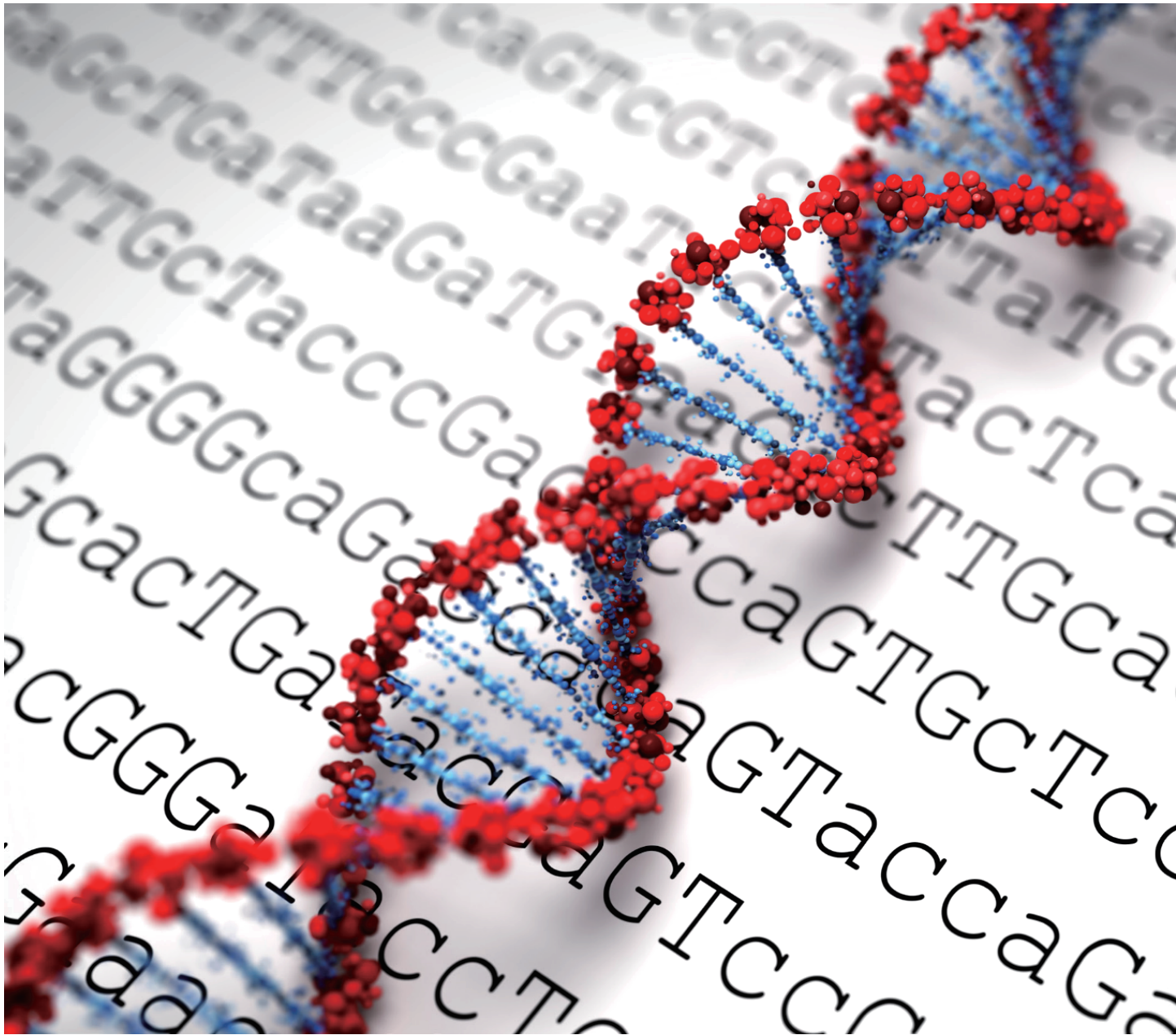


核酸类药物分析用色谱柱选型及应用

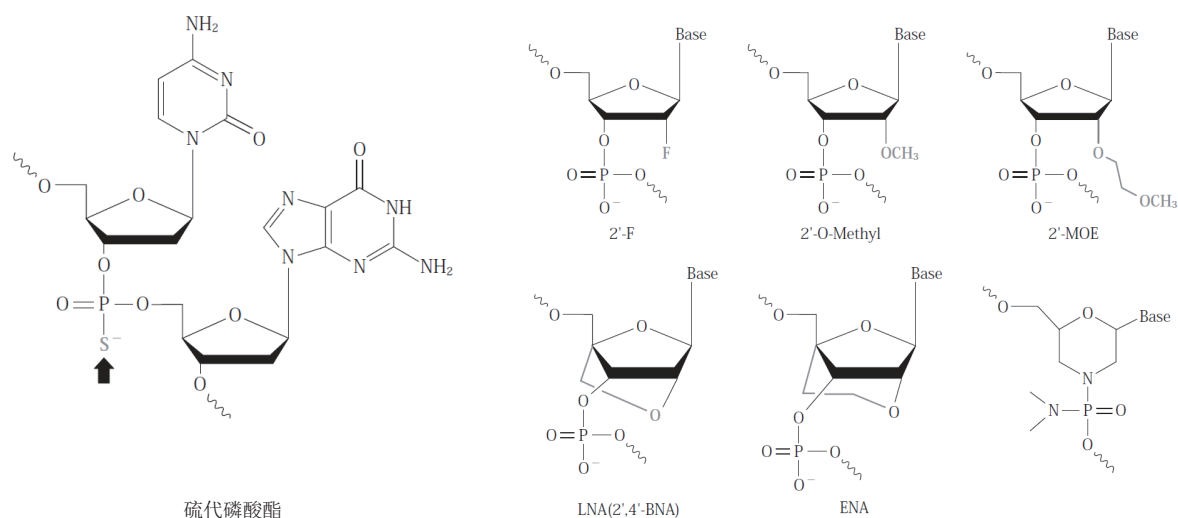




寡核苷酸药物

治疗性寡核苷酸是由固相化学合成工艺生产。在合成过程中会产生工艺相关杂质和产品相关杂质。产品相关杂质包含许多目标产物的类似物(分子量的差别:碱基数 N-1、N、N+1 等),磷酸基 S 化等的不对称化合物、异构体等。因此,杂质的分析监控对工艺和质量控制就显得十分重要。液相色谱技术具有样品适用范围广、分离效率高、速度快等特点,已成为核酸药物生产与质控分析必不可少的重要手段。

图 1. 寡核苷酸的磷酸化及糖基修饰



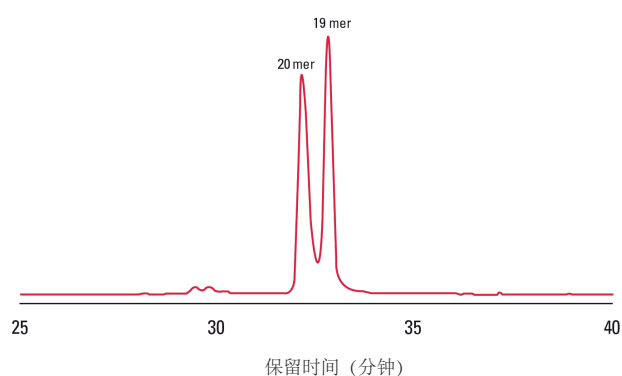
- 磷酸化修饰：空间配置引起的异构体（但都是有效成分）
- 糖基修饰：通过架桥增强对核酸酶的耐受和降低毒性（如吗啉环型）
- 碱基修饰：适配体立体构造的多样性

