HPLC 法测定法罗培南钠中的工艺杂质和降解产物

曲喜龙[1,2]，王夕婷[1,2]，李铁健[1,2]，冯　中[1,2]，张贵民[1,2*]

（1. 鲁南制药集团股份有限公司，国家手性制药工程技术研究中心，山东临沂 276006；2. 山东新时代药业有限公司，山东临沂 273400）

摘要：建立了离子对反相高效液相色谱法测定法罗培南钠（**1**）中的工艺杂质和降解产物。采用 Welch Xtimate C_{18} 色谱柱（4.6 mm×150 mm，3 μm），流动相 A 为磷酸盐缓冲液（pH 3.0），流动相 B 为磷酸盐缓冲液和乙腈（体积比 50 ∶ 50），梯度洗脱。流速为 1.0 mL/min，柱温为 25 ℃，进样量为 20 μL。结果显示，**1** 与各杂质间的分离度良好，且在相应的浓度范围内线性关系良好；各杂质的平均回收率（n=9）为 96.35%～104.28%，RSD 为 1.38%～4.25%。该方法准确度高、灵敏度高、专属性好、重复性好，适用于 **1** 中工艺杂质和降解产物的测定。

关键词：法罗培南钠；高效液相色谱法；工艺杂质；降解产物

中图分类号：O657.7^{+}2；R917；R978.1^{+}1　　**文献标志码**：A　　**文章编号**：1001-8255(2024)12-1698-07

引用：曲喜龙，王夕婷，李铁健，等．HPLC 法测定法罗培南钠中的工艺杂质和降解产物［J］．中国医药工业杂志，2024, 55(12)：1698-1704．DOI：10.16522/j.cnki.cjph.2024.12.013

Determination of Process Impurities and Degradation Products in Faropenem Sodium by HPLC

QU Xilong[1,2], WANG Xiting[1,2], LI Tiejian[1,2], FENG Zhong[1,2], ZHANG Guimin[1,2*]

(*1. National Engineering and Technology Research Center of Chirality Pharmaceutical, Lunan Pharmaceutical Group Co., Ltd., Linyi 276006; 2. Shandong New Time Pharmaceutical Co., Ltd., Linyi 273400*)

ABSTRACT: An ion-pair reversed phase high performance liquid chromatography method was established for the determination of the process impurities and degradation products in faropenem sodium (**1**). The Welch Xtimate C_{18} column (4.6 mm×150 mm, 3 μm) was used, and the analysis was carried out in the gradient elution mode with phosphate buffer (pH 3.0) as mobile phase A, and phosphate buffer-acetonitrile (50 ∶ 50) as mobile phase B. The flow rate was 1.0 mL/min, the column temperature was 25 ℃, and the injection volume was 20 μL. The results showed that the peaks of **1** and its related impurities were separated well, and it was linear for **1** and the related impurities in the corresponding ranges. The average recoveries (n=9) of the impurities were 96.35% - 104.28%, with the RSDs of 1.38 % - 4.25 %. The established method has high accuracy, sensitivity, specificity, and repeatability, which is suitable for the determination of process impurities and degradation products in **1**.

Key Words: faropenem sodium; high performance liquid chromatography; process impurity; degradation product

法罗培南钠（faropenem sodium，**1**），化学名为（5*R*,6*S*）-6-［（*R*）-1- 羟乙基］-7- 氧代 -3-［（*R*）-2- 四氢呋喃基］-4- 硫杂 -1- 氮杂双环［3.2.0］庚 -2- 烯 -2- 羧酸钠盐二倍半水合物，属于非典型 β- 内酰胺类抗菌

收稿日期：2024-01-22

作者简介：曲喜龙（1980—），男，工程师，从事药物分析方法开发。

通信作者：张贵民（1969—），男，研究员，从事新药研究与开发。

E-mail：Lunanzhangguimin@163.com

药物，是全球首个青霉烯类口服抗菌药，抗菌谱广、抗菌活性强，且不易诱导细菌产生耐药性[1—4]。由于 **1** 本身性质不稳定，在遇热及酸碱条件下均易降解，最终引入的杂质包括降解杂质和合成过程中的工艺杂质。因此，建立有效的方法测定 **1** 中的降解产物和工艺杂质，对控制产品质量非常必要。

