

Bosentan Accord

M R F

Accord Healthcare AB

Filmdragerad tablett 62,5 mg

(Ljusorange, rund, ca 6,20 mm i diameter, bikonvex filmdragerad tablett med "IB1" präglat på ena sidan och den andra sidan är helt jämn.)

Övriga antihypertensiva medel

Aktiv substans:

Bosentan (vattenfri)

ATC-kod:

C02KX01

Läkemedel från Accord Healthcare AB omfattas av Läkemedelsförsäkringen.

Texten nedan gäller för:

Bosentan Accord filmdragerad tablett 62,5 mg och 125 mg

FASS-text: *Denna text är avsedd för vårdpersonal.*

Texten är baserad på produktresumé: 2022-12-08.

Indikationer

Behandling av pulmonell arteriell hypertension (PAH) för att förbättra ansträngningskapacitet och symptom hos patienter med WHO funktionsklass III. Effekt har påvisats vid:

- Primär (idiopatisk och ärftlig) pulmonell arteriell hypertension
- Pulmonell arteriell hypertension sekundär till sklerodermi utan signifikant interstitiell lungsjukdom
- Pulmonell arteriell hypertension associerad med kongenital systemisk till pulmonell shunt och Eisenmengers fysiologi

Vissa förbättringar har också visats hos patienter med pulmonell arteriell hypertension WHO funktionsklass II (se avsnitt Farmakodynamik)

Bosentan Accord är också indicerat för att minska antalet nya digitala sår hos patienter med systemisk skleros och pågående sjukdom med digitala sår (se avsnitt Farmakodynamik).

Kontraindikationer

- Överkänslighet mot den aktiva substansen eller mot något hjälpämne som anges i avsnitt Innehåll
- Måttlig till svårt nedsatt leverfunktion, dvs. Child-Pugh klass B eller C (se avsnitt Farmakokinetik)
- Utgångsvärden för leveraminotransferaser, dvs. aspartat-amino-transferas (ASAT) och/eller alanin-aminotransferas (ALAT), som överstiger 3 x den övre normalgränsen (ULN; se avsnitt Varningar och försiktighet)
- Samtidig användning av ciklosporin A (se avsnitt Interaktioner)
- Graviditet (se avsnitt Varningar och försiktighet och Graviditet)

- Kvinnor i fertil ålder, som inte använder säkra preventivmetoder (se avsnitt Varningar och försiktighet, Interaktioner och Graviditet)

Dosering

Administreringssätt

Tabletterna skall tas oralt morgon och kväll med eller utan föda. De filmdragerade tabletterna skall sväljas tillsammans med vatten.

Dosering

Pulmonell arteriell hypertension

Behandling skall endast inledas och monitoreras av läkare med erfarenhet av att behandla PAH. Ett patientkort med viktig säkerhetsinformation som patienterna behöver känna till före och under behandling med Bosentan Accord finns i förpackningen.

Vuxna

Till vuxna patienter skall behandlingen inledas med en dos på 62,5 mg två gånger dagligen i 4 veckor och sedan ökas till underhållsdosen 125 mg två gånger dagligen. Samma rekommendation gäller även för återinsättning av Bosentan Accord efter behandlingsuppehåll (se avsnitt Varningar och försiktighet).

Pediatrisk population

Farmakokinetiska data hos barn har visat att plasmakoncentrationerna av bosentan hos barn med PAH från 1 till 15 års ålder i genomsnitt var lägre än hos vuxna patienter och ökade inte när dosen av bosentan ökades över 2 mg/kg kroppsvikt eller genom att öka doseringsfrekvensen från två gånger dagligen

till tre gånger dagligen (se avsnitt Farmakokinetik). Att öka dosen eller doseringsfrekvensen kommer troligen inte att ge någon ytterligare klinisk effekt.

Baserat på dessa farmakokinetiska resultat är den rekommenderade start- och underhållsdosen 2 mg/kg morgon och kväll till barn 1 år och äldre som har PAH.

Hos nyfödda med ihållande pulmonell hypertension hos nyfödda (PPHN) har nyttan med bosentan inte visats med standardbehandling. Inga doseringsrekommendationer kan därför ges (se avsnitt Farmakodynamik och Farmakokinetik).

I händelse av klinisk försämring av PAH

I händelse av klinisk försämring (t.ex. minskning i 6-minuters gångtest med minst 10 % jämfört med mätning före behandling) trots Bosentan Accord-behandling i minst 8 veckor (måldos i minst 4 veckor), skall alternativa terapier övervägas. Vissa patienter som inte visat terapi-svar efter 8 veckors behandling med Bosentan Accord kan dock svara gynnsamt efter ytterligare 4 till 8 veckors behandling.

I händelse av sen klinisk försämring trots behandling med Bosentan Accord (dvs. efter flera månaders behandling), skall ny bedömning av insatt behandling göras. Vissa patienter som inte svarar bra på Bosentan Accord 125 mg två gånger dagligen kan förbättra sin ansträngningskapacitet något när dosen ökas till 250 mg två gånger dagligen. En noggrann bedömning av förhållandet

nytta/risk skall göras, där man också beaktar att levertoxiciteten är dosberoende (se avsnitt Varningar och försiktighet och Farmakodynamik).

Avbrytande av behandling

Erfarenhet av abrupt utsättande av behandling med bosentan för patienter med PAH är begränsad. Inga tecken på akuta rebound effekter har observerats. För att undvika uppkomst av en eventuellt skadlig klinisk försämring på grund av potentiell rebound effekt, skall en gradvis minskning av dosen (halvering av dosen under 3 till 7 dagar) övervägas. Intensifierade kontroller under utsättningsperioden rekommenderas.

Om man fattar beslutet att sätta ut bosentan, skall detta ske gradvis samtidigt som alternativ behandling sätts in.

Systemisk skleros och pågående sjukdom med digitala sår

Behandling skall endast inledas och monitoreras av läkare med erfarenhet av att behandla systemisk skleros.

Ett patientkort med viktig säkerhetsinformation som patienterna behöver känna till före och under behandling med Bosentan Accord finns i förpackningen.

Vuxna

Bosentanbehandling skall inledas med en dos på 62,5 mg två gånger dagligen i 4 veckor och sedan ökas till underhållsdosen på 125 mg två gånger dagligen. Samma rekommendation gäller även för återinsättning av bosentan efter behandlingsuppehåll (se avsnitt Varningar och försiktighet).

Erfarenhet gällande denna indikation från kontrollerade kliniska prövningar är begränsad till 6 månader (se avsnitt Farmakodynamik).

Patientens svar på behandlingen och behovet av fortsatt terapi skall omprövas regelbundet. En noggrann bedömning av nytta/risk skall göras där bosentans levertoxicitet skall övervägas (se avsnitt Varningar och försiktighet och Biverkningar).

Pediatrik population

Erfarenhet saknas beträffande effekt och säkerhet hos patienter under 18 år. Farmakokinetiska data finns inte tillgängliga för små barn med denna sjukdom.

Speciella grupper

Nedsatt leverfunktion

Ingen dosjustering behövs för patienter med lindrigt nedsatt leverfunktion (dvs. Child-Pugh klass A) (se avsnitt Farmakokinetik). Bosentan är kontraindicerat för patienter med måttlig till svårt nedsatt leverfunktion (se avsnitt Kontraindikationer, Varningar och försiktighet och Farmakokinetik).

Nedsatt njurfunktion

Ingen dosjustering krävs för patienter med nedsatt njurfunktion. Ingen dosjustering krävs för patienter som genomgår dialys (se avsnitt Farmakokinetik).

Äldre

Ingen dosjustering krävs för patienter som är äldre än 65 år.

Varningar och försiktighet

Effekten av bosentan har inte fastställts hos patienter med svår PAH. Övergång till en terapi som rekommenderas i sjukdomens mest allvarliga stadium (t.ex. epoprostenol) skall övervägas om det kliniska tillståndet försämras (se avsnitt Dosering).

Balansen risk/nytta har inte fastställts för bosentan när det gäller patienter med en funktionell status för PAH enligt WHO klass I.

Bosentan skall endast sättas in om det systemiska systoliska blodtrycket är högre än 85 mmHg.

Bosentan har inte visats ha en gynnsam effekt på läkningen av existerande digitala sår.

Leverfunktion

Förhöjningar av leveraminotransferaser, dvs. aspartat- och alanin-aminotransferas (ASAT och/eller ALAT) som förknippas med bosentan är dosberoende. Leverenzymförändringar inträffar typiskt inom de första 26 veckorna av behandlingen, men kan också uppträda sent i behandlingen (se avsnitt Biverkningar). Dessa ökningar beror förmodligen delvis på kompetitiv hämning av elimineringen av gallsalter från hepatocyter men andra mekanismer som ännu ej helt fastställts, är troligen också involverade i förekomsten av leverdysfunktion. Ansamling av bosentan i hepatocyter vilket leder till cytolys med potentiellt allvarlig leverskada, eller en immunologisk mekanism, kan ej uteslutas. Risken för leverdysfunktion kan även ökas när läkemedel som hämmar gallsaltutförselpumpen, t.ex. rifampicin, glibenklamid

och ciklosporin A (se avsnitt Kontraindikationer och Interaktioner) administreras samtidigt med bosentan, men endast begränsade data finns tillgängliga.

Leveraminotransferaser måste kontrolleras innan behandlingen påbörjas och därefter varje månad så länge som behandling med Bosentan Accord pågår. Dessutom måste leveraminotransferasnivån mätas 2 veckor efter en dosökning.

Rekommendation vid ALAT/ASAT-ökningar

ALAT/ASAT-nivåer	Behandlings- och kontrollrekommendationer
> 3 och ≤ 5 x ULN	Resultaten ska bekräftas med ett andra leverfunktionstest; om resultaten bekräftas bör beslut fattas för den enskilda patienten om den dagliga dosen ska minskas, eller om behandlingen med Bosentan Accord ska avbrytas (se avsnitt Dosering). Kontroll av aminotransferasnivåerna bör fortsätta minst varannan vecka. Om aminotransferasnivåerna återgår till de utgångsvärden de hade innan behandling överväg att fortsätta behandlingen eller återinsätta behandlingen med Bosentan Accord enligt beskrivningen nedan.

> 5 och $\leq 8 \times \text{ULN}$	Resultaten ska bekräftas med ett andra leverfunktionstest. Om resultaten bekräftas ska behandlingen avbrytas och aminotransferasnivåer kontrolleras minst varannan vecka. Om aminotransferasnivåerna återgår till de utgångsvärden de hade innan behandling överväg att återinsätta behandlingen med Bosentan Accord enligt beskrivningen nedan.
> 8 x ULN	Behandlingen måste avslutas och Bosentan Accord bör inte återinsättas.