表 1. 寡核苷酸分离常用的 HPLC 分离模式及适用的 TSKgel 色谱柱

分离模式	分离原理	特长及用途	适用的色谱柱
尺寸排阻色谱 (SEC)	分析物的分子尺寸大小	<ul style="list-style-type: none"> · 可以使用接近生理条件的洗脱溶液进行分离 · 基于碱基数不同分离 (Mw) · 用于质量控制或纯度含量分析 	TSKgel UP-SW 系列 TSKgel SWXL 系列 TSKgel PWXL 系列 TSKgel G-DNA-PW
离子交换色谱 (IEC)	分析物与固定相间的离子相互作用	<ul style="list-style-type: none"> · 样品载量高 · 可以根据磷酸基的数量分离样品 (N-1, N, N+1) 	TSKgel DNA-NPR TSKgel DNA-STAT
反相色谱 (RPC)	分析物与填料间疏水性相互作用	<ul style="list-style-type: none"> · 分辨率高 · 结构异构体、不对称体的分离 	TSKgel OligoDNA-RP TSKgel ODS-100V TSKgel Super-ODS
亲水作用色谱 (HILIC)	分析物与填料间亲水性相互作用	<ul style="list-style-type: none"> · 增强 HILIC-ESI-MS 质谱检测灵敏度 (不加离子对试剂条件下) · 结构异构体、不对称体的分离 	TSKgel Amide-80 2 μm

应用实例

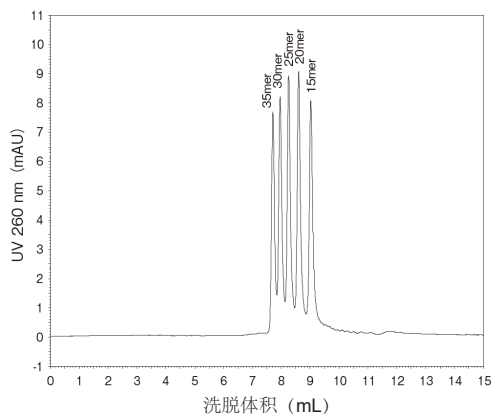
图 1. 超高效 SEC 色谱柱分离 N 及 N-1 寡核苷酸



色谱柱: TSKgel UP-SW2000 (2 μ m, 4.6 mm ID \times 30 cm \times 2)
 流动相: 50 mmol/L 磷酸盐缓冲液 (pH 6.7) + 300 mmol/L NaCl
 +0.03 % NaN₃
 流速: 0.2 mL/min
 检测: UV @ 260 nm
 样品: 19-mer (5'-AATTCATCGTTTCAGAGAC-3') & 20-mer
 (5'-GAATTCATCGTTTCAGAGAC-3')

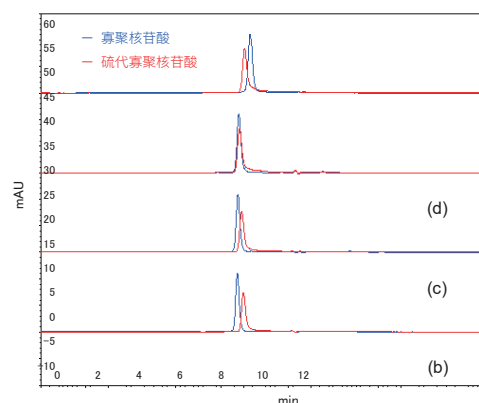
- 串联两根 30cm 柱长的 TSKgel UP-SW2000 色谱柱分析两种相差一个碱基的寡核苷酸混合物。

图 3. 合成寡核苷酸的 SEC 分析



色谱柱: TSKgel G2000SWXL (7.8 mm I.D. \times 30 cm)
 流动相: 0.1 mol/L 磷酸盐缓冲液 + 0.3 mol/L NaCl (pH 7.0)
 + 1 mmol/L EDTA
 流速: 0.125 mL/min
 检测: UV (260 nm)
 温度: 25 $^{\circ}$ C
 样品: 合成寡核苷酸 (15, 20, 25, 30, 35 mer)

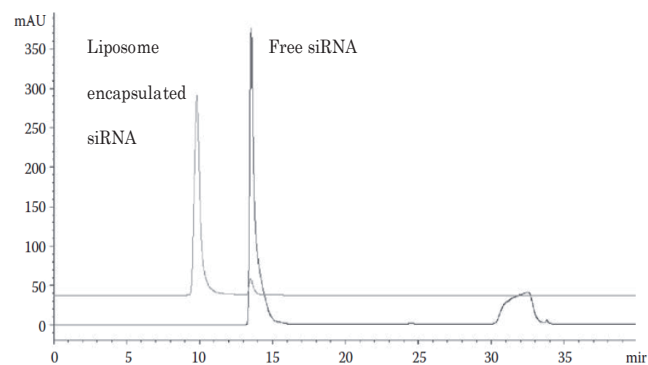
图 2. 流动相添加有机溶剂对硫代寡核苷酸 SEC 分析的影响



色谱柱: TSKgel G2000SWXL (7.8 mm I.D. \times 30 cm)
 流动相: 乙腈/20 mmol/L 磷酸盐缓冲液 + 0.3 mol/L NaCl (pH 7.0)
 =(a) 0/100, (b) 10/90, (c) 20/80, (d) 30/70
 流速: 1.0 mL/min
 温度: 25 $^{\circ}$ C
 检测: 260 nm
 进样量: 10 μ L
 样品: 20 mer 的寡核苷酸及 S 代寡核苷酸, 1 pmol/L

- 添加20%的乙腈会抑制硫代寡核苷酸与固定相间的疏水相互作用。

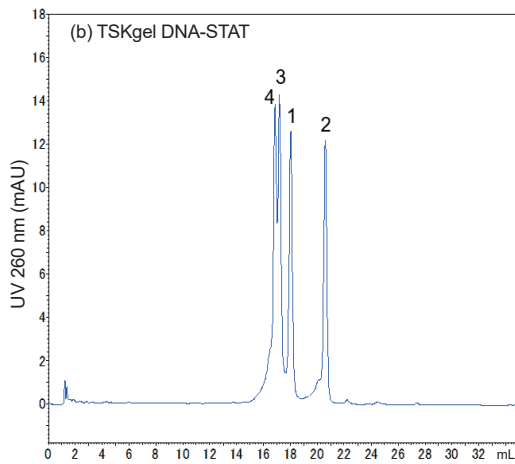
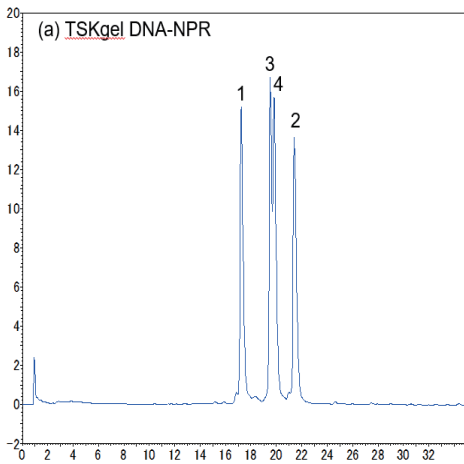
图 4. 脂质体包被的 siRNA 的 SEC 分离



色谱柱: TSKgel SuperSW2000 (4.6 mm I.D. \times 30 cm) \times 2
 流动相: PBS (pH 4.0)
 流速: 0.4 mL/min
 检测: UV
 温度: 25 $^{\circ}$ C

Ref.; Handbook of analysis of oligonucleotides and related Products, Feb. 23 (2011) 125, Edited by J. V. Bonilla et al.,

图 5. 同链长的 4 种寡聚核酸的 AIEC 分离

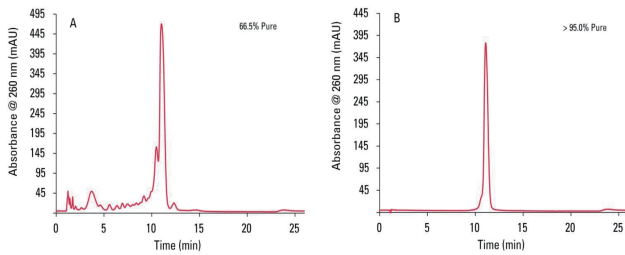


色谱柱: (a) TSKgel DNA-NPR (4.6mm I.D.×7.5 cm)
 (b) TSKgel DNA-STAT (4.6mm I.D.×10 cm)
 流动相: (A) 20 mmol/L Tris-HCl缓冲液 (pH8.5)
 (B) 20 mmol/L Tris-HCl缓冲液 + 1 mol/L NaCl (pH 8.5)
 梯度: (a) 线性梯度 28 % B→48 % B (60 min)
 (b) 线性梯度 40 % B→65 % B (60 min)
 流速: 0.5 mL/min
 温度: 25 °C
 检测: 260 nm