根据 **1** 的合成工艺（如图 1 所示）和降解途径，并参考强制降解试验结果，确定了本品可能存在的 9 个杂质，即 (5*R*,6*S*)-6-[(1*R*)-1- 羟乙基]-7- 氧代 -3-[(2*S*)- 四氢呋喃 -2- 基]-4- 硫杂 -1- 氮杂双环 [3.2.0]- 庚 -2- 烯 -2- 羧酸钠盐 (**2**)、5-[(2*R*)- 四氢呋喃 -2- 基] 噻唑 -4- 羧酸 (**3**)、(2*S*)-2-[(1*S*,2*R*)-1- 羧基 -2- 羟丙基)]-(*Z*)-5-(4- 羟基亚丁基)-2,5- 二氢噻唑 -4- 羧酸 (**4**)、(2*R*)-2-[(1*S*,2*R*)-1- 羧基 -2- 羟丙基)]-(*Z*)-5-(4- 羟基亚丁基)-2,5- 二氢噻唑 -4- 羧酸 (**5**)、4- 甲酰基 -(*Z*)-2-(4- 羟基亚丁基)-5- 甲基 -2,5- 二氢噻吩 -3- 羧酸 (**6**)、(1*R*)-2- 羧基 -1- 甲基乙基 -5-[(*R*)-2- 四氢呋喃]- 噻唑 -4- 羧酸 (**7**)、(5*R*,6*S*)-6-[(*R*)-1-[(*R*)-3- 羟基丁酰氧基] 乙基]-7- 氧代 -3-[(*R*)-2- 四氢呋喃基]-4- 噻唑 -1- 氮杂双环 -[3.2.0] 庚 -2- 烯 -2- 羧酸 (**8**)、(*R*)-5-(四氢呋喃 -2- 基) 噻唑 -4- 羧酸烯丙酯 (**9**)、(5*R*,6*S*)-6-[(*R*)-1- 羟乙基]-2-[(*R*)- 四氢呋喃]- 青霉烯 -3- 羧酸烯丙酯 (**10**)（化学结构如图 2 所示）。其中，**2** 为反应过程中产生的差向异构体，**9** 为残留中间体Ⅳ（即化合物 **10**）的降解产物，**3** 主要是 **1** 在高温和光照下的降解产物，**7** 和 **8** 主要是 **1** 高温降解产生的，**4**、**5** 和 **6** 主要是 **1** 在酸、碱溶液中降解产生的。

目前，日本药典（JP18）及 ChP 2020 年版均收录了 **1** 的有关物质测定方法，且将 **2** 作为特定杂质进行控制，控制限度为不得过 0.3%。但预试验表明，药典方法并不能对 **1** 中可能存在的有关物质 **2** ～ **10** 进行完全、有效、准确的控制。相关研究[5—8]也报道了 **1** 中有关物质的测定方法，但针对其降解产物的详细研究较少。

为了更好地控制 **1** 质量，保证其安全性和有效性，本研究建立了离子对反相高效液相色谱法，首次对 **1** 中的降解杂质和工艺杂质进行了详细研究，以期为 **1** 的质量控制提供参考。

1 仪器与试药

e2695 型高效液相色谱仪（美国 Waters 公司）；MS205DU 型精密电子分析天平（瑞士 Mettler Toledo 公司）。

1 对照品（含量 80.3%，批号 130532-201301）和 **2** 对照品（含量 58.4%，批号 130639-201301）均购于中国食品药品检定研究院；**1** 原料药（批号 508210502、508210503、508210504）、**3** 对照品（含量 97.3%，批号 211101）、**4** 对照品（含量 74.4%，批号 211001）、**5** 对照品（含量 83.6%，批号 211001）、**6** 对照品（含量 76.2%，批号 211001）、**7** 对照品（含量 96.8%，批号 211101）、**9** 对照品（含量 98.8%，批号 211001）、**10** 对照品（含量 95.4%，批号 211001G）均为本公

