonistas beta₂ adrenérgicos altamente selectivos puedan tener efectos cardíacos.

Efectos sobre la electrofisiología cardíaca

Tiotropio:

El efecto del polvo inhalable de tiotropio sobre el intervalo QT fue evaluado en un estudio randomizado, con control de placebo y activo, de diseño cruzado, en 53 voluntarios sanos. Los sujetos recibieron el polvo inhalable de tiotropio en dosis de 18 microgramos, o de 54 microgramos (equivalente a 3 veces la dosis recomendada) o bien placebo durante 12 días. Las evaluaciones electrocardiográficas se efectuaron en el nivel basal y a lo largo de todo el intervalo de administración posterior a la primera y la última dosis del medicamento en estudio. En comparación con el placebo, el cambio medio máximo respecto del nivel basal en el intervalo QTc específico del estudio fue 3,2 mseg y 0,8 mseg para el polvo inhalable de tiotropio en dosis de 18 microgramos y de 54 microgramos, respectivamente. Ninguno de los sujetos evidenció un episodio de nueva aparición de QTc >500 mseg ni cambios en el QTc respecto del nivel basal de ≥ 60 mseg. [34]

Olodaterol:

El efecto de olodaterol sobre el intervalo QT/QTc del ECG se investigó en 24 voluntarios sanos de sexo masculino y femenino en un estudio doble ciego, randomizado, comparativo con placebo y con control activo (moxifloxacina). Olodaterol en dosis únicas de 10, 20, 30 y 50 microgramos fue comparable al placebo, con cambios medios respecto del nivel basal en el intervalo QT en un lapso de 20 minutos a 2 horas luego de la administración de la dosis que se incrementaron de manera dependiente de la dosis de 1,6 mseg (10 microgramos de olodaterol) a 6,5 mseg (50 microgramos de olodaterol), con un límite superior para los intervalos de confianza del 90 % bilaterales de menos de 10 mseg en todos los niveles de dosis.

El efecto de 5 microgramos y de 10 microgramos de olodaterol sobre la frecuencia y el ritmo cardíacos se evaluó mediante un estudio electrocardiográfico continuo de 24 horas (monitoreo Holter) en un subconjunto de 772 pacientes en los estudios de Fase 3 comparativos con placebo de 48 semanas de duración. No se observó ninguna tendencia ni ningún patrón relacionados con la dosis o con el tiempo en relación con las magnitudes de los cambios medios de la frecuencia cardíaca o los latidos prematuros. Los cambios entre el nivel basal y el fin del tratamiento en los latidos prematuros no indicaron ninguna diferencia significativa entre olodaterol 5 microgramos, olodaterol 10 microgramos y el placebo [35].

Spiolto Respimat

En dos estudios randomizados, doble ciego, de 52 semanas, de SPIOLTO RESPIMAT, en los que se enrolaron 5162 pacientes con EPOC, se realizaron evaluaciones de ECG luego de la dosis en los días 1, 85, 169 y 365. En un análisis combinado del número de sujetos con cambios respecto del intervalo QT corregido en función del nivel basal de >30 mseg usando tanto la fórmula de Bazett (QTcB) como la de Fredericia (QTcF), las correcciones del QT para la frecuencia cardíaca se ubicaron en el rango de 4,9-6,4% (QTcB) y de 3,3-4,7% (QTcF) para el grupo de SPIOLTO RESPIMAT, en tanto que dichos valores fueron 5,0-6,0% (QTcB) y 3,4-4,4% (QTcF) para olodaterol 5 microgramos y 5,3-6,5% (QTcB) y 3,0-4,7% (QTcF) para tiotropio 5 microgramos en las evaluaciones realizadas. [20]

Datos clínicos de eficacia y seguridad [1,2,36-39]

El programa de desarrollo clínico de Fase III de SPIOLTO RESPIMAT incluyó tres estudios randomizados de diseño doble ciego:

- (i) dos estudios replicados, de grupos paralelos, de 52 semanas, en los cuales se comparó SPIOLTO RESPIMAT con tiotropio 5 microgramos y olodaterol 5 microgramos (1029 recibieron SPIOLTO RESPIMAT) [Estudios 1 y 2]
- (ii) un estudio de diseño cruzado de 6 semanas en el cual se comparó SPIOLTO RESPIMAT con tiotropio 5 microgramos, olodaterol 5 microgramos y placebo (139 recibieron SPIOLTO RESPIMAT) [Estudio 3]

En estos estudios, los productos comparadores, tiotropio 5 microgramos, olodaterol 5 microgramos y placebo, fueron administrados mediante el inhalador RESPIMAT.

Todos los estudios incluyeron mediciones de la función pulmonar (volumen espiratorio forzado en un segundo, FEV₁). En los estudios de 52 semanas, la función pulmonar se midió hasta las 3 horas post-dosis (12 horas post-dosis en un subconjunto de pacientes) y a las 23-24 horas post-dosis; los criterios de valoración primarios de eficacia para la función pulmonar fueron el cambio respecto del valor basal previo al tratamiento (respuesta) en el AUC_{0-3h} del FEV₁ y el valor valle de FEV₁ luego de 24 semanas. En el estudio de 6 semanas, la función pulmonar se midió hasta las 12 horas post-dosis y a las 22-24 horas post-dosis; el criterio de valoración de eficacia primario fue la respuesta en términos de AUC_{0-24h} de FEV₁ al cabo de 6 semanas. Los estudios de 52 semanas también incluyeron el uso del Cuestionario Respiratorio de St. George's (*St. George's Respiratory Questionnaire*, SGRQ) como criterio de valoración primario, como parámetro de medida de la calidad de vida relacionada con la salud, y el Índice de Disnea Transicional (*Transition Dyspnoea Index*, TDI) de Mahler como criterio de valoración secundario clave, como parámetro de medida de la disnea.

Los pacientes que se enrolaron en el programa de Fase III tenían 40 años de edad o más, un diagnóstico clínico de EPOC, antecedentes de tabaquismo de más de 10 paquetes/año e insuficiencia pulmonar entre moderada y muy severa (valor de FEV₁ post-broncodilatador inferior al 80 % del valor normal pronosticado-Estadío GOLD 2-4-; razón FEV₁ a FVC post-broncodilatador de menos del 70 %).

Características de los pacientes

La mayoría de los 5162 pacientes reclutados en los estudios internacionales de 52 semanas de duración [Estudios 1 y 2] fueron sujetos de sexo masculino (73%), de raza blanca (71%) o asiática (25%), con una edad promedio de 64 años. El FEV₁ post-broncodilatador medio fue 1,37 L (GOLD 2 [50 %], GOLD 3 [39 %], GOLD 4 [11 %]). La respuesta media a los agonistas β_2 fue 16,6 % del valor basal (0,171 L). Las medicaciones pulmonares permitidas como terapia concomitante incluyeron esteroides inhalables [47 %] y xantinas [10 %].

El estudio de 6 semanas [Estudio 3] fue llevado a cabo en Europa y en América del Norte. La mayoría de los 219 pacientes reclutados fueron sujetos de sexo masculino (59 %) y de raza blanca (99 %), con una edad promedio de 61,1 años. El FEV₁ post-broncodilatador medio fue 1,55 L (GOLD 2 [64 %], GOLD 3 [34 %], GOLD 4 [2 %]). La respuesta media a los agonistas β_2 fue 15,9% del valor basal (0,193 L). Las medicaciones pulmonares permitidas como terapia concomitante incluyeron esteroides inhalables [41%] y xantinas [4%].

Función pulmonar

En los estudios de 52 semanas, SPIOLTO RESPIMAT, administrado una vez al día por la mañana, brindó una clara mejoría en la función pulmonar dentro de los 5 minutos posteriores a la primera dosis, en comparación con tiotropio 5 microgramos (aumento medio del FEV₁ de 0,137 L para SPIOLTO RESPIMAT frente a 0,058 L para tiotropio 5 microgramos [$p < 0,0001$] y 0,125 L para olodaterol 5 microgramos [$p = 0,16$]). En los dos estudios se observaron mejorías significativas en la respuesta de AUC_{0-3h} de FEV₁ y en la respuesta de valor valle de FEV₁ al cabo de 24 semanas (criterios de valoración primarios de función pulmonar) para SPIOLTO RESPIMAT en comparación con tiotropio 5 microgramos y olodaterol 5 microgramos (Tabla 1).