样品: 1. TCCTAGCGAACTTGCATCGA
 2. TCTCTACATGATAATGTCCT
 3. CGTAACTATAACGGTCCTAA
 4. TAAATTCGGTCCCGCTTGAA

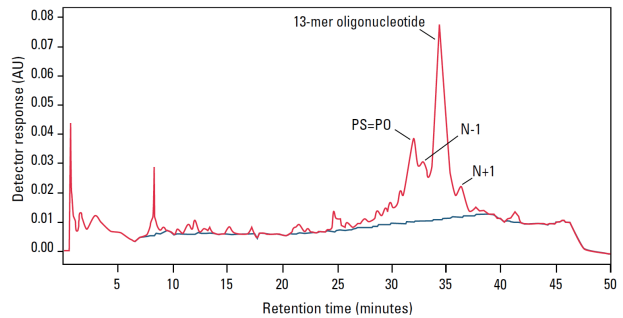
- 色谱柱官能团的不同、色谱柱长的不同。不同色谱柱的选择性也不同。
- 同链长的核酸也可以分离 (根据构造和疏水性的差异)。

图 6. 精纯后硫代寡聚核苷酸各组分的 AIEC 分析



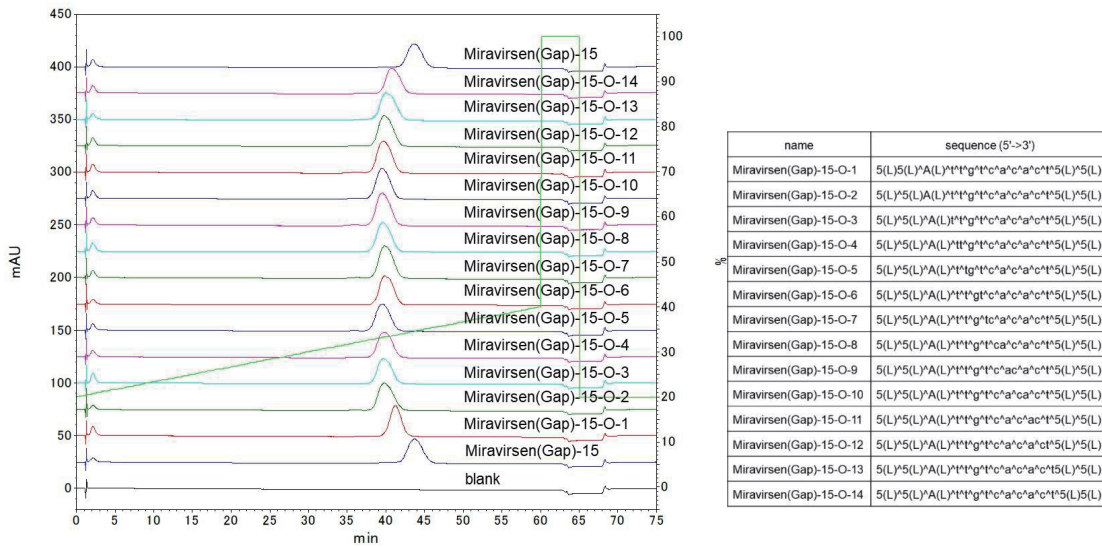
色谱柱: TSKgel DNA-STAT (4.6 mm I.D.×10 cm)
 流动相: (A) 100 mmol/L Tris+10% ACN (pH 8.0)
 (B) 100 mmol/L Tris+2.0 mol/L NaCl+10% ACN (pH 8.0)
 梯度: 30→100% B (20min)
 流速: 180 cm/hr (0.5 mL/min)
 温度: 60 °C
 检测: UV@260 nm
 进样量: 10 μL
 样品: A-粗寡核苷酸 24 mer 硫代磷酸寡核苷酸
 B-提纯后的寡核苷酸溶液 初提纯度: 67%

图 7. 硫代寡聚核苷酸的 AIEC 分离



色谱柱: TSKgel DNA-NPR (4.6 mm I.D.×7.5 cm)
 流动相: A: 20 mmol/L NaOH (pH 12) + 10 mmol/L NaBr + 1% 二乙胺
 B: 20 mmol/L NaOH (pH 12) + 1 mol/L NaBr + 1% 二乙胺
 梯度: 3.5 min (20% B), 12 min (20% B), 45 min (55% B)
 流速: 1.0 mL/min
 检测: UV (260 nm)
 温度: 60 °C (自动进样: 4C)
 样品: 粗合成寡核苷酸 (13 mer, 脱保护)

图 8. Miravirsen (LNA) 及衍生物的AIEC分离



色谱柱: TSKgel DNA-STAT (4.6 mmI.D.×10 cm)

流动相: (A) 乙腈/40 mM Tris-HCl 2 mM EDTA (pH8.5)/H₂O=30/50/20

(B) 乙腈/40 mM Tris-HCl 2 M NaClO₄ 2 mM EDTA(pH8.5)/H₂O=30/50/20

梯度: B %: 20 % (0 min)-40 % (60 min)-100 % (60.1 min)-100 % (65 min)-20 % (65.1 min)-20 % (75 min)

流速: 0.5 mL/min

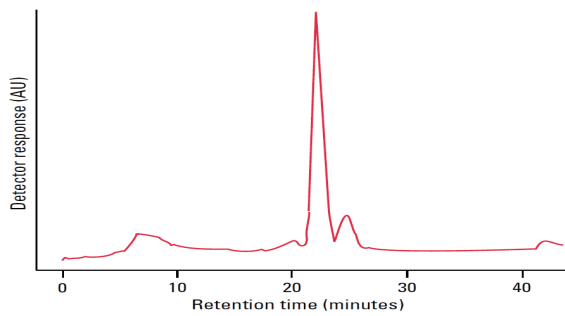
检测: UV(260 nm)

温度: 60 °C

进样量: 10 μL

样品: Miravirsen及衍生物, 20 μmol/L

图 9. 吗啉环寡聚核酸的 AIEC 分离



色谱柱: TSKgel SuperQ-5PW (10μm, 7.5 mm ID x 7.5 cm)

流动相: A: 10 mmol/L NaOH

B: 含有 10 mmol/L NaOH 的 1mol/L NaCl

梯度: 0 min (0%B) 40 min (50%B)

41 min (100%B) 46 min (100%B)

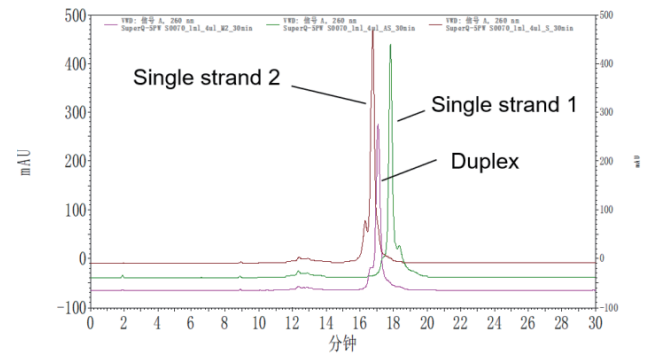
流速: 1mL/min

检测: UV(254 nm)

样品: 16 个碱基的吗啉寡核苷酸, AAG AAG AAG AGG GG A G

样品载量: 0.5 O.D.(光密度)

图 10. 单、双链 siRNA 的 AIEC 分离



色谱柱: TSKgel SuperQ-5PW (7.5 mm I.D.×7.5 cm)

