

InfinityLab LC 시리즈로 액체 크로마토그래피의 투자 수익률 향상

쓸수록 증가하는 Agilent 1260 Infinity II Prime LC의 경제적 가치

소개

애질런트 InfinityLab LC 시리즈 제품은 액체 크로마토그래피 분석에 탁월한 효율성을 제공합니다. Agilent 1260 Infinity II Prime LC는 2017년에 출시된 InfinityLab LC 시리즈의 신제품입니다. 1260 Infinity II Prime LC는 일상 분석에서 최고 수준의 InfinityLab LC 기술을 선보입니다. 이 신제품은 1260 Infinity II LC 제품군 중 가장 우수한 성능과 편의성을 자랑하는 LC 장비입니다.

일반적으로 400 ~ 600bar의 압력 범위를 가진 기존 일상 분석용 LC 기기와 달리, 1260 Infinity II Prime LC는 그보다 한층 확장된 800bar까지의 압력 범위를 가집니다. 이 시스템은 quaternary 용매 혼합 성능을 binary의 고압 혼합 펌프와 유사하게 결합하였습니다. 시스템은 BlendAssist를 이용한 일관된 이동상 혼합 및 자동화 퍼지 기능(원격 작동 가능) 등 자동화된 일상 작업 처리 기능을 갖추고 있습니다. 또한, 컬럼 교환이 쉽고 시료 주입이 우수해 시스템 오류를 줄이고 가동 중단을 예방합니다. 1260 Infinity II Prime LC에 내장된 ISET(Intelligent System Emulation Technology)는 다른 LC 기기와의 분석법 전환을 쉽게 해 줍니다. ISET는 다른 버전이나 유형의 HPLC 또는 UHPLC로 분석법을 이전할 때 재검증에 따른 번거로움을 덜어줍니다.

이 백서에서는 1260 Infinity II Prime LC의 새로운 기능이 어떻게 기존의 LC 시스템에 비해 1년에 80,000달러에 달하는 경제적 가치를 창출할 수 있는지에 대해 알아봅니다. 이 경제적 가치에는 다음과 같은 것들이 반영되어 있습니다. 1) 운영 비용 절약 2) 자동 중단 시간 감소 3) 일일 시료 처리량 향상 4) 하나의 시스템을 다양한 분석법에 활용. 이 백서는 현재의 시스템을 1260 Infinity II Prime LC로 교체 시 발생하는 경제적 이익을 계산하려는 실험실 관리자에게 유용한 자료가 될 수 있습니다.



그림 1. 1260 Infinity II LC는 2018 Scientists' Choice Award의 Best New Separations Product 상을 수상했습니다.

실험실마다 워크플로, 시료 수, 기기 활용도 면에서 차이를 보이기 때문에, 모든 실험실에 적용 가능한 경제적 가치를 계산하는 것은 어렵습니다. 따라서 이 백서에서는 표 1에 나타난 가정대로 대표적인 시료 처리량과 기기 활용도를 적용했습니다. 모든 가정은 보수적으로 설정되어 최대한 많은 실험실에 결과가 적용될 수 있도록 하였습니다. 그러므로 표 1에 기재된 것보다 더 많은 양의 시료를 처리하는 실험실의 경우에는 1260 Infinity II Prime LC로 인한 경제적 가치 증가 이득이 여기에서 계산된 것보다 현저하게 높을 수 있습니다.

표 1. 시스템당 실험실 시료 처리량 및 기기 활용도에 대한 가정.

강조 표시된 필드에 사용자 정의 값을 입력하십시오. 아래 버튼을 사용하여 표를 기본값으로 재설정하십시오.

파라미터		값
일반적인 시료 분석 주기(분)		
일일 시료 분석 횟수		
시료당 매출		
순익률		
용매 사용량	일일 리터	
	연간 리터	
연간 컬럼 사용 개수		
분석법 개발에 할당된 시간 비율		
퍼지 횟수	매일	
	매년	
Lab Advisor로 해결 가능한 연간 문제 해결 횟수		
리터당 용매 비용		

운영 비용 절약

소모품 및 예비 부품은 분석 실험실의 전체 운영 비용에서 상당한 부분을 차지합니다. LC 분석일 경우에는 용매, 컬럼, 피팅 등의 비용도 포함됩니다. 이 섹션에서는 어떻게 1260 Infinity II Prime LC의 두 가지 설계 요소를 통해 비용 절약의 효과를 얻을 수 있는지 설명합니다.