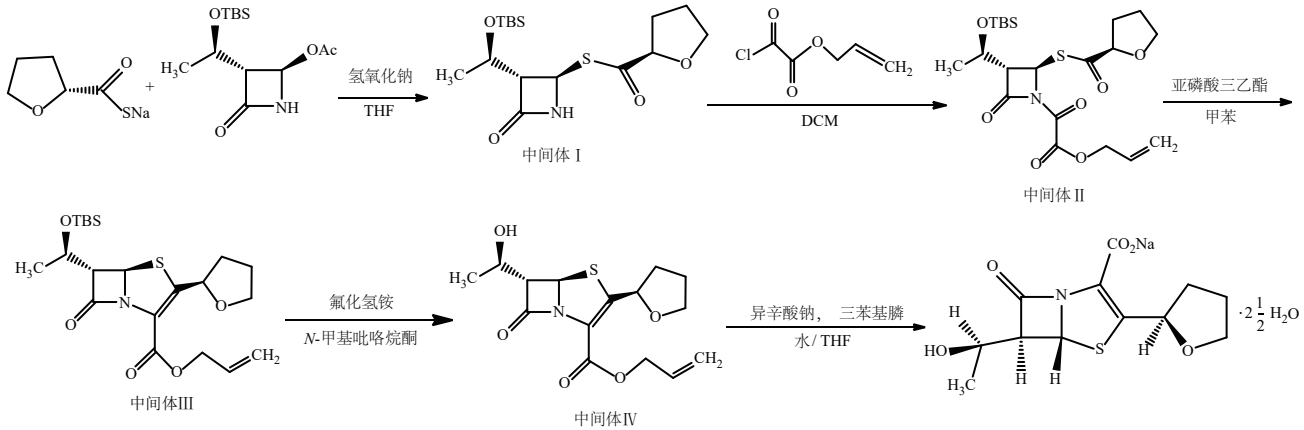


图 1 1 的合成路线

Fig.1 Synthetic Route of **1**

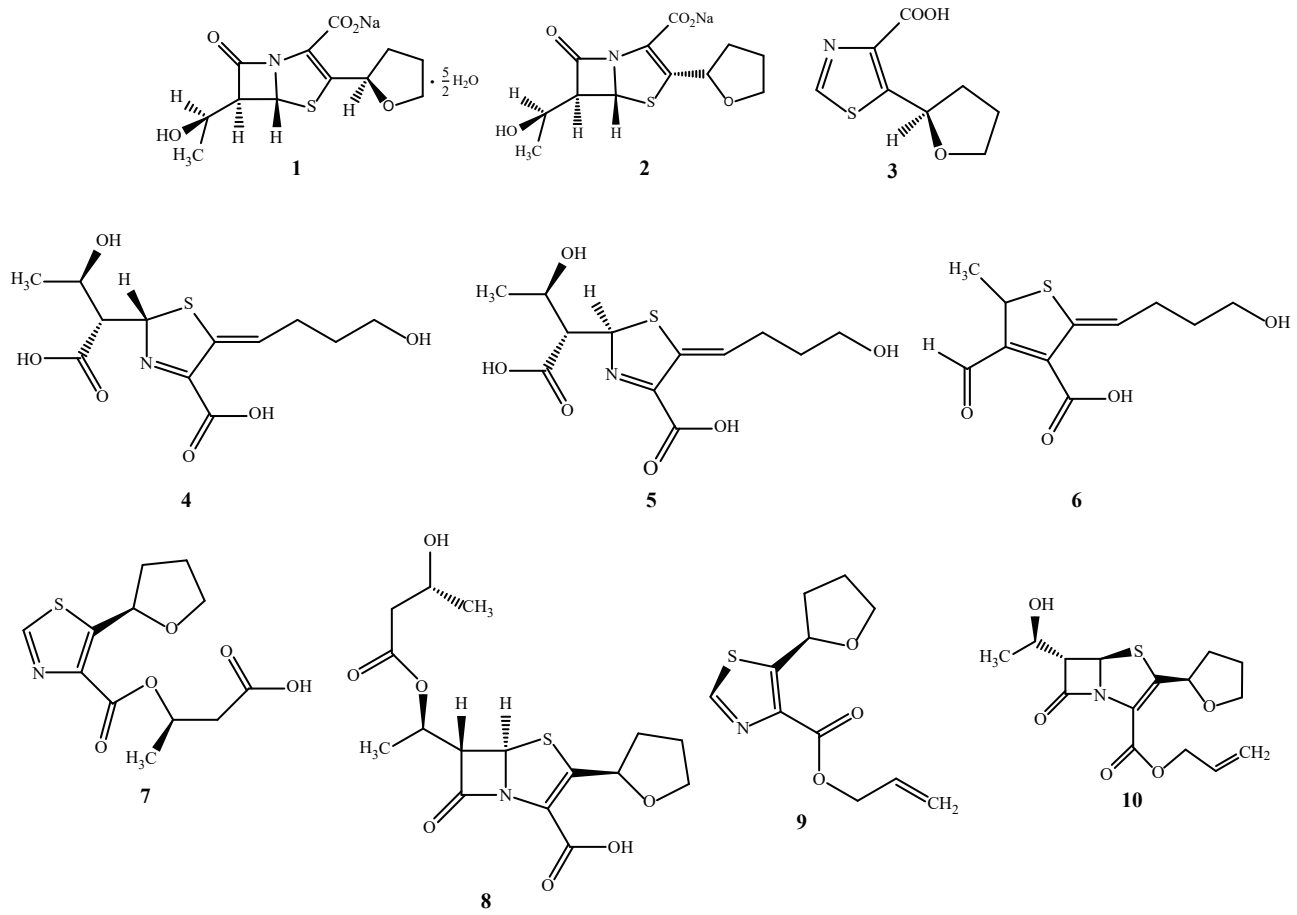


图 2　1 及其有关物质的化学结构

Fig.2　Chemical Structures of **1** and the Related Substances

司自制；**8** 对照品（美国 TLC 公司，含量 99.5%，批号 4319-056A3）；四丁基硫酸氢铵（美国 TCI 公司，含量 >98.0%，批号 DZTMM-CZ）；乙腈为色谱纯，磷酸为分析纯，水为超纯水。