流动相: A: 20 mM PB, pH6.8

B: 20 mM PB, 1M NaCl, pH 6.8

梯度: A→B, 30 min

流速: 1 ml/min

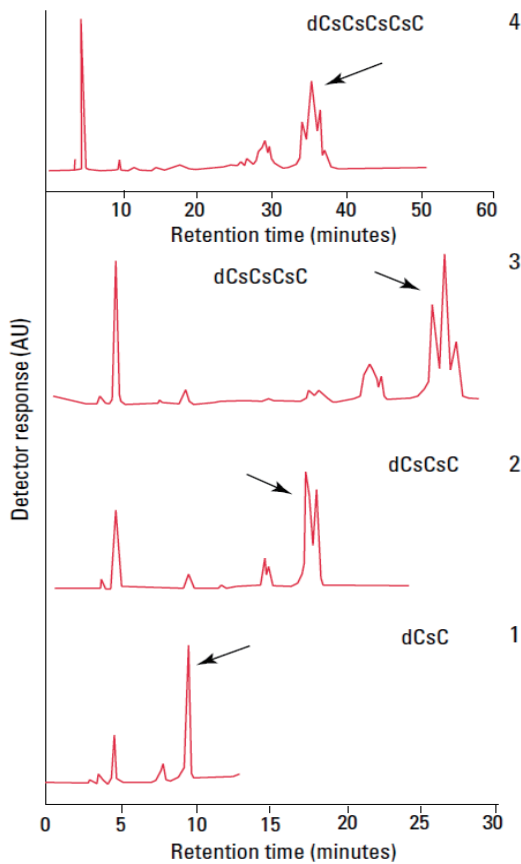
浓度: 1 mg/ml

进样量: 4 μL

温度: 室温

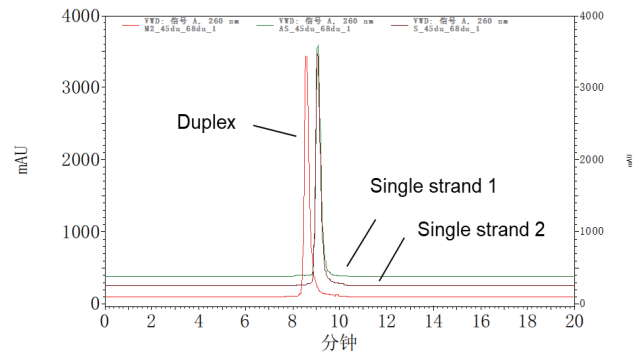
检测: UV260 nm

图 11. 几种硫代磷酸酯的分离



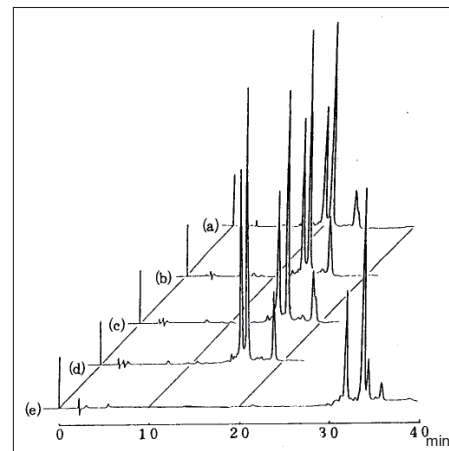
色谱柱: TSKgel DEAE-2SW (5 μm, 4.6 mm ID x 25 cm)
 流动相: A: 50mmol/L 乙酸铵
 B: 1.5 mol/L 乙酸铵
 梯度: 流动相B: 0→100% (60 分钟内)
 流速: 1mL/min
 检测: UV(254 nm)
 温度: 25°C
 样品: 1. 2碱基硫代磷酸寡核苷酸
 2. 3碱基硫代磷酸寡核苷酸
 3. 4碱基硫代磷酸寡核苷酸
 4. 5碱基硫代磷酸寡核苷酸

图 12. 单、双链 siRNA 的 SEC 分离



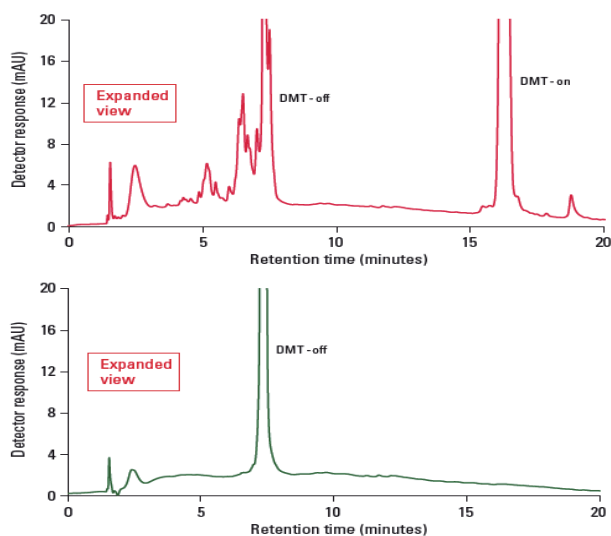
色谱柱: TSKgel SuperSW2000 (4.6 mm I.D. x 30 cm)
 流动相: 150 mM PB+100 mM NaCl, pH 6.8
 流速: 0.35 mL/min
 浓度: 1 mg/ml
 进样量: 4 μL
 温度: 68°C
 检测: UV(260 nm)

图 13. 流动相成分对寡聚核苷酸分析结果的影响



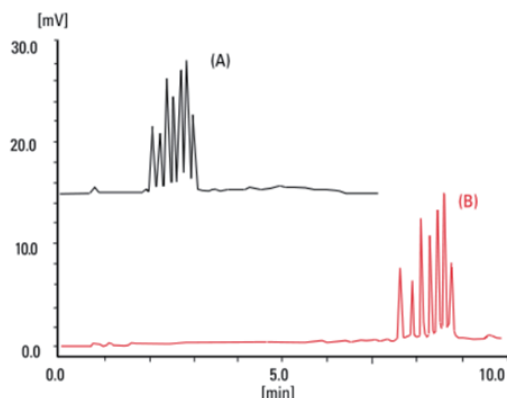
色谱柱: TSKgel Oligo-DNA RP (4.6 mm I.D. x 15 cm)
 流动相: (A) 乙腈/缓冲液(pH 7.0)=5/95
 (B) 乙腈/缓冲液(pH 7.0)=25/75
 梯度: 线性梯度 A→B (90min)
 缓冲液: (a) 25 mmol/L 醋酸铵缓冲液
 (b) 50 mmol/L 醋酸铵缓冲液
 (c) 100 mmol/L 醋酸铵缓冲液
 (d) 100 mmol/L 磷酸盐缓冲液
 (e) 100 mmol/L 醋酸三乙胺缓冲液
 流速: 1.0 mL/min
 检测: 260 nm
 进样量: 20 μL
 样品: oligodeoxyadenylic acid, p (dA) 16, 20

图 14. 分离纯化后的寡聚核苷酸



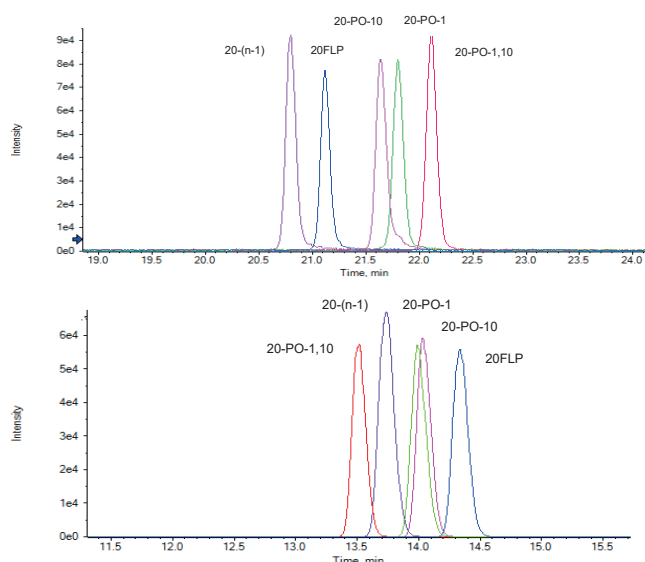
色谱柱: TSKgel OligoDNA-RP (4.6 mmI.D.×15 cm)
 流动相: (A) 100 mmol/L TEAA, pH 7.0
 (B) 乙腈
 梯度: 5-35 % B, 20 min
 流速: 1.25 mL/min
 检测: UV(254 nm)
 温度: 45°C
 进样量: 10 μL
 样品: crude DMT-oligonucleotide (20mer), 5'-GAA TTC ATC GGT TCA
 GAG AC-3'(AEX-HPLC purified, purity ca. 55 %)

图 15. 寡聚核苷酸的分离



色谱柱: TSKgel Super-ODS (4.6 mmI.D.×10 cm)
 流动相: (A) 20mM P.B.+5mM TBAP (pH 6.0)
 (B) 乙腈
 梯度: (A) linear, 32-49% ACN in 5 minutes
 (B) linear, 20-40% ACN in 10 minutes
 流速: 1.5 mL/min
 检测: 260 nm
 样品: oligodeoxyadenylic acid, p(dA)12, 18

