

TSQ Quantum Access Max三重四极杆液质联用系统 同时定量化妆品中41种糖皮质激素

江峰 邓桂凤 (Thermo Fisher Scientific, Shanghai, China)

引言

糖皮质激素对皮肤具有一定的嫩白作用，短期内使用含有糖皮质激素的化妆品可使皮肤光滑细腻、红润白嫩，有较好的美容效果^[1]。但长期使用，通过皮肤的吸收则可能引起全身的副作用，导致面部皮肤损害、骨质疏松、肌肉萎缩、生长发育迟缓、诱发或加重感染和消化性溃疡、情绪异常、代谢紊乱等各种不良反应。我国《化妆品卫生标准》^[2]、化妆品卫生规范^[3]和欧盟化妆品规程 (Directive 76/768/EEC)^[4]中均明确规定，糖皮质激素、雌激素、雄激素、孕激素等激素为化妆品中禁用物质。化妆品中激素的检验对于严格控制化妆品的产品质量，确保化妆品的使用安全，保障人民身体健康具有重要的意义。

然而，近年来化妆品导致的皮肤损害新闻时有报道，且有增加趋势。2005年全国化妆品皮肤病临床调查共检测到化妆品皮肤病1053例，其中伪劣化妆品中添加的糖皮质激素导致的激素依赖性皮炎等，占有一定比重，是临床中不容忽视的问题^[5]。化妆品的种类繁多且成分复杂，对其中所含的激素进行检验需要灵敏度高和特异性强的分析方法。

目前化妆品中激素的检测方法主要有高效液相色谱法^[6-8]、薄层色谱法^[9]、气质联用法^[10]、液质联用法^[11]等，其中液质联用检测糖皮质激素准确、快速、灵敏度高。本文采用Thermo scientific TSQ Quantum Access Max三重四极杆质谱系统，建立了同时定量爽肤水和精华油中41种糖皮质激素的液质联用法，最低定量限为0.5ng/ml，检测限为0.1ng/ml。该方法简便、快速、特异性强且灵敏度高，可应用于化妆品的实际检测。

实验方法

仪器方法

色谱系统: Accela 600快速液相色谱系统

色谱柱: Hypersil Gold C18 (50×2.1mm, 1.9μm)

流动相: 水 (含0.1%甲酸) / 乙腈 (含0.1%甲酸)

流速: 400μL/min;

进样量: 10μL

梯度条件:

| 时间 (min) | 乙腈 (%) | 0.1%甲酸 (%) |
|----------|--------|------------|
| 0.00 | 20 | 80 |
| 1.00 | 20 | 80 |
| 12.00 | 75 | 25 |
| 14.00 | 75 | 25 |
| 14.01 | 20 | 80 |
| 17.00 | 20 | 80 |

质谱系统: TSQ Quantum Access Max三重四极杆

质谱条件:

离子化方式: HESI-II

极性模式: 正离子

雾化温度: 300 °C

鞘气: 40 arb

辅助气: 15 arb

离子传输管温度: 300 °C

质谱扫描参数:

扫描方式: t-SRM

扫描循环时间: 0.3 s

分辨率: Q1分辨率分别设置为0.4和0.7 FWHM

标准曲线样品及基质样品的配制

取含41种糖皮质激素的混合对照品溶液，各组浓度均为0.5 μg/ml，稀释至0.5ng/mL、1.0ng/ml、2.5ng/ml、5.0ng/ml、10ng/ml、25ng/ml、50ng/ml、100ng/ml，作为标准曲线工作样品。分别取空白爽肤水及精华液基质溶液，过滤膜后，配制成含20%乙腈的基质溶液，并以此基质溶液稀释样品至0.1ng/mL和0.5ng/mL。

结果与讨论

色谱条件的优化

色谱柱的选择: 分别考察了Hypersil Gold C18 (50×2.1mm, 1.9μm)和Hypersil ODS C18

关键词

- TSQ Quantum Access Max
- H-SRM糖皮质激素
- 化妆品
- 非法添加

(10×2.1mm, 3μm) 2根规格不同的C18色谱柱对41种激素成分的分离效果。结果表明,前者对41中组分中色谱保留行为非常相似的物质能实现更好的分离,且由于前者粒径小,能获得更高的柱效。同时,由于Accela 600液相泵系统耐压能力强,可使用高流速而大大减少色谱分离所需时间(见图1)。

流动相及洗脱条件的选择:分别考察了甲醇/水

(0.1%甲酸)、乙腈/水(0.1%甲酸)等流动相系统对于41种激素成分的分离效果。结果表明,采用乙腈(0.1%甲酸)/水(0.1%甲酸)系统进行梯度洗脱更有利于41种激素的色谱分离。考虑到化妆品基质的影响,延后目标组分的保留时间可减小基质的干扰,因此降低初始流动相中乙腈的比例至20%,得到的谱图较为理想(见图2)。

