

蒙药肋柱花 HPLC 指纹图谱的研究

孙兴姣¹, 席琳图雅², 那生桑³, 李红娇⁴, 李 阳¹, 向昌林⁵, 李 骁^{1*}

1. 内蒙古医科大学, 内蒙古 呼和浩特 010110
2. 锡林郭勒盟蒙医医院, 内蒙古 锡林浩特 026000
3. 内蒙古医科大学蒙医药学院, 内蒙古 呼和浩特 010110
4. 大同市第二人民医院, 山西 大同 037000
5. 内蒙古赛罕乌拉国家级自然保护区管理局, 内蒙古 赤峰 025150

摘要: 目的 采用 HPLC 对 15 批不同采集地的蒙药肋柱花药材进行指纹图谱研究, 并采用相似度评价蒙药肋柱花药材的质量。方法 采用 HPLC 进行测定, 色谱柱为 YMC C₁₈ 色谱柱 (250 mm×4.6 mm, 5 μm), 流动相为乙腈-0.4%磷酸水-甲醇, 梯度洗脱, 体积流量 0.8 mL/min, 检测波长 254 nm, 柱温 30 ℃。运用色谱软件对指纹图谱进行相似度评价。结果 建立了蒙药肋柱花药材的 HPLC 指纹图谱, 确定了 15 个共有峰, 指认了 5 个共有峰, 15 批次肋柱花药材与生成对照指纹图谱的相似度在 0.881~0.997。结论 首次建立肋柱花药材的 HPLC 特征指纹图谱, 所建立的指纹图谱测定方法精密性、稳定性和重复性良好。

关键词: 蒙药肋柱花; HPLC; 指纹图谱; 质量控制; 獐牙菜苦苷; 异菰草苷; 当药黄素; 芹菜素; 木犀草素

中图分类号: R284.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 0253-2670(2019)07-1703-05

DOI: 10.7501/j.issn.0253-2670.2019.07.031

HPLC fingerprint of *Lomatogonium rotatum*

SUN Xing-jiao¹, XI Lin-tu-ya², NA Sheng-sang³, LI Hong-jiao⁴, LI Yang¹, XIANG Chang-lin⁵, LI Xiao¹

1. Inner Mongolia Medical University, Hohhot 010110, China
2. Xilinguole Meng Mongolian General Hospital, Xilinhot 026000, China
3. Mongolian Medicine Research Institute of Inner Mongolia Medical University, Hohhot 010110, China
4. Datong Second People's Hospital, Datong 037000, China
5. Inner Mongolia Saihanwula National Nature Reserve Administration, Chifeng 025150, China

Abstract: Objective To study the fingerprints of 15 batches of Mongolian medicinal materials of *Lomatogonium rotatum* collected from different places by HPLC, and to evaluate the quality of the medicinal materials of *L. rotatum* by similarity calculation. **Methods** A total of 15 batches of ribbed flowers were collected by HPLC. Chromatographic column: YMC C₁₈ column (250 mm × 4.6 mm, 5 μm), mobile phase: acetonitrile-0.4% phosphoric acid-methanol, gradient elution, flow rate was 0.8 mL/min, detection wavelength was 254 nm, column temperature was 30 ℃. The similarity of fingerprints was evaluated by using the "Similarity Evaluation System of Chromatographic Fingerprints of Traditional Chinese Medicine 2004A Edition". **Results** The fingerprints of *L. rotatum* of Mongolian medicine were established, 15 common peaks were identified, five common peaks were identified, and the similarity among 15 batches of *L. rotatum* and the fingerprints of control was in the range of 0.881—0.997. The fingerprints of erect column flowers have good precision, stability and reproducibility. **Conclusion** The characteristic fingerprint of *L. rotatum* was established for the first time, which not only provides a new scientific basis for the identification and quality control of *L. rotatum*, but also has important significance for the quality evaluation of *L. rotatum*.