图 16. HILIC-MS 分离寡核苷酸



Name	Sequence (5'→3')	Mw
20FLP	a ¹ t ¹ c ¹ g ¹ a ¹ c ¹ t ¹ c ¹ t ¹ c ¹ g ¹ a ¹ g ¹ c ¹ g ¹ t ¹ t ¹ c ¹ t ¹ c	6349.30
20-PO-1	at ¹ c ¹ g ¹ a ¹ c ¹ t ¹ c ¹ t ¹ c ¹ g ¹ a ¹ g ¹ c ¹ g ¹ t ¹ c ¹ t ¹ c	6333.23
20-PO-10	a ¹ t ¹ c ¹ g ¹ a ¹ c ¹ t ¹ c ¹ t ¹ c ¹ g ¹ a ¹ g ¹ c ¹ g ¹ t ¹ c ¹ t ¹ c	6333.23
20-PO-1,10	at ¹ c ¹ g ¹ a ¹ c ¹ t ¹ c ¹ t ¹ c ¹ g ¹ a ¹ g ¹ c ¹ g ¹ t ¹ c ¹ t ¹ c	6317.16
20-(n-1)	a ¹ t ¹ c ¹ g ¹ a ¹ c ¹ t ¹ c ¹ t ¹ c ¹ g ¹ a ¹ g ¹ c ¹ g ¹ t ¹ c ¹ t	6044.05

色谱柱: TSKgel Amide-80 2 μm (2.0 mmI.D.×150 mm, 2 μm)
 流动相: A; 50 mmol/L ammonium formate (pH 4.8)
 B; acetonitrile
 梯度: B conc.(0 min) 98 % →(30-32 min) 20 %
 →(32.5-40 min) 98 %
 流速: 0.3 mL/min
 温度: 50 °C
 进样量: 2 μL

色谱柱: TSKgel ODS-120H (2.0 mmI.D.×75 mm, 1.9 μm)
 流动相: A; 10 mmol/L DMPA, 800 mmol/L TFE in water
 B; 10 mmol/L DMPA, 800 mmol/L TFE in acetonitrile
 梯度: B conc. (0 min) 0 % → (20-21 min) 10 %
 → (21.1-29 min) 0 %
 流速: 0.3 mL/min
 柱温: 50 °C
 进样量: 5 μL



质粒

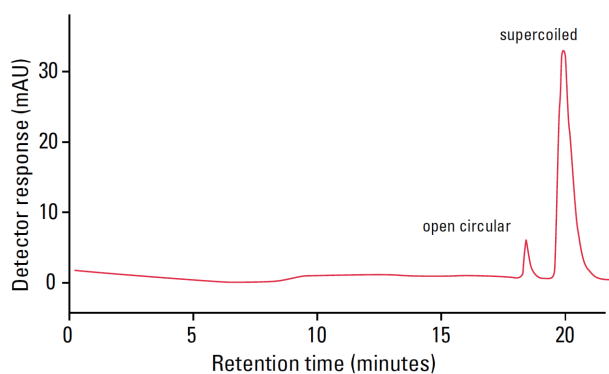
随着基因治疗和DNA疫苗的迅速发展,高纯度的质粒DNA的需求量越来越大。药物级质粒DNA必须要符合宿主相关杂质、均一性方面的要求。因此,在质粒纯度检测时,需要区分出超螺旋、开环和线型三种拓扑异构体质粒。

表 2. 质粒分离常用的 HPLC 分离模式及适用的 TSKgel 色谱柱

分离模式	分离原理	特长及用途	适用的色谱柱
尺寸排阻色谱 (SEC)	分子尺寸大小 (质粒分子较大,在排阻V0附近洗脱)	用于质量控制或纯度含量分析	TSKgel G6000PWxL TSKgel G-DNA-PW
离子交换色谱 (IEC)	电荷的差异 (质粒带高负电荷)	分离质粒拓扑异构体	TSKgel DNA-NPR
疏水色谱 (HIC)	疏水性的差异	分离质粒拓扑异构体	TSKgel Butyl-NPR

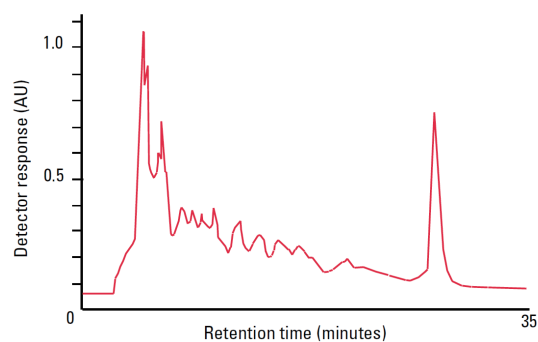
应用实例

图 17. AIEC 分离质粒载体



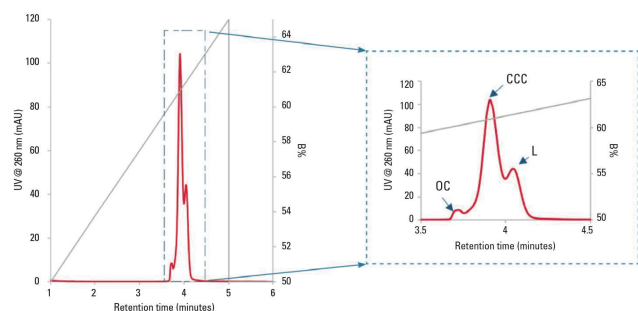
色谱柱: TSKgel DNA-NPR (2.5 μm, 4.6 mm ID × 7.5 cm)
 洗脱液: 缓冲溶液 A: 20 mmol/L Tris-HCl (pH 9.0)
 缓冲溶液 B: 含有 1 mol/L NaCl 的缓冲溶液 A
 缓冲溶液 B: 从 50% 到 65% 的 10 CV 的线性梯度
 流速: 1 mL/min
 检测: UV (260 nm)
 样品: PUC19 质粒

图 18. pBR322 质粒粗样的分离



色谱柱: TSKgel DEAE-5PW (10 μm, 7.5 mm ID × 7.5 cm)
 流动相: A: 25 mmol/L Tris-HCl, 1 mmol/L EDTA, pH 8.0
 B: 25 mmol/L Tris-HCl, 1 mmol/L EDTA, pH 8.0 + 1 mol/L NaCl
 梯度: 流动相 B 从 25% → 60% (30 分钟内)
 流速: 1 mL/min
 检测: UV (260 nm)
 温度: 25 °C
 样品: PBR322 质粒
 样品载量: 2.5 mg/1 mL

图 19. 快速分离质粒拓扑异构体



色谱柱：TSKgel DNA-NPR (2.5 μm, 4.6 mm ID x 7.5 cm)

流动相：A: 20 mmol/L Tris/EDTA, pH 9.0

B: A + 1.0 mol/L 氯化钠

梯度：5 分钟内从 50% B→65% B

流速：1.0 mL/min

UHPLC系统：Ultimate 3000RS

检测：UV @ 260 nm

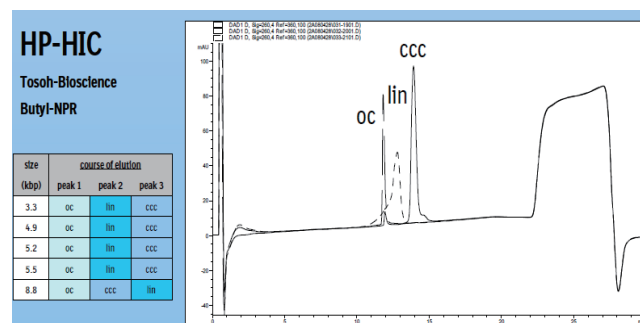
温度：25°C

进样量：5 μL

样品：PBR322 (NEBiolabs)

● 3 个洗脱峰代表了质粒的三种不同类型：超螺旋、开环和线型。其中，最高峰对应超螺旋质粒。

图 20. HIC 分离质粒拓扑异构体



色谱柱：TSKgel Butyl-NPR (2.5 μm, 4.6 mm ID x 3.5 cm)