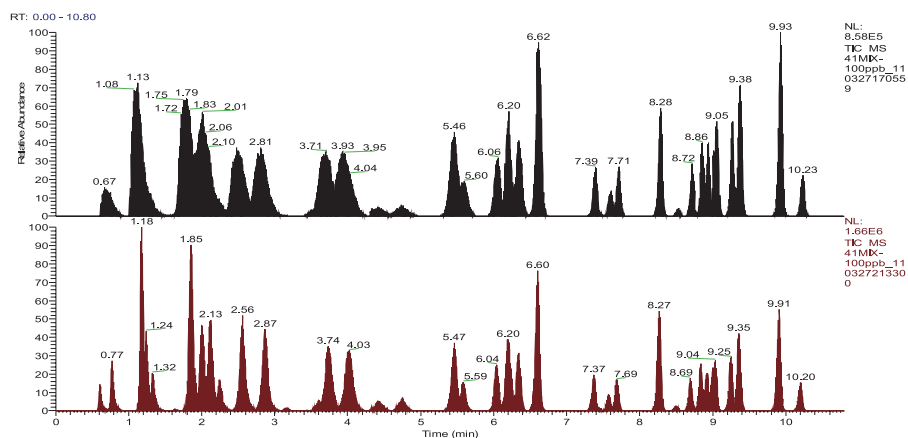


图1: 不同规格色谱柱的选择: 上图为柱长10cm的色谱柱,下图为柱长5cm的色谱柱

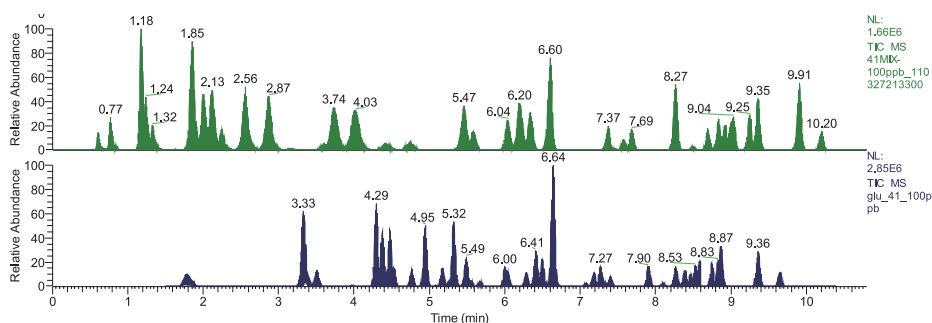


图2: 不同初始流动相比比例的选择: 上图为 30%乙腈为初始流动相比比例的100ng/ml对照品的总离子流图; 下图为 20%乙腈为初始流动相比比例的100ng/ml对照品的总离子流图。

质谱条件的优化

根据待测糖皮质激素分子结构及参考国标^[12],选择ESI(+)作为离子化模式,将0.5 μg/ml的标准液通过蠕动泵连续进样,由TSQ Tune质谱参数优化软件自动获得最佳的子离子、碰撞能量及透镜电压。最终所选择的母离子、特征离子和碰撞能量详见表 1。图3为部分糖皮质激素的提取离子流图(0.5ng/mL)。