Om det föreligger associerade kliniska symtom på leverskada, dvs. illamående, kräkning, feber, buksmärta, gulsot, onormal letargi eller trötthet, influensaliknande syndrom (artralgi, myalgi, feber), **måste behandlingen avslutas och Bosentan Accord bör inte återinsättas.**

Återinsättande av behandlingen

Återinsättande av behandlingen med Bosentan Accord skall bara övervägas om de potentiella fördelarna med behandlingen med Bosentan Accord överväger de potentiella riskerna och när leveraminotransferasnivåerna ligger inom de värden de hade innan behandlingen. Diskussion med hepatolog rekommenderas. Ett återinsättande måste följa de riktlinjer som anges i avsnitt Dos

ering. **Aminotransferasnivåerna måste kontrolleras inom 3 dagar efter återinsättande av behandling, därefter efter ytterligare 2 veckor och sedan i enlighet med rekommendationerna ovan.**

ULN = Upper Limit of Normal (övre normalgränsen)

Hemoglobinkoncentration

Behandling med bosentan har associerats med dosrelaterade minskningar av hemoglobinkoncentrationen (se avsnitt Biverkningar). I placebokontrollerade studier var bosentanrelaterade minskningar av hemoglobinkoncentrationen inte progressiva utan stabiliserades efter de första 4–12 veckornas behandling. Kontroller av hemoglobinkoncentrationerna rekommenderas innan behandlingen inleds, varje månad under de första 4 månaderna och därefter kvartalsvis. Om en kliniskt relevant minskning av hemoglobinkoncentrationen förekommer, bör ytterligare utvärderingar och undersökningar genomföras för att fastställa orsaken och behovet av en specifik behandling. Under tidsperioden efter marknadsföringsgodkännandet har fall av anemi som krävt transfusion av röda blodkroppar rapporterats (se avsnitt Biverkningar).

Kvinnor i fertil ålder

Då bosentan kan göra hormonella preventivmedel verkningslösa och med tanke på risken att pulmonell arteriell hypertension försämras vid graviditet samt de teratogena effekterna som observerats hos djur:

- Skall behandling med bosentan inte påbörjas hos kvinnor i fertil ålder såvida de inte använder tillförlitligt preventivmedel och ett negativt graviditetstest erhållits
- Hormonella preventivmedel får inte användas som den enda preventivmetoden under behandling med bosentan
- Månatliga graviditetstest rekommenderas under behandlingen för att möjliggöra upptäckt av tidig graviditet

För ytterligare information se avsnitt Interaktioner och Graviditet.

Pulmonell veno-ocklusiv sjukdom

Fall med lungödem har rapporterats i samband med vasodilaterande läkemedel (fr.a. prostacykliner) när dessa använts hos patienter med pulmonell veno-ocklusiv sjukdom. Om tecken på lungödem uppkommer när bosentan ges till patienter med PAH, skall följaktligen möjligheten av associerad veno-ocklusiv sjukdom övervägas. Under tidsperioden efter marknadsföringsgodkännandet har det förekommit sällsynta rapporter med lungödem hos patienter som behandlats med bosentan, vilka haft en misstänkt diagnos av pulmonell veno-ocklusiv sjukdom.

Patienter med pulmonell arteriell hypertension och samtidig vänsterkammarsvikt

Ingen specifik studie har gjorts på patienter med pulmonell hypertension och samtidig vänsterkammardysfunktion. Dock har 1611 patienter (804 bosentan resp. 807 placebo-behandlade patienter) med uttalad kronisk hjärtsvikt behandlats med en medel behandlingstid på 1,5 år i en placebo-kontrollerad studie (studie AC-052-301/302 [ENABLE 1 & 2]). I denna studie sågs en ökad

incidens av sjukhusvård orsakad av kronisk hjärtsvikt under de första 4-8 veckorna av behandling med bosentan, vilket kunde vara resultat av vätskeretention. I denna studie visade sig vätskeretention som tidig viktuppgång, minskad hemoglobinkoncentration samt ökad incidens av benödem. I slutet av denna studie fanns ingen skillnad i behov av sjukhusvård orsakad av hjärtsvikt, och inte heller någon skillnad i mortalitet mellan bosentan- och placebo-behandlade patienter. Följaktligen rekommenderas att patienter skall övervakas avseende tecken på vätskeretention (dvs. viktuppgång), speciellt om de samtidigt lider av allvarlig systolisk dysfunktion. Om detta inträffar, rekommenderas påbörjande av diuretikabehandling eller att dosen av redan insatta diuretika ökas. Behandling med diuretika skall övervägas hos patienter med tecken på vätskeretention före påbörjande av behandling med bosentan.

Pulmonell arteriell hypertension relaterad till HIV-infektion

Det finns begränsad erfarenhet från kliniska studier vid användande av bosentan hos patienter med PAH relaterad till HIV-infektion, som behandlas med antiretrovirala mediciner (se avsnitt Farmakodynamik). En interaktionsstudie mellan bosentan och lopinavir+ritonavir visade, hos friska försökspersoner, ökad plasmakoncentration av bosentan med maximal nivå under de första 4 dagarnas behandling (se avsnitt Interaktioner). När behandling med bosentan initieras hos patienter som behöver ritonavir-boosttrade proteashämmare bör patientens tolerabilitet avseende bosentan monitoreras noggrant med särskild uppmärksamhet i början av behandlingen avseende risken för hypotension och leverfunktions prover. En ökad långsiktig risk för hepatotoxicitet och hematologiska biverkningar kan inte uteslutas

när bosentan används i kombination med antiretrovirala läkemedel. På grund av potentialen för interaktioner, relaterat till den inducerande effekten av bosentan på CYP450 (se avsnitt Interaktioner), vilken kan påverka effekten av den antiretrovirala behandlingen, ska dessa patienter också följas noggrant avseende deras HIV-infektion.

Sekundär pulmonell hypertension i samband med kroniskt obstruktiv lungsjukdom (KOL)

Säkerheten och toleransen för bosentan undersöktes i en explorativ, okontrollerad 12-veckorsstudie hos 11 patienter med sekundär pulmonell hypertension vid allvarlig KOL (nivå III i GOLD-klassificeringen). Ökad respiratorisk minutvolym och minskad syresättning observerades och den vanligaste biverkning en var dyspné, som upphörde vid utsättande av bosentan.

Samtidig användning med andra läkemedel

Samtidig användning av bosentan med ciklosporin A är kontraindicerat (se avsnitt Kontraindikationer och Interaktioner). Samtidig behandling av bosentan med glibenklamid, flukonazol och rifampicin rekommenderas inte. För ytterligare information se avsnitt Interaktioner.

Samtidig administrering av både en CYP3A4-hämmare och en CYP2C9-hämmare med bosentan bör undvikas (se avsnitt Interaktioner).

Natrium

Detta läkemedel innehåller mindre än 1 mmol (23 mg) natrium per tablett, d.v.s. är näst intill "natriumfritt".

Interaktioner

Bosentan är en inducerare av cytokrom P450 (CYP) isoenzymerna CYP2C9 och CYP3A4. *In vitro*-data tyder även på en induktion av CYP2C19. Följaktligen minskas plasmakoncentrationerna av substanser som metaboliseras av dessa isoenzymer när bosentan ges samtidigt. Risken för förändrade effekter av läkemedel som metaboliseras av dessa isoenzymer skall beaktas. Doseringen av dessa läkemedel kan behöva justeras efter insättning, doseringsförändring eller utsättning av samtidig bosentanbehandling.

Bosentan metaboliseras av CYP2C9 och CYP3A4. En hämning av dessa isoenzymer kan öka plasmakoncentrationen av bosentan (se ketokonazol). Påverkan av CYP2C9-hämmare på bosentankoncentrationen har inte studerats. Denna kombination ska användas med försiktighet.

Flukonazol och andra hämmare av både CYP2C9 och CYP3A4:

Samtidig administrering med flukonazol, som huvudsakligen hämmar CYP2C9, men i viss utsträckning även CYP3A4, skulle kunna leda till stora ökningar i plasmakoncentrationen av bosentan. Kombinationen rekommenderas inte. Av samma skäl rekommenderas inte samtidig administrering av både en potent CYP3A4-hämmare (t.ex. ketokonazol, itraakonazol eller ritonavir) och en CYP2C9-hämmare (t.ex. vorikonazol) med bosentan.

Ciklosporin A: Samtidig administrering av bosentan och ciklosporin A (en calcineurinhämmare) är kontraindicerad (se avsnitt

Kontraindikationer). Vid samtidig administrering var de initiala låga koncentrationerna av bosentan cirka 30 gånger högre än de som mättes efter endast bosentan. Vid steady state var plasmakoncentrationerna av bosentan 3 till 4 gånger högre än med enbart bosentan. Mekanismen för denna interaktion är sannolikt en inhiberande effekt av ciklosporin på transportproteinmedierat upptag av bosentan in i hepatocyter. Plasmakoncentrationerna av ciklosporin A (ett CYP3A4-substrat) minskade med cirka 50 %. Detta är sannolikt beroende på en inducerande effekt av bosentan på CYP3A4.

Tacrolimus, sirolimus: Samtidig administrering av tacrolimus eller sirolimus och bosentan har inte studerats hos människa men samtidig administrering av tacrolimus eller sirolimus och bosentan kan leda till ökad plasmakoncentration av bosentan i likhet med samtidig administrering av ciklosporin A. Bosentan kan minska plasmakoncentrationen av tacrolimus och sirolimus vid samtidig användning. På grund av detta rekommenderas inte samtidig användning av bosentan och tacrolimus. Patienter som behöver kombinationen skall kontrolleras noggrant avseende biverkningar relaterade till bosentan och blodkoncentrationer av tacrolimus och sirolimus.

Glibenklamid: Samtidig administrering med bosentan 125 mg två gånger dagligen i fem dagar minskade plasmakoncentrationerna av glibenklamid (ett CYP3A4-substrat) med 40 %, med potentiellt signifikant sänkning av den hypoglykemiska effekten. Även plasmakoncentrationerna av bosentan minskade med 29 %. Dessutom observerades en ökad incidens av höjda aminotransferaser hos patienter som fick samtidig terapi. Både glibenklamid och bosentan hämmar gallsaltutförselpumpen, vilket

kan förklara de förhöjda aminotransferaserna. Denna kombination bör inte användas. Inga uppgifter om läkemedelsinteraktioner är tillgängliga för övriga sulfonureider.