BlendAssist

BlendAssist는 Agilent 1260 Infinity II Flexible 펌프에서 사용할 수 있는 소프트웨어 기능이며, 수작업 없이 완충액 또는 첨가제 농도를 자동 혼합할 수 있습니다. 따라서 BlendAssist는 LC 워크플로를 간소화하고 분석법 개발의 속도를 높여줍니다. 수작업의 경우 다양한 농도의 완충액과 첨가제를 담은 다양한 용매병을 준비해야 하는 데, 자동 혼합의 경우 단 4개의 용액 (순수한 용매와 농도가 높은 고농도액)만 준비하면 됩니다. BlendAssist 소프트웨어에 고농도액 농도와 원하는 농도를 기입하기만 하면, 기기에서 각 분석에 맞는 원하는 이동상 조성을 제시합니다. 이런 방법으로 수동의 사전 혼합 방법에 비해 용매 구입 및 일회용품 구입 비용을 현저하게 줄일 수 있습니다(표 2 참조).

표 2. BlendAssist와 InfinityLab 피팅을 통한 소모품 비용 절약으로 달성한 경제적 가치.

강조 표시된 필드에 사용자 정의 값을 입력하십시오. 아래 버튼을 사용하여 표를 기본값으로 재설정하십시오.

	파라미터	값
BlendAssist	분석법 개발에서 표준 혼합 방식과 비교해 BlendAssist로 연간 절약한 용매	
	연간 총 용매 비용	
	BlendAssist 장착 1260 Infinity II Prime LC를 이용한 연간 용매 비용 절약	
InfinityLab 피팅	컬럼 교체 과정에서 컬럼의 평균 손실률	
	컬럼당 비용	
	InfinityLab 피팅을 통한 연간 컬럼 비용 절약	
	타사 피팅 대비 비용 절약	
합계	연간 소모품 비용 절약	

이 경제적 가치는 분석법 개발 작업량에 따라 달라질 수 있습니다. 일반적인 분석법 개발 작업에는 6개 완충액/첨가제 농도에 대한 측정이 포함됩니다. 사전 혼합 방식의 경우 실험실 직원은 최대 12개의 용매 용기(각 농도당 2개)를 미리 준비해야 하나, BlendAssist 사용 시에는 4개 용매만을 준비하면 됩니다. 실험에서 사전 혼합 용기 중 50%의 내용물만 사용되었다고 가정하면, BlendAssist를 이용할 때 용매 사용량은 33% 줄어듭니다. 표 1에 나타난 것과 같이 기기당 용매 사용량 130L와 분석법 개발에 할당된 기기 활용 비율을 50%로 가정하면, 매년 시스템당 1,122 달러를 절약하게 됩니다. 또한 피펫 팁, 필터 멤브레인, 용기 세척 등의 면에서도 추가 절약 효과가 발생하게 되는데 이는 이 결과에 반영되지 않았습니다.

InfinityLab 피팅

올바르게 설치되지 않은 컬럼은 피크 테일링(peak tailing) 피크 넓어짐 현상, 피크 갈라짐 및 캐리오버를 야기합니다. 간혹 올바르게 않은 연결이 컬럼 손상을 일으킬 때도 있습니다. InfinityLab Quick Connect 및 Quick Turn 피팅(그림 2)은 최대 1,300bar의 압력에서 dead-volume 없는 컬럼 연결을 보장함으로써 설치를 간소화합니다. 이 피팅은 컬럼 교체 시 손실률을 줄여주며, 컬럼 손상으로 인한 관련 비용을 절약할 수 있도록 합니다.



그림 2. Agilent InfinityLab Quick Connect 피팅.