2　方法与结果

2.1　色谱条件

色谱柱 Welch Xtimate C_{18} 柱（4.6 mm×150 mm，3 μm）；流动相 A 为磷酸盐缓冲液（含 0.01 mol/L 四丁基硫酸氢铵的 0.02 mol/L 磷酸二氢钾溶液，用磷酸调至 pH 3.0），B 为磷酸盐缓冲液和乙腈（体积比 50 ∶ 50），梯度洗脱（0—25 min，A 85%—55%；25—40 min，A 55%—10%；40—41 min，A 10%—85%；41—55 min，A 85%）；检测波长 240 nm；流速 1.0 mL/min；柱温 25 ℃；进样量 20 μL。

2.2　溶液配制

空白溶剂：乙腈和水（体积比 10 ∶ 90）。

1 ～ **10** 对照品贮备液：精密称取 **1** ～ **10** 对照品各 10 mg，分别置 10 mL 量瓶中，**1** ～ **8** 对照品用空白溶剂溶解并定容、摇匀，**9**、**10** 对照品用 85% 乙腈溶液溶解并定容、摇匀，配制成 **1** ～ **10** 质量浓度均为 1.0 mg/mL 的 **1** ～ **10** 对照品贮备液。

供试品溶液：精密称取 **1** 原料药 10 mg，置 10 mL 量瓶中，用空白溶剂溶解并定容，摇匀，制成 **1** 质量浓度为 1.0 mg/mL 的供试品溶液。

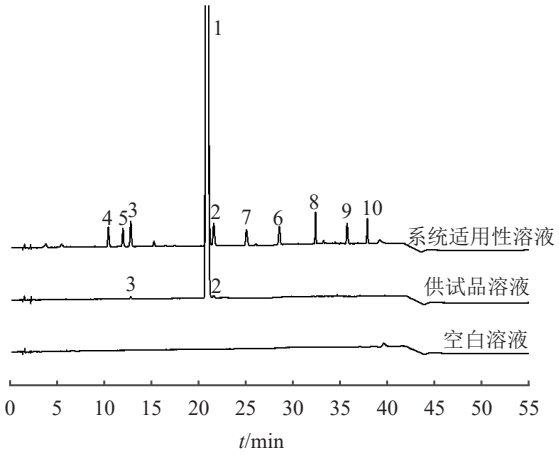
混合杂质对照品贮备液：分别精密量取 **2**、**4**、**5** 对照品贮备液各 400 μL，**8**、**10** 对照品贮备液各 200 μL，**3**、**6**、**7**、**9** 对照品贮备液各 100 μL，置同一 10 mL 量瓶中，用空白溶剂定容，摇匀，即得混合杂质对照品贮备液。

系统适用性溶液：精密称取 **1** 对照品 10 mg，置 10 mL 量瓶中，加入混合杂质对照品贮备液 2.5 mL，

加入空白溶剂溶解并定容，摇匀，即得系统适用性溶液。

2.3 系统适用性试验

取“**2.2**”项下的空白溶剂、供试品溶液（**1** 批号 508210502）和系统适用性溶液，按“**2.1**”项下色谱条件进样分析，记录色谱图。结果如图 3 所示，空白溶液对 **1** 及各杂质色谱峰均无干扰，系统适用性溶液中各色谱峰之间的最小分离度均 >1.5，供试品溶液中各色谱峰分离良好。



1—**1**；2—**2**；3—**3**；4—**4**；5—**5**；6—**6**；7—**7**；8—**8**；9—**9**；10—**10**。