Rifampicin: Samtidig administrering till 9 friska försökspersoner av bosentan 125 mg två gånger dagligen under 7 dagar och rifampicin, en potent CYP2C9- och CYP3A4-inducerare, minskade plasmakoncentrationerna av bosentan med 58 % och denna minskning kunde uppgå till nästan 90 % i enstaka fall. Detta resulterar i att en signifikant minskad effekt av bosentan kan förväntas efter samtidig administrering med rifampicin. Samtidig användning av rifampicin och bosentan rekommenderas inte. Data gällande andra CYP3A4-inducerare t.ex. karbamazepin, fenobarbital, fenytoin och Johannesört saknas, men samtidig administrering förväntas leda till minskad systemisk exponering av bosentan. En kliniskt signifikant minskning av effekten kan inte uteslutas.

Lopinavir+ritonavir (och andra ritonavir-boostrade proteashämmare): Samtidig administrering av bosentan 125 mg två gånger dagligen och lopinavir+ritonavir 400+100 mg två gånger dagligen till friska försökspersoner under 9,5 dagar resulterade i initiala dalkoncentrationer av bosentan i plasma som var ungefär 48 gånger högre än de som uppmätts efter administrering av enbart bosentan. Vid dag 9 var plasmakoncentrationerna av bosentan ungefär 5 gånger högre än vid administrering av enbart bosentan. Den inhiberande effekten av ritonavir på transportproteinmedierat upptag in i hepatocyter och på CYP3A4 som därigenom leder till en minskning i clearance av bosentan, orsakar sannolikt denna interaktion. Vid samtidig administrering med lopinavir+ritonavir eller andra

ritonavirbostrade proteashämmare ska patientens tolerabilitet av bosentan följas.

Efter samtidig administrering av bosentan i 9,5 dagar minskade plasmaexponeringen för lopinavir och ritonavir till en kliniskt icke-signifikant nivå (med ungefär 14 % respektive 17 %). Dock kan full inducerande effekt av bosentan möjligen inte ha nåtts och ytterligare minskning av proteashämmare kan inte uteslutas. Lämplig uppföljning av HIV-behandlingen rekommenderas. Liknande effekter kan förväntas med andra ritonavir-bostrade proteashämmare (se avsnitt Varningar och försiktighet).

Andra antiretrovirala läkemedel: På grund av brist på data kan inga specifika rekommendationer göras avseende andra tillgängliga antiretrovirala läkemedel. På grund av den påtagliga hepatotoxiciteten av nevirapin som kan adderas till bosentans levertoxicitet, rekommenderas inte denna kombination.

Hormonella preventivmedel: Samtidig administrering av bosentan 125 mg två gånger dagligen under 7 dagar tillsammans med en singeldos av ett oralt preventivmedel innehållande noretisteron 1 mg + etinylestradiol 35 mikrog minskade AUC för noretisteron och etinylestradiol med 14 % respektive 31 %. Dock minskade exponeringen med så mycket som 56 % respektive 66 % hos enskilda individer. Följaktligen anses inte hormonbaserade preventivmedel ensamt vara tillförlitliga metoder för antikonception oavsett administrationssätt (d.v.s. orala, injicerbara, transdermala eller implanterbara) (se avsnitt Varningar och försiktighet och Graviditet).

Warfarin: Samtidig administrering av bosentan 500 mg två gånger dagligen under 6 dagar minskade plasmakoncentrationerna både av S-warfarin (ett CYP2C9-substrat) och R-warfarin (ett CYP3A4-substrat) med ca 29 % resp. 38 %. Klinisk erfarenhet av samtidig administrering av bosentan och warfarin hos patienter med PAH indikerade inga kliniskt relevanta förändringar i International Normalized Ratio (INR) eller warfarindos (utgångsvärde jämfört med slutet av de kliniska studierna). Dessutom var frekvensen av förändringarna i warfarin-dosen föranledd av förändringar av INR eller biverkningar likvärdiga hos bosentan- som hos placebobehandlade patienter. Ingen dosjustering behövs för warfarin och liknande orala antikoagulanter när bosentan initieras, men intensifierade kontroller av INR rekommenderas, särskilt under inlednings- och upptitreringsperioden.

Simvastatin: Samtidig administrering av bosentan 125 mg två gånger dagligen under 5 dagar minskade plasmakoncentrationerna av simvastatin (ett CYP3A4-substrat) och dess aktiva β -hydroxi-syrametabolit med 34 % resp. 46 %. Plasmakoncentrationerna av bosentan påverkades inte av samtidig behandling med simvastatin. Kontroll av kolesterolnivåerna och påföljande doseringsjustering skall övervägas.

Ketokonazol: Samtidig administrering av bosentan 62,5 mg två gånger dagligen under 6 dagar och ketokonazol, en potent CYP3A4-hämmare, ökade plasmakoncentrationerna av bosentan ungefär 2 gånger. Dosjustering av bosentan behövs ej. Även om det inte påvisats genom *in vivo*-studier, förväntas liknande ökningarna i plasmakoncentrationer av bosentan med de andra potenta CYP3A4-hämmarna (t.ex. itraconazol eller ritonavir). I kombination med en CYP3A4-hämmare löper dock patienter som är

långsamma metaboliserare avseende CYP2C9 risk för ökning av plasmakoncentrationerna av bosentan som kan vara av högre magnitud, vilket sålunda leder till potentiellt skadliga biverkningar.

Epoprostenol: Begränsade data erhållna från en studie (AC-052-356, BREATHE-3) i vilken 10 pediatrika patienter fått kombinationen bosentan och epoprostenol antyder efter administrering av både enstaka och multipla doser, att $C_{\max}$ och AUC värden för bosentan var jämförbara hos patienter med eller utan kontinuerlig infusion av epoprostenol (se avsnitt Farmakodynamik).

Sildenafil: Samtidig administrering av bosentan 125 mg två gånger dagligen (steady state) och sildenafil 80 mg tre gånger dagligen (vid steady state) givet under 6 dagar hos friska frivilliga försökspersoner resulterade i en minskning av AUC med 63 % för sildenafil och en ökning av AUC för bosentan med 50%. Försiktighet rekommenderas vid samtidig administrering.

Digoxin: Samtidig administrering av bosentan 500 mg två gånger dagligen och digoxin under 7 dagar minskade AUC, $C_{\max}$ och $C_{\min}$ för digoxin med 12 %, 9 % respektive 23 %. Mekanismen för denna interaktion kan vara induktion av P-glykoprotein. Denna interaktion är sannolikt ej kliniskt relevant.

Tadalafil: Bosentan (125 mg två gånger dagligen) minskade tadalafils (40 mg en gång dagligen) systemiska exponering med 42 % och $C_{\max}$ med 27 % efter upprepade samadministrering. Tadalafil ändrade inte bosentans eller dess metaboliters exponering (AUC och $C_{\max}$).

Pediatrisk population

Interaktionsstudier har endast utförts på vuxna.

Graviditet

Djurstudier har visat på reproduktiv toxicitet (teratogenicitet, embryotoxitet, se avsnitt Prekliniska uppgifter). Det finns inga tillförlitliga data gällande behandling av gravida kvinnor med bosentan. Risken för människa är fortfarande okänd. Bosentan är kontraindicerat under graviditet (se avsnitt Kontraindikationer).

Kvinnor i fertil ålder

Innan behandling med bosentan initieras hos kvinnor i fertil ålder, ska frånvaron av graviditet kontrolleras, lämpliga råd om tillförlitliga preventivmetoder ges samt tillförlitlig antikonception initieras. Patienter och förskrivare ska vara medvetna om att bosentan kan göra hormonella preventivmedel ineffektiva (se avsnitt Interaktioner). Därför skall kvinnor i fertil ålder inte använda hormonella preventivmedel (inkluderande orala, injicerbara, transdermala eller implanterbara medel) som enda preventivmedelsmetod, utan använda en ytterligare eller en alternativ tillförlitlig antikonceptionsmetod. Om det råder något tvivel om vilket råd för prevention som ska ges till en enskild patient rekommenderas konsultation med en gynekolog. Då hormonell antikonception eventuellt kan misslyckas vid bosentanbehandling och med tanke på risken för att pulmonell arteriell hypertension allvarligt försämras vid graviditet, rekommenderas månatliga graviditetstester under behandling med bosentan för att möjliggöra tidig upptäckt av graviditet.

Amning

Det är inte känt om bosentan utsöndras i bröstmjolk. Amning rekommenderas inte under behandling med bosentan.

Fertilitet

Djurstudier har visat effekter på testiklarna (se avsnitt Prekliniska uppgifter). I en klinisk studie där man undersökt effekterna av bosentan på testikelfunktionen hos manliga PAH-patienter hade sex av 24 försökspersoner (25 %) en minskad spermakonzentration på minst 50 % från baseline efter 6 månaders behandling med bosentan. Baserat på dessa fynd och på prekliniska uppgifter kan man inte utesluta att bosentan kan ha skadliga effekter på spermatogenesisen hos män. Långsiktig påverkan på fertiliteten hos manliga barn efter behandling med bosentan kan inte uteslutas.

Trafik

Inga specifika studier har utförts för att undersöka den direkta effekten av bosentan på förmågan att framföra fordon och använda maskiner. Bosentan kan dock orsaka lågt blodtryck med symptom såsom yrsel, dimsyn eller synkope, vilket kan påverka förmågan att framföra fordon eller använda maskiner.

Biverkningar

I 20 placebo-kontrollerade studier på ett antal olika terapeutiska indikationer behandlades totalt 2486 patienter med bosentan med dagliga doser från 100 mg till 2000 mg och 1838 patienter behandlades med placebo. Behandlingstiden var i medeltal 45 veckor. Biverkningar definierades som biverkningshändelser som förekommit hos minst 1 % av patienterna som fick bosentan och med en frekvens som var minst 0,5 % högre än för placebo. De vanligast förekommande biverkningarna är huvudvärk (11,5 %), ödem/vätskeretention (13,2 %) onormala leverfunktionsprover (10,9 %) och anemi/minskat hemoglobin (9,9 %).

Behandling med bosentan har associerats med dosberoende förhöjningar av levertransaminaser och minskningar av hemoglobinkoncentrationer (se avsnitt Varningar och försiktighet).