표 1에 나타나있듯, LC 시스템마다 매년 평균 12개 컬럼이 사용되는 것으로 가정되었습니다. LC 시스템이 70%의 시간 동안 숙련된 분석가들에 의해, 나머지 30%의 시간 동안에는 비숙련 작업자들에 의해 사용된다는 것을 가정하면, InfinityLab 피팅은 비숙련자로 인한 고장률을 15%에서 0%로 감소시킨다고 볼 수 있습니다. InfinityLab 피팅은 LC 시스템당 고장률을 4.5%로 줄여, 시스템당 매년 0.54개의 컬럼을 절약할 수 있습니다. 전통적인 컬럼 한 개의 비용은 500달러입니다. 그러므로 InfinityLab 피팅은 시스템당 매년 270달러의 컬럼 비용 절약 효과를 제공합니다.

또한 InfinityLab 피팅은 다양한 브랜드의 컬럼에 사용 가능하므로, 타사로부터 추가 피팅을 구매할 필요가 없습니다. 시스템당 2개의 타사 컬럼이 사용되었다고 가정했을 경우, InfinityLab 피팅은 매년 700달러의 절약 효과를 나타냅니다.

가동 중단 시간 감소로 인한 경제적 가치

LC 시스템이 오류가 발생하거나 고장으로 유지보수가 필요해 기기 사용이 중단되는 경우, 잠재적인 경제적 손실로 이어집니다. 이 섹션에서는 시스템 가동 중단 시간을 줄이는 1260 Infinity II Prime LC의 세 가지 기능을 강조 설명합니다. 이러한 기능은 실험실이 보다 신속하게 더 많은 시료를 분석하고 내부 또는 외부 고객에게 더 빠른 해답을 제공하도록 합니다.

자동 용매 퍼지

1260 Infinity II Flexible 펌프는 통합적인 다용도 밸브 (Multipurpose valve)를 장착하고 있습니다. 이 밸브를 이용하면 소프트웨어의 사용자 인터페이스에서 단순한 클릭만으로 실험실 내 기기와의 직접적인 상호작용이 필요 없이 자동화된 퍼지를 시작할 수 있습니다. 이렇게 함으로써 각 퍼지당 최소 1분의 시간이 절약됩니다. 표 1에서 보이는데로 매일 시스템당 1회 퍼지를 진행한다고 가정할 때, 자동화된 퍼지 기능을 이용하면 매년 최대 260분의 시간을 절약할 수 있습니다.

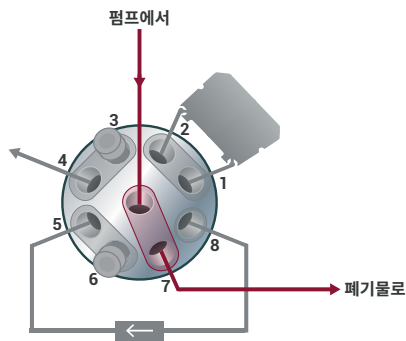


그림 3. 퍼지 모드에서 밸브 위치.

InfinityLab 피팅

이미 언급했듯 InfinityLab Quick Connect 및 Quick Turn 피팅은 컬럼을 교체할 때마다 사용자의 기술 수준과 무관하게 누구나 완벽한 컬럼 연결을 할 수 있도록 합니다. 특별한 도구나 교육은 필요치 않습니다. 따라서 컬럼 연결은 빠르게 진행되어 시간을 절약해줍니다. 위에서 이미 언급했듯이 LC는 70%의 시간 동안 숙련된 작업자가, 30%의 시간 동안에는 비숙련 작업자가 운영하는 것으로 가정됩니다.

만약 InfinityLab 피팅이 숙련 작업자의 컬럼 설치 시간을 0.5분 절약해주고, 비숙련 작업자의 컬럼 설치 시간을 1.5분 절약해준다면, 매번 컬럼 설치 시 평균 0.8분의 시간을 절약할 수 있습니다. 따라서 매년 150회의 컬럼 연결이 수행된다면, 시스템당 총 120분의 시간이 절약됩니다.