Tabla 1 Diferencia en respuesta de AUC_{0-3h} de FEV₁ y respuesta de valor valle de FEV₁ para SPIOLTO RESPIMAT en comparación con tiotropio 5 microgramos y olodaterol 5 microgramos al cabo de 24 semanas (Estudios 1 y 2)

| | Respuesta de AUC _{0-3h} de FEV ₁ | Respuesta de FEV ₁ valle |
|--|--|-------------------------------------|
|--|--|-------------------------------------|

| | Estudio 1 | | Estudio 2 | | Estudio 1 | | Estudio 2 | |
|-------------------------------------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|
| | n | Media | N | Media | n | Media | n | Media |
| SPIOLTO RESPIMAT versus | 522 | -- | 502 | -- | 521 | -- | 497 | -- |
| Tiotropio 5 microgramos | 526 | 0,117 L | 500 | 0,103 L | 520 | 0,071 L | 498 | 0,050 L |
| Olodaterol 5 microgramos | 525 | 0,123 L | 507 | 0,132 L | 519 | 0,082 L | 503 | 0,088 L |

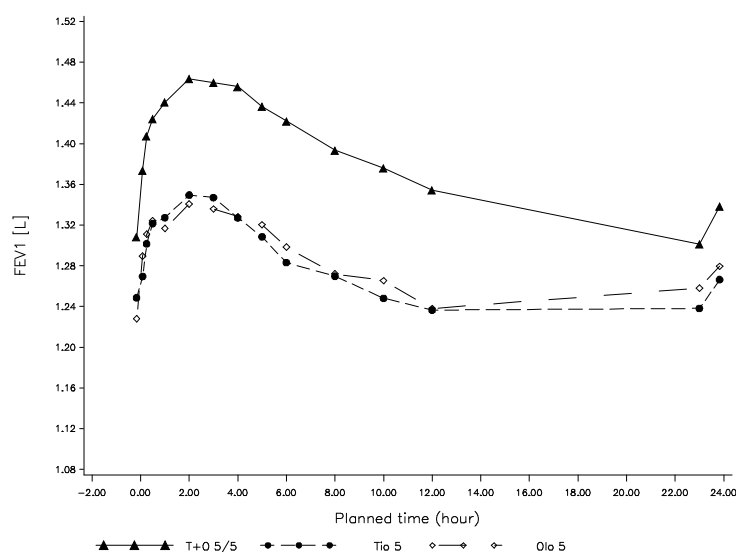
Valor basal de FEV₁ previo al tratamiento: Estudio 1 = 1,16 L; Estudio 2 = 1,15 L

$p \leq 0,0001$ para todas las comparaciones

Los mayores efectos broncodilatadores observados con SPIOLTO RESPIMAT en comparación con tiotropio 5 microgramos y olodaterol 5 microgramos se mantuvieron a lo largo de todo el período de tratamiento de 52 semanas. SPIOLTO RESPIMAT también mejoró los valores matutinos y vespertinos de la tasa de flujo espiratorio máximo (*peak expiratory flow rate*, PEFR) en comparación con tiotropio 5 microgramos y olodaterol 5 microgramos según lo determinado sobre la base de los registros diarios de los pacientes.

En el subconjunto de pacientes que completaron las mediciones de función pulmonar extendidas hasta las 12 horas post-dosis, SPIOLTO RESPIMAT evidenció una respuesta de FEV₁ significativamente mayor en comparación con tiotropio 5 microgramos y olodaterol 5 microgramos a lo largo de todo el intervalo de dosis de 24 horas (Figura 1, Tabla 2).

Figura 1 Perfil de FEV₁ para SPIOLTO RESPIMAT, tiotropio 5 microgramos y olodaterol 5 microgramos a lo largo de un intervalo de dosis ininterrumpido de 24 horas al cabo de 24 semanas (subconjunto de PFT de 12 horas de los Estudios 1 y 2; conjunto de datos combinados)



Referencias de la Figura 1:

Planned time (hour): Momento programado (hora)

Tabla 2 Diferencia en FEV₁ para SPIOLTO RESPIMAT en comparación con tiotropio 5 microgramos y olodaterol 5 microgramos a lo largo de un intervalo de dosis ininterrumpido de 24 horas al cabo de 24 semanas (subconjunto de PFT de 12 horas de los Estudios 1 y 2; conjunto de datos combinados)

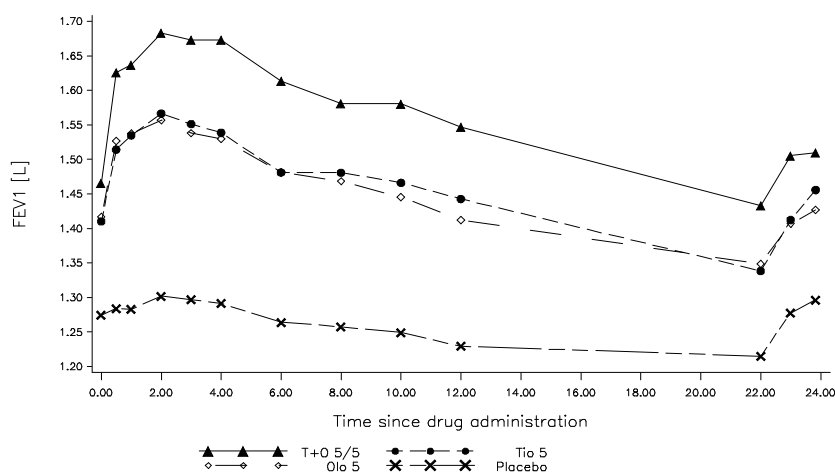
| | n | Promedio 12 horas | Promedio 24 horas |
|---------------------------------|-----|----------------------|----------------------|
| SPIOLTO RESPIMAT versus | 167 | | |
| Tiotropio 5 microgramos | 160 | 0,123 | 0,106 |
| Olodaterol 5 microgramos | 194 | 0,118 | 0,098 |

¹ FEV₁ basal previo al tratamiento = 1,17 L

p < 0,0001 para todas las comparaciones

En el estudio de 6 semanas, SPIOLTO RESPIMAT evidenció una respuesta de FEV₁ significativamente mayor en comparación con tiotropio 5 microgramos, olodaterol 5 microgramos y placebo a lo largo de todo el intervalo de dosis de 24 horas (Figura 2, Tabla 3).

Figura 2 Perfil de FEV₁ para SPIOLTO RESPIMAT, tiotropio 5 microgramos, olodaterol 5 microgramos y placebo a lo largo de un intervalo de dosis ininterrumpido de 24 horas al cabo de 6 semanas (Estudio 3)



Referencias de la Figura 2:

Time since drug administration: Tiempo desde la administración del medicamento

Tabla 3 Diferencia en FEV₁ (L) para SPIOLTO RESPIMAT en comparación con tiotropio 5 microgramos, olodaterol 5 microgramos y placebo a lo largo de un intervalo de dosis ininterrumpido de 24 horas al cabo de 6 semanas (Estudio 3)

| | n | 3 horas promedio | n | 12 horas promedio | 24 horas promedio ¹ | Valle |
|---------------------------------|-----|------------------|-----|-------------------|--------------------------------|-------|
| SPIOLTO RESPIMAT versus | 138 | | 138 | | | |
| Tiotropio 5 microgramos | 137 | 0,109 | 135 | 0,119 | 0,110 | 0,079 |
| Olodaterol 5 microgramos | 138 | 0,109 | 136 | 0,126 | 0,115 | 0,092 |
| Placebo | 135 | 0,325 | 132 | 0,319 | 0,280 | 0,207 |

Valor basal de FEV₁ previo al tratamiento = 1,30 L

¹Criterio de valoración primario

p < 0,0001 para todas las comparaciones

Calidad de vida relacionada con la salud

Al cabo de 24 semanas, SPIOLTO RESPIMAT mejoró significativamente la media del puntaje total de SGRQ en comparación con tiotropio 5 microgramos y olodaterol 5 microgramos (Tabla 4); las mejorías se observaron en todos los dominios del SGRQ. Un mayor número de pacientes tratados con SPIOLTO RESPIMAT tuvo una mejoría clínicamente significativa en el puntaje total de SGRQ (Diferencia Mínima Clínicamente Significativa: MCID, definido como una reducción de al menos 4 unidades respecto del nivel basal), en comparación con tiotropio 5 microgramos (57,5 % frente a 48,7 % , p = 0,0001) y olodaterol 5 microgramos (57,5 % frente a 44,8 % , p < 0,0001).