Biverkningar som observerats i 20 placebo-kontrollerade studier och erfarenheter efter att bosentan introducerats på marknaden anges medfrekvens enligt följande konvention: mycket vanliga ($\geq 1/10$), vanliga ($\geq 1/100$, $< 1/10$), mindre vanliga ($\geq 1/1\ 000$, $< 1/100$), sällsynta ($\geq 1/10\ 000$, $< 1/1\ 000$), mycketsällsynta ($< 1/10\ 000$); ingen känd frekvens (kan inte beräknas från tillgängliga data).

Inom varje frekvensgruppering presenteras biverkningarna efter fallande allvarlighetsgrad. Inga kliniskt relevanta skillnader i biverkningar observerades mellan det totala datasetet och den godkända indikationen.

Organsystem	Frekvens	Biverkning
Blodet och lymfsystemet	Vanliga	Anemi, minskat hemoglobin (se avsnitt Varningar och försiktighet)
	Okänd	Anemi eller minskning i hemoglobin som kräver transfusion av röda blodkroppar ¹
	Mindre vanliga	Trombocytopeni ¹
	Mindre vanliga	

		Neutropeni, leukopeni ¹
Immunsystemet	Vanliga	Överkänslighetsreaktioner (inklusive dermatit, pruritus och utslag) ²
	Sällsynta	Anafylaxi och/eller angioödem ¹
Centrala och perifera Nervsystemet	Mycket vanliga	Huvudvärk ³
	Vanliga	Synkope ^{1,4}
Hjärtat	Vanliga	Hjärtklappning ^{1,4}
Blodkärl	Vanliga	Blodvallning
	Vanliga	Hypotoni ^{1,4}
Andningsvägar, bröstorg och mediastinum	Vanliga	Nästäppa
Magtarmkanalen	Vanliga	Gastroesofageal refluxsjukdom Diarré
Lever och gallvägar	Mycket vanliga	Onormala leverfunktionsprover (se avsnitt Varningar och försiktighet)
	Mindre vanliga	Förhöjningar i aminotransferaser i samband med hepatit (inklusive eventuell försämring av underliggande

		hepatit) och/eller ikterus ¹ (se avsnitt Varningar och försiktighet)
	Sällsynta	Levercirrhos, leversvikt ¹
Hud och subkutan vävnad	Vanliga	Erytem
Allmänna symtom och/eller symtom vid Administreringsstället	Mycket vanliga	Ödem, Vätskeretention ⁵
Ögon	Ingen känd frekvens	Dimsyn

¹ Data kommer från erfarenhet efter introduktion på marknaden, frekvenser baseras på statistisk modellering av placebo-kontrollerad klinisk data.

² Överkänslighetsreaktioner rapporterades hos 9,9 % av patienterna som fick bosentan och 9,1% av patienterna som fick placebo.

³ Huvudvärk rapporterades hos 11.5 % av patienterna som fick bosentan och 9.8 % av patienterna som fick placebo

⁴ Dessa typer av reaktioner kan också bero på underliggande sjukdom.

⁵ Ödem eller vätskeretention rapporterades hos 13.2% av patienterna som fick bosentan och 10,9 % av patienterna som fick placebo.

Efter marknadsföring har sällsynta fall av oförklarad levercirrhos rapporterats efter långvarig behandling med bosentan hos

patienter med multipla samtidiga sjukdomstillstånd och läkemedelsbehandlingar. Det har också rapporterats sällsynta fall av leversvikt. Dessa fall poängterar vikten av att följa schemalagd uppföljning av leverfunktionen en gång per månad under hela behandlingstiden med bosentan (se avsnitt Varningar och försiktighet).

Pediatrik population

Icke-kontrollerade kliniska studier hos barn

Säkerhetsprofilen i den första pediatrika icke-kontrollerade studien som utfördes med den filmdragerade tabletten (BREATHE-3; n=19, medianålder 10 år [åldersintervall 3-15 år], öppen studie, bosentan 2 mg/kg två gånger dagligen, behandlingstid 12 veckor; FUTURE 1: n=36, bosentan 2 mg/kg två gånger dagligen under 4 veckor, följt av 4 mg/kg två gånger dagligen, behandlingstid 12 veckor) liknade den som sågs i de pivotala studierna hos vuxna patienter med PAH. I BREATHE-3 var de vanligaste biverkningarna blodvallning (21 %), huvudvärk och onormala leverfunktionsprover (16 % vardera).

En poolad analys på icke-kontrollerade pediatrika studier som gjorts på patienter med PAH med den dispergerbara tablettformuleringen av bosentan 32 mg (FUTURE1/2, FUTURE 3/Extension), inkluderade totalt 100 barn som behandlats med bosentan 2 mg/kg två gånger dagligen (n=33), 2 mg/kg tre gånger dagligen (n=31) eller 4 mg/kg två gånger dagligen (n=36). Vid enrolleringen var 6 patienter mellan 3 månaders och 1 års ålder,

15 barn var mellan 1 års ålder och yngre än 2 år och 79 barn var mellan 2 års och 12 års ålder. Medianvärdet för behandlingstiden var 71,8 veckor (mellan 0,4–258 veckor).

Säkerhetsprofilen i denna poolade analys av icke-kontrollerade pediatrika studier liknar den som observerats i de pivotala studierna på vuxna patienter med PAH förutom infektioner som rapporterades mer frekvent jämfört med vuxna (69,0 % jämfört med 41,3 %). Den här skillnaden i infektionsfrekvens kan delvis bero på att medianvärdet för exponeringen för den pediatrika behandlingsgruppen var längre (medianvärde 71,8 veckor) jämfört med behandlingstiden för den vuxna behandlingsgruppen (medianvärdet 17,4 veckor). De vanligaste biverkningarna var infektioner i de övre luftvägarna (25 %), pulmoniell (arteriell) hypertension (20 %), nasofaryngit (17 %), pyrexia (15 %), kräkningar (13 %), bronkit (10 %), buksmärta (10 %) och diarré (10 %). Det förekom inga relevanta skillnader i biverkningsfrekvens för patienter som var äldre och yngre än 2 år, detta är emellertid endast baserat på 21 barn som var yngre än 2 år, varav 6 patienter som var mellan 3 månader och 1 års ålder. Biverkningar som leverabnormaliteter och anemi/hemoglobinminskning inträffade hos 9 % respektive 5 % av patienterna.

I en randomiserad placebo-kontrollerad studie som utförts i PPHN-patienter (FUTURE-4) var totalt 13 nyfödda behandlade med den dispergerbara tablettformuleringen av bosentan med en dos på 2 mg/kg två gånger dagligen (8 patienter stod på placebo). Mediantiden för behandling med bosentan och placebo var 4,5 dagar (varierade mellan 0,5–10,0 dagar) respektive 4,0 dagar (varierade mellan 2,5–6,5 dagar). De vanligaste biverkningarna för bosentan- och placebobehandlade patienter var anemi eller

hemoglobinminskning (7 respektive 2 patienter), generellt ödem (3 respektive 0 patienter) och kräkningar (2 respektive 0 patienter).

Laboratorieavvikelser

Levertestavvikelser

I det kliniska prövningsprogrammet inträffade dosberoende förhöjningar i leveraminotransferaser vanligtvis inom de första 26 behandlingsveckorna, utvecklades vanligtvis gradvis och var huvudsakligen asymptomatiska. Under tidsperioden efter marknadsföringsgodkännandet har sällsynta fall av levercirros och leversvikt rapporterats.

Mekanismen för denna biverkning är oklar. Dessa ökningar i aminotransferaser kan gå tillbaka spontant under fortsatt behandling med underhållsdosen av bosentan eller efter dosreduktion, men det kan bli nödvändigt med uppehåll eller avbrott (se avsnitt Varningar och försiktighet).

I de 20 sammanställda placebo-kontrollerade studierna observerades ökningar i leveraminotransferaser med 3 x ULN hos 11,2% av bosentanbehandlade patienter, jämfört med 2,4% av placebobehandlade patienter. Förhöjningar till ≥ 8 x ULN sågs hos 3,6% av de bosentan-behandlade patienterna och 0,4% av de placebo-behandlade patienterna. Förhöjningar av aminotransferaser åtföljda av förhöjt bilirubin (≥ 2 x ULN) utan tecken på gallvägsobstruktion hos 0,2% (5 patienter) av de bosentanbehandlade patienterna och 0,3% (6 patienter) på placebo.

I den poolade analysen på 100 barn med PAH från de icke-kontrollerade pediatrika studierna FUTURE 1/2 och FUTURE 3/Extension såg man en ökning av leveraminotransferaser $\geq 3 \times$ ULN hos 2 % av patienterna.

I FUTURE-4 studien där 13 nyfödda med PPHN som behandlats med bosentan 2 mg/kg två gånger dagligen i mindre än 10 dagar (intervall mellan 0,5–10,0 dagar) fanns det inga fall av leveraminotransferaser $\geq 3 \times$ ULN under behandlingen, men ett fall av hepatit inträffade 3 dagar efter att bosentanbehandlingen upphört.

Hemoglobin

I de placebo-kontrollerade studierna med vuxna sågs en minskning i hemoglobinkoncentration till mindre än 10 g/dl hos 8,0 % av de bosentanbehandlade patienterna och 3,9 % av de placebobehandlade patienterna (se avsnitt Varningar och försiktighet).

I den poolade analysen på 100 patienter med PAH från de icke-kontrollerade pediatrika studierna FUTURE 1/2 och FUTURE 3/Extension rapporterades en minskning i hemoglobinkoncentration från startvärdet till under 10 g/dl hos 10,0 % av patienterna. Ingen minskning var under 8 g/dl.

I FUTURE-4 studien upplevde 6 av 13 bosentanbehandlade nyfödda barn med PPHN en minskning i hemoglobin från ett startvärde inom referensintervallet till ett värde som under behandlingen var under lägsta normalvärdet.

Rapportering av misstänkta biverkningar

Det är viktigt att rapportera misstänkta biverkningar efter att läkemedlet godkänts. Det gör det möjligt att kontinuerligt övervaka läkemedlets nytta-riskförhållande. Hälso- och sjukvårdspersonal uppmanas att rapportera varje misstänkt biverkning till Läkemedelsverket, men alla kan rapportera misstänkta biverkningar till Läkemedelsverket, www.lakemedelsverket.se.

Postadress

Läkemedelsverket

Box 26

751 03 Uppsala

Överdoser

Bosentan har administrerats som enstaka dos på upp till 2400 mg till friska personer och i doser på upp till 2000 mg/dag i 2 månader till patienter med en annan sjukdom än pulmonell hypertension. Den vanligaste biverkningen var huvudvärk med lätt till måttlig intensitet.

