

다당유도체를 기초로 한 키랄 컬럼에서 이동상에서의 산 또는 염기 첨가제가 아미노 알코올의 광학분리에 미치는 영향

황 호 · 김경옥 · 이원재*

조선대학교 약학대학 약학과
(2009. 5. 1. 접수, 2009. 8. 5. 승인)

Effect of acid or base additive in the mobile phase on enantiomer separation of amino alcohols using polysaccharide derived chiral columns

Hu Huang, Jing Yu Jin and Wonjae Lee*

College of Pharmacy, Chosun University, Gwangju, Korea
(Received May 1, 2009; Accepted August 5, 2009)

요 약: 다당유도체를 기초로 하는 키랄 컬럼들을 사용하여 여러 amino alcohol의 거울상 이성질체를 산 또는 염기 등의 첨가제가 포함된 이동상에서 액체크로마토그래피로 광학분리를 수행하였다. 산 또는 염기 등의 첨가제가 각각 포함된 이동상뿐만 아니라 사용한 키랄 컬럼에 따라 광학분리된 선택성과 분리인자가 크게 영향을 받았다. 특히 Chiralcel OD 컬럼에서 이동상에 0.1% trifluoroacetic acid를 산 첨가제로 사용했을 경우 0.1% triethylamine을 염기 첨가제로 사용했을 경우보다 머무름인자 값은 더 작게 나타났지만 광학분리의 선택성과 분리인자는 크게 증가됨을 보여주었다. 또한 Chiralcel OD 컬럼에서 이동상에 0.05% trifluoroacetic acid와 0.05% triethylamine을 함께 사용했을 때 광학분리의 선택성과 분리인자가 어느 이동상 조건보다도 가장 좋은 광학분할 결과를 보여주었다.

Abstract: Liquid chromatographic enantiomer separation of amino alcohols was performed on several chiral columns based on polysaccharide derivatives under the mobile phase conditions containing acid or base additive. The chromatographic parameters were greatly influenced by the nature of the mobile phase containing acid or base additive as well as the used chiral columns. Compared to chromatographic results obtained in the mobile phase containing base additive (0.1% triethylamine), especially, Chiralcel OD showed dramatically enhanced separation factors and resolution factors with reduced capacity factors under the mobile phase condition containing acidic additive (0.1% trifluoroacetic acid). When the mobile phase containing 0.05% trifluoroacetic acid and 0.05% triethylamine was used on Chiralcel OD, the greatest separation factors and resolution factors among all other mobile phase conditions in this study were observed.

Key words: Enantiomer separation, chiral column, amino alcohols, liquid chromatography