表1: 离子对信息: 母离子、特征离子、碰撞能量和扫描时间

| No. | 化合物 | 母离子 | 子离子 | T-lens | 保留时间 | 碰撞能量 | 起始时间 | 终止时间 |
|-----|-----------|-------|-------|--------|------|------|------|------|
| 1 | 曲安西龙 | 395.2 | 225.1 | 113 | 2.19 | 21 | 1.69 | 2.69 |
| | | 395.2 | 357.1 | 113 | 2.19 | 14 | 1.69 | 2.69 |
| 2 | 泼尼松龙 | 361.2 | 146.9 | 105 | 3.54 | 27 | 3.04 | 4.04 |
| | | 361.2 | 343.1 | 105 | 3.54 | 8 | 3.04 | 4.04 |
| 3 | 氢化考的松 | 363.2 | 105.1 | 116 | 3.60 | 44 | 3.10 | 4.10 |
| | | 363.2 | 121.0 | 116 | 3.60 | 24 | 3.10 | 4.10 |
| 4 | 泼尼松 | 359.2 | 147.0 | 103 | 3.62 | 24 | 3.12 | 4.12 |
| | | 359.2 | 341.1 | 103 | 3.62 | 7 | 3.12 | 4.12 |
| 5 | 可的松 | 361.2 | 121.0 | 128 | 3.75 | 32 | 3.25 | 4.25 |
| | | 361.2 | 163.1 | 128 | 3.75 | 22 | 3.25 | 4.25 |
| 6 | 甲基泼尼松龙 | 375.2 | 161.1 | 107 | 4.45 | 23 | 3.95 | 4.95 |
| | | 375.2 | 357.1 | 107 | 4.45 | 8 | 3.95 | 4.95 |
| 7 | 倍他米松 | 393.2 | 146.9 | 107 | 4.57 | 24 | 4.07 | 5.07 |
| | | 393.2 | 355.0 | 107 | 4.57 | 13 | 4.07 | 5.07 |
| 8 | 地塞米松 | 393.2 | 146.9 | 113 | 4.67 | 25 | 4.17 | 5.17 |
| | | 393.2 | 355.0 | 113 | 4.67 | 11 | 4.17 | 5.17 |
| 9 | 氟米松 | 411.2 | 121.1 | 108 | 4.75 | 31 | 4.25 | 5.25 |
| | | 411.2 | 253.0 | 108 | 4.75 | 17 | 4.25 | 5.25 |
| 10 | 倍氯米松 | 409.2 | 146.9 | 105 | 4.97 | 25 | 4.47 | 5.47 |
| | | 409.2 | 391.1 | 105 | 4.97 | 5 | 4.47 | 5.47 |
| 11 | 曲安奈德 | 435.2 | 338.9 | 120 | 5.13 | 12 | 4.63 | 5.63 |
| | | 435.2 | 396.9 | 120 | 5.13 | 14 | 4.63 | 5.63 |
| 12 | 氟氢缩松 | 437.3 | 180.9 | 136 | 5.26 | 31 | 4.76 | 5.76 |
| | | 437.3 | 361.1 | 136 | 5.26 | 18 | 4.76 | 5.76 |
| 13 | 曲安西龙双醋酸酯 | 479.3 | 321.1 | 122 | 5.34 | 16 | 4.84 | 5.84 |
| | | 479.3 | 441.3 | 122 | 5.34 | 7 | 4.84 | 5.84 |
| 14 | 泼尼松龙醋酸酯 | 403.2 | 146.8 | 99 | 5.39 | 25 | 4.89 | 5.89 |
| | | 403.2 | 384.9 | 99 | 5.39 | 10 | 4.89 | 5.89 |
| 15 | 氟米龙 | 377.2 | 278.9 | 98 | 5.51 | 14 | 5.01 | 6.01 |
| | | 377.2 | 320.9 | 98 | 5.51 | 12 | 5.01 | 6.01 |
| 16 | 氢化可的松醋酸酯 | 405.3 | 120.9 | 118 | 5.46 | 29 | 4.96 | 5.96 |
| | | 405.3 | 309.1 | 118 | 5.46 | 16 | 4.96 | 5.96 |
| 17 | 地夫可特 | 442.3 | 123.9 | 126 | 5.56 | 40 | 5.06 | 6.06 |
| | | 442.3 | 141.9 | 126 | 5.56 | 33 | 5.06 | 6.06 |
| 18 | 氟氢可的松醋酸酯 | 423.3 | 120.9 | 133 | 5.57 | 34 | 5.07 | 6.07 |
| | | 423.3 | 238.9 | 133 | 5.57 | 22 | 5.07 | 6.07 |
| 19 | 泼尼松醋酸酯 | 401.2 | 146.9 | 109 | 5.79 | 30 | 5.29 | 6.29 |
| | | 401.2 | 295.0 | 109 | 5.79 | 14 | 5.29 | 6.29 |
| 20 | 可的松醋酸酯 | 403.2 | 162.8 | 132 | 5.89 | 27 | 5.39 | 6.39 |
| | | 403.2 | 343.0 | 132 | 5.89 | 18 | 5.39 | 6.39 |
| 21 | 甲基泼尼松龙醋酸酯 | 417.3 | 253.2 | 111 | 6.17 | 19 | 5.67 | 6.67 |
| | | 417.3 | 399.2 | 111 | 6.17 | 7 | 5.67 | 6.67 |
| 22 | 倍他米松醋酸酯 | 435.2 | 309.0 | 113 | 6.25 | 14 | 5.75 | 6.75 |
| | | 435.2 | 337.0 | 113 | 6.25 | 11 | 5.75 | 6.75 |
| 23 | 地塞米松醋酸酯 | 435.2 | 309.0 | 123 | 6.49 | 13 | 5.99 | 6.99 |
| | | 435.2 | 337.0 | 123 | 6.49 | 13 | 5.99 | 6.99 |
| 24 | 布地奈德 | 431.3 | 146.9 | 109 | 6.54 | 28 | 6.04 | 7.04 |
| | | 431.3 | 413.1 | 109 | 6.54 | 10 | 6.04 | 7.04 |
| 25 | 氢化可的松丁酸酯 | 433.3 | 120.9 | 120 | 6.55 | 27 | 6.05 | 7.05 |
| | | 433.3 | 345.0 | 120 | 6.55 | 8 | 6.05 | 7.05 |
| 26 | 氟米龙醋酸酯 | 419.0 | 279.0 | 89 | 6.83 | 19 | 6.33 | 7.33 |
| | | 419.0 | 321.0 | 89 | 6.83 | 15 | 6.33 | 7.33 |
| 27 | 氢化可的松戊酸酯 | 447.3 | 120.9 | 136 | 7.38 | 24 | 6.88 | 7.88 |
| | | 447.3 | 345.2 | 136 | 7.38 | 8 | 6.88 | 7.88 |
| 28 | 曲安奈德醋酸酯 | 477.2 | 320.8 | 111 | 7.40 | 18 | 6.90 | 7.90 |
| | | 477.2 | 338.9 | 111 | 7.40 | 11 | 6.90 | 7.90 |
| 29 | 氟氢松醋酸酯 | 495.2 | 120.8 | 124 | 7.57 | 39 | 7.07 | 8.07 |
| | | 495.2 | 337.0 | 124 | 7.57 | 13 | 7.07 | 8.07 |
| 30 | 二氟拉松双醋酸酯 | 495.2 | 278.8 | 115 | 7.62 | 15 | 7.12 | 8.12 |