图 3 典型色谱图

Fig.3 Typical Chromatograms

2.4 破坏性试验

精密称取 **1** 原料药（批号 508210502）6 份，各 10 mg，置 10 mL 量瓶中，进行不同条件的降解试验，试验条件如下。(A) 未破坏试验；(B) 碱破坏性试验：加入 0.01 mol/L 氢氧化钠溶液 1 mL，于室温放置 5 min，用 0.01 mol/L 盐酸调至 pH 中性，再用空白溶剂定容，摇匀；(C) 酸破坏性试验：加 0.1 mol/L 盐酸 1 mL，于室温放置 1 h，用 0.1 mol/L 氢氧化钠溶液调至 pH 中性，再用空白溶剂定容，摇匀；(D) 高温破坏性试验：于 80 ℃放置 15 h，取出，放冷至室温，用空白溶剂稀释，定容，摇匀；(E) 光照破坏性试验：于光照强度为 (4 500±500) lx 的稳定性试验箱中放置 5 d，取出，用空白溶剂稀释，定容，摇匀；(F) 氧化破坏性试验：加入 1%过氧化氢溶液 1 mL，于室温放置 2 h，加空白溶剂定容，摇匀。按“**2.1**”项下色谱条件进样测定，并记录色谱图，结果如图 4 所示。**1** 在酸、碱、氧化、高温、光照条件下均不稳定。在酸性、碱性条件下主要产生已知杂质 **4** 和 **5**；高温条件下，主要产生已知杂质 **3**、**5** 和 **8**；光照条件下，主要产生已知杂质 **3**；氧化条件下，主要是已知杂质 **5** 和 1 个未知杂质。各破坏条件下所产生的降解产物与 **1** 均能良好分离，各降解产物之间也能较好分离，各破坏性试验溶液的色谱图中主峰纯度合格，物料保持平衡。说明此方法专属性好，能够有效检测 **1** 中的降解产物。

2.5 检测限与定量限试验

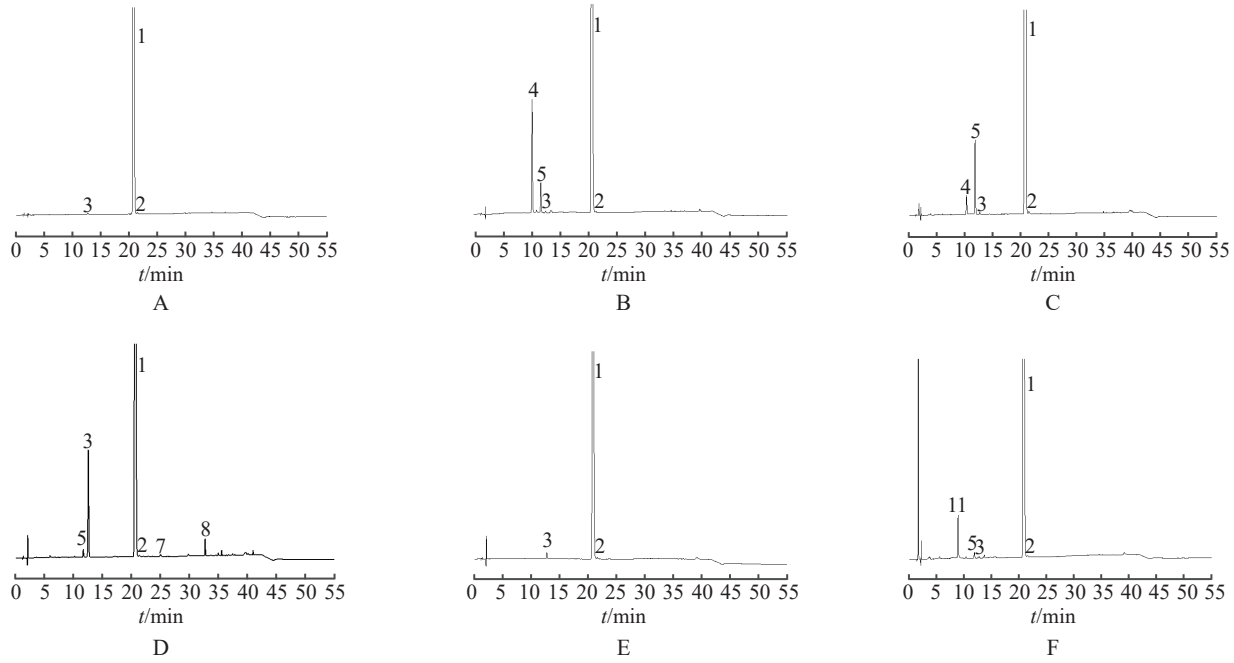
取“**2.2**”项下的 **1** ～ **10** 对照品贮备液，加入空白溶剂逐步定量稀释后，按“**2.1**”项下色谱条件进样分析，按信噪比 (*S*/*N*) 为 10 计算得 **1** ～ **10** 的定量限分别为 0.253、0.264、0.113、0.321、0.345、0.143、0.151、0.201、0.139、0.238 μg/mL，分别相当于供试品浓度的 0.025%、0.026%、0.011%、0.032%、0.035%、0.014 %、0.015 %、0.020 %、0.014 %、0.024 %；按 *S*/*N* 为 3 计算得 **1** ～ **10** 的检测限为 0.084、0.088、0.038、0.107、0.115、0.048、0.050、0.067、0.046、0.079 μg/mL，分别相当于供试品浓度的 0.008 %、0.009%、0.004%、0.011%、0.012%、0.005%、0.005%、0.007 %、0.005 %、0.008 %。定量限下，连续进样 6 次时 **1** ～ **10** 峰面积的 RSD（*n*=6）分别为 1.44 %、1.89%、2.29%、3.43%、3.36%、2.20%、2.50%、1.79%、3.67%、3.40%。