Lab Advisor

더 많은 실험실 관리자들이 예기치 못한 기기 가동 중단을 피하기 위해 LC 시스템의 예방점검이 중요하다는 사실을 깨닫고 있습니다. 기기가 예기치 못한 오류가 발생하였을 때, 문제 해결에는 많은 시간이 소요될 수 있습니다. Agilent Lab Advisor는 애질런트 LC 기기의 캘리브레이션진단, 유지보수를 수행하기 위해 설계된 소프트웨어입니다. Lab Advisor에는 문제 해결 과정에서 사용자나 현장 서비스 엔지니어에게 도움이 되는 일련의 테스트와 도구가 포함되어 있습니다. 이 소프트웨어는 기기 수리를 한층 빠르게 하고 문제 해결 과정에서 기기 가동 중단 시간을 최소화합니다. 표 1에서 문제 해결 상황은 1년에 0~1회 발생하며, 발생한 문제는 Lab Advisor로 2~3시간 이내에 해결 완료된 것으로 가정했습니다. 이는 Lab Advisor를 사용하지 않는 수동 접근 시 문제 해결에 1~2일(영업 시간 기준 16시간)의 가동 중단(엔지니어 연락, 예약, 방문 등 포함)이 발생하는 것과 대조됩니다. 따라서 Lab Advisor는 각 LC 시스템당 연간 840분(14시간)의 가동 중단 시간을 절약하는 결과를 가져옵니다.

요약하자면 표 3에 기재된 1260 Infinity II Prime LC의 3개 특징은 연간 가동 중단 시간을 1,220분 감소시킵니다. 일반적인 시료 분석 주기가 25분이라고 가정하면 가동 중단 상황을 해결할 시, 연간 49개의 시료를 더 많이 분석할 수 있습니다. 표 1에 나와 있듯이, 서비스 실험실의 시료당 평균 분석 비용은 40달러입니다. 따라서 가동 중단을 방지하는 것만으로 연간 1,952달러의 수익이 증가할 수 있다는 것을 의미합니다. 보통 인적 자원과 인프라 비용이 고정되어있다는 것을 감안하면 표 1의 가정에 따른 이익 증가는 20% 순이익률을 가집니다. 따라서 매년 390달러의 이익 증가가 발생합니다.

표3. 퍼지 자동화, InfinityLab 피팅, Lab Advisor의 이익 증가로 인한 경제적 가치.

강조 표시된 필드에 사용자 정의 값을 입력하십시오. 아래 버튼을 사용하여 표를 기본값으로 재설정하십시오.

	파라미터	값
자동화된 퍼지	퍼지당 절약된 시간(분)	
	퍼지 횟수	매일 매년
	퍼지 자동화로 절약된 연간 시간(분)	
InfinityLab 피팅	매회 컬럼 연결에서 절약된 시간(분)	
	연간 연결 횟수	
	InfinityLab 피팅으로 절약된 연간 총 시간(분)	
Lab Advisor	Lab Advisor로 해결 가능한 연간 문제 해결 건수	
	Lab Advisor로 절약된 연간 시간(분)	
합계	연간 절약된 시간(분)	
	일반적인 시료 분석 주기 시간(분)	
	증가 가능한 분석 시료 수	
	시료당 가해진 수익	
	연간 증가된 수익	
	연간 증가된 순익	

일일 시료 처리량을 향상시킨 가치

실험실 관리자는 높은 처리량의 분석이 실험실의 경제적 이익과 분석 주기(시료 주입, 그레디언트 실행 시간, 컬럼 세척, 평형화로 구성)에 큰 영향을 끼친다는 것을 인지하고 있습니다. 다음 2개 섹션에서는 어떻게 800bar의 성능과 이중 니들 주입을 통한 자동화된 컬럼 재생이 더 높은 시료 처리량을 달성할 수 있는지에 대해 설명하고 있습니다.

보다 작은 입자로 컬럼 최대 압력을 800bar로 확장

1260 Infinity II Prime LC는 최대 800bar까지의 압력 범위 내에서 최대 5mL/분의 유속이라는 궁극의 성능을 자랑합니다. 1260 Infinity II Prime LC는 보다 작은 입자의 컬럼 사용이 가능하므로, 400bar 또는 600bar의 압력 한계를 가진 기존의 LC 시스템에 비해 빠른 분석이 가능합니다. 표 1의 가정대로 600bar의 압력에서 시료 분석 주기는 25분 가량이나, 1260 Infinity II Flexible 펌프는 시료 분석 1회당 약 7분이 절약됩니다.