Tabla 4: Puntaje total del SGRQ y puntajes de los dominios al cabo de 24 semanas de tratamiento

| | | n | Media del tratamiento (cambio respecto del nivel basal) | Diferencia respecto de SPIOLTO RESPIMAT |
|---------------|--------------------------|-----|--|---|
| | | | | Media (valor p) |
| Puntaje total | Nivel basal | | 43,5 | |
| | SPIOLTO RESPIMAT | 979 | 36,7 (-6,8) | |
| | Tiotropio 5 microgramos | 954 | 37,9 (-5,6) | -1,23 (p=0,025) |
| | Olodaterol 5 microgramos | 954 | 38,4 (-5,1) | -1,69 (p=0,002) |
| | | | | |
| Síntomas | Nivel basal | | 51,9 | |
| | SPIOLTO RESPIMAT | 982 | 42,6 | |
| | Tiotropio 5 microgramos | 957 | 45,5 | -2,94 (p=0,0008) |
| | Olodaterol 5 microgramos | 958 | 45,0 | -2,48 (p=0,0046) |
| | | | | |
| Actividades | Nivel basal | | 58,0 | |
| | SPIOLTO RESPIMAT | 981 | 51,9 | |
| | Tiotropio 5 microgramos | 959 | 53,2 | -1,34 (p=0,052) |
| | Olodaterol 5 microgramos | 958 | 54,0 | -2,11 (p=0,002) |
| | | | | |
| Impacto | Nivel basal | | 32,6 | |
| | SPIOLTO RESPIMAT | 983 | 26,1 | |
| | Tiotropio 5 microgramos | 960 | 26,8 | -0,67 (p=0,283) |
| | Olodaterol 5 microgramos | 959 | 27,2 | -1,11 (p=0,075) |
| | | | | |

Disnea

Al cabo de 24 semanas, SPIOLTO RESPIMAT mejoró significativamente la media del puntaje focal de TDI en comparación con tiotropio 5 microgramos y olodaterol 5 microgramos (Tabla 5). Un mayor número de pacientes tratados con SPIOLTO RESPIMAT tuvo una mejoría clínicamente significativa en el puntaje focal de TDI (MCID, definido como un valor de al menos 1 unidad), en comparación con tiotropio 5 microgramos (54,9% frente a 50,6% , p = 0,0546) y olodaterol 5 microgramos (54,9 % frente a 48,2 % , p = 0,0026).

Tabla 5: Puntaje focal de TDI luego de 24 semanas de tratamiento

| | n | Media del tratamiento | Diferencia respecto de SPIOLTO RESPIMAT |
|--------------------------|-----|-----------------------|---|
| | | | Media (valor p) |
| SPIOLTO RESPIMAT | 992 | 1,98 | |
| Tiotropio 5 microgramos | 978 | 1,63 | 0,36 (p = 0,008) |
| Olodaterol 5 microgramos | 984 | 1,56 | 0,42 (p = 0,002) |

Uso de medicación de rescate

Los pacientes tratados con SPIOLTO RESPIMAT tuvieron un menor uso diurno y nocturno de terapia de rescate de salbutamol en comparación con los pacientes tratados con tiotropio 5 microgramos y olodaterol 5 microgramos.

Calificación general del paciente

Los pacientes tratados con SPIOLTO RESPIMAT percibieron una mayor mejoría en su afección respiratoria en comparación con tiotropio 5 microgramos y olodaterol 5 microgramos, según lo medido por la escala de Calificación General del Paciente (*Patient's Global Rating*, PGR).

Exacerbaciones

Ya se había demostrado anteriormente que tiotropio 5 microgramos ofrece una reducción estadísticamente significativa en el riesgo de una exacerbación de la EPOC en comparación con el placebo. El criterio de valoración de exacerbaciones de la EPOC fue incluido como un criterio de evaluación adicional en los estudios pivote de 52 semanas (Estudios 1 y 2). En el conjunto de datos combinados, la proporción de pacientes que tuvieron una exacerbación moderada/severa de la EPOC fue 27,7 % para SPIOLTO RESPIMAT y 28,8 % para tiotropio 5 microgramos.

Capacidad inspiratoria, molestia respiratoria y resistencia al ejercicio

El efecto de SPIOLTO RESPIMAT sobre la capacidad inspiratoria, la molestia respiratoria y la resistencia al ejercicio limitada por síntomas fue investigado en tres estudios randomizados de diseño doble ciego en pacientes con EPOC:

- (i) dos estudios replicados de diseño cruzado de 6 semanas en los cuales se comparó SPIOLTO RESPIMAT con tiotropio 5 microgramos, olodaterol 5 microgramos y placebo durante una sesión de cicloergometría con carga de trabajo constante (450 recibieron SPIOLTO RESPIMAT) [Estudios 4 y 5]
- (ii) un estudio de grupos paralelos de 12 semanas en el cual se comparó SPIOLTO RESPIMAT con placebo durante una sesión de cicloergometría con carga de trabajo constante (139 recibieron SPIOLTO RESPIMAT) y una sesión de caminata a velocidad constante (subconjunto de pacientes) [Estudio 6]

SPIOLTO RESPIMAT mejoró significativamente la capacidad inspiratoria en comparación con tiotropio 5 microgramos, olodaterol 5 microgramos y placebo al cabo de 6 semanas (Estudios 4 y 5; Tabla 6) y en comparación con el placebo luego de 12 semanas (0,234 L, $p < 0,0001$; Estudio 6).

Tabla 6 Diferencia en capacidad inspiratoria (*inspiratory capacity*, IC) en reposo (L) para SPIOLTO RESPIMAT en comparación con tiotropio 5 microgramos, olodaterol 5 microgramos y placebo luego de 6 semanas (Estudios 4 y 5)

| | n | Estudio 4 ¹ | N | Estudio 5 ² |
|---------------------------------|-----|------------------------|-----|------------------------|
| SPIOLTO RESPIMAT versus | 219 | | 218 | |
| Tiotropio 5 microgramos | 213 | 0,114 ($p < 0,0001$) | 208 | 0,088 ($p = 0,0005$) |
| Olodaterol 5 microgramos | 214 | 0,119 ($p < 0,0001$) | 208 | 0,080 ($p = 0,0015$) |
| Placebo | 211 | 0,244 ($p < 0,0001$) | 202 | 0,265 ($p < 0,0001$) |

¹Nivel basal previo al tratamiento: 2,53 L

²Nivel basal previo al tratamiento: 2,59 L

En los Estudios 4 y 5, SPIOLTO RESPIMAT mejoró el tiempo de resistencia durante una sesión de cicloergometría con carga de trabajo constante en un 20,9 % y un 13,4 % en comparación con el placebo (Tabla 7). En el Estudio 6, SPIOLTO RESPIMAT mejoró el tiempo de resistencia durante una sesión de cicloergometría con carga de trabajo constante en un 12,6 % luego de la primera dosis (en un subconjunto de pacientes), en un 22,9 % luego de 6 semanas y en un 13,8 % luego de 12 semanas en comparación con el placebo, e incrementó en tiempo de resistencia durante una sesión de caminata a velocidad constante (en un subconjunto de pacientes) en un 20,6 % luego de 6 semanas y en un 20,9 % luego de 12 semanas en comparación con el placebo (Tabla 8).

Tabla 7 Medias geométricas del tiempo de resistencia durante una ergometría de cicloergometría con carga de trabajo constante para SPIOLTO RESPIMAT en comparación con el placebo luego de 6 semanas (Estudios 4 y 5)

| | n | Estudio 4 ¹ | n | Estudio 5 ² |
|-------------------------|-----|------------------------|-----|------------------------|
| SPIOLTO RESPIMAT | 212 | 454,1 | 216 | 465,7 |
| Placebo | 209 | 375,5 | 205 | 410,8 |
| Razón | | 1,209 (p < 0,0001) | | 1,134 (p < 0,0001) |

¹ Nivel basal previo al tratamiento: 460,0 seg

² Nivel basal previo al tratamiento: 434,3 seg

Tabla 8 Medias geométricas del tiempo de resistencia (seg) durante una sesión de cicloergometría con carga de trabajo constante y una sesión de caminata a una velocidad constante para SPIOLTO RESPIMAT en comparación con el placebo después de la primera dosis y luego de 6 y 12 semanas (Estudio 6)

| | Cicloergometría | | | | | Caminata | | |
|-------------------------|-----------------|----------------------------|-----|------------------------|---------------------------|----------|------------------------|---------------------------|
| | n | Primera dosis ¹ | n | 6 semanas ² | 12 semanas ^{2,3} | n | 6 semanas ⁴ | 12 semanas ^{4,5} |
| SPIOLTO RESPIMAT | 80 | 538,8 | 135 | 525,6 | 527,5 | 59 | 376,2 | 376,4 |
| Placebo | 77 | 478,6 | 121 | 427,7 | 463,6 | 50 | 312,0 | 311,4 |
| Razón | | 1,126 (p=0,025) | | 1,229 (p=0,0002) | 1,138 (p=0,021) | | 1,206 (p=0,058) | 1,209 (p=0,055) |

¹ Nivel basal previo al tratamiento: 461,5 seg

² Nivel basal previo al tratamiento: 443,0 seg; ³ criterio de valoración primario

⁴ Nivel basal previo al tratamiento: 311,2 seg; ⁵ criterio de valoración secundario clave

En los Estudios 4 y 5, SPIOLTO RESPIMAT redujo la pendiente de la dificultad respiratoria durante la sesión de cicloergometría con carga de trabajo constante en comparación con el placebo (p < 0,0005; Tabla 9).