2.6 线性试验

分别移取“**2.2**”项下的 **1** ～ **10** 对照品贮备液适量，加入空白溶剂溶解并逐步稀释，制成质量浓度分别为 1.0、2.0、3.0、4.0、5.0、10.0 μg/mL 的系列对照品混合溶液，按“**2.1**”项下色谱条件测定，以峰面积 (*A*) 为纵坐标、各化合物的质量浓度 (*c*) 为横坐标，进行线性回归。结果（表 1）说明 **1** 及各杂质在相应的质量浓度范围内线性关系良好。

2.7 回收率试验

分别精密称取 **1** 原料药（批号 508210502）



A—未破坏；B—碱破坏；C—酸破坏；D—高温破坏；E—光照破坏；F—氧化破坏。

1—**1**；2—**2**；3—**3**；4—**4**；5—**5**；7—**7**；8—**8**；11—未知杂质。

图 4　破坏性试验色谱图

Fig.4　Chromatograms of Destructive Tests

表 1　线性试验结果

Tab.1　Results of Linearity Test

化合物	线性方程	相关系数 r	线性范围 /（μg·mL^{-1}）	相对校正因子	化合物	线性方程	相关系数 r	线性范围 /（μg·mL^{-1}）	相对校正因子
1	A=10 751.21c − 49.07	0.999 8	1.023 7 ～ 10.236 8	—	**6**	A=25 082.22c − 3 137.23	0.999 9	1.023 5 ～ 10.234 7	0.43
2	A=11 412.09c − 555.55	0.999 7	1.026 6 ～ 10.265 5	0.94	**7**	A=22 717.16c − 1 145.62	0.999 8	1.057 5 ～ 10.575 3	0.47
3	A=31 158.21c − 3 760.82	0.999 8	1.009 8 ～ 10.098 3	0.35	**8**	A=10 801.05c − 88.74	0.999 8	1.039 7 ～ 10.396 5	1.00
4	A=4 513.33c − 83.72	0.999 6	1.065 3 ～ 10.653 4	2.38	**9**	A=31 234.79c − 797.04	0.999 7	1.033 6 ～ 10.336 0	0.34
5	A=4 903.46c+664.24	0.999 8	1.012 4 ～ 10.124 3	2.19	**10**	A=11 196.93c − 83.51	0.999 9	1.021 2 ～ 10.211 7	0.96

10 mg，置 10 mL 量瓶中，共 9 份，分别加入“**2.2**”项下的 **2** ～ **10** 对照品贮备液适量，配制质量浓度分别为 0.8、1.0、1.2 μg/mL 的低、中、高浓度（80%、100%和 120%各杂质限度）加样回收率溶液，每个浓度各 3 份，精密量取上述低、中、高浓度加样回收率溶液 20 μL，按“**2.1**”项下色谱条件进样分析，计算回收率。结果显示，**2** ～ **10** 的平均回收率（n=9）分别为 99.21 %、98.85 %、104.28 %、101.26 %、96.35 %、96.94 %、102.87 %、97.46 %、98.13 %；RSD 分别为 3.46%、4.25%、2.48%、3.67%、1.54%、2.75%、1.38%、3.05%、2.27%。

2.8　重复性试验

取 **1** 原料药（批号 508210502）适量，按“**2.7**”项下回收率试验中浓度水平（100%各杂质限度）样品配制方法平行配制 6 份加标样品溶液及 1.0%自身对照溶液，按“**2.1**”项下色谱条件进样分析，计算各杂质的含量，并计算 RSD。结果显示，**2** ～ **10** 含量测定结果的 RSD（n=6）为 1.71%～ 5.43%，表明方法的重复性良好。

2.9　中间精密度试验

为了考察随机变动因素对精密度的影响，于不同日期，由另一名分析员独立建立系统，对重复性

试验项下相同批次的样品进行分析。按“**2.7**”项下方法平行配制 6 份加标样品溶液及 1.0% 自身对照溶液。按“**2.1**”项下色谱条件进样分析，计算各杂质的含量。结果显示，12 份样品（另 6 份为上述重复性测试样品）中 **2** ～ **10** 含量的 RSD（n=12）为 2.58%～ 6.67%，说明本法中间精密度良好。