★ Corresponding author

Phone : +82-(0)62-230-6376 Fax : +82-(0)62-222-5414

E-mail : wlee@chosun.ac.kr

1. 서 론

고성능 액체 크로마토그래피에서 셀룰로오스와 아밀로오스의 다당류 유도체를 키랄선택자로 사용하여 만들어진 키랄 컬럼을 이용하여 많은 거울상 이성질체 화합물을 성공적으로 분리해 왔다.^{1,2} 특히 키랄 아민을 HPLC 컬럼을 이용하여 광학분리하고자 할 때 소량의 아민을 염기 첨가제로 이동상에 사용하여 효과적으로 수행하여 왔다.³ 키랄 아민 화합물을 광학분리하는데 있어서 소량의 아민을 이동상에 첨가하는 이유는 분석물질인 아민과 실리카와의 non-specific interaction을 최소화하여 분석물질의 머무름 시간을 줄여주거나 또는 피크가 꼬리끝기를 보이면서 용리되는 것을 막아주는 효과를 가지고 있기 때문이다.⁴ 그러나 키랄 아민을 광학분리할 때 소량의 아민을 염기 첨가제로 이동상에 가하여 분석하는 일반적인 광학분리의 분석법대신에 산을 첨가제로 사용한 광학분리 결과가 최근까지 아주 소수의 연구그룹에 의해 보고되었다.^{4,7} 최초의 연구로 Tang 그룹에서 Chiralcel OJ에서 여러 키랄 acid들을 광학분리하는 중에 betaxolol과 albuterol 두 아민시료에 대해서 trifluoroacetic acid (TFA)를 산 첨가물로 사용한 광학분리를 아주 예외적인 경우로 특별한 설명없이 단순히 분리 결과만 보고한 적이 있다($\alpha=1.25$, 1.42 , $R_s=1.05$, 2.23).⁵ 또한 Chiralcel OJ 와 Chiralcel OD에서 nicotine과 nornicotine 두 물질의 광학분리가 TFA를 산 첨가물로 하는 이동상 조건에서 수행된 보고가 있고 Chiralpak AD-H에서 여러 종류의 키랄 아민을 광학분리하기 위하여 methanesulfonic acid 또는 ethanesulfonic acid를 산 첨가물로 이동상에 사용한 연구결과를 보고되었다.^{4,6} 최근에 Chiralcel OD-H와 Chiralpak AD에서 N-benzyl- α -methyl-benzylamine, phenylalaninol같은 5개의 키랄 아민화합물을 대상으로 TFA를 산 첨가물로 사용한 광학분리 연구가 발표되었다.⁷ 그러나 앞선 연구에서 키랄 아민화합물을 광학분리할 때 염기를 첨가제로 사용하는 전통적 분석법대신 새로운 방법으로 산을 첨가하여 얻은 분석결과만을 단순보고하는 경우가 대부분이어서 산 또는 염기 등의 첨가제를 각각 함유한 이동상에서의 광학분리를 비교하는 체계적인 연구가 진행되지 아니하였다. 그러므로 본 연구에서는 다당유도체를 모체로 하는 대표적인 키랄 컬럼인⁸ Chiralpak AD, Chiralcel OD, Chiralpak AS, Chiralcel OF 을 사용하여 산 또는 염기 등의 첨가제를 각각 함유한 이동상에서 amino

alcohol을 광학분리하는 크로마토그래피 연구결과를 비교하여 보고하고자 한다. 분석물질로 사용하는 amino alcohol은 염기성 물질이기 때문에 이들을 대상으로 하는 광학분리의 전통적인 분석방법으로 isopropanol (IPA)-hexane 용매에 0.1% diethylamine 염기를 첨가제로 사용하여 이를 표준이동상처럼 사용하여 왔다.³ 본 연구에서는 산 또는 염기 등의 첨가제 사용이 광학분리에 미치는 영향을 살펴보고자 했기 때문에 ethanol-hexane의 기준 이동상 용매에 0.1% TFA, 0.1% triethylamine, 혹은 0.05% TFA/0.05% triethylamine을 산 또는 염기 첨가제로 사용하였고 그 광학분리 결과를 비교하였다(기준 이동상 용매로 IPA-hexane 용매를 사용할 경우 매우 완만한 꼬리끝기 피크를 보여주기 때문에 효과적인 비교를 위해 ethanol-hexane 용매를 사용하였다. 단 Chiralcel OF 컬럼에서는 ethanol 을 이동상 용매로 사용하는 것이 허용되지 않기 때문에 컬럼의 안정성을 위해 IPA-hexane을 기준 이동상 용매로 사용하였다).

2. 실험

2.1. 실험 기기 및 시약

액체크로마토그래피 실험은 다음의 기기들로 구성된 HPLC 를 사용하여 상온에서 수행하였다. HPLC 구성 기기로 Waters model 1525 binary pump, 20 μ L loop를 가진 Rheodyne model 7125 주입기, a dual absorbance detector (Waters 2487 detector)를 사용하였다. HPLC용 column으로 Chiralcel OD, Chiralpak AD, Chiralpak AS, Chiralcel OF (250 mm L \times 4.6 mm I.D. 일본 Daicel Chemical 회사)을 사용하였다. HPLC 용매로 사용하는 hexane, ethanol (EtOH), isopropanol (IPA)은 J. T Baker (Phillipsburg, NJ)로부터 trifluoroacetic acid (TFA), triethylamine 및 amino alcohol 분석물질은 모두 Aldrich (Milwaukee, WI) 혹은 Sigma (St. Louis, Missouri) 회사로부터 구입하였다.