자동화된 컬럼 재생 및 이중 니들 주입

자동화된 컬럼 재생(ACR) 기능은 펌프 2개와 컬럼 2개로 대기 시간을 감소함으로써 분석 시간을 최적화합니다. 첫 번째 컬럼이 재생될 때 다음 시료가 유사한 두 번째 컬럼에서 그레디언트 분리를 진행하도록 하여 시간을 절약합니다. 이를 통해 컬럼 세척과 재평형화를 위한 시간이 최소화되면서 총 분석 시간이 줄어듭니다. InfinityLab Multisampler의 이중 니들 옵션으로 분석 시간을 추가로 최적화할 수 있습니다. Smart Overlap의 고처리량 모드는 첫 번째 유동 경로에서 분석이 진행될 때 두 번째 유동 경로를 이용한 중첩된 시료 흡인으로 다음 실행을 동시에 준비할 수 있습니다.

애질런트 응용 자료에 나타나있듯, 이중 니들 주입을 통한 교차 컬럼 재생을 통해 60%의 시간을 절약함으로써 빠른 분석이 가능합니다. 일반적인 분석의 경우(분석 시간 15분, 컬럼 세척과 재평형화 10분), ACR 기술과 이중 니들 주입을 활용하여 분석 주기 시간을 40% 절약할 수 있습니다. ACR과 이중 니들 주입이 분석법 개발에 사용될 수 없다고 가정할 때, 실제로는 연간 50%의 사용도를 차지한다고 여겨집니다(표 1). 경제적 가치 계산에는 추가 펌프와 컬럼 비용도 고려되었습니다.

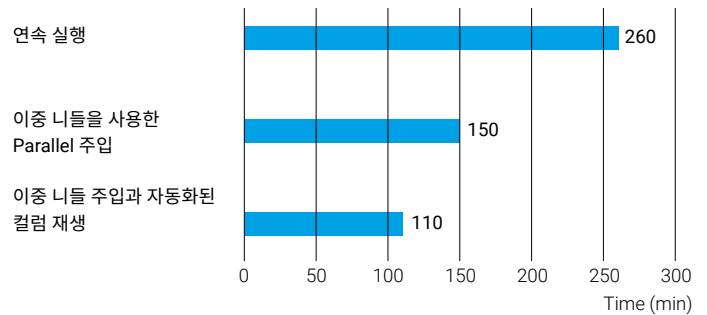


그림 4. 교차 컬럼 재생을 이용한 매우 높은 처리량(100회 이상의 주입)으로 시간 절약.

표 1에서 시료 분석 주기는 25분으로, 1대의 LC 기기가 매일 처리 가능한 시료 수는 20개로 가정했습니다. 만약 보다 작은 입자의 컬럼 사용이 분석당 7분의 시간을 절약한다면, 분석 주기는 18분으로 짧아집니다. 짧아진 분석 주기로 인해 1일당 7~8개의 시료를 더 분석할 수 있습니다. 연간 50%의 시간(130일)에는 ACR과 이중 니들 주입을 사용하지 않는다고 가정하고 계산했습니다. 나머지 130일의 영업일에는 ACR과 이중 니들 주입을 통해 분석 주기를 40%로 감소할 수 있습니다. 이로써 1일당 26개의 시료를 더 분석할 수 있습니다. 1년에는 총 4,290개의 시료를 더 분석할 수 있습니다. 표 1에 기재된 시료 수익과 순이익률에서 ACR에 사용되는 추가 컬럼과 펌프의 비용을 빼면, 1년에 총 수익 150,600달러 및 순익 30,120달러의 증가라는 결과가 나옵니다(표 4 참조).

표 4. 800bar에서 ACR와 이중 니들 주입 사용 시 1일당 더 처리할 수 있는 시료의 경제적 가치.