Tabla 9 Pendiente de molestia respiratoria (unidades Borg/seg) durante una cicloergometría con carga de trabajo constante para SPIOLTO RESPIMAT en comparación con el placebo luego de 6 semanas (Estudios 4 y 5)

| | n | Estudio 4 ¹ | n | Estudio 5 ² |
|-------------------------|-----|------------------------|-----|------------------------|
| SPIOLTO RESPIMAT | 212 | 0,016 | 216 | 0,015 |
| Placebo | 209 | 0,018 | 205 | 0,018 |
| Diferencia | | -0,003 (p=0,0004) | | -0,003 (p<0,0001) |

¹ Nivel basal previo al tratamiento: 0,015 unidades Borg/seg

² Nivel basal previo al tratamiento: 0,016 unidades Borg/seg

FARMACOCINÉTICA

Cuando el tiotropio y el olodaterol se administraron en combinación por vía inhalatoria, los parámetros farmacocinéticos de cada componente fueron similares a los observados cuando cada principio activo se administró por separado [40,41].

El tiotropio y el olodaterol evidencian una farmacocinética lineal dentro del rango terapéutico [42-48]. Con la administración repetida por vía inhalatoria en un régimen de una dosis al día, el estado de equilibrio dinámico del tiotropio se alcanza para el día 7 [49]. El estado de equilibrio de olodaterol se logra al cabo de 8 días tras la

administración una vez al día por vía inhalatoria, y la acumulación es de hasta 1,8 veces en comparación con una dosis única [43,50,51].

Absorción

Tiotropio: Los datos de excreción urinaria obtenidos de voluntarios sanos jóvenes sugieren que aproximadamente el 33 % de la dosis inhalada mediante el inhalador RESPIMAT llega a la circulación sistémica [21]. La biodisponibilidad absoluta de una solución administrada por vía oral fue del 2–3 % [52]. Las concentraciones plasmáticas máximas del tiotropio se observan 5-7 minutos después de la inhalación mediante el dispositivo RESPIMAT [44].

Olodaterol: En los voluntarios sanos, para la biodisponibilidad absoluta de olodaterol luego de la inhalación se estimó un valor de aproximadamente 30 % [42,53], mientras que la biodisponibilidad absoluta fue inferior al 1 % cuando el fármaco se administró como una solución oral [53]. Las concentraciones plasmáticas máximas de olodaterol generalmente se alcanzan 10 a 20 minutos después de la inhalación del fármaco mediante el dispositivo RESPIMAT.

Distribución

El *tiotropio* tiene un grado de unión a las proteínas plasmáticas del 72 % [54] y presenta un volumen de distribución de 32 L/kg [52]. Los estudios en ratas demostraron que el tiotropio no penetra la barrera hematoencefálica en un grado relevante [55,56].

El *olodaterol* tiene un grado de unión a las proteínas plasmáticas de aproximadamente un 60 % [57,58] y presenta un volumen de distribución de 1110 L [53].

Biotransformación

Tiotropio: El grado de metabolismo es reducido. Esto se evidencia por el hecho de que el 74 % de una dosis intravenosa se excreta en la orina como fármaco inalterado [52]. El éster tiotropio experimenta una escisión no enzimática [59] con la consecuente transformación en su componente alcohol y ácido (N-metilescopina y ácido ditienilglicólico, respectivamente), ninguno de los cuales se une a los receptores muscarínicos [24]. Los experimentos *in vitro* con microsomas hepáticos humanos y hepatocitos humanos [60,61] sugieren que otra fracción del fármaco (< 20 % de la dosis tras la administración intravenosa) es metabolizada por un proceso de oxidación dependiente de la vía del citocromo P450 (CYP) 2D6 y 3A4 y posterior conjugación con glutatión con la consecuente formación de diversos metabolitos de fase II [60].

El *olodaterol* es metabolizado principalmente por glucuronidación directa y por O-desmetilación en la fracción metoxi, seguidas de conjugación [62]. De los seis metabolitos identificados, sólo el producto de desmetilación no conjugado (SOM 1522) se une a los receptores β_2 [63,65]; este metabolito, sin embargo, no es detectable en el plasma tras la inhalación crónica de la dosis terapéutica recomendada o bien de dosis hasta 4 veces más altas que la dosis terapéutica recomendada. Las isoenzimas CYP2C9 y CYP2C8 del citocromo P450, con una contribución insignificante de CYP3A4, están involucradas en la O-desmetilación de olodaterol [66], mientras que, según se ha comprobado, las isoformas uridina difosfato glucosil transferasas UGT2B7, UGT1A1, 1A7 y 1A9 están involucradas en la formación de los conjugados glucurónidos del olodaterol [67].

Eliminación

Tiotropio: Cuando se administra por vía intravenosa, el tiotropio se excreta mayormente inalterado en la orina (74 %) [52]. El clearance total en los voluntarios sanos es 880 ml/min [52]. Tras la inhalación en pacientes con EPOC hasta alcanzar el estado de equilibrio dinámico, la excreción urinaria es del 18,6 % de la dosis [41]; el resto del fármaco básicamente no experimenta absorción a nivel intestinal y se elimina a través de las heces. El clearance renal del tiotropio es superior a la tasa de filtración glomerular, lo cual indica una excreción activa en la orina. La semivida efectiva del tiotropio tras la inhalación en pacientes con EPOC se ubica en el rango de 27 a 45 horas [68].

Olodaterol: El clearance total del olodaterol en los voluntarios sanos es 872 ml/min, y el clearance renal es 173 ml/min [53]. La semivida terminal tras la administración intravenosa es de 22 horas [53]. En contraste, la

semivida terminal luego de la inhalación es de aproximadamente 45 horas [50], lo cual indica que este último parámetro está determinado por la absorción más que por los procesos de eliminación.

Luego de la administración intravenosa de olodaterol radiomarcado con [^{14}C], el 38 % de la dosis radioactiva se recuperó en la orina y el 53 % se recuperó en las heces. La cantidad de olodaterol inalterado que se recuperó en la orina tras la administración intravenosa fue del 19 %. Luego de la administración por vía oral, sólo el 9 % de la radioactividad se recuperó en la orina, mientras que la mayor parte se recuperó en las heces (84 %). Más del 90 % de la dosis se excretó dentro de los 6 días y los 5 días subsiguientes a la administración por vía intravenosa y oral, respectivamente [53]. Tras la inhalación, la excreción de olodaterol inalterado en la orina dentro del intervalo de dosis en los sujetos voluntarios en estado de equilibrio dinámico representó el 5-7 % de la dosis [50].

Características en los pacientes

Tiotropio: Como es de esperar para todos los fármacos cuya excreción se produce predominantemente por vía renal, el incremento de la edad estuvo asociado con una disminución del clearance renal del tiotropio de 347 ml/min, en los pacientes con EPOC < 65 años de edad, a 275 ml/min, en los pacientes con EPOC \geq 65 años de edad [13,15]. Esto no se tradujo en un consecuente incremento de los valores de $\text{AUC}_{0-6,ss}$ ni de $\text{C}_{\text{max},ss}$ [44].

Olodaterol: Un metaanálisis de farmacocinética realizado en base a datos de 2 estudios clínicos controlados que incluyeron 405 pacientes con EPOC y 296 pacientes con asma [69] indicó que no es necesario ningún ajuste de la dosis en función de los efectos de la edad, el sexo o el peso corporal sobre la exposición sistémica a olodaterol.