결과 및 고찰

Table 1~4는 다당유도체를 키랄선택자로 이용하는 키랄 Chiralcel OD, Chiralpak AD, Chiralpak AS, Chiralcel OF에서 여러 amino alcohol 의 광학분리를 위해 이동상에 산 또는 염기 등을 각각 첨가하여 얻은 연구결과를 보여주고 있다. Table 1~4에서 보여주는 것처럼 광학분리의 선택성과 머무름시간은 산 또

Table 1. Enantiomer separation of amino alcohols using the mobile phase with acid or base additive on Chiralcel OD

Analyte	EtOH/hexane/TFA = 30/70/0.1(V/V/V)				EtOH/hexane/Et ₃ N = 30/70/0.1(V/V/V)				EtOH/hexane/TFA/Et ₃ N = 30/70/0.05/0.05(V/V/V/V)			
	α^a	$k'_1{}^b$	R_s^c	Conf. ^d	α^a	$k'_1{}^b$	R_s^c	Conf. ^d	α^a	$k'_1{}^b$	R_s^c	Conf. ^d
Acebutolol	1.00	0.52	-		1.00	3.80	-		1.16	0.56	0.39	
Albuterol	1.00	0.31	-		1.00	3.42	-		1.00	0.33	-	
3-Amino-1-phenoxy- 2-propanol	3.25	0.32	4.39		2.68	1.48	1.04		3.75	0.35	5.78	
Atenolol	2.83	1.30	5.07	S	1.24	2.88	0.64	S	3.27	1.34	6.50	S
Metoprolol	7.33	0.30	6.40		1.64	1.13	1.80		7.54	0.37	10.36	
Pindolol	13.90	0.88	8.84		3.02	2.44	4.77		17.80	1.22	14.91	
Propranolol	4.23	0.56	7.27	S	1.28	1.41	0.94	S	4.66	0.62	8.44	S

Flow rate=1 mL/min; Detection UV 254 nm. ^aSelectivity factor. ^bCapacity factor for the first eluted enantiomer. ^cResolution factor. ^dindicates the absolute configuration of the second retained enantiomer.

Table 2. Enantiomer separation of amino alcohols using the mobile phase with acid or base additive on Chiralpak AD

Analyte	EtOH/hexane/TFA = 10/90/0.1(V/V/V)				EtOH/hexane/Et ₃ N = 10/90/0.1(V/V/V)				EtOH/hexane/TFA/Et ₃ N = 10/90/0.05/0.05(V/V/V/V)			
	α^a	$k'_1{}^b$	R_s^c	Conf. ^d	α^a	$k'_1{}^b$	R_s^c	Conf. ^d	α^a	$k'_1{}^b$	R_s^c	Conf. ^d
Acebutolol	1.29	3.61	1.84		1.31	6.02	2.32		1.28	3.62	1.80	
Albuterol	1.16	2.15	0.77		1.00	2.92	-		1.16	2.15	0.83	
3-Amino-1-phenoxy- 2-propanol	1.28	1.20	1.33		1.62	6.52	1.79		1.29	1.21	1.54	
Atenolol	1.00	10.18	-		1.05	13.01	0.23	S	1.00	10.86	-	
Metoprolol	1.00	1.92	-		1.44	2.00	3.43		1.00	2.21	-	
Pindolol	1.22	3.84	1.61		1.37	4.19	2.44		1.25	3.89	1.90	
Propranolol	1.10	1.05	0.64	S	1.53	1.23	3.46	S	1.11	1.15	0.73	S

Flow rate=1 mL/min; Detection UV 254 nm. ^aSelectivity factor. ^bCapacity factor for the first eluted enantiomer. ^cResolution factor. ^dindicates the absolute configuration of the second retained enantiomer.