Key words: *Lomatogonium rotatum* (L.) Fries ex Nym.; HPLC; fingerprint; quality control; swertiamarin; isoorientin; swertisin; apigenin; luteolin

蒙药肋柱花来源于龙胆科植物肋柱花 *Lomatogonium rotatum* (L.) Fries ex Nym. 的干燥全草^[1], 蒙药名哈比日根-地格达, 味苦, 性寒, 具有“协日”、清热、健胃、愈伤功能; 用于“协日”热、

收稿日期: 2018-09-03

基金项目: 内蒙古政府蒙药标准化重大项目 (MB2017-01~03)

作者简介: 孙兴姣 (1992—), 女, 硕士。E-mail: 1422477650@qq.com

*通信作者 李 骁, 博士, 副教授。E-mail: lx_leexiao@163.com

瘟疫、流感、伤寒、中暑、头痛、肝胆热、黄疸、胃协日、伤热等病症^[2]。肋柱花是蒙医临床常用药材，作为主药用于肋柱花四味汤和八味地格达汤。肋柱花在我国分布于内蒙古、甘肃、新疆、西藏、云南等地^[3-4]，主要含有环烯醚萜类、黄酮类、三萜及其苷类、内酯类、有机酸及酚类化合物^[5-6]。

肋柱花药材标准在《中华本草·蒙药卷》^[1]和《中华人民共和国卫生部药品标准·蒙药分册》^[2]均只有性状和显微鉴别的规定。据实地调查和文献报道^[7-8]肋柱花的混伪品、代品较多流入临床，影响临床疗效和用药安全。为完善肋柱花质量评价体系，指导临床正确用药，本实验以肋柱花为研究对象，基于 HPLC 建立稳定、简便、可靠的肋柱花高相液相色谱指纹图谱，通过对肋柱花药材相似度进行评价，客观地从整体上评价肋柱花的质量。

1 仪器与试药

1.1 仪器

Dioner MltiMate 3000 型超高效液相色谱仪(美国 Thermo-Fisher 公司)，色谱柱为 YMC C₁₈ 色谱柱(250 mm×4.6 mm, 5 μm); AL204 型电子天平(梅

特勒-托利多仪器有限公司); KQ-250DA 型数控超声波清洗器(上海书培实验设备有限公司)。

1.2 试剂

色谱乙腈(Fisher Scientific 公司); 色谱甲醇(Fisher Scientific 公司); 甲醇(分析纯); 乙醇(分析纯); 磷酸(分析纯); 超纯水。

1.3 药材

15 批蒙药肋柱花样品信息见表 1，经内蒙古医科大学药学院李骁副教授鉴定为龙胆科肋柱花属植物肋柱花 *Lomatogonium rotatum* (L.) Fries ex Nym. 的干燥全草; 獐牙菜苦苷对照品(成都植标化纯生物技术有限公司, 批号 C16H22010); 异荭草苷对照品(成都德思特生物技术有限公司, 批号 DST170717-121); 当药黄素对照品(成都植标化纯生物技术有限公司, 批号 C22H22011); 芹菜素对照品(成都曼思特生物科技有限公司中国科学院成都生物研究所, 批号 MUST-15032610); 木犀草素对照品(成都曼思特生物科技有限公司中国科学院成都生物研究所, 批号 MUST-15021005), 所有对照品质量分数均大于 98%。