Kraftig överdosering kan förorsaka uttalad hypotension, som kräver aktivt kardiovaskulärt stöd. Under tidsperioden efter marknadsföringsgodkännandet har ett fall av överdosering, där 10 000 mg bosentan intogs av en manlig patient i tonåren, rapporterats. Hans symptom var illamående, kräkningar, hypotension, yrsel, svettningar och dimsyn. Han återhämtade sig fullständigt inom 24 timmar med blodtrycks support. Notera: bosentan avlägsnas ej genom dialys.

Farmakodynamik

Verkningsmekanism

Bosentan är en icke selektiv endotelinreceptorantagonist (ERA) med affinitet för både endotelin A och B-receptorer (ETA och ETB). Bosentan minskar både det pulmonella och det systemiska vaskulära motståndet, vilket resulterar i förbättrad pumpfunktion utan att öka hjärtfrekvensen.

Neurohormonet endotelin-1 (ET-1) är en av de mest potenta av de kända vasokonstriktorerna och kan även främja fibros, cellproliferation, kardiell hypertrofi och ombildningar och är pro-inflammatorisk. Dessa effekter förmedlas av endotelinbindningar till ETA- och ETB-receptorer i endotelium och vaskulära glatta muskelceller. ET-1-koncentrationerna i vävnader och plasma ökas vid ett antal kardiovaskulära sjukdomar och bindvävssjukdomar, inklusive PAH, sklerodermi, akut och kronisk hjärtsvikt, myokardischemi, systemisk hypertension och ateroskleros, vilket tyder på att ET-1 har en patogen roll i samband med dessa sjukdomar. Vid PAH och hjärtsvikt, vid frånvaron av endotelinreceptorantagonism, har förhöjda ET-1-koncentrationer starkt samband med sjukdomens svårighetsgrad och prognos.

Bosentan konkurrerar med bindning av ET-1 och andra ET-peptider för både ETA- och ETB-receptorer med något högre affinitet för ETA-receptorer ($K_i = 4,1\text{--}43$ nanomolar) än för ETB-receptorer ($K_i = 38\text{--}730$ nanomolar). Bosentan antagoniserar specifikt ET-receptorer och binder inte till andra receptorer.

Effekt

Djurmodeller

I djurmodeller av pulmonell hypertension minskade kronisk oral administrering av bosentan det pulmonella vaskulära motståndet och reverserade den pulmonella vaskulära och högerventrikulära hypertrofin. I en djurmodell av pulmonell fibros minskade bosentan avlagring av kollagen i lungorna.

Effekt hos vuxna patienter med pulmonell arteriell hypertension

Två randomiserade, dubbelblinda, multicenter och placebokontrollerade studier har gjorts på 32 (studien AC-052-351) och 213 (studie AC-052-352, BREATHE-1) vuxna patienter med WHO funktionsklass III-IV PAH (primär pulmonell hypertension eller pulmonell hypertension som är sekundär främst till sklerodermi). Efter 4 veckor med bosentan 62,5 mg två gånger per dag var underhållsdosen som studerades i dessa prövningar 125 mg två gånger per dag i AC-052-351 och 125 mg två gånger per dag och 250 mg två gånger per dag i AC-052-352.

Bosentan lades till patienternas pågående terapi, som kunde bestå av en kombination av antikoagulanter, vasodilatorer (t.ex. kalciumkanalblockerare), urindrivande preparat, syre och digoxin, men inte epoprostenol. Kontrollen bestod av placebo plus den befintliga terapin.

Den primära slutpunkten för var och en av studierna var förändringarna i en 6 minuters gångsträcka vid 12 veckor för den första studien och 16 veckor för den andra studien. I båda studierna resulterade behandlingen med bosentan i en signifikant förbättring av konditionen. Den placebokorrigerade ökningen i gångsträckan jämfört med utgångsvärdet var 76 meter ($p = 0,02$; t-test) och 44 meter ($p = 0,0002$; Mann-Whitney U-test) vid den primära slutpunkten för varje studie. Skillnaderna mellan de två

grupperna 125 mg två gånger per dag och 250 mg två gånger per dag var inte statistiskt signifikanta men det fanns en trend i riktning mot förbättrad kondition i gruppen som behandlades med 250 mg två gånger per dag.

Förbättringen av gångsträcka var märkbar efter 4 veckors behandling och var tydlig efter 8 veckors behandling och upprätthölls under upp till 28 veckor vid en dubbelblind behandling i en undergrupp till patientpopulationen.

I en retrospektiv responsanalys baserad på förändringar i gångsträcka, WHO-funktionsklass och dyspné för de 95 patienter som randomiserats till behandling med bosentan 125 mg två gånger per dag i de placebokontrollerade prövningarna, fann man att vid vecka 8 hade 66 patienter förbättrats, 22 var stabila och 7 hade försämrats. Av de 22 patienter som var stabila vecka 8 hade 6 förbättrats vid vecka 12/16 och 4 försämrats jämfört med utgångsläget. Av de 7 patienter som försämrats vid vecka 8, hade 3 förbättrats vid vecka 12/16 och 4 försämrades jämfört med utgångsläget.

Invasiva hemodynamiska parametrar utvärderades endast i den första studien. Behandling med bosentan ledde till en signifikant ökning av det kardiella indexet, associerat med en signifikant minskning av det pulmonella arteriella trycket, pulmonärt vaskulärt motstånd och medeltryck i höger förmak.

En minskning av symptom för PAH observerades med bosentan-behandlingen. Dyspnémätningarna under gångtesterna visade en förbättring hos bosentan-behandlade patienter. I studien AC-052-352 klassificerades 92 % av de 213 patienterna vid

studiestarten som WHO funktionsklass III och 8 % som klass IV. Behandlingen med bosentan ledde till en förbättrad WHO-klass för 42,4 % av patienterna (placebo 30,4 %). Den totala förändringen i WHO-klassificeringen under båda studierna var signifikant bättre bland bosentanbehandlade patienter jämfört med placebobehandlade patienter. Behandling med bosentan associerades med en signifikant minskning av den kliniska försämringsfrekvensen jämfört med placebo efter 28 veckor (10,7 % respektive 37,1 %, $p = 0,0015$).

I en randomiserad, dubbelblind, multicenter, placebo-kontrollerad studie (AC-052-364; EARLY), fick 185 PAH-patienter i WHO funktionsklass II (med en 6-minuters gångsträcka vid baseline på 435 meter) bosentan 62.5 mg två gånger dagligen i 4 veckor följt av 125 mg två gånger dagligen ($n = 93$), eller placebo ($n = 92$) under 6 månader. Inkluderade patienter var naiva avseende PAH-behandling ($n = 156$) eller stod på en stabil dos sildenafil ($n = 29$). De två primära endpoints var procentuell förändring från baseline av PVR och förändring från baseline av 6-minuters gångsträcka jämfört med månad 6 för behandlingsgruppen jämfört med placebo. Tabellen nedan beskriver de i protokollet fördefinierade analyserna.

	PVR (dynsek/cm⁵)		6-minuters gångsträcka (m)	
	Placebo ($n = 88$)	Bosentan ($n = 80$)	Placebo ($n = 91$)	Bosentan ($n = 86$)
Baseline (BL) ; medelvärde (SD)	802 (365)	851 (535)	431 (92)	443 (83)
	128 (465)	-69 (475)	-8 (79)	11 (74)

Förändring från BL; medelvärde (SD)				
Behandlings effekt	-22,6 %		19	
95 % CL	-34, -10		-4, 42	
P-värde	< 0,0001		0,0758	

CL = konfidensgräns, PVR = pulmonell vaskulär resistens, SD = standardavvikelse

Behandling med bosentan associerades med en minskning i frekvensen av klinisk försämring, definierad som ett sammansatt mått av symtomatisk progression, sjukhusinläggning pga. PAH och död, jämfört med placebo (proportionell riskreduktion 77 %, 95 % konfidensintervall [CI] 20 %-94 %, $p = 0.0114$).

Behandlingseffekten drevs av en förbättring i komponenten symtomatisk progression. En sjukhusinläggning p.g.a. försämring i PAH kunde noteras i bosentangruppen jämfört med tre sjukhusinläggningar i placebogruppen. Endast en patient dog i vardera behandlingsgruppen under den 6 månader långa dubbelblinda studieperioden, och därför kan ingen slutsats dras gällande överlevnad.

Långtidsdata genererades från alla de 173 patienterna som behandlades med bosentan i den kontrollerade fasen och/eller överfördes från placebo till bosentan i den öppna förlängningsfasen av EARLY-studien. Medeldurationen för exponeringen för bosentanbehandling var $3,6 \pm 1,8$ år (upp till 6,1 år), med 73 % av patienterna behandlade under minst 3 år och 62 % under minst 4

år. Patienterna kunde få ytterligare PAH-behandling efter behov i den öppna förlängningen. Majoriteten av patienterna diagnostiserades som idiopatisk eller ärftlig PAH (61 %). Sammantaget förblev 78 % av patienterna i funktionsklass II. Kaplan-Meier-skattningar av överlevnad var 90 % och 85 %, 3 respektive 4 år efter behandlingsstart. Vid samma tidpunkter förblev 88 % respektive 79 % av patienterna fria från PAH-försämring (definierat som dödsfall av alla orsaker, lungtransplantation, förmaksseptostomi eller påbörjande av intravenös eller subkutan prostanoïdbehandling). De relativa bidragen från tidigare placebobehandling i dubbelblindfasen och av andra läkemedel som satts in under den öppna förlängningen är okända.

I en prospektiv, multicenter, randomiserad, dubbelblind, placebokontrollerad studie AC-052-405 [BREATHE-5]) fick patienter, med PAH WHO funktionsklass III och Eisenmenger fysiologi relaterad till kongenital hjärtsjukdom, bosentan 62,5 mg två gånger dagligen i 4 veckor sedan 125 mg två gånger dagligen i ytterligare 12 veckor (n = 37), av vilka 31 hade en huvudsakligen höger till vänster, tvåvägsshunt. Det primära syftet var att visa att bosentan inte försämrade syresättningen. Efter 16 veckor ökade syremättnaden i den bosentan behandlade gruppen med 1,0 % (95 % CI -0,7 %-2,8 %) jämfört med placebogruppen (n=17), vilket visar att bosentan inte försämrade syresättningen. Den genomsnittliga pulmonella vaskulära resistansen sänktes signifikant i den bosentan behandlade gruppen (en övervägande effekt observerades i den subgrupp av patienter som hade en bidirektionell intrakardiell shunt). Efter 16 veckor var den placebokorrigerade ökningen av 6minuters gångsträcka 53 meter (p = 0,0079), vilket återspeglar en förbättring av

ansträngningskapaciteten. 26 patienter fortsatte erhålla bosentan under den öppna förlängningsfasen på 24 veckor (AC-052-409) av BREATHE-5-studien (behandlingsperiodens medelvärde = $24,4 \pm 2,0$ veckor) med vanligtvis bibehållen effekt.

