

CYANOCOBALAMINI (^{58}Co) SOLUTIO

7.0:0270

Kyanokobalamin-(^{58}Co) roztok

DEFINICE

Je to roztok obsahující [^{58}Co]- α -(5,6-dimethylbenzimidazol-1-yl)kobamid-kyanid. Může obsahovat stabilizační a protimikrobní látky.

Kobalt-58. 90 % až 110 % deklarované aktivity k datu uvedenému v označení na obalu.

VLASTNOSTI

Vzhled. Čirý bezbarvý nebo světle růžový roztok.

Poločas přeměny a druh záření kobaltu-58. Viz Tabulku fyzikálních vlastností radionuklidů (5.7).

ZKOUŠKY TOTOŽNOSTI

A. Spektrometrie záření gama.

Hodnocení. Nejvíce zastoupené fotony gama kobaltu-58 mají energii 0,511 MeV (anihilační záření) a 0,811 MeV.

B. Hodnotí se chromatogramy získané ve zkoušce Radiochemická čistota (viz Zkoušky na čistotu).

Hodnocení. Retenční čas hlavního píku na chromatogramu zkoušeného roztoku odpovídá retenčnímu času hlavního píku na chromatogramu porovnávacího roztoku.

ZKOUŠKY NA ČISTOTU

Hodnota pH (2.2.3). 4,0 až 6,0.

RADIONUKLIDOVÁ ČISTOTA

Kobalt-58. Nejméně 98 % celkové aktivity.

Spektrometrie záření gama.

Zaznamená se relativní množství přítomného kobaltu-57, kobaltu-58 a kobaltu-60.

Hodnocení:

– **kobalt-60:** nejvýše 1 % celkové aktivity.

RADIOCHEMICKÁ ČISTOTA

Kobalt-58 přítomný jako kyanokobalamin. Kapalinová chromatografie (2.2.29).

Zkoušený roztok. Zkoušený přípravek.

Porovnávací roztok. 10 mg kyanokobalaminu CRL se rozpustí v mobilní fázi a zředí se jí na 100 ml. 2 ml tohoto roztoku se zředí mobilní fází na 100 ml. *Roztok se použije do 1 h od přípravy.*

Kolona:

– **rozměry:** délka 0,25 m, vnitřní průměr 4,0 mm;
– **stacionární fáze:** silikagel pro chromatografii oktylsilylovaný R (5 μm).

Mobilní fáze. Směs objemových dílů methanolu R a roztoku hydrogenfosforečnanu sodného dodekahydrátu R (10 g/l), jehož pH bylo upraveno kyselinou fosforečnou R na hodnotu 3,5, (26,5 + 73,5). *Použije se do 2 dnů od přípravy.*

Průtoková rychlost. 1,0 ml/min.

Detekce. Detektor radioaktivity nastavený na kobalt-58 a spektrofotometrický detektor při 361 nm.

Nástřik. 100 μl .

Doba záznamu. Trojnásobek retenčního času kyanokobalaminu pro zkoušený roztok; 30 min pro porovnávací roztok.

Limit:

– **kobalt-58 přítomný jako kyanokobalamin:** nejméně 90 % celkové aktivity kobaltu-58.

STANOVENÍ RADIOAKTIVITY

Aktivita se změří kalibrovaným přístrojem.

SKLADOVÁNÍ

Chráněn před světlem, při teplotě 2 $^{\circ}\text{C}$ až 8 $^{\circ}\text{C}$.

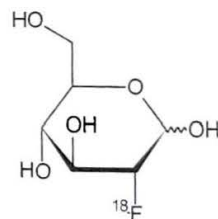
NEČISTOTY

A. kobalt-57,

B. kobalt-60.

FLUDEOXYGLUCOSI (^{18}F) SOLUTIO
INIECTABILIS

8.2:1325

Fludeoxyglukosa-(^{18}F) injekční roztok
 $\text{C}_6\text{H}_{11}^{18}\text{FO}_5$
 M_r 181,16

DEFINICE

Je to sterilní roztok 2-[^{18}F]fluor-2-deoxy-D-glukopyranosy (2-[^{18}F]fluor-2-deoxy-D-glukosy) připravené nukleofilní substitucí. Může také obsahovat 2-[^{18}F]fluor-2-deoxy-D-mannosu.