洗脱液A：Tris-HCl-EDTA (pH 7.0) buffer containing ammonium sulfate (concentration may vary due to size of plasmid DNA)

洗脱液B：Tris-HCl-EDTA (pH 7.0)

梯度：线性梯度 (A→B)

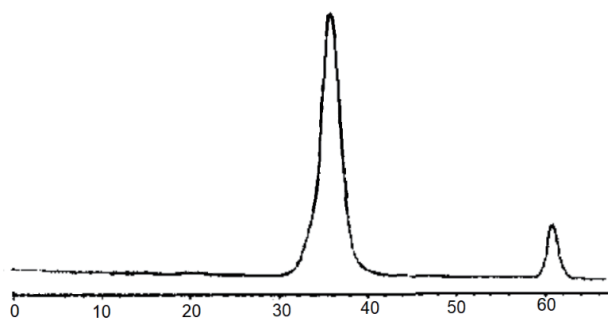
流速：0.5 mL/min

检测：UV (260 nm)

样品：质粒

Ref.; H. Schuchnig et al., HPLC 2008, poster

图 21. SEC 测定质粒含量



色谱柱：TSKgel G-DNA-PW+TSKgel G6000PWxL (7.8 mm ID×30 cm×2)

洗脱液：10 mmol/L Tris-HCl (pH 8.0), 0.3 M NaCl, 1 mM EDTA

柱温：室温

流速：0.4 mL/min

检测：UV (260 nm)

样品：质粒

Ref.; 天然产物研究与开发 Nat Prod Res Dev 2009, 21: 1003-1006.



腺相关病毒

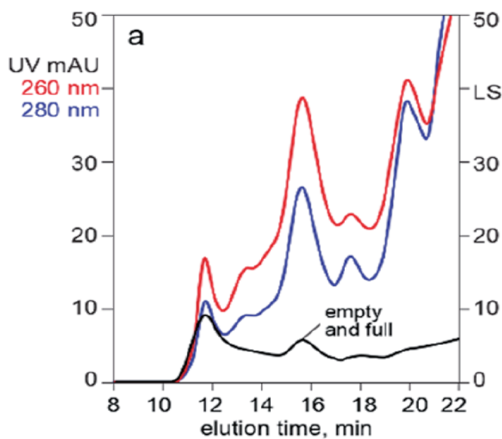
腺相关病毒 (AAV) 是目前基因治疗药物研究中应用最为广泛的病毒载体之一, 其安全性好、宿主细胞范围广, 在体内表达外源基因时间长等优点, 因此被视为最有前途的基因治疗载体。在 AAV 的关键质量属性 (CQA) 分析与下游纯化工艺中, 都需要使用到液相色谱分离技术。表 3 中列举了 AAV 分析中常用的 HPLC 分离模式以及适用的 TSKgel 色谱柱产品。

表 3. AAV 分析常用的 HPLC 分离模式及适用的 TSKgel 色谱柱

分离模式	分离原理	应用	适用的色谱柱
尺寸排阻色谱 (SEC)	基于基因病毒颗粒分子尺寸大小	分析 AAV 单体/二聚体/片段	TSKgel G4000SW _{XL}
		分析 AAV 多聚体/杂质	TSKgel G5000PW _{XL} TSKgel G6000PW _{XL}
		测定 AAV 空/完整衣壳含量	TSKgel GMPW _{XL}
阴离子交换色谱 (AEC)	基于 AAV 空/完整衣壳之间的电荷差异	分离 AAV 空/完整衣壳	TSKgel Q-STAT TSKgel DNA-NPR TSKgel DNA-STAT
阳离子交换色谱 (CEC)		TSKgel SP-STAT TSKgel SP-NPR	

应用实例

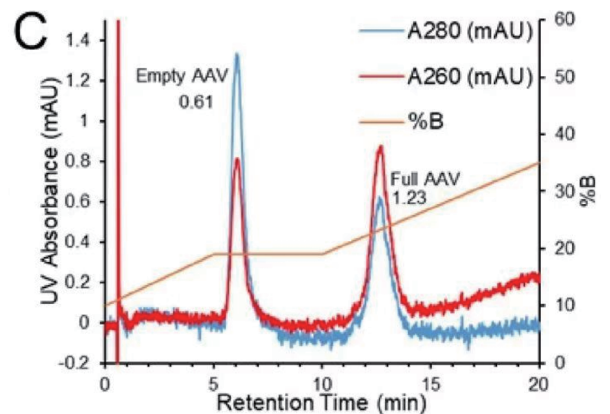
图 22. AAV lysate (溶菌产物) 的 SEC 分离



色谱柱: TSKgel G4000SW_{XL} (8 μ m, 7.8 mm ID \times 30 cm)
 流动相: 50 mmol/L MES (pH 6.5) + 0.15 mol/L NaCl + 0.05% Poloxamer 188
 流速: 0.5 mL/min
 检测: UV @ 260 nm, 280 nm, 光散射检测器
 样品: 经过滤的 AAV 溶菌产物

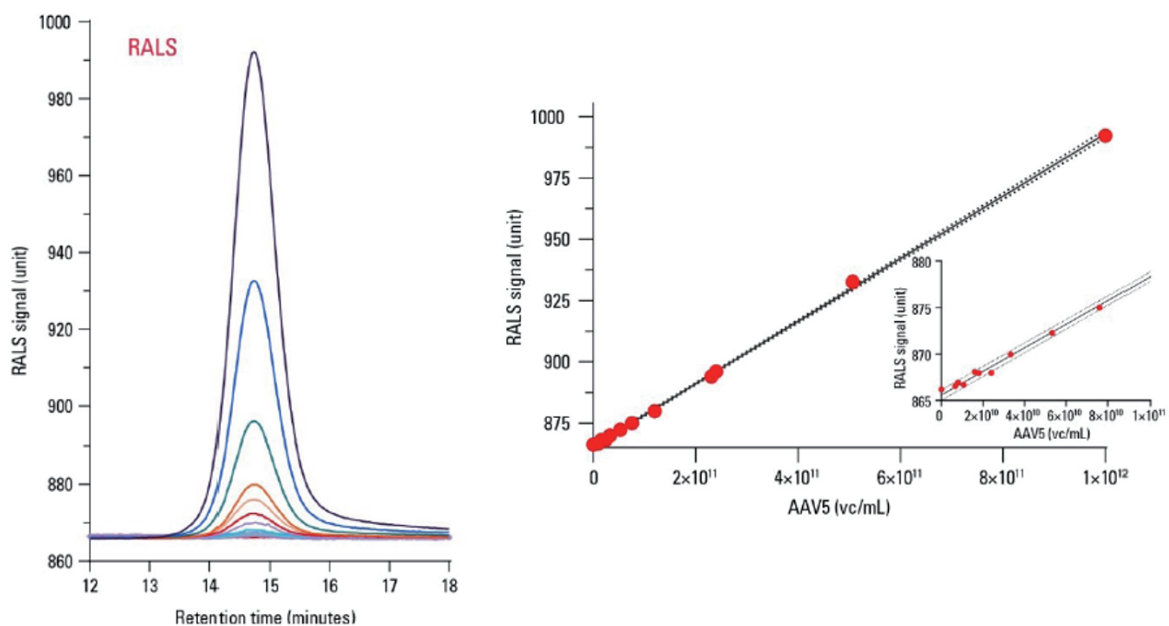
● Ref.: P. Gagnon et al., *Pharmaceutics*, 2021, 13, 113 (CC BY)

图 23. AAV8 空/完整衣壳的 AEC 分离



色谱柱: TSKgel Q-STAT (4.6 mm I.D. \times 10 cm)
 流动相: Buffer A: 20 mmol/L Tris-HCl (pH 9.0)
 Buffer B: Buffer A containing 1 mol/L choline chloride : 5 min linear gradient from Buffer A/B (90/10) to (81/19) followed by 5 min hold and 10 min linear gradient to (65/35)
 流速: 1.0 mL/min
 温度: 30 $^{\circ}$ C
 检测: UV@260 nm、280 nm
 进样量: 10 μ L
 样品: purified AAV8 (5×10^{11} vc) of empty/full (84/16)

图 24. SEC-MALS 测定 AAV 衣壳含量



色谱柱: TSKgel GMPW_{XL} (7.8 mmI.D.×30 cm, 13 μm)