Table 3. Enantiomer separation of amino alcohols using the mobile phase with acid or base additive on Chiralpak AS

Analyte	EtOH/hexane/TFA = 20/80/0.1(V/V/V)				EtOH/hexane/Et ₃ N = 20/80/0.1(V/V/V)				EtOH/hexane/TFA/Et ₃ N = 20/80/0.05/0.05(V/V/V/V)			
	α^a	$k'_1{}^b$	R_s^c	Conf. ^d	α^a	$k'_1{}^b$	R_s^c	Conf. ^d	α^a	$k'_1{}^b$	R_s^c	Conf. ^d
Acebutolol	1.00	1.89	-		1.00	0.75	-		1.00	0.51	-	
Albuterol	1.00	0.76	-		1.00	0.64	-		1.25	0.39	0.25	
3-Amino-1-phenoxy- 2-propanol	1.00	0.85	-		1.00	0.70	-		1.00	0.40	-	
Atenolol	1.00	10.60	-		1.00	8.70	-		1.00	7.24	-	
Metoprolol	1.36	0.74	0.70		1.00	0.35	-		1.45	0.38	0.78	
Pindolol	1.00	2.45	-		1.00	0.77	-		1.10	0.73	0.06	
Propranolol	1.00	0.83	-		1.00	0.32	-		1.00	0.37	-	

Flow rate=1 mL/min; Detection UV 254 nm. ^aSelectivity factor. ^bCapacity factor for the first eluted enantiomer. ^cResolution factor. ^dindicates the absolute configuration of the second retained enantiomer.

는 염기 등의 첨가제가 포함된 이동상의 성질에 크게 영향을 받는 것으로 나타나는데 이러한 실험결과는 사용하는 키랄 컬럼의 종류에 따라 매우 다르게 나타

난다. Table 1은 Chiralcel OD에서의 광학분리 결과를 보여주는데 분리되지 않은 두 물질들(acebutolol, albuterol) 제외하고는 0.1% TFA를 산 첨가제로 얻은

Table 4. Enantiomer separation of amino alcohols using the mobile phase with acid or base additive on Chiralcel OF

Analyte	IPA/hexane/TFA = 30/70/0.1(V/V/V)				IPA/hexane/Et ₃ N = 30/70/0.1(V/V/V)				IPA/hexane/TFA/Et ₃ N = 30/70/0.05/0.05(V/V/V/V)			
	α^a	$k'_1{}^b$	R_s^c	Conf. ^d	α^a	$k'_1{}^b$	R_s^c	Conf. ^d	α^a	$k'_1{}^b$	R_s^c	Conf. ^d
Acebutolol	1.00	33.21	-		1.00	6.76	-		1.00	22.49	-	
Albuterol	1.83	5.80	1.38		1.00	2.28	-		1.85	3.94	1.67	
3-Amino-1-phenoxy- 2-propanol	1.00	5.21	-		1.00	3.40	-		1.00	1.97	-	
Atenolol	1.27	22.00	0.45	S	1.00	11.34	-		-	ne ^e	-	
Metoprolol	1.00	8.67	-		1.00	2.40	-		1.00	7.46	-	
Pindolol	1.28	9.79	0.69		1.55	1.97	1.43		1.33	7.27	0.86	
Propranolol	1.00	4.36	-		1.26	0.70	0.50	S	1.00	3.56	-	

Flow rate=1 mL/min; Detection UV 254 nm. ^aSelectivity factor. ^bCapacity factor for the first eluted enantiomer. ^cResolution factor. ^dindicates the absolute configuration of the second retained enantiomer. ^eno elution within 120 min.

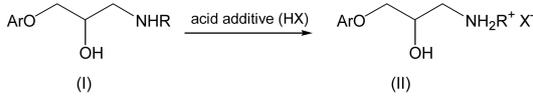
광학분리 결과가($\alpha=2.83-13.90$, $R_s=5.07-8.84$) 0.1% triethylamine을 염기 첨가제로 얻은 광학분리 결과보다($\alpha=1.24-3.02$, $R_s=0.64-4.77$) 현저하게 높게 나타난다. 주목할 부분은 Table 1의 Chiralcel OD의 경우, 다른 키랄 컬럼과 달리 산 첨가제를 사용시 염기 첨가제를 사용하는 것보다 선택성과 분리인자는 매우 커졌지만 머무름인자가 현저하게 작아지게 된다. 예를 들어, metoprolol은 염기 첨가제를 사용했을 때의 선택성(α)과 분리인자(R_s)는 각각 1.64와 1.80이나 산 첨가제를 사용하면 머무름인자가 매우 작아지면서 각각 7.33과 6.40으로 매우 크게 증가한다. Pindolol도 염기 첨가제를 사용했을 때 선택성(α)과 분리인자(R_s)는 각각 3.02와 4.77이나 산 첨가제를 사용하면 각각 13.90과 8.84로 크게 증가되었음을 알 수 있다.