表 1 样品采集信息

Table 1 Information of *L. rotatum*

编号	采集地	采集时间	北纬	东经	海拔/m
S1	内蒙古锡林郭勒盟辉腾河	2018-08-21	43°16'47.16"	116°02'29.1"	1 501
S2	内蒙古锡林郭勒盟白音高勒	2018-08-22	43°39'8.22"	116°30'45.9"	1 121
S3	内蒙古赤峰市克什克腾旗达里湖亮子湾	2018-09-02	43°14'13.2"	116°29'42"	1 200
S4	内蒙古锡林郭勒盟西乌旗浩勒图高勒镇巴彦宝力格嘎查	2018-09-10	44°14'43.18"	117°43'29.77"	1 154
S5	内蒙古锡林郭勒盟西乌旗古日格斯台保护区	2018-09-11	44°21'16.20"	118°06'25.00"	1 139
S6	内蒙古锡林郭勒盟西乌旗半拉山	2018-09-21	44°13'34.93"	117°59'03.60"	1 139
S7	内蒙古锡林郭勒盟西乌旗巴拉嘎尔高勒镇	2018-09-13	44°35'40.15"	117°37'24.53"	997
S8	内蒙古赤峰市巴林右旗罕山林场	2018-09	44°16'31.21"	118°26'42.46"	1 058
S9	内蒙古锡林浩特市正蓝旗上都河	2018-09-18	42°15'	116°1'12"	1 674
S10	内蒙古锡林郭勒盟正蓝旗桑根达来镇	2018-09-22	42°23'24"	115°35'24"	1 200
S11	内蒙古呼伦贝尔市新巴尔虎左旗	2018-09	47°54'9.5"	119°44'24.4"	933
S12	内蒙古锡林郭勒盟西乌旗(购买)	2017-09	—	—	—
S13	内蒙古锡林郭勒盟宝格达山林场	2017-09-10	46°36'56.58"	119°51'40.27"	1 241
S14	内蒙古呼和浩特市大青山小井沟	2017-09-20	41°04'58.32"	111°51'34.74"	1 810
S15	内蒙古呼和浩特市武川县哈拉镇小坝底村(栽培)	2018-09-08	41°16'19.74"	111°45'8.52"	1 742

2 方法与结果

2.1 色谱条件

色谱柱: YMC C₁₈ 色谱柱(250 mm×4.6 mm, 5 μm); 流动相: 乙腈(A)-0.4%磷酸水(B)-甲醇(C), 梯度洗脱, 乙腈始终为 10%, 0~10 min, 90%~85% B; 10~20 min, 85%~80% B; 20~24 min,

80%~78% B; 24~27 min, 78%~75% B; 27~37 min, 75%~72% B; 37~40 min, 72%~70% B; 40~45 min, 70%~65% B; 45~47 min, 65%~60% B; 47~48 min, 60%~58% B; 48~65 min, 58%~50% B; 65~77 min, 50% B。体积流量为 0.8 mL/min, 柱温 30 ℃, 进样量 10 μL, 检测波长 254 nm。

2.2 溶液配制

2.2.1 对照品溶液 精密称取獐牙菜苦苷、异荭草苷、当药黄素、芹菜素、木犀草素适量于同一 10 mL 量瓶中，加甲醇溶解并定容，即得到混合对照品溶液。

2.2.2 供试品溶液 精密称定肋柱花药材粉末（过 80 目筛^[9]）0.5 g 置于 100 mL 具塞锥形瓶中，加适量甲醇溶解，超声 20 min，滤渣加适量甲醇再次超声 20 min，合并 2 次滤液定容至 25 mL 量瓶中，取续滤液 1.5 mL 过 0.45 μm 有机微孔滤膜，即得到供试品溶液。

2.3 方法学考察

2.3.1 精密度试验 取肋柱花药材（S12），按“2.2.2”项目下方法配制供试品溶液，按“2.1”项下色谱条件连续进样 6 次，记录色谱峰。各共有峰相对保留时间 RSD 在 0.04%~0.34%，相对峰面积 RSD 在 0.35%~2.54%。将同一供试品溶液连续进样 6 次得到色谱图进行相似度分析，结果显示其相似度大于 0.99，表示仪器精密度良好，符合指纹图谱的技术要求。

2.3.2 稳定性试验 取肋柱花药材（S12），按“2.2.2”项目下方法配制供试品溶液，分别在 2、4、6、8、12、24 h 按“2.1”项下色谱条件进样，记录色谱峰。各共有峰相对保留时间 RSD 在 0.04%~0.17%，相对峰面积 RSD 在 0.45%~1.95%。将得到的色谱图导入分析软件进行相似度分析，结果显示其相似度大于 0.99，表示供试品溶液在 24 h 内稳定性良好，符合指纹图谱的技术要求。