Obsah:

– **fluor-18:** 90 % až 110 % deklarované aktivity fluoru-18 k datu a hodině uvedeným v označení na obalu;
– **2-fluor-2-deoxy-D-glukosa:** nejvýše 0,5 mg v nejvyšší doporučené dávce v mililitrech.

VLASTNOSTI

Vzhled. Čirý bezbarvý nebo světle žlutý roztok.

Poločas přeměny a druh záření fluoru-18. Viz Tabulku fyzikálních vlastností radionuklidů (5.7).

ZKOUŠKY TOTOŽNOSTI

A. Spektrometrie záření gama.

Hodnocení. Dominantní fotony gama mají energii 0,511 MeV a v závislosti na geometrii měření se může pozorovat sumační pik o energii 1,022 MeV.

B. Z nejméně tří měření aktivity vzorku ve stejných geometrických podmínkách ve vhodném časovém intervalu (např. 30 min) se stanoví přibližný poločas přeměny.

Hodnocení. 105 min až 115 min.

C. Hodnotí se chromatogramy získané ve zkoušce A, Radiochemická čistota (viz Zkoušky na čistotu).

Hodnocení. Retenční čas hlavního píku na chromatogramu zkoušeného roztoku odpovídá retenčnímu času hlavního píku na chromatogramu porovnávacího roztoku (a).

ZKOUŠKY NA ČISTOTU

Jednotlivé zkoušky na chemické nečistoty se mohou vynechat, jestliže se zmiňované látky nepoužívají nebo nemohou v procesu produkce vznikat.

Hodnota pH (2.2.3). 4,5 až 8,5.

2-Fluor-2-deoxy-D-glukosa a nečistota A. Kapalinová chromatografie (2.2.29).

Zkoušený roztok. Zkoušený přípravek.

Porovnávací roztok (a). 1,0 mg 2-fluor-2-deoxy-D-glukosy R se rozpustí ve vodě R a zředí se jí na 2,0 ml. 1,0 ml roztoku se zředí vodou R na objem V , kde V je maximální doporučená dávka v mililitrech.

Porovnávací roztok (b). 1,0 mg 2-chlor-2-deoxy-D-glukosy R (nečistota A) se rozpustí ve vodě R a zředí se jí na 2,0 ml. 1,0 ml roztoku se zředí vodou R na objem V , kde V je maximální doporučená dávka v mililitrech.

Porovnávací roztok (c). 1,0 mg 2-fluor-2-deoxy-D-mannosy R se rozpustí ve vodě R a zředí se jí na 20,0 ml. Smíchá se 0,5 ml tohoto roztoku s 0,5 ml porovnávacího roztoku (a).

Kolona:

- *rozměry:* délka 0,25 m, vnitřní průměr 4,0 mm;
- *stacionární fáze:* *anex pro chromatografii silně zásaditý R* (10 μm);
- *teplota:* 25 °C.

Mobilní fáze. Roztok hydroxidu sodného R (4 g/l) ve vodě prosté oxidu uhličitého R, během chromatografie se chrání před vzduchem.

Průtoková rychlost. 1 ml/min.

Detekce. Detektor vhodný pro cukry v požadovaném koncentračním rozsahu, jako je pulzní ampérometrický detektor a detektor radioaktivity zapojené sériově.

Nástrik. 20 μl .

Doba záznamu. Dvojnásobek retenčního času 2-fluor-2-deoxy-D-glukosy.

Relativní retence vztahená k 2-fluor-2-deoxy-D-glukose (retenční čas asi 12 min). 2-Fluor-2-deoxy-D-mannosa asi 0,9; nečistota A asi 1,1.