La comparación de los datos de farmacocinética dentro de un mismo estudio y entre los diversos estudios realizados con olodaterol reveló una tendencia hacia una mayor exposición sistémica en los japoneses y otros asiáticos que en los caucásicos [42,43,50,70-76].

No se ha identificado ninguna inquietud en torno a la seguridad del fármaco en estudios clínicos con olodaterol en caucásicos y asiáticos de hasta un año de duración realizados con dosis de olodaterol de hasta el doble de la dosis terapéutica recomendada.

Insuficiencia renal

Tiotropio: Tras la administración de tiotropio en un régimen de una dosis diaria mediante inhalación hasta alcanzar el estado de equilibrio dinámico en pacientes con EPOC, en presencia de un deterioro leve de la función renal (CL_{CR} 50-80 ml/min), se observaron valores ligeramente más altos de $\text{AUC}_{0-6,ss}$ (entre 1,8 % y 30 % más altos) y valores de $\text{C}_{\text{max},ss}$ similares en comparación con los pacientes con función renal normal ($\text{CL}_{\text{CR}} > 80$ ml/min [44]). En sujetos con insuficiencia renal moderada a severa ($\text{CL}_{\text{CR}} < 50$ ml/min), la administración por vía intravenosa de tiotropio se tradujo en una exposición total dos veces más alta (AUC_{0-4h} un 82 % más alto y C_{max} un 52 % más alto [5]) en comparación con los sujetos con función renal normal, lo cual fue confirmado por observaciones realizadas tras la inhalación del polvo seco [7].

Olodaterol: En los sujetos con insuficiencia renal severa ($\text{CL}_{\text{CR}} < 30$ ml/min) [77], la exposición sistémica al olodaterol se vio incrementada a razón de un promedio de 1,4 veces. La magnitud del incremento de la exposición no plantea ninguna inquietud en torno a la seguridad en vista de la experiencia que existe en relación con el tratamiento con olodaterol en estudios clínicos durante un lapso de hasta un año en dosis hasta dos veces más altas que la dosis terapéutica recomendada.

Insuficiencia hepática

Tiotropio: No se prevé que la insuficiencia hepática tenga ninguna incidencia importante sobre la farmacocinética del tiotropio. El tiotropio se depura predominantemente por eliminación renal (un 74 % en los voluntarios jóvenes sanos [52]) y mediante escisión simple no enzimática del éster con consiguiente formación de productos farmacológicamente inactivos.

Olodaterol: La exposición sistémica a olodaterol no resultó afectada en los sujetos con insuficiencia hepática leve y moderada [3]. El efecto de la insuficiencia hepática severa sobre la exposición sistémica al olodaterol no ha sido investigado.

Interacciones medicamentosas

Olodaterol: Los estudios de interacciones medicamentosas fueron llevados a cabo utilizando fluconazol como inhibidor modelo de la CYP 2C9 y utilizando ketoconazol como un inhibidor potente de la P-gp y la CYP.

Fluconazol [78]: La co-administración de 400 mg de fluconazol una vez al día durante 14 días no ejerció ningún efecto relevante sobre la exposición sistémica al olodaterol.

Ketoconazol [79]: La co-administración de 400 mg de ketoconazol una vez al día durante 14 días incrementó el C_{max} y el AUC_{01} de olodaterol en un 66 % y un 68 %, respectivamente.

TOXICOLOGÍA

Tiotropio + Olodaterol

Toxicidad de dosis únicas

Para la combinación de tiotropio + olodaterol se han realizado estudios de toxicidad de dosis únicas tras la administración por vía inhalatoria para tres relaciones de dosis en ratones y ratas, los cuales revelaron un nivel de toxicidad aguda bajo. En los ratones, las dosis letal aproximadas (*approximate lethal doses*, ALD) fueron 34,8+36,6 mg/kg para tiotropio+olodaterol en la proporción de 1:1 [80]. En las ratas, no se produjeron muertes; por lo tanto, los valores de ALD fueron >17,9+18,8 mg/kg para tiotropio/olodaterol en la proporción de 1:1 [81].

Toxicidad de las dosis repetidas

Se llevaron a cabo estudios de toxicidad de dosis repetidas administradas por vía inhalatoria para la combinación de tiotropio+olodaterol en ratas (4 semanas) y en perros (hasta 13 semanas) con diferentes proporciones de dosis. En los estudios de 13 semanas en perros, la evolución del peso corporal, los signos clínicos, los cambios del sistema cardiovascular y de las respectivas actividades enzimáticas, así como también la patología macroscópica y microscópica, fueron los efectos característicos de los anticolinérgicos y los agonistas β_2 . En los estudios de toxicidad de 13 semanas realizados con la relación de dosis de 1:1 de tiotropio/olodaterol, los niveles sin efectos adversos observados (*no observed adverse effect levels*, NOAEL) fueron 14+16 microgramos/kg/día [82].

Toxicidad para la reproducción

No se han realizado estudios de toxicidad reproductiva para esta combinación.

Tiotropio:

En los estudios de reproducción en conejos y ratas, sólo fue posible demostrar efectos nocivos en relación con el embarazo, el desarrollo embrionario, el parto o el desarrollo posnatal con los niveles de dosis que implican toxicidad materna [83]. En un estudio general de reproducción y fertilidad en ratas, no hubo ningún indicio de efectos adversos sobre la fertilidad ni sobre el desempeño de apareamiento en los animales progenitores tratados, como tampoco en su descendencia, con ninguno de los niveles de dosis. [84]

Olodaterol:

En las ratas, no se produjeron efectos teratogénicos tras la inhalación con dosis de 1054 microgramos/kg/día (> 2600 veces la exposición humana ($AUC_{(0-24h)}$) con la dosis de 5 microgramos). En conejas NZW hembra, una dosis inhalable de 2489 microgramos/kg/día (aproximadamente 7130 veces la exposición humana con 5 microgramos sobre la base del $AUC_{(0-24)}$) de olodaterol evidenció la toxicidad fetal que característicamente se produce como consecuencia de la estimulación de los adrenorreceptores beta; las manifestaciones de dicha toxicidad incluyeron osificaciones irregulares, huesos cortos/curvos, apertura ocular incompleta, paladar hendido y anomalías cardiovasculares. No se produjeron efectos significativos con una dosis de

974 microgramos/kg (aproximadamente 1353 veces la dosis de 5 microgramos sobre la base del $AUC_{(0-24h)}$) [87]. No se observó ningún deterioro de la fertilidad masculina o femenina ni del desarrollo embrionario temprano en las ratas con dosis inhalables de hasta 3068 microgramos/kg (valor éste aproximadamente 2332 veces más alto que la dosis de 5 mg sobre la base del $AUC_{(0-24 h)}$) [87].

No se observó ningún efecto sobre el apareamiento, la fertilidad ni la conservación de las implantaciones con vida hasta el Día 14/15/16 de gestación en las ratas del grupo F1 con dosis inhaladas de hasta 3665 microgramos/kg/día (aproximadamente 2332 veces la dosis de 5 mg sobre la base del $AUC_{(0-24h)}$) [87].

Genotoxicidad

La mutagenicidad *in vitro* para el tiotropio o para el olodaterol solos no indicó ningún potencial genotóxico [83,87]. En la prueba de micronúcleo de médula ósea de rata *in vivo*, tras la inhalación en niveles de dosis de hasta 2266+2174 microgramos/kg/día de tiotropio+olodaterol durante 4 semanas (proporción de dosis de 1:1), la combinación no evidenció potencial genotóxico alguno [88].

Carcinogenicidad

No se han realizado estudios de carcinogenicidad para esta combinación.

Tiotropio:

El tiotropio no evidenció ningún potencial carcinogénico en los respectivos estudios realizados en ratones y ratas [83].

Olodaterol:

El tratamiento de las ratas durante su lapso vital indujo la formación de leiomiomas del mesovario específicos de la clase y de los roedores con exposiciones que fueron aproximadamente 2235 veces y 715 veces más altas que la exposición lograda con la dosis de 5 microgramos (sobre la exposición sistémica). El tratamiento de ratones durante su lapso vital indujo la formación de tumores de la musculatura lisa específicos de la clase y de los roedores (leiomiomas, leiomiomasarcomas) del útero e incidencias de hiperplasia focal de estroma del cordón sexual e hiperplasia focal lútea en los ovarios con exposiciones aproximadamente 477 a 3596 veces más altas que la exposición lograda con la dosis de 5 microgramos (en la exposición sistémica), lo cual también es considerado específico de la clase y de los roedores (múltiplos de exposición). Ninguno de estos dos estudios reveló evidencia alguna de riesgos relacionados con el olodaterol para los seres humanos en lo que respecta a la carcinogenicidad o la toxicidad crónica [87].