2.3.4 重复性试验 取肋柱花药材（S12），按“2.2.2”项目下方法配制供试品溶液 6 份，按“2.1”项目下色谱条件进样，记录色谱峰。各共有峰相对保留时间 RSD 在 0.06%~1.15%，相对峰面积 RSD 0.41%~2.36%。将得到的色谱图导入分析软件进行相似度分析，结果显示其相似度大于 0.99，表示方法重复性良好，符合指纹图谱的技术要求。

2.4 结果与分析

2.4.1 肋柱花指纹图谱的建立与分析 取 15 批次肋柱花药材按“2.2.2”项下方法配制供试品溶液，按“2.1”项下色谱条件进样，记录色谱峰，得到 15 批次肋柱花药材的高相液相色谱图。取混合对照品溶液，按“2.1”项下色谱条件进样，得到混合对照品高相液相色谱图（图 1）。将 15 批次肋柱花药材的高相液相色谱图导入国家药典委员会“中药色

谱指纹图谱相似度评价系统”（2004A 版），设 S12 为参照图谱，采用中位数法，时间窗为 0.6，计算 15 批药材与对照指纹图谱相似度，得到 15 批药材在 254 nm 波长下的指纹图谱（图 2）。经过谱峰多点校正后生成共有模式的对照指纹图谱（图 3），确定 15 个共有峰。