2.10 稳定性试验

取“**2.2**”项下的混合杂质对照品贮备液 2.5 mL，加空白溶剂稀释至 10 mL，作为稳定性试验杂质对照品溶液，于 5 ℃放置，分别在 0、2、4、6、8、10、12 h 时取样，按“**2.1**”项下色谱条件进样分析。结果显示，**2** ～ **10** 在不同稳定性时间点与 0 h 时的峰面积变化率均小于 10%。

取“**2.2**”项下的样品溶液，分别于 5 ℃放置 0、2、4、6、8、10、12 h 时取样检测。结果显示，**1** 的峰面积变化率小于 2%，**10** 的检出量逐渐增大，且 6 h 后 **8** 开始有检出并逐渐增大，但 12 h 内 **2** 和 **8** 含量的绝对变化值小于 0.01%。为了获得更准确的检测结果，建议 **1** 临用新制。

2.11 耐用性试验

取“**2.7**”项下中浓度水平（100% 各杂质限度）的加标样品溶液，并制备 1.0% 自身对照溶液，按“**2.1**”项下色谱条件，分别考察流动相流速（± 0.1 mL/min）、柱温（± 5 ℃）、pH 值（± 0.2）发生微小变化，以及更换同品牌、不同批号色谱柱，对 **1** 与其他杂质分离效果及 **2** ～ **10** 含量变化的影响。结果显示，在不同的耐用性色谱条件下，各杂质峰之间、各杂质峰与 **1** 之间的分离度均大于 1.5。与“**2.1**”项下的标准条件相比较，各已知杂质峰与主峰的相对保留时间无明显变化；各条件下 **2** ～ **10** 含量的 RSD（n=8）分别为 3.01%、2.69%、5.05%、4.91%、2.49%、3.84%、3.34%、2.87%、3.73%，说明此方法耐用性良好。

2.12 样品检测

取 3 批 **1** 原料药，按“**2.2**”项下方法制备供试品溶液，按“**2.1**”项下色谱条件进行测定，记录色谱图。已知杂质按加校正因子的主成分自身对照法计算，未知杂质按不加校正因子的主成分自身对照法计算，结果如表 2 所示。在 3 批样品中，**4**、**6**、**8**、**9**、**10** 均未检出，检出的有关物质含量均小于 0.10%，最大未知单杂含量小于 0.10%，总杂含量小于 0.50%，检测结果符合拟定的有关物质限度标准。

表 2 样品检测结果 /%

Tab.2 Sample Test Results/%

1 批号	**2**	**3**	**5**	**7**	最大未知单杂	总杂质
508210502	0.075	0.010	0.008	0.003	0.021	0.114
508210503	0.072	0.015	0.007	0.004	0.020	0.128
508210504	0.058	0.011	0.013	0.004	0.023	0.104

3 讨论

3.1 检测波长的选择

采用二极管阵列检测器对 **1** 及各杂质进行全波长扫描。二极管阵列检测图谱结果显示，**1** 在 196、247 和 312 nm 有最大吸收波长；杂质 **2** ～ **10** 均在末端吸收波长和 240 nm 附近有一定的吸收，**3**、**6**、**7**、**9** 在 310 nm 附近几乎无吸收。ChP 2020 年版及 JP 18 均选用 240 nm 作为检测波长，且考虑到低波长下的背景吸收干扰，最终选择 240 nm 作为 **1** 有关物质的检测波长。

3.2 色谱条件的优化

采用 ChP 2020 年版及 JP18 的方法时，**4**、**5** 的保留时间漂移且峰形较差。因此，本研究在药典方法的基础上优化色谱条件，筛选了色谱柱。在流动相体系的优化方面，对离子对试剂进行了更换，同时调整了 pH 值；在选定的流动相体系下，分别选取了 Welch Xtimate C_{18} 柱（4.6 mm×150 mm，3 μm）和 Welch Ultimate XB C_{18} 柱（4.6 mm×150 mm，3 μm）。经对比试验，最终选择柱效、峰形及分离度较好的 Welch Xtimate C_{18} 柱。试验结果表明，在选择的色谱体系下，主峰与相邻杂质、各杂质间分离度良好，检测灵敏度较高，能较好满足 **1** 有关物质的检测要求。

3.3 杂质的分析与控制

多批测定结果显示，**1** 中检出的杂质为 **2**、**3**、**5** 和 **7**，其他杂质未检出。**2** 是工艺中主要产生的杂质；**3** 是高温、光照条件下降解的主要杂质，在日常贮存中较易产生；**5** 是酸、碱条件下产生的降解杂质；**7** 是高温条件下的降解杂质。参考 ICH 指导原则 [9] 和 JP18、ChP 2020 年版中相关限度的规定，并结合本

研究实际检验结果，拟定 **1** 原料药中有关物质 **2** ～ **10** 的限度标准，具体要求为：有关物质 **2** 不得过 0.30%，其他有关物质含量均不得过 0.10%，最大未知单杂含量不得过 0.10%，总杂含量不得过 0.50%。由于 **1** 及各杂质的最大紫外吸收不同，在规定的 240 nm 下响应性也不同，故建议采用加校正因子的主成分自身对照法，能更准确地控制 **1** 中的有关物质。

参考文献：

[1] 朱雪焱, 刘相奎, 袁哲东, 等. 法罗培南钠的合成 [J]. 中国医药工业杂志, 2007, **38**(3): 174-176.