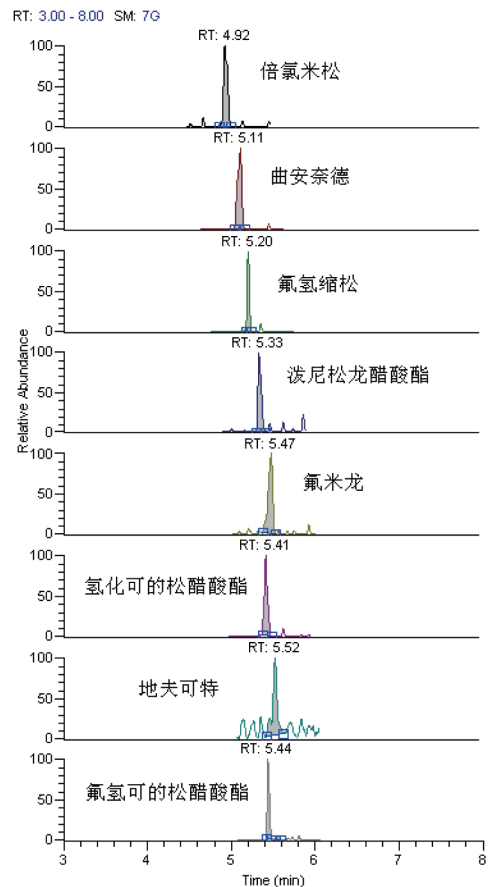
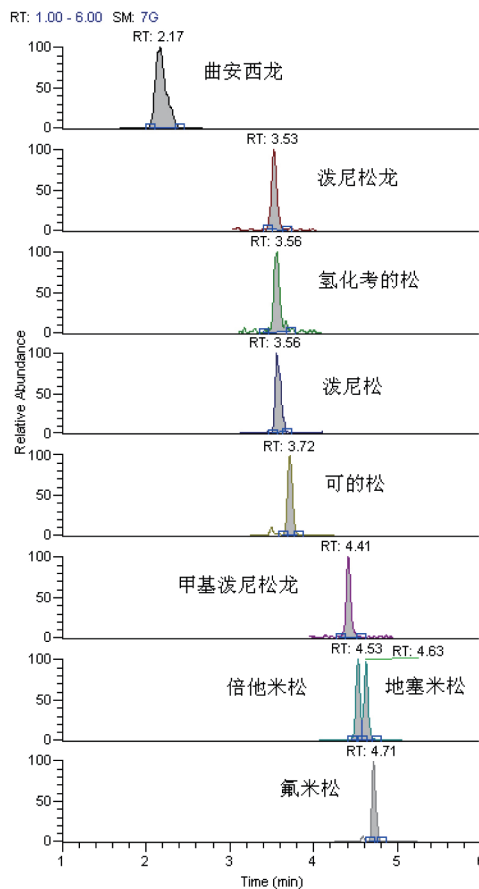
| | | | | | | | | |
|----|----------|-------|-------|-----|------|----|------|-------|
| | | 495.2 | 316.8 | 115 | 7.62 | 12 | 7.12 | 8.12 |
| 31 | 倍他米松戊酸酯 | 477.3 | 278.9 | 108 | 8.06 | 16 | 7.56 | 8.56 |
| | | 477.3 | 354.9 | 108 | 8.06 | 8 | 7.56 | 8.56 |
| 32 | 哈西奈德 | 455.3 | 121.0 | 125 | 8.33 | 38 | 7.83 | 8.83 |
| | | 455.3 | 377.0 | 125 | 8.33 | 18 | 7.83 | 8.83 |
| 33 | 泼尼卡酯 | 489.3 | 114.9 | 110 | 8.46 | 17 | 7.96 | 8.96 |
| | | 489.3 | 380.9 | 110 | 8.46 | 5 | 7.96 | 8.96 |
| 34 | 安西奈德 | 503.2 | 321.0 | 122 | 8.61 | 18 | 8.11 | 9.11 |
| | | 503.2 | 338.9 | 122 | 8.61 | 14 | 8.11 | 9.11 |
| 35 | 阿氯米松双丙酸酯 | 521.3 | 279.0 | 133 | 8.67 | 19 | 8.17 | 9.17 |
| | | 521.3 | 301.0 | 133 | 8.67 | 18 | 8.17 | 9.17 |
| 36 | 氯倍他索丙酸酯 | 467.2 | 359.8 | 106 | 8.74 | 8 | 8.24 | 9.24 |
| | | 467.2 | 372.9 | 106 | 8.74 | 6 | 8.24 | 9.24 |
| 37 | 氟替卡松丙酸酯 | 501.2 | 292.9 | 126 | 8.97 | 13 | 8.47 | 9.47 |
| | | 501.2 | 312.9 | 126 | 8.97 | 8 | 8.47 | 9.47 |
| 38 | 莫米他松康酸酯 | 521.2 | 263.0 | 122 | 9.05 | 27 | 8.55 | 9.55 |
| | | 521.2 | 503.0 | 122 | 9.05 | 10 | 8.55 | 9.55 |
| 39 | 倍他米松双丙酸酯 | 505.2 | 278.9 | 103 | 9.06 | 15 | 8.56 | 9.56 |
| | | 505.2 | 318.9 | 103 | 9.06 | 14 | 8.56 | 9.56 |
| 40 | 倍氯米松双丙酸酯 | 521.2 | 319.0 | 124 | 9.57 | 14 | 9.07 | 10.07 |
| | | 521.2 | 503.0 | 124 | 9.57 | 11 | 9.07 | 10.07 |
| 41 | 氯倍他松丁酸酯 | 479.3 | 278.9 | 107 | 9.85 | 17 | 9.35 | 10.35 |
| | | 479.3 | 342.9 | 107 | 9.85 | 15 | 9.35 | 10.35 |