En la prueba de micronúcleo de médula ósea de ratas *in vivo* efectuada tras la exposición por inhalación (hasta aproximadamente 1092 veces la dosis de 5 microgramos sobre la base del $AUC_{(0-24h)}$) y las pruebas de mutagenicidad (prueba de Ames, prueba de linfoma de ratón) *in vitro*, olodaterol no evidenció ningún potencial genotóxico hasta niveles de dosis muy altos. Se observó una frecuencia incrementada de micronúcleos en las ratas tras la exposición i.v. en dosis de como mínimo 5500 veces la dosis de 5 microgramos sobre la base del $AUC_{(0-24h)}$, la cual podría estar relacionada con la potenciación de la eritropoyesis (compensatoria) que genera este fármaco.

CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO

Almacenar a no más de 25°C. Una vez que el cartucho se inserta en el inhalador RESPIMAT, es estable por 3 meses.

Boehringer Ingelheim GmbH

Referencias

1. Hamilton A, Tetzlaff K. Clinical Overview. (c01725963)
2. Kunz C. Summary of Clinical Pharmacology Studies. (c01735070)
3. Stephan F, Doreen L, Anna P, Tanja K. Pharmacokinetics, safety and tolerability of a single dose of BI 1744 CL (20 mcg administered with the Respimat Inhaler) in patients with mild and moderate hepatic impairment (Child Pugh classifications A and B) in comparison to a single dose of BI 1744 CL (30 mcg administered with the Respimat Inhaler) in subjects with normal hepatic function in a monocentric, open label, parallel group Phase I trial. (U10-2864-01)
4. Hamilton A, Tetzlaff K, Kunz C. Olodaterol Clinical Summary. (U12-3243-01)
5. Rost KL, Tuerck D, Feifel U, Wierich W. The pharmacokinetics, safety and tolerability of tiotropium (4.8 mcg, single i.v. dose) in outpatients with renal impairment in comparison to healthy subjects (open label, group comparison, two-centre study). (U00-1289)
6. Clinical Summary (CTD 2.7, Section 2.7.1 Summary of biopharmaceutical studies and associated analytical methods). (U05-1811)
7. Serby CW, Menjoge SS, Barrett S, Arnold PM. A multiple dose comparison of 18 mcg of Tiotropium inhalation capsules and placebo in a one-year, double-blind, safety and efficacy study in adults with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). (U99-3169)
8. Fenoterol (hydrobromide). In: Dollery C, editor. Therapeutic drugs. Edinburgh: Livingstone 1991;F23-F25. (P93-1727)
9. Sly RM. Adverse effects and complications of treatment with beta adrenergic agonist drugs. J Allergy Clin Immunol 1985. 75:443-449. (P85-1692)
10. Cuccurullo F. Mechanism of isoproterenol-induced angina pectoris in patients with obstructive hypertrophic cardiomyopathy and normal coronary arteries. Am J Cardiol 1987. 60(8):667-673. (R94-1033)
11. Newnham DM WNLBMD. Single dosing comparison of the relative cardiac beta1/beta2 activity of inhaled fenoterol and salbutamol in normal subjects. Thorax 1993. 48(6):656-658. (P93-1709)
12. Main EK MDGS. Chronic oral terbutaline tocolytic therapy is associated with maternal glucose intolerance. Am J Obstet Gynecol 1987. 157(3):644-647. (R94-1032)
13. Cornelissen PJG, Mueller A, Schaefer HG. A randomised, double-blind, double-dummy, placebo-controlled, crossover efficacy and safety comparison of 4-week treatment periods of two doses [5µg (2 actuations of 2.5µg) and 10µg (2 actuations of 5µg)] of tiotropium inhalation solution delivered by the Respimat inhaler, tiotropium inhalation powder capsule (18µg) delivered by the HandiHaler in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). [BI Trial 205.250]. (U04-2041)
14. Van Andel AE, Korducki L, Leon M. A randomised, double-blind, placebo-and active controlled, parallel group efficacy and safety comparison of 12-week treatment periods of two doses [5µg (2 actuations of 2.5µg) and 10µg (2 actuations of 5µg)] of tiotropium inhalation solution delivered by the Respimat inhaler, placebo and ipratropium bromide inhalation aerosol (MDI) in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD).Date: [BI Trial 205.252]. (U04-3343)
15. Cornelissen PJG, Mueller A, Schaefer HG. A randomised, double-blind, double-dummy, placebo-controlled, crossover efficacy and safety comparison of 4-week treatment periods of two doses [5µg (2 actuations of 2.5µg) and 10µg (2 actuations of 5µg)] of tiotropium inhalation solution delivered by the Respimat inhaler, tiotropium inhalation powder capsule (18µg) delivered by the HandiHaler in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). [BI Trial 205.249]. (U05-1949)
16. Towse LJ, Blatchford JP. A randomised, double-blind, placebo- controlled, parallel group efficacy and safety comparison of one-year treatment of two doses [5 µg (2 actuations of 2.5 µg) and 10 µg (2

actuations of 5 µg)] of tiotropium inhalation solution delivered by the Respimat inhaler in Patients with Chronic obstructive pulmonary disease (COPD). [BI Trial 205.254]. (U05-2112-01)

17. Towse LJ, Blatchford JP. A randomised, double-blind, placebo- controlled, parallel group efficacy and safety comparison of one-year treatment of two doses [5 µg (2 actuations of 2.5 µg) and 10 µg (2 actuations of 5 µg)] of tiotropium inhalation solution delivered by the Respimat inhaler in Patients with Chronic obstructive pulmonary disease (COPD). [BI Trial 205.255]. (U05-2113)
18. Nottbohm A. Clinical Overview; Spiriva Respimat, addition of asthma indication. (U13-1598-01)
19. Van Andel AE, Korducki L. A randomised, double-blind, placebo-and active controlled, parallel group efficacy and safety comparison of 12-week treatment periods of two doses [5µg (2 actuations of 2.5µg) and 10µg (2 actuations of 5µg)] of tiotropium inhalation solution delivered by the Respimat inhaler, placebo and ipratropium bromide inhalation aerosol (MDI) in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). [BI Trial 205.251]. (U04-3400)
20. Korducki L. Summary of Clinical Safety – Supplement. (c02155272)
21. Feifel U, Rominger KL, Neubacher D. A multiple increasing dose tolerance study after inhalant administration of 1x10 µg, 1x40µg and 1x80µg / 24 h of BA 679 BR BINEB for 14 days in healthy volunteers. (U97-2426)
22. Mauz A. Toxicology Tabulated Summary. (n00177173)
23. Speck GA, Wallenstein G, Wagner L. Tiotropium bromide and BEA 2108 CL, new long-acting anticholinergics exhibiting very slow dissociation kinetics from human muscarinic receptor subtypes. (U93-0225)
24. Speck GA, Wolf M. New mathematical model for the determination of the slow dissociation kinetics of the long acting antimuscarinics tiotropium bromide and BEA 2108 BR in comparison to ipratropium bromide from human muscarinic receptors. (U99-1004)
25. Disse B, Reichl R, Speck G, Traunecker W, Rominger KL, Hammer R. BA 679 BR, a novel long-acting anticholinergic bronchodilator. Life Sci 1993;52(5/6):537-44. (P93-0539)
26. Takahashi T, Belvisi MG, Patel H, Ward JK, Tadjkarimi S, Yacoub MH, et al. Effect of Ba 679 BR, a novel long-acting anticholinergic agent, on cholinergic neurotransmission in guinea pig and human airways. Am J Respir Crit Care Med 1994;150(6):1640-5. (P94-3014)
27. Haddad EB, Mak JC, Barnes PJ. Characterization of [3H]Ba 679 BR, a slowly dissociating muscarinic antagonist, in human lung: radioligand binding and autoradiographic mapping. Mol Pharmacol 1994;45(5):899-907. (P94-6623)
28. Bechtel WD, Ensinger H, Mierau J. Ba 679 BR: Biochemical characterization of Ba 679 BR in vitro. (U90-0561)
29. Reichl R, Muacevic G, Traunecker W, Peil H. Report on the bronchospasmolytic effect of the anticholinergic agent Ba 679 BR. (U91-0455)
30. Reichl R, Peil H. Protective effect of ipratropium bromide, Ba 679 BR and BEA 2108 BR after inhalation against acetylcholine induced collapse in conscious guinea pigs. (U94-0070)
31. Reichl R, Leimer I. Bronchoprotective effect and antagonism against Pilocarpine induced salivation of Ba 679 BR after single and repeated treatment in guinea pigs. (U94-0005)
32. Reichl R. Influence of repeated once daily inhalation of tiotropium bromide on lung function, lacrimation and heart rate in conscious dogs. (U99-1413)
33. Bouyssou T. Pharmacological characterization of olodaterol, a novel inhaled beta2-adrenoceptor agonist exerting a 24-hour-long duration of action in preclinical models. J Pharmacol Exp Ther 2010. 334(1):53-62. (P10-0776)