Test způsobilosti. chromatogram porovnávacího roztoku (c) získaný pomocí detektoru pro cukry:

- *rozlišení:* nejméně 1,5 mezi píkem 2-fluor-2-deoxy-D-mannosy a píkem 2-fluor-2-deoxy-D-glukosy;
- *poměr signálu k šumu:* nejméně 10 pro pik 2-fluor-2-deoxy-D-glukosy.

Limity, chromatogram získaný pomocí detektoru pro cukry:

- 2-fluor-2-deoxy-D-glukosa: nejvýše plocha odpovídajícího píku na chromatogramu porovnávacího roztoku (a) (0,5 mg/ V);
- nečistota A: nejvýše plocha odpovídajícího píku na chromatogramu porovnávacího roztoku (b) (0,5 mg/ V).

Nečistota B. Kapková zkouška.

Zkoušený roztok. Smíchá se 100 μl zkoušeného přípravku se 400 μl vody R.

Porovnávací roztok (a). Voda R.

Porovnávací roztok (b). 11,0 mg aminopolyetheru R (nečistota B) se rozpustí ve vodě R a zředí se jí na 25,0 ml. 1,0 ml roztoku se zředí vodou R na objem V , kde V je maximální doporučená dávka v mililitrech.

Stacionární fáze. Deska s vrstvou silikagelu pro aminopolyetherovou zkoušku pro TLC R.

Nanášení. 2,5 μl ; postupně se nanese 2,5 μl zkoušeného roztoku a potom na stejné místo 2,5 μl porovnávacího roztoku (b).

Detekce. 1 min po nanesení se vizuálně porovnají skvrny.

Test způsobilosti:

- skvrna odpovídající postupnému nanesení zkoušeného roztoku a porovnávacího roztoku (b) odpovídá vzhledem skvrně porovnávacího roztoku (b), která je charakteristická řadou soustředných kruhů; tmavší nejvnitřnější kruh (s intenzitou úměrnou koncentraci nečistoty B) může být obklopen modročerným kruhem, za nímž následuje světlejší kruh s vnějším tmavým okrajem;
- skvrna porovnávacího roztoku (a) má difuznější vnitřní kruh, který je hnědorůžový, a mezi ním a následující světlejší zónou není přesně vymezené rozhraní;
- skvrna porovnávacího roztoku (b) je zřetelně odlišná od skvrny porovnávacího roztoku (a).

Limit:

- centrální část skvrny zkoušeného roztoku je méně intenzivní než u skvrny porovnávacího roztoku (b) (2,2 mg/ V).

Nečistota C. Kapalinová chromatografie (2.2.29).

Zkoušený roztok. Zkoušený přípravek.

Porovnávací roztok (a). 0,170 g tetrabutylamonium-hydroxidu R se rozpustí ve vodě R a zředí se jí na 20,0 ml. 1,0 ml tohoto roztoku se zředí vodou R na objem V , kde V je maximální doporučená dávka v mililitrech.

Porovnávací roztok (b). 80,0 mg tetrabutylamonium-hydroxidu R se rozpustí ve vodě R a zředí se jí na 10,0 ml. 1,0 ml tohoto roztoku se zředí vodou R na 25,0 ml.

Kolona:

- *rozměry:* délka 0,10 m, vnitřní průměr 4,6 mm;
- *stacionární fáze:* silikagel pro chromatografii oktadecylsilylovaný R (3 μm).

Mobilní fáze. Směs objemových dílů roztoku kyseliny toluensulfonové R (0,95 g/l) a acetonitrilu R (25 + 75).

Průtoková rychlost. 0,6 ml/min.

Detekce. Spektrofotometrický detektor, 254 nm

Nástrik. 20 μl .

Doba záznamu. Dvojnásobek retenčního času nečistoty C.

Retenční čas. Nečistota C asi 3,3 min

Test způsobilosti, porovnávací roztok (b):

- *poměr signálu k šumu*: nejméně 10 pro hlavní pik;
- *faktor symetrie*: nejvýše 1.8 pro hlavní pik.