方法学考察

灵敏度及线性：将标准曲线样品（0.5ng/ml、1.0ng/ml、2.5ng/ml、5.0ng/ml、10ng/ml、25ng/ml、50ng/ml、100ng/ml）依次进样，以峰面积对浓度绘制标准曲线，各激素成分在0.5-100ng/ml范围内的线性相关系数大于0.99（见表2）；基质中各种激素

的最低检出限为0.1ng/ml，最低定量限为0.5ng/mL。

精密度：取0.5ng/ml基质加标溶液重复进样5次，各色谱峰保留时间稳定，精华液基质中各组分峰面积的RSD≤9.74%（见表2）；爽肤水基质中各组分峰面积的RSD≤9.77%（见表2）。结果表明该方法稳定、可靠。



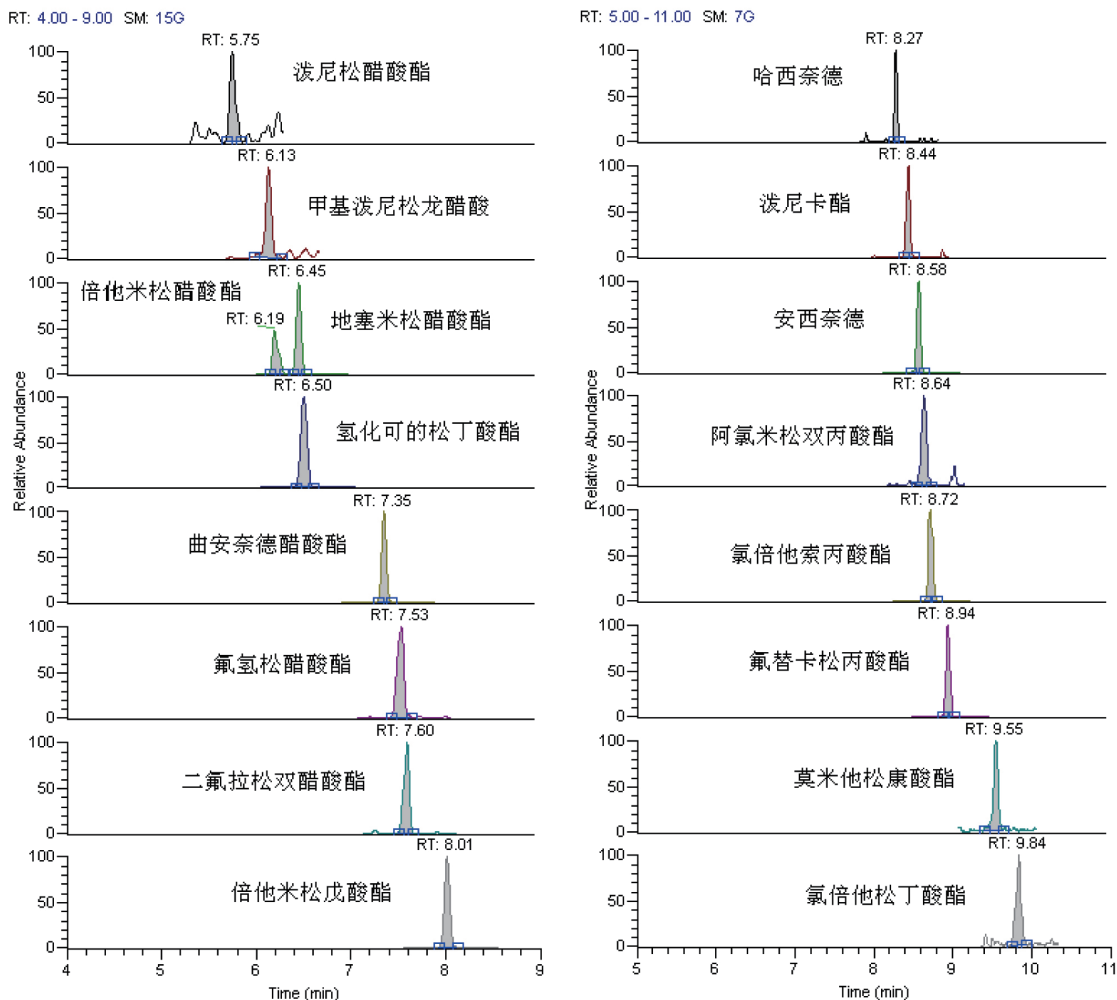


图3: 部分糖皮质激素的提取离子流图 (0.5ng/mL)

表2: 各激素成分的线性及重现性

| No. | 化合物 | 标准曲线权重1/x | R2 | 重现性 0.5ng/mL | |
|-----|-----------|-----------------------|--------|--------------|-------|
| | | | | 精华液 | 爽肤水 |
| 1 | 曲安西龙 | $y=-2255.05+15281.2x$ | 0.9986 | 1.98% | 0.73% |
| 2 | 泼尼松龙 | $y=-6876.08+53624.7x$ | 0.9983 | 2.09% | 1.35% |
| 3 | 氢化考的松 | $y=-2333.61+8077.81x$ | 0.9970 | 0.94% | 2.83% |
| 4 | 泼尼松 | $y=-1418.62+8108.99x$ | 0.9963 | 2.42% | 2.50% |
| 5 | 可的松 | $y=-1077.52+12400.1x$ | 0.9971 | 3.20% | 2.81% |
| 6 | 甲基泼尼松龙 | $y=-3788.11+50123x$ | 0.9962 | 1.20% | 1.51% |
| 7 | 倍他米松 | $y=-4987.17+35477.1x$ | 0.9976 | 1.35% | 3.43% |