En öppen, icke-jämförande studie (AC-052-362; BREATHE4) genomfördes på 16 patienter med PAH, WHO funktionsklass III, relaterad till HIV-infektion. Patienterna behandlades med bosentan 62,5 mg två gånger dagligen i 4 veckor följt av 125 mg två gånger dagligen i ytterligare 12 veckor.

Efter 16 veckors behandling visades signifikanta förbättringar i ansträngningskapacitet: i genomsnitt ökade 6-minuters-gångsträcken med +91,4 meter, från 332,6 meter i genomsnitt vid studiestart ($p < 0,001$). Ingen formell slutsats kan dras gällande bosentans påverkan på antiretrovirala mediciners effekt (se även avsnitt Varningar och försiktighet).

Det finns inga studier med syfte att visa fördelaktig effekt på överlevnad vid bosentanbehandling. Emellertid har långtidsregistrering av vitalstatus gjorts hos alla 235 patienter som behandlats med bosentan i de två pivotala, placebo-kontrollerade studierna (AC-052-351 och AC-052-352) och/eller dessas två okontrollerade, öppna förlängningsstudier. I medel var tiden för bosentanexponering $1,9 \pm 0,7$ år; (min: 0,1; max: 3,3 år) och patienterna observerades i medel $2,0 \pm 0,6$ år. Majoriteten av patienterna hade diagnosen primär pulmonell hypertension (72 %) och befann sig i WHO funktionsklass III (84 %). För hela denna population var Kaplan-Meier uppskattningen avseende överlevnad 93 % och 84 %, ett respektive två år efter start av behandling med bosentan. I subgruppen av patienter med PAH sekundärt till systemisk skleros var uppskattningen av överlevnad lägre. Denna

uppskattning skulle kunna vara påverkad av initiering av epoprostenolbehandling hos 43 av 235 patienter.

Studier utförda på barn med pulmonell arteriell hypertension

BREATHE-3 (AC-052-356)

Bosentan filmdragerade tabletter utvärderades i en öppen, icke-kontrollerad studie på 19 pediatrika patienter med PAH som var i åldern 3-15 år. Den här studien var primärt designad som en farmakokinetisk studie (se avsnitt Farmakokinetik). Patienterna hade primär pulmonell hypertension (10 patienter) eller PAH i samband med kongenital hjärtsjukdom (9 patienter) och hade vid baseline WHO funktionsklass II (n=15, 79 %) eller klass III (n=4, 21 %). Patienterna fördelades i tre grupper baserat på kroppsvikt och doserades med ungefär 2 mg/kg bosentan två gånger dagligen under 12 veckor. Hälften av patienterna i respektive grupp behandlades redan med intravenös epoprostenol och epoprostenoldosen behölls konstant under hela studietiden.

Hemodynamik mättes hos 17 patienter. Medelökningen från baseline i cardiac index var $0,5 \text{ l/min/m}^2$, medeltrycket i arteria pulmonalis minskade med 8 mmHg och PVR minskade med i medeltal $389 \text{ dyn}\cdot\text{sek}\cdot\text{cm}^{-5}$. Dessa hemodynamiska förbättringar var likartade med eller utan samtidig administrering av epoprostenol. Förändringarna i ansträngningsrelaterade testparametrar under vecka 12 jämfört med baseline var mycket varierande och ingen var signifikant.

FUTURE 1/2 (AC-052-365/AC-052-367)

FUTURE 1 var en öppen, icke-kontrollerad studie som utfördes med den dispergerbara tablettformuleringen av bosentan och

administrerades med en underhållsdos på 4 mg/kg två gånger dagligen till 36 patienter från 2 års ålder till 11 års ålder. Den var primärt designad som en farmakokinetikstudie (se avsnitt Farmakokinetik). Vid behandlingsstart hade patienterna idiopatisk PAH (31 patienter [86 %]) eller familjär PAH (5 patienter [14 %]) och hade WHO funktionsklass II (n=23, 64 %) eller klass III (n=13, 36 %). I FUTURE 1 studien var medianvärdet för exponering av studieläkemedel 13,1 veckor (varierade mellan 8,4 till 21,1 veckor). I den icke-kontrollerade-extensions-fas-studien FUTURE 2 gavs 33 av dessa patienter fortsatt behandling med bosentan dispergerbar tablett med en dos på 4 mg/kg två gånger dagligen under en behandlingstid som hade medianvärde 2,3 år (varierade mellan 0,2 till 5,0 år). Vid baseline av FUTURE 1 tog 9 patienter epoprostenol. 9 patienter hade nyligen börjat på PAH-specifik medicinering under studien. Kaplan-Meier-skattningen för att vara händelsefri för försämring av PAH (död, lungtransplantation eller sjukhusvård på grund av försämrad PAH) vid 2 år var 78,9 %. Kaplan-Meier-skattningen för total överlevnad vid 2 år 91,2 %.

FUTURE 3 (AC-052-373)

I denna öppna randomiserade studie med bosentan, 32 mg dispergerbar tablett, var 64 barn med stabil PAH i åldern 3 månader till 11 år randomiserade till 24 veckors bosentanbehandling på 2 mg/kg två gånger dagligen (n=33) eller 2 mg/kg tre gånger dagligen (n=31). 43 (67,2 %) var ≥ 2 år till 11 år gamla, 15 (23,4%) var mellan 1-2 års ålder och 6 (9,4 %) var mellan 3 månader och ett år gamla. Studien var primärt designad att vara en farmakokinetisk studie (se avsnitt Farmakokinetik) och effekt-endpointen hade endast ett undersökande syfte. Enligt Dana Point-klassificeringen var etiologin för PAH idiopatisk PAH (46 %), ärftlig PAH (3 %), associerad PAH efter korrigerande hjärtoperation

(38 %) och PAH relaterad till kongenital hjärtsjukdom med systemisk till pulmonell shunt, inkluderat Eisenmengers syndrom (13%). Vid behandlingsstart var patienterna i WHO funktionsklass I (n=19 patienter, 29 %), klass II (n=27 patienter, 42 %) eller klass III (n=18 patienter, 28 %). Vid studiestart behandlades patienterna med PAH-läkemedel (vanligast var behandling med enbart fosfodiesteras typ-5-hämmare [sildenafil] [35,9%], behandling med enbart bosentan [10,9 %] och kombination med bosentan, iloprost och sildenafil [10,9 %]) och patienterna fullföljde deras PAH-behandling under studien.

Vid studiestart hade mindre än hälften av patienterna som inkluderats i studien behandlats med bosentan som monoterapi (45,3 % = [29/64]) utan att kombineras med andra PAH mediciner. 40,6 % (26/64) fortsatte med bosentan som monoterapi under studiens 24 veckor utan att erfara försämring av PAH. Analys på den totala studiepopulationen som inkluderats (64 patienter) visade att majoriteten förblev åtminstone stabila (dvs. utan försämring) baserat på icke-pediatrik, specifik WHO-funktionsklassbedömning under behandlingsperioden (97 % två gånger dagligen, 100 % tre gånger dagligen) och läkarnas övergripande kliniska intryck (94 % två gånger dagligen, 93 % tre gånger dagligen). Kaplan-Meier-skattning för att vara händelsefri för försämring av PAH (död, lungtransplantation eller sjukhusvård för PAH-försämring) vid vecka 24 var 96,9 % för två gånger dagligen och 96,7 % för tre gånger dagligen.

Det fanns inga tecken på bättre klinisk effekt för dosering av 2 mg/kg tre gånger dagligen jämfört med en dosering av 2 mg/kg två gånger dagligen.

Studie som utförts på nyfödda med ihållande pulmonell hypertension i nyfödda (PPHN):

FUTURE 4 (AC-052-391)

Det här var en dubbelblind, placebokontrollerad, randomiserad studie med prematura eller fullgångna nyfödda barn (gestationsålder 36-42 veckor) med PPHN. Patienter med suboptimalt svar till inhalerad kväveoxid (iNO) trots minst 4 timmars kontinuerlig behandling blev via ventrikelsond behandlade i högst 14 dagar med bosentan, dispergerbara tabletter, 2 mg/kg två gånger dagligen (N=13) eller placebo (N=8) som tilläggsbehandling till iNO tills fullständig avvänjning av iNO uppnåts eller tills behandlingen misslyckats (definierat som behov av extrakorporeal membransyresättning [ECMO]) eller initiering av alternativt pulmonellt kärlvidgande medel.

Medianvärdet för exponering av studieläkemedlet var 4,5 dagar (varierade mellan 0,5-10,0 dagar) för bosentangruppen och 4,0 dagar (varierade mellan 2,5-6,5 dagar) för placebogruppern.

Resultaten visade inte på någon ytterligare fördel för bosentan för denna population:

- Mediantiden för fullständig avvänjning av iNO var 3,7 dagar (95 % konfidensnivå [CI] 1,17; 6,95) för bosentan och 2,9 dagar (95 % CI 1,26; 4,23) för placebo (p=0,34).
- Mediantiden för full avvänjning av mekanisk ventilerings var 10,8 dagar (95 % CI 3,21; 12,21 dagar) för bosentan och 8,6 dagar (95 % CI 3,71; 9,66 dagar) för placebo (p=0,24).
- För en patient i bosentangruppen misslyckades behandlingen (behov av ECMO i enlighet med vad som definierats i protokollet) vilket förklarades inom 8 timmar efter första dosen

av studieläkemedel baserat på index för syresättning. Patienten återhämtade sig inom uppföljningsperioden på 60 dagar.

Kombination med epoprostenol

Kombinationen av bosentan och epoprostenol har studerats i två studier: AC-052-355 (BREATHE-2) och AC-052-356 (BREATHE-3). AC-052-355 var en multicenter, randomiserad, dubbel-blind, parallell -grupps studie av bosentan jämfört med placebo hos 33 patienter med uttalad PAH som samtidigt erhöll epoprostenol behandling. AC-052-356 var öppen och icke-kontrollerad; 10 av de 19 pediatrika patienterna behandlades samtidigt med bosentan och epoprostenol under 12-veckors studien. Säkerhetsprofilen av kombinationen var ej skild från den som kan förväntas vid behandling med varje enskild komponent och kombinationsterapin var vältolererad hos barn och vuxna. Den kliniska fördelen med kombination har ej visats.