[2] 罗文燕, 丁　颖, 秦　峰, 等. 培南类抗菌药质量控制方法的研究进展 [J]. 中国医药工业杂志, 2021, **52**(1): 42-55.

[3] 张　田, 李　婷, 李　超, 等. 法罗培南治疗细菌性感染的系统评价 [J]. 中国医院用药评价与分析, 2021, **21**(12): 1498-1503.

[4] 段露清. 法罗培南钠研究进展 [J]. 海峡药学, 2014, **26**(8): 5-7.

[5] 闰小燕, 胡　欣, 何笑荣, 等. HPLC 法测定法罗培南钠含量及有关 [J]. 药物分析杂志, 2006, **26**(7): 965-967.

[6] 秦　芳, 丁　娅, 杭太俊, 等. LC-MS/MS 法对法罗培南钠中有关物质的研究 [J]. 中国药科大学学报, 2011, **42**(4): 342-347.

[7] 赵　霞, 胡昌勤, 金少鸿. 法罗培南钠中有关物质测定方法的建立 [J]. 中国药学杂志, 2005, **40**(5): 385-387.

[8] 曲喜龙, 王夕婷, 于海军, 等. HPLC 法测定法罗培南钠的差向异构体及相关杂质 [J]. 海峡药学, 2021, **33**(4): 87-91.

[9] ICH. Q3A(R2) 新原料药中的杂质 [EB/OL]. [2022-08-25]. https://wenku. baidu. com/view/34c878d349fe-04a1b0717fd5360cba1aa8118c95. html.

《中国医药工业杂志》向审稿专家致谢

在广大作者、读者，特别是各位审稿专家的大力支持下，本刊 2024 年的出版工作顺利完成，并取得了较好成绩。承蒙下列专家、学者认真负责地审阅稿件，在此公布 2024 年我刊审稿人名单，并向审稿专家致以诚挚的敬意和衷心的感谢！

本统计结果为审稿完成时间 2024 年 1 月 1 日至 12 月 2 日；本排名按审稿数量多少为序，审稿数量相同者则按姓名拼音顺序。

周伟澄　吴　彤　张启明　陈桂良　乐　健　卢　懿　甘　勇　郑璐侠　陈　芳
李　悦　张毅兰　柴旭煜　何　军　张庆文　曹　萌　陈少欣　丁　杨　冯　军
冯艳春　路建光　叶晓霞　尤启冬　袁运生　张馨欣　仇文卫　范一灵　黄　璐
沈　琦　王优杰　颜若曦　赵　雁　葛庆华　刘东飞　罗华菲　裘鹏程　涂亮星
王玉成　吴　飞　伍振峰　谢金平　谢跃庆　殷　明　陈莉莉　谷　丽　侯晋军
季　申　李坚军　李　伟　梁超峰　刘　育　茅宁莹　苗庆芳　戚建平　孙考祥
魏　刚　奚　泉　张　丽　张清奎　张庆伟　张志文　毕　武　毕重文　陈　岚
陈一飞　陈　寅　陈　勇　褚淑贞　代文兵　邓欣祺　丁　宁　方　亮　高会乐
高　中　葛渊源　郭冬梅　郭　珩　胡　晓　胡晓兰　纪万里　金春林　金建秋
金鹏飞　金若敏　赖增伟　黎　威　李　翠　李　雷　李三鸣　李阳彪　梁　爽
梁　毅　刘德龙　刘向磊　龙超久　马春华　宁保明　潘红娟　平耀东　钱正明
秦　峰　秦文灵　尚　悦　邵　奇　宋　丹　孙会敏　汤伟伟　涂家生　汪海波
王　健　王　娟　王君吉　王全瑞　王似锦　王文喜　王颖峥　王增涛　伍　琳
夏学军　咸瑞卿　向　华　徐　冰　徐　伟　余　斐　袁春平　袁红梅　张阿磊
张冬星　赵建宏　郑明月　郑淇文　钟家亮　周亚菊　朱怀军　朱怡君　竺　伟
庄　涛　左根永