Limit:

- *nečistota C*: nejvýše plocha odpovídajícího píku na chromatogramu porovnávacího roztoku (a) (2,6 mg/V).

Nečistota D. Nejvýše 0,02 mg/V.

Absorpční spektrofotometrie v ultrafialové a viditelné oblasti (2.2.25).

Zkoušený roztok. Zkoušený přípravek.

Porovnávací roztok. 20,0 mg 4-(4-methylpiperidin-1-yl)pyridinu R (nečistota D) se rozpustí ve vodě R a zředí se jí na 100,0 ml. 0,1 ml tohoto roztoku se zředí vodou R na objem V, kde V je nejvyšší doporučená dávka v mililitrech.

Měří se absorbance zkoušeného a porovnávacího roztoku v absorpčním maximu při 263 nm.

Hodnocení. Absorbance zkoušeného roztoku není větší než absorbance porovnávacího roztoku.

Zbytková rozpouštědla. Jsou limitována podle zásad uvedených v obecné stati (5.4). Přípravek se může uvolnit pro použití před dokončením zkoušky.

Sterilita. Vyhovuje zkoušce na sterilitu uvedené v článku *Radiofarmaca* (0125). Přípravek se může uvolnit pro použití před dokončením zkoušky.

Bakteriální endotoxiny (2.6.14). Méně než 175/V m. j./ml, kde V je nejvyšší doporučená dávka v mililitrech. Přípravek se může uvolnit pro použití před dokončením zkoušky.

RADIONUKLIDOVÁ ČISTOTA

Přípravek se může uvolnit pro použití před dokončením zkoušky B.

Fluor-18. Nejméně 99,9 % celkové aktivity.

A. Spektrometrie záření gama.

Limit. Píky v gama spektru odpovídající fotonům s energií jinou než 0,511 MeV nebo 1,022 MeV představují nejvýše 0,1 % celkové aktivity.

B. Spektrometrie záření gama.

Stanoví se množství fluoru-18 a radionuklidových nečistot s poločasem přeměny delším než 2 h. Pro detekci a kvantifikaci nečistot se zkoušený přípravek ponechá nejméně 24 h, aby aktivita fluoru-18 poklesla na hodnotu umožňující detekci nečistot.

Hodnocení. Celková aktivita radionuklidových nečistot je nejvýše 0,1 %.

RADIOCHEMICKÁ ČISTOTA

A. Kapalinová chromatografie (2.2.29) popsaná ve zkoušce 2-Fluor-2-deoxy-D-glukosa a nečistota A. Je-li třeba, zkoušený roztok se zředí vodou R na objemovou aktivitu odpovídající citlivosti detektoru radioaktivity.

Násník. Zkoušený roztok a porovnávací roztoky (a) a (c).

Relativní retence vztažená k 2- ^{18}F fluor-2-deoxy-D-glukose (retenční čas asi 12 min): 2- ^{18}F fluor-2-deoxy-D-mannosa: asi 0,9. Částečně nebo úplně acetylované deriváty obou složek se hydrolyzují za chromatografických podmínek, a proto se eluují jako 2- ^{18}F fluor-2-deoxy-D-glukosa a 2- ^{18}F fluor-2-deoxy-D-mannosa.

Určí se poloha piků 2- ^{18}F fluor-2-deoxy-D-glukosy a 2- ^{18}F fluor-2-deoxy-D-mannosy za použití chromatogramů získaných pomocí detektoru pro cukry a chromatogramů porovnávacích roztoků (a) a (c).

Limity:

- *fluor-18 ve formě 2- ^{18}F fluor-2-deoxy-D-glukosy a 2- ^{18}F fluor-2-deoxy-D-mannosy*: nejméně 95 % celkové aktivity fluoru-18;
- *2- ^{18}F fluor-2-deoxy-D-mannosa*: nejvýše 10 % celkové aktivity 2- ^{18}F fluor-2-deoxy-D-glukosy a 2- ^{18}F fluor-2-deoxy-D-mannosy.