| 8 | 地塞米松 | $y=-17.9346+9976.07x$ | 0.9957 | 1.37% | 3.73% |
| 9 | 氟米松 | $y=-2744.96+13184.5x$ | 0.9964 | 0.83% | 3.51% |
| 10 | 倍氯米松 | $y=-389.53+9379.95x$ | 0.9944 | 5.15% | 3.95% |
| 11 | 曲安奈德 | $y=2002.85+27801.5x$ | 0.9979 | 1.10% | 6.95% |
| 12 | 氟氢缩松 | $y=-984.544+751.667x$ | 0.9830 | 2.65% | 9.49% |
| 13 | 曲安西龙双醋酸酯 | $y=228.152+119.298x$ | 0.8408 | 2.83% | 1.65% |
| 14 | 泼尼松龙醋酸酯 | $y=-1827.58+11539x$ | 0.9959 | 0.98% | 9.63% |
| 15 | 氟米龙 | $y=-4574.35+31460.7x$ | 0.9982 | 1.15% | 8.39% |
| 16 | 氢化可的松醋酸酯 | $y=-4059.79+3633.67x$ | 0.9982 | 3.31% | 1.59% |
| 17 | 地夫可特 | $y=-4847.11+8920.06x$ | 0.9952 | 3.50% | 2.15% |
| 18 | 氟氢可的松醋酸酯 | $y=-1502.13+1633.28x$ | 0.9756 | 4.27% | 7.30% |
| 19 | 泼尼松醋酸酯 | $y=-5278.86+3891.68x$ | 0.9951 | 4.13% | 6.28% |
| 20 | 可的松醋酸酯 | $y=-1396.27+1424.63x$ | 0.9819 | 4.72% | 4.42% |
| 21 | 甲基泼尼松龙醋酸酯 | $y=-858.252+11727.6x$ | 0.9975 | 1.96% | 3.56% |
| 22 | 倍他米松醋酸酯 | $y=-64.4806+4056.75x$ | 0.9953 | 4.59% | 8.20% |
| 23 | 布地奈德 | $y=-2943.37+9982.52x$ | 0.9965 | 5.16% | 3.29% |