34. Ritzhaupt A, Ring A, Platz J, Koenen-Bergmann M. A double-blind, randomised, placebo controlled, three-way cross-over study with an open label positive control (moxifloxacin) to assess the influence of inhaled tiotropium once daily over twelve days on the QTC interval of the ECG in healthy male and female volunteers. 21 December 2005. (U05-2617)
35. Platz J, Pivovarova A, Feifel U, Troost J. A double-blind, randomised, placebo controlled, six-way crossover study including an open-label positive control (moxifloxacin) to assess the influence of via Respimat inhaled BI 1744 CL (single doses of 10 mcg, 20 mcg, 30 mcg and 50 mcg) on the QT/QTc interval of the ECG in healthy male and female volunteers. (U08-1543-02)
36. Dr WS, Dr SM, Lawrence K. Combined analysis of efficacy data obtained in the twin studies 1237.5 and 1237.6 - Randomised, double-blind, parallel group studies to assess the efficacy and safety of 52 weeks of once daily treatment of orally inhaled tiotropium + olodaterol fixed dose combination (2.5 mcg / 5 mcg; 5 mcg / 5 mcg) (delivered by the Respimat Inhaler) compared with the individual components (2.5 mcg and 5 mcg tiotropium, 5 mcg olodaterol) (delivered by the Respimat Inhaler) in patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) [TOnado™ 1 and TOnado™ 2]. (c01735218)
37. Hemani M, Dr BB, Dr YZ. A randomised, double-blind, placebo-controlled, parallel group study to determine the effect of 12 weeks treatment of orally inhaled tiotropium + olodaterol fixed dose combination (2.5 / 5 mcg, 5 / 5 mcg) delivered by the Respimat Inhaler, on exercise endurance time during constant work rate cycle ergometry in patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) [Torracto™]. (c01735246)
38. Dr WS, Dr SM, Lawrence K. A randomised, double-blind, parallel group study to assess the efficacy and safety of 52 weeks of once daily treatment of orally inhaled tiotropium + olodaterol fixed dose combination (2.5 mcg / 5 mcg; 5 mcg / 5 mcg) (delivered by the Respimat Inhaler) compared with the individual components (2.5 mcg and 5 mcg tiotropium, 5 mcg olodaterol) (delivered by the Respimat Inhaler) in patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) [TOnado™ 2]. (c01735249)
39. Dr WS, Dr SM, Lawrence K. Combined analysis of efficacy data obtained in the twin studies 1237.5 and 1237.6 - Randomised, double-blind, parallel group studies to assess the efficacy and safety of 52 weeks of once daily treatment of orally inhaled tiotropium + olodaterol fixed dose combination (2.5 mcg / 5 mcg; 5 mcg / 5 mcg) (delivered by the Respimat Inhaler) compared with the individual components (2.5 mcg and 5 mcg tiotropium, 5 mcg olodaterol) (delivered by the Respimat Inhaler) in patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) [TOnado™ 1 and TOnado™ 2]. (c02098902)
40. Dr WS, Dr MS, Dr CK, Dr Chih Lin (Carrie) Li. Randomised, double-blind, placebo-controlled, 6 treatment, 4 period, incomplete cross-over trial to characterise the 24-hour lung function profiles of tiotropium + olodaterol fixed dose combination (2.5/5 mcg, 5/5 mcg), tiotropium (2.5 mcg, 5 mcg) and olodaterol (5 mcg) (oral inhalation, delivered by the Respimat Inhaler) after 6 weeks once daily treatment in patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD) [VIVACITOTM]. (c02093555)
41. Formella S, Knerr T, Kunz C, Pivovarova A, Timmer W. A randomised, double-blind, 3-way crossover study to compare pharmacokinetics and safety of 10 µg BI 1744 CL plus 5 µg tiotropium bromide given as fixed dose combination via the Respimat Inhaler with the pharmacokinetics and the safety of the single agents, i.e. 10 µg BI 1744 CL and 5 µg tiotropium bromide, delivered via the Respimat Inhaler following 21 day treatment periods in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). (U09-1422-03)
42. Stephan F, Juliane P, Anna P. A randomised, double-blind, placebo-controlled (within dose groups) study to assess safety, tolerability and pharmacokinetics of single rising inhaled doses (0.5 mcg to 70 mcg administered with the Respimat) of BI 1744 CL in healthy male and female volunteers. (U06-1418-01)
43. Paul K, Larry K, Juliane P. Randomised, Double-Blind, Placebo-Controlled, Parallel Group Study to Assess the Efficacy and Safety of 4 Weeks of Once Daily Treatment of Orally Inhaled BI 1744 CL (2 mcg, 5 mcg, 10 mcg, 20 mcg) Delivered by the Respimat Inhaler in Patients with COPD. (U09-3125-01)

44. Towse L, Breithaupt-Groegler K, Peterkin V, Sharma A. A multicentre, randomised, placebo- and active-controlled, 5-way crossover trial to characterise the pharmacokinetics and evaluate the bronchodilator efficacy and safety of once-daily tiotropium delivered (double-blind) from the Respimat inhaler as solution for inhalation (1.25, 2.5, 5 µg or placebo) and as inhalation powder (18 µg) from the HandiHaler (open-label) after 4 week-treatment periods in patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD). (U13-1531)
45. Schilling JC, Rominger KL, Freund E. Tolerability and preliminary pharmacokinetics of Ba 679 BR after inhalation of single increasing doses (40-320 mcg) by healthy volunteers. (U93-0774)
46. Schilling JC, Rominger KL, Foerster HJ, Freund E, Peil H. BA 679 BR: tolerability and pharmacokinetics of BA 679 BR after inhalation of multiple doses of 80 mcg o.d. or 160 mcg o.d. BA 679 BR or placebo over 7 days by healthy volunteers. (U93-0939)
47. Schilling JC, Rominger KL, Foerster HJ, Freund E, Peil H. BA 679 BR: Tolerability and pharmacokinetics of BA 679 BR after inhalation of multiple doses of 10 mcg o.d. or 20 mcg o.d. or 40 mcg o.d. BA 679 BR over 14 days by healthy volunteers. (U93-0940)
48. Luik G, Leimer HG, Rominger KL. A controlled randomised and double blind increasing dose tolerance study after intravenous administration of BA 679 BR (dosage: 3 - 18 mcg) in male healthy volunteers. (U98-2282)
49. Puyal C, Leledy C. Pharmacodynamic and pharmacokinetic dose ranging study of tiotropium bromide administered via Respimat device in patients with chronic obstructive pulmonary disease (COPD). A randomised, 3-week multiple-dose, placebo controlled, intraformulation double-blind, parallel group study. (U00-0077)
50. Dr.S.Formella, Platz J, Pivovarov A. Safety, tolerability, pharmacokinetics and pharmacodynamics of multiple rising inhalative doses (2.5 mcg, 10 mcg, and 30 mcg) of BI 1744 CL for 14 days in healthy male and female volunteers (doubleblind, randomised, placebo controlled [at each dose level] study). (U07-2062)
51. Dr LH, Debbie J, Dr FW, Dr JP, Dr MW. Randomised, double-blind, placebo-controlled, parallel group study to assess the efficacy (bronchodilation) and safety of 4 weeks of once daily treatment of orally inhaled BI 1744 CL (2 mcg, 5 mcg, 10 mcg, 20_mcg) delivered by the Respimat inhaler in patients with asthma. (U09-1850-01)
52. Feifel U, Rominger KL, Neubacher D. Pharmacokinetics and bioavailability of Tiotropium after intravenous (14.4 mcg), oral (64 mcg) and inhalational (108 mcg) administration in healthy male volunteers (open, randomised, 3 parallel groups). (U99-1315)
53. Stephan F, Kerstin B, Juliane P, Anna P, Martina W. Investigation of the metabolism and pharmacokinetics of 20 mcg (calculated as free base) [14C]BI 1744 CL administered as a 3-hour infusion and 40 mcg (calculated as free base) [14C]BI 1744 CL administered as an oral solution. (U08-2268-01)
54. Sauer A. Protein binding of [3H]tiotropium in human plasma. (U99-1707)
55. Richter I. Whole-body autoradiographical investigations with Ba 679 BR in rats after intravenous, intratracheal and oral administration. (U90-0448)
56. Oiwa Y, Yokoyama K. Tissue distribution of 14C-BA 679 BR after intravenous administration to male rats. (U99-0210)
57. Muir J. Determination of the In Vitro Binding of [¹⁴C]BI 1744 CL to the Plasma Proteins and Blood Cells of Rat, Dog and Man Using Equilibrium Dialysis. (U04-1983)
58. Fuchs H. [14C]BI 1744 CL: Binding to proteins in mouse and rabbit plasma in vitro. (U06-1533)
59. Ludwig E, Ebner T. BA 679 BR: comparison of hydrolysis by plasma samples of various animal species and by human plasma. (U98-2865)