2.4.2 峰的确认 根据已确认 15 个共有峰，通过与对

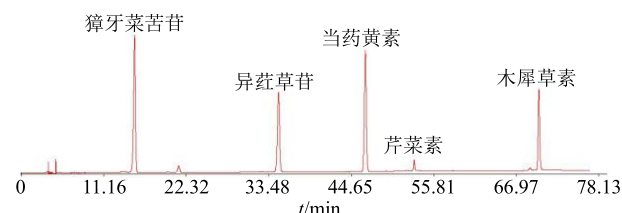


图 1 对照品 HPLC 图谱

Fig. 1 HPLC standard chromatographic fingerprint for five reference substances

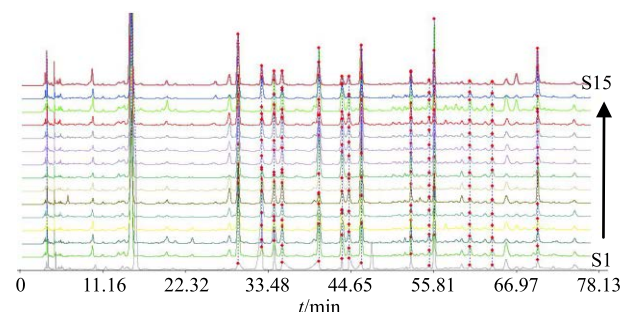


图 2 15 批次肋柱花药材叠加的特征指纹图谱

Fig. 2 HPLC standard chromatographic fingerprint for 15 batches of *L. rotatum*

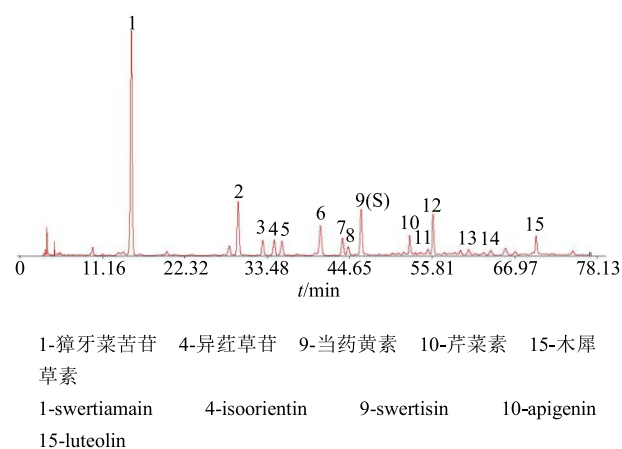


图 3 对照指纹图谱

Fig. 3 HPLC standard chromatographic fingerprint of *L. rotatum*

照品溶液色谱图的比对, 其中确定 5 个共有峰, 分别为 1 号峰葎牙菜苦苷、4 号峰异荭草苷、9 号峰当药黄素、10 号峰芹菜素、15 号峰木犀草素。

2.4.3 数据分析 对 15 批次肋柱花药材的高相液相色谱图进行分析, 以 9 号峰当药黄素为参照峰, 以参照峰的保留时间和峰面积为 1.00, 分别计算各共有峰的相对保留时间 (表 2) 和相对峰面积 (表 3)。采用“中药色谱指纹图谱相似度评价系统”

(2004A 版) 对指纹图谱数据进行分析, 计算 15 批肋柱花药材与对照指纹图谱之间的相似度 (表 4), 15 批肋柱花药材与对照指纹图谱之间的相似度在 0.881~0.997, 除 S6 最小为 0.881, S7 为 0.925, S5 为 0.933, S1 为 0.938, S8、S11、S15 均大于 0.970, 其中 S4、S9、S10、S12 均大于 0.990。15 批肋柱花药材总体相似度较高, 说明本实验使用的 15 批肋柱花药材质量较为稳定。

表 2 15 批肋柱花药材共有峰的相对保留时间

Table 2 Relative retention time of common peaks of 15 batches of *L. rotatum*

编号	相对保留时间															RSD/%
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
S1	0.326	0.327	0.327	0.326	0.327	0.328	0.340	0.340	0.340	0.340	0.339	0.340	0.340	0.339	0.338	1.959
S2	0.639	0.640	0.640	0.639	0.639	0.641	0.666	0.665	0.665	0.665	0.665	0.665	0.665	0.664	0.664	1.957
S3	0.711	0.711	0.712	0.712	0.711	0.713	0.740	0.740	0.740	0.739	0.740	0.740	0.740	0.740	0.739	1.957
S4	0.745	0.745	0.745	0.745	0.745	0.702	0.775	0.775	0.774	0.774	0.774	0.775	0.775	0.775	0.775	2.825
S5	0.768	0.768	0.768	0.768	0.768	0.768	0.799	0.798	0.798	0.798	0.798	0.798	0.798	0.798	0.798	1.944
S6	0.880	0.880	0.880	0.880	0.880	0.881	0.916	0.916	0.916	0.915	0.915	0.915	0.916	0.916	0.916	1.995
S7	0.945	0.993	0.945	0.945	0.945	0.945	0.982	0.983	0.983	0.985	0.983	0.983	0.983	0.983	0.984	1.985
S8	0.962	0.962	0.962	0.962	0.963	0.940	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	2.216
S9	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.039	1.039	1.039	1.040	1.039	1.039	1.039	1.039	1.039	1.943
S10	1.143	1.143	1.143	1.144	1.143	1.143	1.186	1.185	1.185	1.189	1.187	1.187	1.186	1.185	1.185	1.871
S11	1.196	1.195	1.196	1.198	1.197	1.196	1.242	1.241	1.241	1.244	1.243	1.243	1.242	1.242	1.242	1.900
S12	1.212	1.211	1.211	1.213	1.211	1.212	1.258	1.257	1.257	1.259	1.258	1.257	1.256	1.256	1.257	1.875
S13	1.316	1.316	1.315	1.317	1.315	1.316	1.367	1.366	1.365	1.367	1.366	1.366	1.365	1.365	1.365	1.893
S14	1.381	1.380	1.380	1.381	1.380	1.381	1.434	1.433	1.433	1.435	1.434	1.434	1.433	1.433	1.433	1.909
S15	1.513	1.513	1.513	1.515	1.513	1.512	1.570	1.570	1.570	1.573	1.572	1.572	1.571	1.571	1.571	1.903