| | | | | | |
|----|----------|-----------------------|--------|-------|-------|
| 24 | 氢化可的松丁酸酯 | $y=-6391.32+8313.45x$ | 0.9965 | 5.70% | 3.87% |
| 25 | 地塞米松醋酸酯 | $y=-4974.48+4929.4x$ | 0.9990 | 9.74% | 3.05% |
| 26 | 氟米龙醋酸酯 | $y=-1665.5+61540.1x$ | 0.9973 | 0.44% | 2.59% |
| 27 | 氢化可的松戊酸酯 | $y=-3636.73+13605.3x$ | 0.9971 | 1.55% | 4.87% |
| 28 | 曲安奈德醋酸酯 | $y=-2219.96+5312.97x$ | 0.9930 | 5.59% | 6.65% |
| 29 | 氟氢松醋酸酯 | $y=-1062.44+2456.65x$ | 0.9806 | 3.42% | 1.36% |
| 30 | 二氟拉松双醋酸酯 | $y=-1405.88+4882.32x$ | 0.9970 | 2.09% | 0.62% |
| 31 | 倍他米松戊酸酯 | $y=-3110.12+6322.66x$ | 0.9928 | 5.24% | 9.77% |
| 32 | 泼尼卡酯 | $y=-1962.57+12168.2x$ | 0.9971 | 4.36% | 3.33% |
| 33 | 哈西奈德 | $y=-1799.45+2093.69x$ | 0.9906 | 3.17% | 8.16% |
| 34 | 阿氯米松双丙酸酯 | $y=-1514.08+6748.81x$ | 0.9953 | 4.26% | 2.63% |
| 35 | 安西奈德 | $y=-2960.65+8305.62x$ | 0.9957 | 3.53% | 2.24% |
| 36 | 氯倍他索丙酸酯 | $y=-4849.52+9155.82x$ | 0.9974 | 3.83% | 6.79% |
| 37 | 氟替卡松丙酸酯 | $y=-6835.05+11585x$ | 0.9956 | 3.78% | 2.44% |
| 38 | 莫米他松康酸酯 | $y=1062.7+23731x$ | 0.9983 | 4.74% | 5.15% |
| 39 | 倍他米松双丙酸酯 | $y=-2594.93+16190.6x$ | 0.9968 | 1.02% | 5.50% |
| 40 | 倍氯米松双丙酸酯 | $y=1926.85+22277.4x$ | 0.9992 | 3.47% | 1.33% |
| 41 | 氯倍他松丁酸酯 | $y=-1615.31+7263.9x$ | 0.9980 | 3.37% | 1.79% |