60. Ludwig-Schwellinger E, Lotz R, Ebner T. In vitro metabolism of Ba 679 BR: comparative investigations with human liver microsomes and liver microsomes of various animal species. (U99-1348)
61. Ludwig-Schwellinger E, Lotz R, Ebner T. Comparative in vitro investigations of Ba 679 BR in human and rat hepatocytes. (U99-1349)
62. Stefan B. Metabolism of BI 1744 in humans. (U09-1129-02)
63. Schnapp, Andreas. In vitro pharmacological characterization of CD 992 AC and BI 1003973 CL: Determination of agonistic potency and efficacy for the human beta 1 and beta 2 adrenoceptors using the accumulation of cAMP in CHO-K1 cells expressing the respective receptors as fuF3. (U06-2150-2)
64. Casarosa, Paola. In vitro pharmacological characterization of BI1743 CL, CD992 XX. (U10-1323-01)
65. Casarosa, Paola. In vitro pharmacological characterization of CD 12656. (U10-2582-01)
66. Eva L. Investigation of the human cytochrome P450 enzymes involved in the metabolism of [14C]BI 1744 CL. (U06-1439)
67. Ebner T. In vitro phase II metabolism of BI 1744. (U10-1331-01)
68. Sharma A. Metaanalysis of tiotropium noncompartmental pharmacokinetic parameters across various Tiotropium trials in COPD patients. (U13-2380-01)
69. Katja B, Larry K, Kathrin R, Michael B. Analysis of covariate effects on olodaterol pharmacokinetic parameters in patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease and Asthma from trials 1222.5 and 1222.6. (U10-2212-01)
70. Dr Piet JGC, Dr LW, Dr Mandy WA, Anna P, Dr JP. Randomised, Double-Blind, Placebo-Controlled, 5-Way Cross-Over Study to Assess the Efficacy and Safety of a Single Dose of Orally Inhaled BI 1744 CL (2 mcg, 5 mcg, 10 mcg, 20 mcg) in COPD Patients Followed by Open-Label BI 1744 CL (40 mcg). (U07-1743)
71. Keiko S, Toshiyasu I, Yusuke T, Myong-Ok P. A double-blind, randomised, placebo-controlled (within a dose group) study to evaluate safety, tolerability and pharmacokinetics of multiple rising inhalative doses (5 mcg, 10 mcg and 20 mcg) of BI 1744 CL for 14 days in healthy male volunteers. (U08-3758-01)
72. Ayako T, Toshiyasu I, Yusuke T, Atsuko H. Randomised, double-blind, placebo-controlled, parallel group study to assess the efficacy and safety of 4 weeks of once daily treatment of orally inhaled BI 1744 CL (2 mcg, 5 mcg, 10 mcg) delivered by the Respimat inhaler in Japanese patients with COPD. (U10-2537-01)
73. Lisa A, Naitee T, Christina K, Kyle S. Randomised, double-blind, placebo-controlled, parallel group study to assess the efficacy and safety of 48 weeks of once daily treatment of orally inhaled BI 1744 CL (5 mcg [2 actuations of 2.5 mcg] and 10 mcg [2 actuations of 5 mcg]) delivered by the Respimat inhaler, in patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD). (U10-3192-01)
74. Lisa A, Naitee T, Christina K, Dominic DB. Randomised, double-blind, placebo-controlled, parallel group study to assess the efficacy and safety of 48 weeks of once daily treatment of orally inhaled BI 1744 CL (5 mcg [2 actuations of 2.5 mcg] and 10 mcg [2 actuations of 5 mcg]) delivered by the Respimat inhaler, in patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD). (U10-3193-01)
75. Lorna H, Naitee T, Christina K, Hilary F. A randomised, double-blind, double-dummy, placebocontrolled, parallel group study to assess the efficacy and safety of 48 weeks of once daily treatment of orally inhaled BI 1744 CL (5 mcg [2 actuations of 2.5 mcg] and 10 mcg [2 actuations of 5 mcg]) delivered by the Respimat Inhaler, and 48 weeks of twice daily Foradil (12 mcg) delivered by the Aerolizer Inhaler, in patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD). (U10-3194-01)

76. Lorna H, Naitee T, Christina K, Mary LC. A randomised, double-blind, double-dummy, placebo-controlled, parallel group study to assess the efficacy and safety of 48 weeks of once daily treatment of orally inhaled BI 1744 CL (5 mcg [2 actuations of 2.5 mcg] and 10 mcg [2 actuations of 5 mcg]) delivered by the Respimat Inhaler, and 48 weeks of twice daily Foradil (12 mcg) delivered by the Aerolizer Inhaler, in patients with Chronic Obstructive Pulmonary Disease (COPD). (U10-3195-01)
77. Dr SF, Dr KB-G, Dr CK, Anna P. Pharmacokinetics, safety, and tolerability of single dose of BI 1744 CL (30 mcg administered with the Respimat[®]Inhaler) in patients with severe renal impairment in comparison to subjects with normal renal function in a monocentric, open-label, parallel-group Phase I trial. (U10-2081-01)
78. Dr VM, Dr DH, Dr KM, Anna P. Relative bioavailability of 10 mcg olodaterol (solution for inhalation administered with the Respimat) at steady state alone or in combination with multiple doses of 400 mg q.d. fluconazole (hard capsule) in healthy male and female volunteers (an open label, fixed sequence, Phase I study). (U10-3391-01)
79. Dr VM, Dr KB-G, Dr KM, Anna P. Relative bioavailability of 10 mcg olodaterol (solution for inhalation administered with the Respimat) at steady state alone or in combination with multiple doses of 400 mg q.d. ketoconazole (tablet) in healthy male and female volunteers (an open-label, fixed sequence, Phase I study). (U10-3390-01)
80. Kaegler M, Litz T. BI 1744 CL and tiotropium bromide (Ba 679 BR): Acute toxicity - Acute Toxic Class Method in mice by inhalation. (U06-1184)
81. Kaegler M, Litz T. BI 1744 CL and tiotropium bromide (Ba 679 BR): Acute toxicity - Acute Toxic Class Method in rats by inhalation. (U06-1182)
82. Kaegler M, Rosch A, Schmidbauer SM, Mueller S, Schuetze D, Wein M, et al. BI 1744 CL/tiotropium bromide -Ba 679 BR-: 13-week inhalation toxicity study in Beagle dogs with a 6-week recovery period. (U09-2249)
83. Johnson NF. Nonclinical overview Spiriva Respimat. (U05-2616)
84. Johnson NF. Expert report on the toxico-pharmacological (pre-clinical) documentation of tiotropium 18 mcg inhalation powder, hard capsules. (U00-1722)
85. Johnson NF. Expert report on the toxico-pharmacological (pre-clinical) documentation of tiotropium 18 mcg inhalation powder, hard capsules. (U00-1722)
86. Knox JG, Bannerman M, Parker CA, John DM, Hughes W, Gardner TS, et al. Ba 679 BR: A study of the effect by inhalation on fertility and general reproductive performance of the rat. (U93-0239)
87. Mauz A, Pieper M, Blattner S. Olodaterol Nonclinical Overview. (U12-1408)
88. Greischel A, Li XY, Wein M. BI 1744 CL and Ba 679 BR (1:1 combination): 4-week inhalation toxicity study in rats including safety pharmacology (nervous and respiratory systems) with a 4-week recovery period. (U06-1893)