表 3 15 批肋柱花药材共有峰的相对峰面积

Table 3 Relative peak area of common peaks of 15 batches of *L. rotatum*

编号	相对峰面积															RSD/%
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
S1	53.350	46.000	46.350	33.690	27.700	38.850	38.610	35.680	21.530	20.340	22.010	35.770	34.210	39.200	27.280	27.90
S2	7.000	10.610	5.860	8.960	8.450	10.520	8.520	14.260	9.200	9.010	9.870	10.080	7.790	13.960	14.670	26.20
S3	2.510	4.170	0.460	1.870	3.600	2.180	1.210	1.780	4.430	5.790	7.670	0.950	0.720	1.510	10.130	85.10
S4	2.060	0.840	3.020	3.910	5.030	2.210	2.330	0.590	3.930	5.350	3.950	2.050	4.800	2.650	2.110	48.75
S5	2.300	2.110	2.420	3.340	4.710	2.900	2.860	1.220	4.820	5.610	4.130	2.260	3.190	1.920	2.470	39.89
S6	4.170	4.910	7.000	6.020	5.870	7.600	8.000	9.920	4.600	2.380	5.150	8.900	9.680	5.640	3.000	37.10
S7	1.320	2.880	2.810	2.660	4.170	5.030	3.290	6.120	2.740	3.090	2.500	3.700	6.010	3.650	3.330	36.93
S8	1.320	2.880	2.810	2.660	4.170	5.030	3.290	6.120	2.740	3.090	2.500	3.700	6.010	3.650	3.330	39.23
S9	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0.00
S10	1.350	2.860	2.520	2.520	2.680	2.650	2.290	3.570	2.460	2.970	2.600	2.460	2.450	1.880	2.720	16.72
S11	0.610	0.920	0.880	0.980	1.260	0.830	0.610	0.930	0.830	1.060	1.830	0.850	1.030	0.790	0.830	30.92
S12	3.610	5.550	6.680	5.420	3.340	5.490	5.250	7.040	5.240	5.170	6.900	6.650	6.330	8.020	7.070	22.00
S13	0.530	1.320	1.140	0.960	0.900	1.090	0.910	1.070	0.960	0.890	1.260	1.140	1.240	1.490	1.140	21.23
S14	1.580	1.150	0.700	0.890	0.890	1.140	0.880	2.030	1.040	1.010	1.040	1.100	1.050	1.180	1.420	28.70
S15	3.690	4.500	1.380	1.830	4.410	2.680	2.100	1.120	4.760	5.310	3.290	2.430	1.850	1.140	1.600	50.56

表 4 15 批肋柱花药材与对照指纹图谱的相似度

Table 4 Similarity of fingerprints among 15 batches of *L. rotatum*

编号	相似度	编号	相似度	编号	相似度
S1	0.938	S6	0.881	S11	0.972
S2	0.987	S7	0.925	S12	0.997
S3	0.988	S8	0.977	S13	0.983
S4	0.994	S9	0.997	S14	0.982
S5	0.933	S10	0.997	S15	0.972

3 讨论

3.1 提取条件优化

由于蒙药肋柱花所含的主要成分为黄酮类、三萜类及环烯醚萜类等化合物，其具有较高的亲水性，易溶于甲醇、乙醇，比较 50% 甲醇、60% 甲醇、75% 甲醇、90% 甲醇、100% 甲醇、50% 乙醇、60% 乙醇、75% 乙醇、90% 乙醇、100% 乙醇各（25 mL）的提取效果，最终确定提取溶剂为甲醇；比较提取方式超声提取和回流提取，最终确定提取方式为超声提取。

3.2 色谱条件优化

3.2.1 柱温的选择 色谱柱的温度影响色谱的稳定性，柱温的变化可导致保留时间的漂移，柱温升高可缩短保留时间，比较柱温 25、30、35 °C 时色谱图，当柱温为 30 °C 时，此时分离度较好，故选择 30 °C 作为柱温。