이와 반면에 Table 2의 Chiralpak AD 경우에는 산 첨가제를 사용할 때 염기 첨가제를 사용하는 것에 비해 모두 머무름인자 값이 작아졌지만 선택성과 분리인자도 대체적으로 함께 작아지는 경향을 보여주고 있다. Table 3의 Chiralpak AS 경우에는 산 첨가제를 사용할 경우가 염기 첨가제를 사용할 때 보다 머무름인자 값이 더 크게 증가하는 경향을 보였으며 또한 산 첨가제를 사용할 경우에만 metoprolol이 부분 광학분리를 보였고 나머지는 광학분리되지 않았다. Table 4의 Chiralcel OF 경우에는 Table 3의 Chiralpak AS 경우와 같이 산 첨가제 사용시 염기 첨가제 사용에 비해 머무름인자 값이 증가하여 대체적으로 2배 이상 커지는 경향을 보였다. 그러나 선택성과 분리인자의 측면에서는 산 첨가제를 사용할 때는 albuterol과 atenolol이, 염기 첨가제를 사용할 때는 pindolol과 propranolol이 더 좋은 광학분리를 보여 일정한 경향

을 보이지 않았다.

전체적인 Table 1~4결과를 살펴보았을 때, alcohol-hexane의 기준 이동상에 산 첨가제로 0.1% TFA를 사용했을 때와 염기 첨가제로 0.1% triethylamine을 사용했을 때의 머무름인자를 비교할 경우, Chiralcel OD와 Chiralpak AD에서는 산 첨가제를 사용한 경우가 염기 첨가제를 사용한 경우보다 더 짧아졌음이 관찰되고 Chiralpak AS와 Chiralcel OF에서는 더 길어졌음이 관찰된다. 더욱 흥미로운 것은 Chiralcel OD와 Chiralpak AD경우 특이하게 서로 상반적으로 다른 광학분리 경향을 보여주고 있다. Chiralcel OD 경우에는 산 첨가제를 사용했을 때의 머무름인자 값이 염기 첨가제 경우보다 더 작게 나타났지만 선택성과 분리인자는 현저하게 증가한 결과를 보여준다. 그러나 Chiralpak AD 경우에는 산 첨가제를 사용했을 때, Chiralcel OD 경우와 같이 염기 첨가제보다 머무름인자는 더 작게 나타나지만 선택성과 분리인자는 Chiralcel OD 경우와 반대로 더 작게 나타나는 경향을 보여주고 있다. 또한 동일한 컬럼에서라도 염기 또는 산 첨가제를 사용할 때 광학분리에 큰 차이를 보이는 이유는 각각의 이동상 조건에서 작용되는 chiral recognition mechanism이 서로 다르기 때문이라 보아진다.

이동상에 TFA의 산 첨가제를 사용하게 될 때 amino alcohol분석물질 (I)은 ammonium salt (II)를 형성한 후 광학분리가 진행될 것이라 예상되는데 Chiralcel OD의 키랄 선택자인 cellulose tris(3,5-dimethylphenylcarbamate)와 ammonium salt (II) 분석물질사이의 수소결합으로 인한 상호작용이 chiral recognition에 직접적으로 관련된 것으로 보아지나 염기 첨가제를 사용할 때에는 (I)구조를 가진 분석물질의 광학분리가



진행되므로 그러한 수소결합으로 인한 상호작용이 없으리라 예상한다. Chiralcel OD에서 이동상에 산 첨가제를 사용하게 될 때 키랄 선택자와 ammonium salt (II)와의 수소결합으로 인한 상호작용이 chiral recognition에 매우 효과적으로 작용하여 염기 첨가제를 사용할 때보다 광학분할이 더 크게 나타나는 것으로 보아진다. 이에 반해 Chiralpak AD의 키랄 선택자인 amylose tris (3,5-dimethylphenylcarbamate)은 이동상에 산 첨가제를 사용하게 될 때, 분석물질의 ammonium salt (II)와의 상호작용이 오히려 chiral recognition을 방해하므로 염기 첨가제를 사용할 때보다 광학분리가 잘 되지 않은 것으로 보아진다.