B. Tenkovrstvá chromatografie (2.2.27).

Zkoušený roztok. Zkoušený přípravek.

Porovnávací roztok. 30 mg 1,2,3,4-tetra-O-acetyl- β -D-glukopyranosy R a 20 mg glukosy R se rozpustí mírným zahřátím v 1 ml vody R.

Stacionární fáze. Deska s vrstvou silikagelu pro TLC R. *Mobilní fáze*. Směs objemových dílů vody R a acetonitrilu R (5 + 95).

Nanášení. Asi 5 μl .

Vyvíjení. Po dráze 8 cm.

Sušení. Na vzduchu, 15 min.

Detekce. Vhodným detektorem se stanoví rozdělení aktivity, potom se deska ponoří do roztoku kyseliny sirové R (75 g/l) v methanolu R a suší se v proudě horkého vzduchu nebo při 150 $^{\circ}\text{C}$, dokud se na chromatogramu porovnávacího roztoku neobjeví tmavé skvrny.

Retardační faktory. ^{18}F fluorid asi 0; 2- ^{18}F fluor-2-deoxy-D-glukosa a 2- ^{18}F fluor-2-deoxy-D-mannosa asi 0,45; částečně nebo úplně acetylované deriváty 2- ^{18}F fluor-2-deoxy-D-glukosy a 2- ^{18}F fluor-2-deoxy-D-mannosy asi 0,8 až 0,95.

Test způsobilosti, porovnávací roztok:

- na chromatogramu jsou dvě zřetelně oddělené skvrny.

Limity:

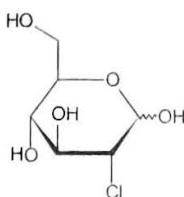
- *fluor-18 ve formě 2- ^{18}F fluor-2-deoxy-D-glukosy a 2- ^{18}F fluor-2-deoxy-D-mannosy*: nejméně 95 % celkové aktivity fluoru-18;
- *fluor-18 ve formě fluoridu a částečně nebo úplně acetylovaných derivátů 2- ^{18}F fluor-2-deoxy-D-glukosy a 2- ^{18}F fluor-2-deoxy-D-mannosy*: nejvýše 5 % celkové aktivity fluoru-18.

STANOVENÍ AKTIVITY

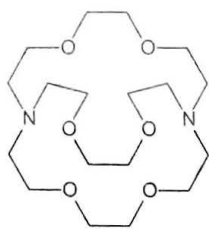
Aktivita se změří kalibrovaným přístrojem.

NEČISTOTY

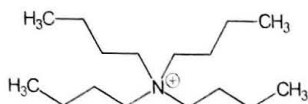
Specifikované nečistoty: A, B, C, D a E.



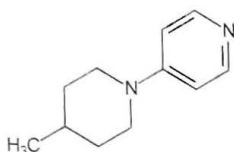
A. 2-chlor-2-deoxy-D-glukopyranosa (2-chlor-2-deoxy-D-glukosa),



- B. 4,7,13,16,21,24-hexaoxa-1,10-diazabicyclo[8.8.8]-hexakosan (aminopolyether),



- C. N,N,N -tributylbutan-1-aminium (tetrabutylamonium),



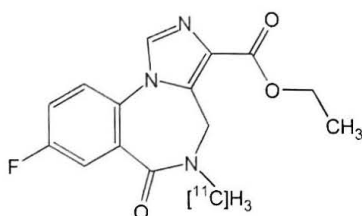
- D. 4-(4-methylpiperidin-1-yl)pyridin,

- E. [^{18}F]fluorid.

FLUMAZENIL (N -[^{11}C]METHYL) SOLUTIO INIECTABILIS

6.0:1917

Flumazenil-(N -[^{11}C]methyl) injekční roztok



DEFINICE

Je to sterilní roztok ethyl-8-fluor-5-[^{11}C]methyl-6-oxo-5,6-dihydro-4*H*-imidazo[1,5-*a*][1,4]benzodiazepin-3-karboxylátu. Může obsahovat stabilizátor, jako je kyselina askorbová.