3.2.2 流动相及梯度程序的选择 中药 HPLC 指纹图谱所选定的色谱条件，以尽量多的检测出样品的有效成分、洗脱尽量多的色谱峰，并且分离度良好为指标。流动相的一般要求是对样品有适当的溶解度，不与样品发生化学反应，也不与固定液互溶，不对样品组分检测产生干扰作用。本实验比较甲醇-水、乙腈-水、乙腈-水-甲醇 3 种流动相对肋柱花化学成分分离效果，最终确定甲醇-水-乙腈作为流动相；不同 pH 值的酸水影响色谱峰的峰形，本实验比较乙腈-水-甲醇、乙腈-0.05% 磷酸水-甲醇、乙腈-0.1% 磷酸水-甲醇、乙腈-0.4% 磷酸水-甲醇，确定乙腈-0.4% 磷酸水-甲醇为流动相。

3.2.3 体流量的选择 考察流动相体流量对色谱图的影响，增加体流量可缩短保留时间，加快分析速度。体流量选择较常采用的 0.8、1.0、1.2 mL/min 3 个水平进行比较。当体流量为 1.0、1.2 mL/min 时，分离度好，但峰宽较大。随着体

流量的增大，高压泵的压力也增大，不利于液相检测，同时结合实验室仪器状况，选择 0.8 mL/min 为本实验流动相的最佳体流量。

3.2.4 检测波长的选择 对肋柱花样品在 200~600 nm 波长内的色谱图扫描，综合主要色谱峰信息，最终确定 254 nm 为检测波长。

4 结论

目前关于指纹图谱的研究很多^[9]，但关于蒙药肋柱花 HPLC 指纹图谱的研究未见报道。本实验首次建立的肋柱花药材的 HPLC 指纹图谱的分析方法精密度、稳定性、重复性和分离度良好。通过比较 15 个共有峰，指认 5 个共有峰，即獐牙菜苦苷^[6]、异荭草苷^[10]、当药黄素^[10]、芹菜素^[11]、木犀草素^[11]。通过相似度评价，分析肋柱花药材的 HPLC 指纹图谱相似度较高，15 批次肋柱花药材质量较为稳定。本实验建立肋柱花药材的 HPLC 特征指纹图谱，更加全面客观地反映了肋柱花药材有效成分特征，可为肋柱花药材的鉴别、质量控制等提供新的科学依据，同时指纹图谱结合相似度的评价对肋柱花药材的质量评价及评价体系的完善具有重要的意义。

参考文献

- [1] 国家中医药管理局《中华本草卷》编委会. 中华本草·蒙药卷 [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2004.
- [2] 中华人民共和国卫生部药品标准 (蒙药分册) [S]. 1998.
- [3] 内蒙古蒙药材标准 [S]. 1987.
- [4] 赵一之. 内蒙古肋柱花属植物分类及其地理分布研究 [J]. 植物研究, 2004(1): 7-8.
- [5] 叶日贵, 白梅荣, 包明兰, 等. 蒙药肋柱花化学成分的研究 [J]. 北方药学, 2014, 11(12): 20-21.
- [6] 贾凌云, 袁久志, 孙启时. 蒙药肋柱花化学成分的分离与鉴定 (2) [J]. 沈阳药科大学学报, 2011, 28(4): 260-262.
- [7] 李振华. 内蒙古地区蒙药肋柱花生态适宜性区划及野生抚育初步研究 [D]. 包头: 内蒙古科技大学包头医学院, 2015.
- [8] 田峦鸾. 紫红獐牙菜化学成分和 HPLC 指纹图谱的研究 [D]. 武汉: 湖北中医学院, 2006.
- [9] 道日娜. 蒙药地格达属的指纹图谱比较研究 [J]. 中国民族医药杂志, 2016, 22(12): 56-58.
- [10] 李玉林, 丁晨旭, 王洪伦, 等. 辐状肋柱花的苷类成分 [J]. 西北植物学报, 2006(1): 197-200.
- [11] 贾凌云, 李 倩, 袁久志, 等. 蒙药肋柱花化学成分的分离与鉴定 [J]. 沈阳药科大学学报, 2010, 27(9): 704-706.