또한 Table 1, 2에서 보여주는 것과 같이, 이동상에 0.05% TFA (6.7 mM)와 0.05% triethylamine (3.6 mM)를 동시에 사용할 경우 화학량론 적인(stoichiometric) 관점에서 acidic한 조건을 유지하므로 그 경우 광학분리의 선택성과 머무름인자, 분자인자를 산 또는 염기 첨가제만을 넣었을 때 결과와 각각 비교해 보면 그 경향이 뚜렷해진다. Table 1에서 나타난 바와 같이 산이 첨가된 이동상 조건하에서 키랄 선택자와 ammonium salt (II)와의 수소결합으로 인한 상호작용 chiral recognition 이 더 효과적으로 작용하는 Chiralcel OD의 경우, 이동상에 첨가제로 0.05% TFA와 0.05% triethylamine 를 함께 사용할 때가 0.1% TFA를 사용할 때보다 머무름인자는 약간 더 큰 값을 나타내지만 (세가지 이동상 조건중에서 염기 첨가제를 사용한 용액의 머무름인자값이 가장 크게 나타나는데 전자가 후자에 비해 상대적으로 염기성 성질을 띠는 조건이므로) sharp 피크를 보여주면서 선택성과 분리인자로 표현되는 광학분할 결과는 가장 좋게 나타난다. 이에 반해 Chiralpak AD에서는 Table 2에서와 같이 산이 첨가된 이동상 조건하에서 ammonium salt (II)와의 수소결합으로 인한 상호작용이 chiral recognition에 부정적으로 작용하고 그 대신 amino alcohol (I) 구조와의 광학분할이 상대적으로 더 효과적으로 나타나기때문에, 이동상에 0.05% TFA와 0.05% triethylamine를 함께 사용했을 때의 광학분할 결과는 0.1% TFA를 사용할 때에 비해 머무름인자, 선택성은 거의 비슷하나 분리인자는 일반적으로 약간 커지는 경향을 보인다. Table 3의 Chiralpak AS 경우, 이동상에 0.05% TFA와 0.05%

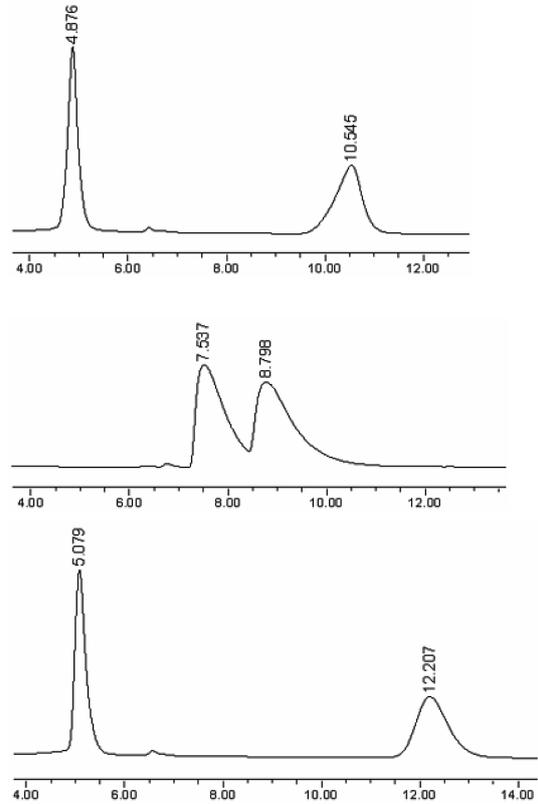


Fig. 1. Typical chromatograms of enantiomer separation of propranolol on Chiralcel OD using EtOH/hexane/TFA=30/70/0.1(V/V/V) (the top), EtOH/hexane/Et₃N=30/70/0.1(V/V/V) (the middle) and EtOH/hexane/TFA/Et₃N=30/70/0.05/0.05(V/V/V/V) (the bottom) as the mobile phase (injection amount 10 μg). See Table 1 for chromatographic conditions.

triethylamine를 함께 사용했을 때의 광학분할 결과가 각각 산 또는 염기 첨가제 사용할 때의 경우보다 미미하나 조금 더 좋게 나타났고 Table 4의 Chiralcel OF 경우에는 어떤 일정한 경향이 있다고 하기는 어려웠다. Fig. 1은 Chiralcel OD에서 propranolol의 광학분리할 때 산 또는 염기 또는 산/염기 첨가제를 사용한 이동상에서의 대표적인 크로마토그램을 비교하여 보여주고 있다.