Obsah. 90 % až 110 % deklarované aktivity uhlíku-11 k datu a hodině uvedeným v označení na obalu.

Obsah flumazenilu. Nejvýše 50 μg v nejvyšší doporučené dávce v mililitrech.

PRODUKCE

PRODUKCE RADIONUKLIDU

Uhlík-11 je radioaktivní izotop uhlíku, který se nejčastěji získává ozařováním dusíku protony. Podle toho, zda se přidá buď stopové množství kyslíku, nebo malé množství vody, získává se radioaktivita ve formě oxidu [^{11}C]uhlíčitěho nebo [^{11}C]methanu.

RADIOCHEMICKÁ SYNTÉZA

[5-Methyl- ^{11}C]flumazenil se může připravit N -alkylací ethyl-8-fluor-6-oxo-5,6-dihydro-4*H*-imidazo[1,5-*a*][1,4]-benzodiazepin-3-karboxylátu (demethylflumazenilu) [^{11}C]methyljodidem nebo [^{11}C]methyl-triflátem ([^{11}C]methyl-trifluormethansulfonátem).

Syntéza [^{11}C]methyljodidu. [^{11}C]Methyljodid se může získat z oxidu [^{11}C]uhlíčitěho nebo z [^{11}C]methanu. Nejčastěji používanou metodou je redukce oxidu [^{11}C]uhlíčitěho tetrahydridohlinitanem lithným. Vzniklý [^{11}C]methanolát reaguje s kyselinou jodovodíkovou. Alternativně se [^{11}C]methan, získaný buď přímo v terči, nebo přímým postupem z oxidu [^{11}C]uhlíčitěho, nechá reagovat s jodem.

Syntéza [^{11}C]methyl-triflátu. [^{11}C]Methyl-triflát se může získat z [^{11}C]methyljodidu za použití pevného nosiče, jako je grafitizovaný uhlík impregnovaný stříbrnou solí kyseliny trifluormethansulfonové.

Syntéza [5-methyl- ^{11}C]flumazenilu. Nejčastěji používanou metodou k získání [5-methyl- ^{11}C]flumazenilu je N -alkylace demethylflumazenilu [^{11}C]methyljodidem v zásaditém prostředí v rozpouštědle, jako je dimethylformamid nebo aceton. Získaný [5-methyl- ^{11}C]flumazenil se může čistit semipreparativní kapalinovou chromatografií. Vhodná je např. kolona naplněná silikagelem pro chromatografii okta-decylsilylovaným eluovaná směsí ethanolu a vody.

PREKURSOR PRO SYNTÉZU

Demethylflumazenil

Teplota tání (2.2.14). 286 °C až 289 °C.

Infračervená absorpční spektrofotometrie (2.2.24).

Porovnání. S referenčním spektrem Ph. Eur. demethylflumazenilu.

VLASTNOSTI

Vzhled. Čirý bezbarvý roztok.

Poločas přeměny a druh záření uhlíku-11. Viz Tabulku fyzikálních vlastností radionuklidů (5.7).

ZKOUŠKY TOTOŽNOSTI

A. Spektrometrie záření gama.

Hodnocení. Pouze fotony gama mají energii 0,511 MeV, v závislosti na geometrii měření se může pozorovat sumační pík 1,022 MeV.

B. Zkouška B, Radionuklidová čistota (viz Zkoušky na čistotu) je zároveň zkouškou totožnosti.

C. Hodnotí se chromatogramy získané ve zkoušce Radiochemická čistota (viz Zkoušky na čistotu).

Hodnocení. Retenční čas hlavního píku na chromatogramu zkoušeného roztoku odpovídá retenčnímu času hlavního píku na chromatogramu porovnávacího roztoku (a).

ZKOUŠKY NA ČISTOTU

Hodnota pH (2.2.3). 6,0 až 8,0.

Sterilita. Vyhovuje zkoušce na sterilitu uvedené v článku *Radiofarmaca* (0125). Přípravek se může uvolnit pro použití před dokončením zkoušky.