Systemisk skleros med digitala sår

Två randomiserade, dubbelblinda, placebokontrollerade multicenterstudier har utförts på 122 (studie AC-052-401[RAPIDS-1]) och 190 (studie AC-052-331 [RAPIDS-2]) vuxna patienter med systemisk skleros och digitala sår (antingen pågående digitala sår eller en anamnes med digitala sår under det föregående året). I studie AC-052-331, skulle patienterna ha minst ett nyligen tillkommet digitalt sår, och genomgående i de två studierna hade 85 % av patienterna besvär med pågående digitala sår vid baseline. Efter 4 veckor med bosentan 62,5 mg två gånger dagligen, var underhållsdosen som studerades i dessa båda studier 125 mg två gånger dagligen. Längden på den dubbelblinda

behandlingen var 16 veckor i studie AC-052-401, och 24 veckor i studie AC-052-331.

Bakgrundsbehandling för systemisk skleros och digitala sår var tillåten om denna förblev oförändrad från minst en månad före starten av behandlingen och under den dubbelblinda studieperioden.

Antalet nya digitala sår från baseline till slutet av studien var primär endpoint i bägge studierna. Behandling med bosentan gav färre nya digitala sår under behandlingstiden jämfört med placebo. I studie AC-052-401, under 16 veckor med dubbelblind behandling, utvecklade patienterna i bosentangruppen 1,4 nya digitala sår i medeltal jämfört med 2,7 nya digitala sår i placebogruppern ($p=0,0042$). I studie AC-052-331, under 24 veckor med dubbelblind behandling, var motsvarande siffror 1,9 jämfört med 2,7, i respektive grupp ($p=0,0351$). I bägge studier, hade patienter på bosentan mindre sannolikhet att utveckla multipla nya digitala sår under studien, och det tog längre tid att utveckla varje nytt efterföljande digitalt sår än för de som stod på placebo. Effekten av bosentan på minskningen av antalet nya digitala sår var mer uttalad hos patienter med multipla digitala sår.

Ingen effekt av bosentan på tiden till läkning av digitala sår sågs i någon av studierna.

Farmakokinetik

Farmakokinetiska data för bosentan har framförallt dokumenterats hos friska personer. Begränsade data hos patienter visar att exponeringen för bosentan hos vuxna patienter med PAH är cirka 2 gånger högre än hos friska vuxna.

Hos friska personer, uppvisar bosentan dos- och tidsberoende farmakokinetik. Clearance och distributionsvolym minskar med ökade intravenösa doser och ökar med tid. Efter oral administrering är den systemiska exponeringen dosproportionell upp till 500 mg. Vid högre orala doser ökar $C_{\max}$ och AUC mindre än proportionellt till dosen.

Absorption

Hos friska försökspersoner är den absoluta biotillgängligheten av bosentan uppskattningsvis 50 % och påverkas inte av mat. Maximala plasmakoncentrationer uppnås inom 3–5 timmar.

Distribution

Bosentan binds i hög grad (> 98 %) till plasmaproteiner, huvudsakligen albumin. Bosentan penetrerar inte erythrocyter.

En distributionsvolym på cirka 18 liter konstaterades efter en intravenös dos på 250 mg.

Metabolism och eliminering

Efter en enstaka intravenös dos på 250 mg var clearance 8,2 l/timme. Den terminala elimineringshalveringstiden ($t_{1/2}$) är 5,4 timmar.

Efter upprepad dosering minskar plasmakoncentrationerna för bosentan gradvis till 50 %-65 % av de som observerats efter enkeldosadministreringar. Denna minskning beror sannolikt på

autoinduktion av metaboliserande leverenzym. Ett steady-state-förhållande nås inom 3–5 dagar.

Bosentan elimineras genom biliär utsöndring efter metabolism i levern genom cytokrom P450-isoenzymerna, CYP3A4 och CYP2C9. Mindre än 3 % av en tillförd oral dos återfinns i urin.

Bosentan bildar tre metaboliter, och bara en av dessa är farmakologiskt aktiv. Denna metabolit utsöndras huvudsakligen oförändrad via gallan. Hos vuxna patienter är exponeringen för den aktiva metaboliten större än hos friska personer. Hos patienter med tecken på cholestas kan exponeringen för den aktiva metaboliten vara ökad.

Bosentan är en inducerare av CYP2C9 och CYP3A4 och möjligen även CYP2C19 och P-glykoprotein. Bosentan hämmar *in vitro* gallsaltutförslumpen i hepatocytkulturer.

In vitro-data visade att bosentan inte hade någon relevant hämmande effekt på de testade CYP-isoenzymerna (CYP1A2, 2A6, 2B6, 2C8, 2C9, 2D6, 2E1, 3A4). Följaktligen förväntas inte bosentan höja plasmakoncentrationerna av läkemedel som metaboliseras av dessa isoenzymer.

Farmakokinetik i speciella populationer

Bosentans farmakokinetik förväntas inte att påverkas av kön, vikt, ras eller ålder i den vuxna populationen i någon väsentlig omfattning baserat på det undersökta intervallet för varje variabel.

Barn

Farmakokinetiken hos pediatrika patienter har studerats i fyra kliniska studier (BREATHE-3, FUTURE 1, FUTURE-3 och FUTURE-4 se avsnitt Farmakodynamik). På grund av begränsad farmakokinetisk data för barn yngre än 2 år förblir farmakokinetiken icke-välkaraktäriserad för denna åldersgrupp.

AC-052-356 (BREATHE-3) studien utvärderade farmakokinetiken efter enstaka och multipla orala doser av bosentan i form av filmdragerade tabletter studerades hos 19 barn i åldern 3-15 år med PAH med dosering efter kroppsvikt med 2 mg/kg två gånger dagligen. I den här studien minskade exponeringen för bosentan med tiden på ett sätt förenligt med de kända auto-inducerande egenskaper som bosentan har. Medel-AUC (CV%)-värden för bosentan hos pediatrika patienter behandlade med 31,25 mg, 62,5 mg eller 125 mg två gånger dagligen var 3496 (49), 5428 (79), och 6124 (27) ng·h/ml, och lägre än det värde på 8149 (47) ng·h/ml som observerats hos vuxna patienter med PAH som erhöll 125 mg två gånger dagligen. Vid steady-state var den systemiska exponering som sågs hos pediatrika patienter som vägde 10-20 kg 43 %, 20-40 kg 67 % och > 40 kg 75 % av motsvarande systemiska exponering hos vuxna.

I en studie AC-052-365 (FUTURE 1) administrerades dispergerbara tabletter hos 36 barn med PAH i åldersgruppen 2-11 år. Ingen dosproportionalitet sågs då plasmakoncentrationerna av bosentan vid steady-state och AUC var likvärdiga vid orala doser på 2 och 4 mg/kg (AUC_T 3,577 ng·h/ml för 2 mg/kg två gånger dagligen och 3,371 ng·h/ml för 4 mg/kg två gånger dagligen). Den genomsnittliga exponeringen för bosentan hos barn var ungefär

hälften av exponeringen hos vuxna vid 125 mg två gånger dagligen som underhållsdos men visade en stor överlappning med resultaten hos vuxna.

I studie AC-052-373 [FUTURE 3] som utvärderade dispergerbara tabletter var exponeringen av bosentan hos patienter som behandlades med 2 mg/kg två gånger dagligen jämförbar med exponeringen i FUTURE 1-studien. I den totala populationen (n=31) resulterade 2 mg/kg två gånger dagligen i en daglig exponering av 8535 ng h/ml; AUC_T var 4268 ng·h/ml (CV: 61 %). Hos patienter mellan 3 månader och 2 års ålder var den dagliga exponeringen 7879 ng·h/ml; AUC_T var 3939 ng·h/ml (CV: 72 %). Hos patienter mellan 3 månader till 1 års ålder (n=2), var AUC_T 5914 ng h/ml (CV: 85 %) och hos patienter 1 till 2 år (n=7) var AUC_T 3507 ng·h/ml (CV: 70 %). Hos patienter som var äldre än 2 år (n=22) var den dagliga exponeringen 8820 ng·h/ml; AUC_T var 4410 ng h/ml (CV: 58%). Dosering med 2 mg/kg bosentan tre gånger dagligen ökade inte exponeringen, daglig exponering var 7275 ng·h/ml (CV: 83 %, n=27).

Baserat på resultaten i studierna BREATHE-3, FUTURE 1 och FUTURE 3, verkar det som om exponeringen för bosentan når en plattå vid lägre doser hos barn än hos vuxna, och att högre doser än 2 mg/kg två gånger dagligen (4 mg/kg två gånger dagligen eller 2 mg/kg tre gånger dagligen) inte resulterar i större exponering för bosentan hos barn.

I studie AC-052-391 [FUTURE 4] som gjorts på nyfödda ökade bosentankoncentrationerna sakta och kontinuerligt över det första dosintervallet, vilket resulterade i en låg exponering (AUC_{0-12} i

helblod: 164 ng·h/ml, n=11). Vid steady-state var AUC_T i helblod 6165 ng·h/ml (CV: 133 %, n=7) vilket liknar den exponering som setts hos vuxna PAH patienter som fått 125 mg två gånger dagligen och om man räknar med ett blod/plasma distributionsförhållande på 0,6.

Det är okänt om dessa fynd har några konsekvenser beträffande hepatotoxicitet. Kön och samtidig användning av intravenöst epoprostenol hade ingen signifikant effekt på farmakokinetiken hos bosentan.

Nedsatt leverfunktion

Hos patienter med lindrigt nedsatt leverfunktion (Child-Pugh klass A) har inga relevanta förändringar i farmakokinetiken observerats. Steadystate AUC för bosentan var 9% högre och AUC för den aktiva metaboliten, Ro 48-5033 var 33 % högre hos patienter med lindrigt nedsatt leverfunktion än hos friska frivilliga.