앞에서 언급한 바와 같이 이동상에 산 또는 염기 또는 산/염기가 함께 첨가된 이동상 조건에서 chiral recognition mechanism에 상당한 영향을 주어 광학분할 결과에 큰 차이를 준다 할지라도 각각의 조건에서 모두 광학분리 된 물질의 경우 용출된 용리순서(elution order)는 모두 일관되게 동일하게 나타났다. 대표적인

예로, Chiralcel OD에서 atenolol과 propranolol 분석물질의 경우, 산 또는 염기 또는 산/염기가 첨가된 이동상의 조건과 관계없이 S-이성질체가 나중에 용출되어 나온다(Table 1). 이러한 결과는 산 또는 염기 또는 산/염기가 첨가된 이동상조건이 chiral recognition mechanism에 상당한 영향을 주기는 하지만 본질적 변화를 주는 것은 아니기 때문이라 보아진다.

결 론

고성능 액체 크로마토그래피를 이용하여 amino alcohol 광학분리를 시도하였는데 다당류 유도체를 키랄선택자로 이용한 여러 키랄 컬럼을(Chiralcel OD, Chiralpak AD, Chiralpak AS, Chiralcel OF) 사용하였고 trifluoroacetic acid과/또는 triethylamine 첨가제 등을 이동상에 사용하여 얻은 광학분리 결과를 비교하였다. 키랄 선택자로 cellulose tris (3,5-dimethylphenylcarbamate) 로부터 유도된 Chiralcel OD의 경우, 염기 첨가제를 사용할 때 보다 산 첨가제를 사용할 때 머무름인자는 짧아지면서 더 좋은 광학분리를 보이거나 amylose tris (3,5-dimethylphenylcarbamate) 로부터 유도된 Chiralpak AD의 경우, 머무름인자는 마찬가지로 짧아지지만 더 낮은 광학분리를 보여주었다. 이와 반대로 Chiralpak AS, Chiralcel OF의 경우 머무름인자는 염기 첨가제를 사용할 때 보다 산 첨가제를 사용할 때 훨씬 증가되는 것이 관찰되었다.

특히 Chiralcel OD 컬럼에서 이동상에 0.05% trifluoroacetic acid와 0.05% triethylamine을 함께 사용할 경우 어느 이동상 조건보다도 가장 좋은 광학분리 결과를 보여주었다. 다당류 유도체를 모체로 하는 키랄 컬럼에서 amino alcohol을 광학분리 하는데 이동상에 포함된 산, 염기 등의 첨가제에 따라 광학분리에 관련된 chiral recognition mechanism이 어떻게 달라지는지에 대한 심층적인 연구가 앞으로 계속 진행될 필요가 있으리라 보아진다.

참고문헌

1. Y. Okamoto and E. Yashima, *Angew. Chem. Int. Ed.*, **37**, 1020-1043(1998).
2. E. Yashima, *J. Chromatogr. A*, **906**, 105-125(2001).
3. Application guide for chiral HPLC selection; 3rd Ed., Daicel Chemical Industries, Ltd.
4. R. W. Strigham and Y. K. Ye, *J. Chromatogr. A*, **1101**, 86-93(2006).
5. Y. Tang, *Chirality*, **8**, 136-142(1996).
6. Y. Tang, W. L. Zielinski and H. M. Bigott, *Chirality*, **10**, 364-369(1998).
7. S. Caccamese, S. Bianca and G. T. Carter, *Chirality*, **19**, 647-653(2007).
8. J. Y. Jin, W. Lee, J. H. Park, J. J. Ryoo and J. Liq. *Chrom. & Rel. Tech.*, **30**, 1-9(2007).