不同分辨率设置对方法灵敏度的影响

以精华液基质样品为例，考察仪器分辨率设置对灵敏度的影响：下图中同行左侧色谱图为0.7FWHM条件下获得，右侧为0.4FWHM条件下获得。

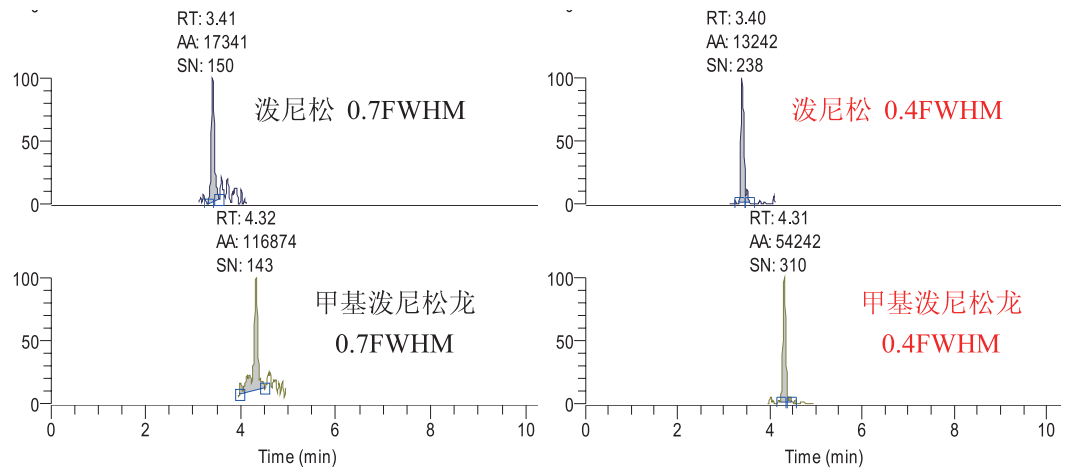


图4：0.7及0.4FWHM分辨率下精华液中部分糖皮质激素的提取离子流图（0.2ng/mL）

结论

本实验应用Thermo Scientific TSQ Quantum Access Max三重四极杆液质联用系统，建立了41种糖皮质激素同时测定的方法，以基质样品为主考察了方法的灵敏度及重现性，同时考察了仪器不同分辨率设置对化合物检测的影响。本方法对化妆品基质中41种糖皮质激素的定量下限为0.5ng/mL，最低检测限可达0.1ng/mL。通过提高Q1的分辨率能有效降低基质干扰，提高部分化合物的灵敏度。分别以爽肤水空白基质、精华液空白基质与对照液进样比较，由色谱图可看出所建立的方法特异性高，能用于化妆品中41种糖皮质激素的检测。分别在爽肤水基质、精华液基质中添加41种糖皮质激素，浓度均为0.5ng/mL，各连续重复进样5针方法重现性良好。

TSQ Quantum Access Max三重四极杆液质联用系统配有可加热的电喷雾电离源、聚焦离子束的透镜组件、90度弯曲碰撞池等，可有效提高信号响应，并降低中性噪音，是化妆品中痕量非法添加成分检测的最佳选择。

参考文献

- [1] 郑星泉，周淑玉，周世伟. 化妆品卫生检验手册. 北京：化学工业出版社，2003:294
- [2] GB7917-87
- [3] 中华人民共和国卫生部 .化妆品卫生规范. 北京：中华人民共和国卫生部，2002
- [4] 欧盟化妆品规程 (Directive 76/768/EEC)，2000
- [5] 房军，赖维，王学民，李虹，李德如，刘玮. 2005年全国化妆品皮肤病1053例临床调查及分析. 中国美容医学. 2007, 16(3).
- [6] 吴大南，郑和辉，李洁. 高效液相色谱法检测化妆品中6种糖皮质激素. 中国卫生检验杂志. 2006, 16(3): 309.
- [7] 王超，马强，王星. 反相高效液相色谱法同时测定化妆品中的16种激素. 色谱, 2006, 24(6): 654.
- [8] 赵珊，吴大南，王鹏. 高效液相色谱法同时测定化妆品中七种性激素. 色谱, 2004, 22(3): 267
- [9] 王毓荣，单琴. 薄层层析法检测化妆品中部分雌性激素. 中国公共卫生. 1997, 12: 749.
- [10] 吴维群，沈朝焯，杨玉林，张韵. GC-MS联用技术检测水性化妆品中性激素成分的方法研究. 环境与职业医学, 2004, 21(04): 307.
- [11] 夏瑞，车宝泉，张喆. 液相色谱-质谱法同时鉴别中药制剂中的15种糖皮质激素. 色谱, 2007, 25(6): 926
- [12] GB/T 24800.2-2009

禹重科技® UZONGLAB

成分分析仪器 | 表面测试仪器 | 样品前处理仪器

上海市闵行区春申路2525号芭洛商务大楼

电话：021-8039 4499 传真：021-5433 0867

上海|北京|沈阳|太原|长沙|广州|成都|青岛|香港

全国销售和售后服务电话：400-808-4598

邮编：201104，China

邮箱：shanghai@uzong.cn

更多信息请访问：www.uzong.cn



了解我们



微信公众号

ISO REGISTERED
9001
MADE IN USA

Thermo Fisher Scientific,
San Jose, CA USA is ISO Certified.

ANCM0065 08/3