Effekten av moderat nedsatt leverfunktion (Child-Pugh klass B) på bosentans och dess primära metabolit Ro 48-5033:s farmakokinetik undersöktes i en studie på 5 patienter med pulmonell hypertension associerad med portal hypertension och nedsatt leverfunktion i Child-Pugh klass B, samt 3 patienter med PAH av andra orsaker och normal leverfunktion. Hos patienterna med nedsatt leverfunktion i Child-Pugh klass B var den genomsnittliga (95 % KI) steady-state AUC för bosentan 360 (212-613) ng.h/ml, dvs. 4,7 gånger högre, och den genomsnittliga (95 % KI) steady-state AUC för den aktiva metaboliten Ro 48-5033 var 106 (58,4-192) ng.h/ml, dvs. 12,4 gånger högre än hos patienterna med normal leverfunktion (bosentan: genomsnittligt [95 % KI] AUC: 76,1 [9.07-638] ng.h/ml; Ro 48-5033: genomsnittligt [95 % KI] AUC 8,57 [1,28-57,2])

ng.h/ml). Även om antalet inkluderade patienter var begränsat och med stor variabilitet, så tyder dessa data på en markant ökning av exponering för bosentan och dess primära metabolit Ro 48-5033 hos patienter med moderat nedsatt leverfunktion (Child-Pugh klass B).

Bosentans farmakokinetik har inte studerats på patienter med nedsatt leverfunktion i Child-Pugh klass C. Bosentan är kontraindicerat för patienter med moderat till svårt nedsatt leverfunktion, dvs. Child-Pugh klass B eller C (se avsnitt Kontraindikationer).

Nedsatt njurfunktion

Hos patienter med svårt nedsatt njurfunktion (kreatininclearance på 15-30 ml/min) minskade plasmakoncentrationerna av bosentan med ca 10 %. Plasmakoncentrationerna av de tre metaboliterna ökade med ungefär det dubbla hos dessa patienter jämfört med personer med normal njurfunktion. Ingen dosjustering krävs för patienter med nedsatt njurfunktion. Det finns ingen specifik klinisk erfarenhet av patienter som genomgår dialys. Baserat på fysikaliskt kemiska egenskaper och den höga graden av proteinbindning förväntas inte att bosentan avlägsnas ur cirkulationen med dialys i någon signifikant utsträckning (se avsnitt Dosering).

Prekliniska uppgifter

En 2-årig karcinogenicitetsstudie på möss visade en ökad förekomst av hepatocellulära adenom och karcinom kombinerat hos hanmöss, men inte hos honmöss, vid plasmakoncentrationer cirka 2 till 4 gånger de plasmakoncentrationer som uppnåddes vid den terapeutiska dosen för människor. En liten signifikant ökning

av den kombinerade förekomsten av tyreoida follikulära celladenom och karcinom noterades hos hanråttor, men inte hos honråttor, efter oral administration av bosentan under 2 år, vid plasmakoncentrationer ungefär 9 till 14 gånger högre än den terapeutiska plasmakoncentrationen i människa. Bosentan var negativt i tester för genotoxicitet. Det fanns tecken på en viss tyreoid hormonell obalans i råttor behandlade med bosentan. Däremot fanns inget bevis för att bosentan påverkar sköldkörtelfunktionen (tyroxin, TSH) hos människor.

Bosentans effekt på mitokondriefunktion är okänd.

Bosentan är teratogent i råttor vid plasmanivåer 1,5 gånger högre än de plasmakoncentrationer som uppnås vid den terapeutiska dosen för människor. Teratogena effekter, däribland missbildningar av huvud och ansikte och av de större kärlen var dosberoende. Likheterna i missbildningsmönstret observerade med andra ET-receptorantagonister och i ET knock-out möss tyder på en klasseffekt. Vederbörlig försiktighet skall iakttas när det gäller kvinnor i fertil ålder (se avsnitt Kontraindikationer, Varningar och försiktighet och Graviditet).

Utveckling av testikulär tubulär atrofi och försämrad fertilitet har kopplats samman med kronisk administrering av endotelin-receptor-agonister i råttor.

I fertilitetsstudier på han- och honråttor noterades inga effekter på spermieantal, motilitet och viabilitet, eller på parningsförmåga eller fertilitet vid exponering av 21 respektive 43 gånger den förväntade terapeutiska nivån för människor. Ej heller noterades någon effekt på utveckling av preimplantationsembryo eller implantation.

Något ökad incidens för testikulär tubulär atrofi sågs hos råttor som fått bosentan oralt i doser så låga som 125 mg/kg/dag (ungefär 4 gånger den högsta rekommenderade dosen för människor (MRHD) och den lägsta dosen som testats) under två år men inte vid doser så höga som 1500 mg/kg/dag (ungefär 50 gånger så mycket som MRHD) under 6 månader. I en toxicitetsstudie på juvenila råttor då råttor behandlades från dag 4 *post partum* till vuxen ålder såg man en minskning av absolut testikelvikt och bitestiklar och minskat antal spermier i bitestiklarna efter avvänjning. NOAEL var 21 gånger (vid dag 21 *post partum*) och 2,3 gånger (dag 69 *post partum*) den mänskliga terapeutiska exponeringen. Ingen effekt på allmän utveckling, tillväxt, sensorisk- och kognitiv funktion och fortplantningsförmåga sågs vid 7 (hanar) och 19 (honor) gånger mänsklig terapeutisk exponering vid dag 21 *post partum*. Vid vuxen ålder (dag 69 *post partum*) sågs ingen effekt på bosentan vid 1,3 (hanar) och 2,6 (honor) gånger den terapeutiska exponeringen hos barn med PAH.

Innehåll

Kvalitativ och kvantitativ sammansättning

Varje filmdragerad tablett innehåller 62,5 mg bosentan (som monohydrat).

Varje filmdragerad tablett innehåller 125 mg bosentan (som monohydrat).

Förteckning över hjälpämnen

Tablettkärna:

Majsstärkelse, pregelatiniserad stärkelse (majs),
natriumstärkelseglykolat (typ A), povidon, magnesiumstearat.

Filmdragering:

Hypromellos, triacetin, talk, titandioxid (E171), gul järnoxid (E172), röd järnoxid (E172).

Miljöpåverkan

Miljöinformationen för bosentan (vattenfri) är framtagen av företaget Janssen för STAYVEER, Tracleer, Tracleer®

Miljörisk: Risk för miljöpåverkan av bosentan (vattenfri) kan inte uteslutas då det inte finns tillräckliga ekotoxikologiska data.

Nedbrytning: Bosentan (vattenfri) är potentiellt persistent.

Bioackumulering: Bosentan (vattenfri) har låg potential att bioackumuleras.

Detaljerad miljöinformation

Predicted Environmental Concentration (PEC)

PEC is calculated according to the following formula:

$$\begin{aligned} \text{PEC } (\mu\text{g/L}) &= (A \cdot 10^9 \cdot (100 - R)) / (365 \cdot P \cdot V \cdot D \cdot 100) = \\ &1.37 \cdot 10^{-6} \cdot A \cdot (100 - R) \\ \text{PEC} &= 0.0010634 \mu\text{g/L} \end{aligned}$$

Where:

$$\begin{aligned} A &= 7.762716 \text{ kg (total sold amount API in the most recent sales data for Sweden)} \end{aligned}$$

		(2020) was distributed by IQVIA in 2021)
R	=	X % removal rate (due to loss by adsorption to sludge particles, by volatilization, hydrolysis or biodegradation) = 0 if no data is available.
P	=	number of inhabitants in Sweden = $10 \cdot 10^6$
V (L/day)	=	volume of wastewater per capita and day = 200 (ECHA default) (Ref. 1)
D	=	factor for dilution of wastewater by surface water flow = 10 (ECHA default) (Ref. 1)

Predicted No Effect Concentration (PNEC)

Ecotoxicological studies

Crustacean

Acute Toxicity to water fleas *Daphnia magna* (OECD 202) [Ref. 2]:
 EC_{50} 48 h: 66 mg/L (endpoint: not specified)

Fish

Acute Toxicity to Rainbow trout (OECD 203) [Ref. 2]:

LC₅₀ 96 h: > 100 mg/L (endpoint: not specified)

NOEC 96h: < 100 mg/L (endpoint: not specified)

Environmental risk classification (PEC/PNEC ratio)

Calculation of Predicted No Effect Concentration (PNEC)

Because not all data for each of the three trophic levels (fish, invertebrates and algae) are available, the PNEC cannot be calculated.

Conclusion for environmental risk:

Risk of environmental impact of Bosentan cannot be excluded since there is not sufficient ecotoxicity data available.

DEGRADATION

Biotic degradation

Ready biodegradation

0%, 28 days

Manometric Respirometry Test, OECD Test Guideline No. 301 F

Not readily biodegradable

(Ref. 2)

Inherent biodegradation

0%, 28 days

MITI Test II, OECD Test Guideline No. 302 C

Not inherently biodegradable

(Ref. 2)

Conclusion for degradation:

Bosentan is potentially persistent.

BIOACCUMULATION

Partition coefficient octanol/water

Data according open literature [Ref. 3]:

- ChemSpider reports:
 - ACD/LogD (pH 7.4): 1.53

Bioconcentration

Data according open literature [Ref. 3]:

- ChemSpider reports:
 - ACD/BCF (pH 7.4): 2.85

Conclusion for bioaccumulation:

Bosentan has low potential for bioaccumulation.

Excretion (metabolism)

No data available.

PBT/vPvB assessment

No data available.

References

1. ECHA, European Chemicals Agency. 2008 Guidance on information requirements and chemical safety assessment. http://guidance.echa.europa.eu/docs/guidance_document/informa

requirements_en.htm

2. MSDS 'Bosentan'; Actelion Pharmaceuticals Ltd.,
Gewerbstrasse 16, Allschwill (Switzerland), version 2,
01/10/2014.
3. ChemSpider 2019. <http://www.chemspider.com/>

Hållbarhet, förvaring och hantering

Hållbarhet

3 år.

Särskilda förvaringsanvisningar

Aluminium-aluminiumblisterkarta

Inga särskilda förvaringsförhållanden.

PVC/PE/PVDC-aluminiumblisterkarta

Förvaras vid högst 30 °C.

Särskilda anvisningar för destruktions

Inga särskilda anvisningar för destruktions.

Förpackningsinformation

Filmdragerad tablett 62,5 mg Ljusorange, rund, ca 6,20 mm i diameter, bikonvex filmdragerad tablett med "IB1"präglad på ena sidan och den andra sidan är helt jämn.

56 x 1 tablett(er) endosblister, 8978:50, F

Filmdragerad tablett 125 mg Ljusorange, oval, ca 11,00 mm lång, 5,00 mm bred, bikonvex filmdragerad tablett med "IB2"präglad på ena sidan och den andra sidan är helt jämn.

56 x 1 tablett(er) endosblister, 7748:50, F