流动相: 50 mmol/L HEPES+150 mmol/L NaCl (pH 7.1)

流速: 0.5 mL/min

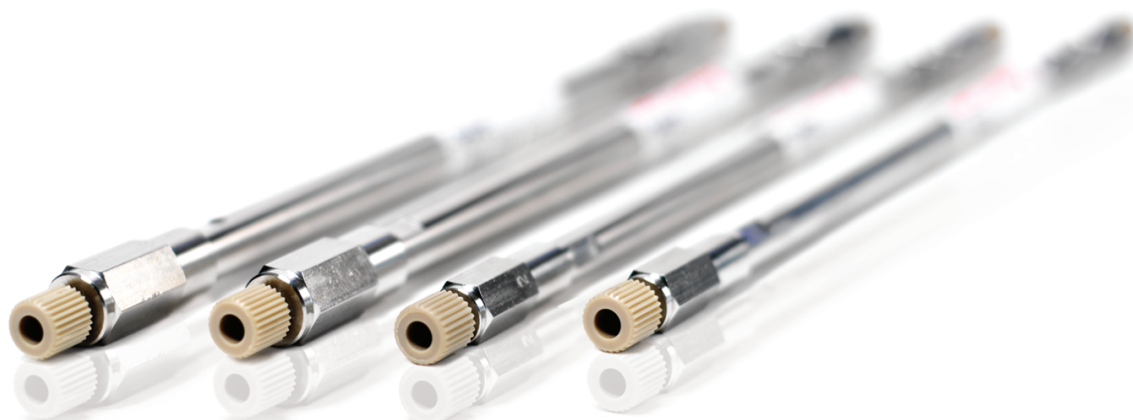
温度: 25 °C

检测: UV@260 nm/280 nm+LenS3 MALS

进样量: 40 μL

样品: AAV5 (2×10^{11} vc/mL)

- TSKgel GMPW_{XL} 色谱柱搭配东曹 LenS3 MALS 检测器能够高灵敏度检测极低浓度的 AAV 样品。





脂质纳米颗粒、病毒样颗粒、外泌体

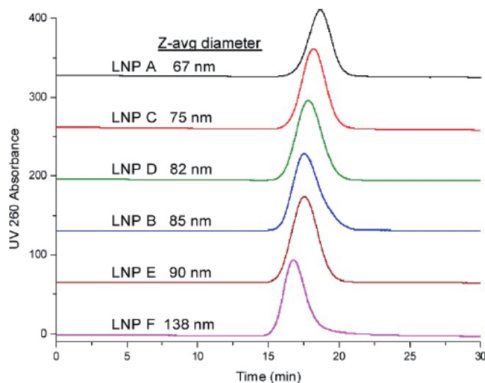
脂质纳米颗粒 (LNP)、病毒样颗粒 (VLPs) 以及外泌体等作为新型药物的非病毒递送载体, 在基因治疗领域有着广泛的应用。LNP 的粒径大小及分布是重要 CQA 参数之一, 会对药物的安全性产生影响。尺寸排阻色谱 (SEC-HPLC) 是分析 LNP 的最常用方法。此外, 还可将 SEC 与 UV、RI 和多角度光散射 (MALS) 检测器联用, 对 LNP 的粒径分布、药物的包封率等进行深度表征。

表 4. LNP 等超大生物分子分析用的 TSKgel SEC 色谱柱

分离模式	应用 (基于样品分子大小)	适用的色谱柱
尺寸排阻色谱 (SEC)	分离 50 nm~200 nm 的 LNP、VLPs	TSKgel G6000PW _{XL} TSKgel G6000PW _{XL} -CP
	分离 10 nm~100 nm 的 LNP、VLPs 或外泌体	TSKgel G5000PW _{XL} TSKgel G5000PW _{XL} -CP
	分离 10~50 nm 的外泌体	TSKgel G4000SW _{XL} TSKgel UP-SW Aggregate

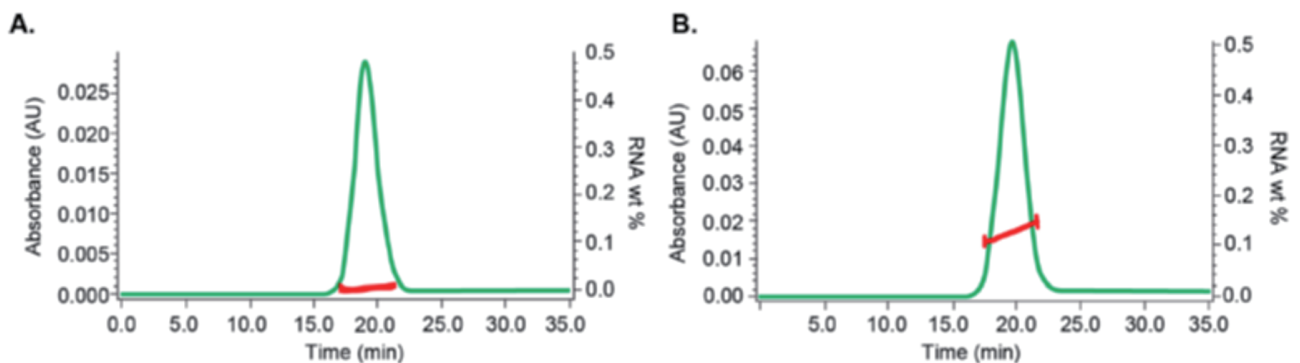
应用实例

图 25. 不同粒径 LNP (siRNA) 的 SEC 分析



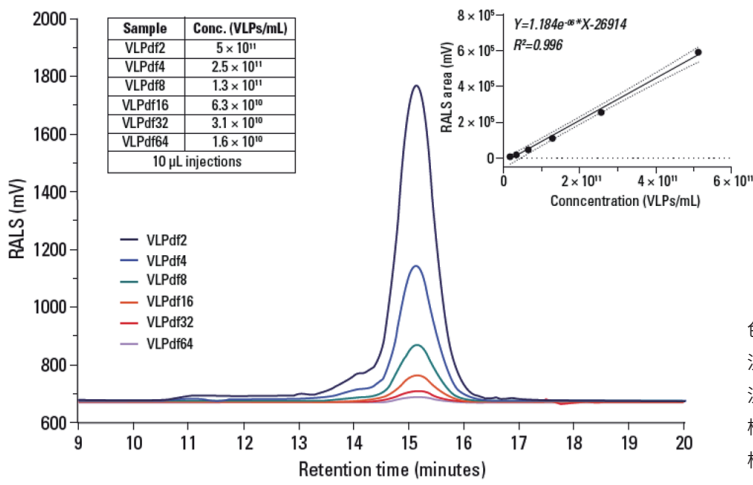
- 使用 TSKgel G6000PW_{XL}-CP 色谱柱在 PBS 缓冲液中实现 LNP 正常分离。
- Ref.: J. Zhang et al., Polydispersity characterization of lipid nanoparticles for siRNA delivery using multiple detection size-exclusion chromatography, *Anal. Chem.*, 84 (2012) 6088-6096

图 26. SEC-MALS 检测 mRNA-LNP



- TSKgel G6000PW_{XL}-CP 色谱柱搭配 UV-RI-MALS 检测器, 以 PBS 缓冲液作为流动相测定 LNP 分子量。
- Ref.: X. Jia et al., Enabling on-line determination of the size-dependent RNA content of lipid nanoparticle-based RNA formulations, *J. Chromatogr. B*, 1186 (2021) 123015, CC BY NC ND

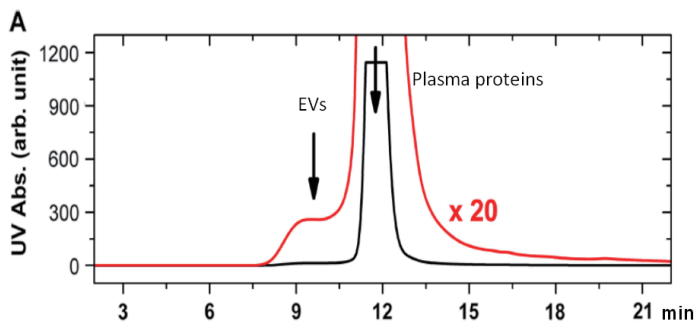
图 27. SEC-MALS 定量分析 VLP



色谱柱: TSKgel G5000PW_{XL} (7.5 mm I.D.×30 cm, 10 μ m)
 流动相: 0.01 mol/L HEPES+0.145 mol/L NaCl+0.05%叠氮化钠 (pH 7.4)
 流 速: 0.5 mL/min
 检 测: UV-RI-MALS
 样 品: 细小病毒 VLP (MVM-MVP) 原液 1×10^{12} 颗粒/mL (10-15 μ L 进样)

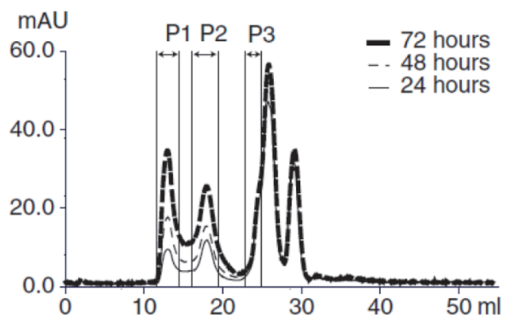
● 将 TSKgel G5000PW_{XL} 色谱柱搭配东曹高灵敏度 LenS3 MALS 检测器实现极低浓度 VLP 样品定量分析。

图 28. 细胞外囊泡及外泌体的 SEC 分离



色谱柱: TSKgel G6000PW (7.5 mm I.D.×30 cm)
 流动相: PBS
 流 速: 1.0 mL/min
 检 测: UV (210 nm) , LS
 温 度: 室温
 样 品: 红细胞来源小细胞外囊泡 (大小为 123 nm)

● Ref.: Z. Varga et al., Towards traceable size determination of exocellular vesicles, J. Extra cell. Vesicles, 3 (2014) 23298, CC BY,



色谱柱: TSKgel G4000SW_{XL} (7.8 mm I.D.×30 cm)
 流动相: 含 0.15 mol/L NaCl 的 20 mmol/L 磷酸盐缓冲液 (pH 7.2)
 流 速: 0.5 mL/min
 检 测: UV (220 nm) , LS
 温 度: 25 $^{\circ}$ C
 样 品: 24 h, 48 h, 72 h 后的间充质干细胞 (MSC) 培养基。
 馏分 P1 被识别为外泌体 (55~65 nm)

● Ref.: S.S.Tan et al., Therapeutic MSC exosomes are derived from lipid raft microdomains in the plasma membrane, J. Extracellular Vesicles, 2 (2013) 22614, CC BY,



核酸类药物分析用色谱柱一览表

● 尺寸排阻色谱柱

货号	产品名称	粒径	色谱柱尺寸
0023514	TSKgel UP-SW2000	2 μm	4.6 mmI.D. × 30 cm
0023448	TSKgel UP-SW3000	2 μm	4.6 mmI.D. × 30 cm
0023524	TSKgel UP-SW Aggregate	3 μm	4.6 mmI.D. × 30 cm
0008540	TSKgel G2000SWXL	5 μm	7.8 mmI.D. × 30 cm
0008541	TSKgel G3000SWXL	5 μm	7.8 mmI.D. × 30 cm
0008542	TSKgel G4000SWXL	8 μm	7.8 mmI.D. × 30 cm
0008023	TSKgel G5000PWXL	10 μm	7.8 mmI.D. × 30 cm
0021874	TSKgel G5000PWXL-CP	10 μm	7.8 mmI.D. × 30 cm
0008024	TSKgel G6000PWXL	13 μm	7.8 mmI.D. × 30 cm
0021875	TSKgel G6000PWXL-CP	13 μm	7.8 mmI.D. × 30 cm
0008025	TSKgel GMPWXL	13 μm	7.8 mmI.D. × 30 cm
0008032	TSKgel G-DNA-PW	10 μm	7.8 mmI.D. × 30 cm

● 离子交换色谱柱

货号	产品名称	粒径	色谱柱尺寸
0021960	TSKgel Q-STAT	10 μm	3.0 mmI.D. × 3.5 cm
0021961	TSKgel Q-STAT	7 μm	4.6 mmI.D. × 10 cm
0018249	TSKgel DNA-NPR	2.5 μm	4.6 mmI.D. × 7.5 cm
0021962	TSKgel DNA-STAT	5 μm	4.6 mmI.D. × 10 cm
0021963	TSKgel SP-STAT	10 μm	3.0 mmI.D. × 3.5 cm
0021964	TSKgel SP-STAT	7 μm	4.6 mmI.D. × 10 cm
0013076	TSKgel SP-NPR	2.5 μm	4.6 mmI.D. × 3.5 cm
0018257	TSKgel SuperQ-5PW	10 μm	7.5 mmI.D. × 7.5 cm
0018387	TSKgel SuperQ-5PW	13 μm	21.5 mmI.D. × 15 cm

● 反相色谱柱

货号	产品名称	粒径	色谱柱尺寸	官能团	封端
0019541	TSKgel Super-ODS	2.3 μm	2.0 mmI.D.×5 cm	C18, 多层交联	是
0019542	TSKgel Super-ODS	2.3 μm	2.0 mmI.D.×10 cm	C18, 多层交联	极性封端
0021938	TSKgel ODS-100V	3 μm	2.0 mmI.D.×10 cm	C18, 单交联	极性封端
0021829	TSKgel ODS-100V	3 μm	4.6 mmI.D.×15 cm	C18, 单交联	极性封端
2002707	TSKgel ODS-100V	3 μm	4.6 mmI.D.×25 cm	C18, 单交联	极性封端
0022712	TSKgel ODS-100V	5 μm	2.0 mmI.D.×10 cm	C18, 单交联	极性封端
0021458	TSKgel ODS-100V	5 μm	2.0 mmI.D.×15 cm	C18, 单交联	极性封端
0022713	TSKgel ODS-100V	5 μm	2.0 mmI.D.×25 cm	C18, 单交联	极性封端
0013357	TSKgel OligoDNA RP	5 μm	4.6 mmI.D.×15 cm	C18, 单交联	否

● 疏水色谱柱

货号	产品名称	粒径	色谱柱尺寸	官能团
0023536	TSKgel HIC-ADC Phenyl	5 μm	4.6 mm I.D.×3.5 cm	苯基
0023537	TSKgel HIC-ADC Phenyl	5 μm	4.6 mm I.D.×10 cm	苯基
0023538	TSKgel HIC-ADC Butyl	5 μm	4.6 mm I.D.×3.5 cm	丁基
0023539	TSKgel HIC-ADC Butyl	5 μm	4.6 mm I.D.×10 cm	丁基
0014947	TSKgel Butyl-NPR	2.5 μm	4.6 mm I.D.×3.5 cm	丁基
0042168	TSKgel Butyl-NPR	2.5 μm	4.6 mm I.D.×10 cm	丁基

● 亲水色谱柱

货号	产品名称	粒径	色谱柱尺寸
0023455	TSKgel Amide-80	2 μm	2.0 mm I.D.×10 cm
0023456	TSKgel Amide-80	2 μm	2.0 mm I.D.×15 cm
0021865	TSKgel Amide-80	3 μm	2.0 mm I.D.×15 cm
0021867	TSKgel Amide-80	3 μm	4.6 mm I.D.×15 cm
0019696	TSKgel Amide-80	5 μm	2.0 mm I.D.×15 cm
0013071	TSKgel Amide-80	5 μm	4.6 mm I.D.×25 cm
0021982	TSKgel Amide-80 HR	5 μm	4.6 mm I.D.×25 cm





东曹（上海）生物科技有限公司

地址：上海市虹梅路1801号 A 区凯科国际大厦1001室

电话：021-34610856 传真：021-34610858

邮箱：info.tbs@tosoh.com.cn

网址：<https://www.separations.asia.tosohbioscience.com>

欢迎关注东曹生物微信公众号, 获取更多产品资讯



TSK-GEL、TSKgel 是 TOSOH 公司的注册商标。

TOSOH 公司版权所有, 未经 TOSOH 公司书面同意, 本数据集中的内容不得全部或部分使用或复制。

本数据集的内容可能会随公司产品的变化而发生更改, 恕不另行通知。