	파라미터	값
800bar	분석 시간 감소(분)	
ACR 및 이중 니들 주입	동시 주입으로 분석당 절약된 시간	
	필요한 추가 펌프 비용	
	연간 필요한 추가 컬럼 비용	
합계	800bar에서 ACR과 이중 니들 주입 사용 시 증가된 연간 시료 처리량	
	연간 증가된 수익	
	연간 증가된 순익	

한 시스템에서 다양한 분석법을 적용할 때 발생하는 가치

ISET(Intelligent System Emulation Technology)

1260 Infinity II Prime LC는 ISET 기술을 활용하여 기타 LC 시스템을 에뮬레이션할 수 있는 독특한 기능을 제공합니다. 이 기술은 LC 기기 간의 안전하고 원활한 분석법 이전을 가능케 합니다. ISET를 사용하는 방법에는 여러 가지가 있는데, 첫 번째는 다른 LC 시스템에서 개발된 기존 분석법을 1260 Infinity II Prime LC에서 직접 실행하는 것입니다. 다른 방법으로는 1260 Infinity II Prime LC에서 다른 목표 시스템에 사용할 분석법을 개발해 다른 시스템에서 분석법을 추가 조정할 필요를 없애는 것입니다. 따라서 1260 Infinity II Prime LC와 ISET 기능을 함께 사용하면 여러 LC 기기로 교체할 필요가 없어집니다. 또한 단일 시스템에서 분석을 진행하면 전체 실험실 워크플로를 간소화하고 공간을 절약하며, 기기, 교육, 부품 수리, 유지보수 등에 들어가는 비용을 절약해줍니다. 이러한 계산은 1260 Infinity II Prime LC의 ISET 기능이 추가 LC 시스템의 구매를 불필요하게 만들어준다는 가정 하에 이루어졌습니다. 평균 LC 가격은 50,000달러, 새로운 기기 도입에 따른 교육 비용은 450달러, 유지보수 및 기타 비용은 2,000달러로 가정됩니다. 그러므로 1260 Infinity II Prime LC와 ISET 기능을 함께 사용하면 1년에 총 52,450달러의 비용을 절약할 수 있습니다(표 5 참조).

표 5. ISET를 이용해 단일 시스템에서 다양한 분석법을 적용할 때 발생하는 경제적 가치.

강조 표시된 필드에 사용자 정의 값을 입력하십시오. 아래 버튼을 사용하여 표를 기본값으로 재설정하십시오.

특징	파라미터	값
ISET	연간 LC 시스템 구매 횟수 감소	
	시스템당 절약되는 지출	
	시스템당 절약되는 교육 비용	
	시스템당 절약되는 연간 유지보수 비용	
	연간 절약되는 비용	

1260 Infinity II Prime LC의 경제적 가치 증가

이 백서의 이전 섹션에서 계산된 결과는 1260 Infinity II Prime LC의 InfinityLab LC 기술이 어떻게 기존 LC 시스템에 비해 1년에 80,000달러의 경제적 가치 창출을 할 수 있는지 보여주고 있습니다 (표 6 참조).

또한 1260 Infinity II Prime LC에는 잠재적으로 추가적인 경제적 이득을 가져다줄 수 있는 다른 많은 기능들도 장착되어 있습니다. 예를 들어 InfinityLab Quick Change 밸브는 컬럼 교체 필요성을 현저하게 감소시킴으로써, 컬럼 관련 손상을 낮추고 시간을 절약해줍니다. InfinityLab Companion은 원격 또는 모바일로 운용 가능한 로컬 인터페이스를 통해 직접 제어로 시간을 절약할 수 있는 또 다른 옵션입니다. 그러나 이러한 절약 비용은 실험실 간에 큰 차이가 날 수 있는 관계로 이 백서에서 다루지 않았습니다.

직접 계산된 경제적 가치에 더해 1260 Infinity II Prime LC의 중요한 기능은 다음과 같은 또 다른 이점을 제공합니다: Binary와 유사한 혼합 성능을 통해 향상된 결과의 정확도와 정밀도, 다른 quaternary 시스템에 비해 적은 지연량(delay volume), 가장 낮은 수준의 시료 간 캐리오버, 우수한 감도, 확장된 DAD 검출 선형 범위.

요약하면, 1260 Infinity II Prime LC는 분석 실험실의 LC 워크플로를 원활하게 하고 일상 작업을 간소화함으로써 실패율을 줄이고, 궁극적으로 더 일관되며 신뢰할 수 있는 결과를 창출합니다.

표 6. Agilent 1260 Infinity II Prime LC 이용 시 경제적 가치 측정.

특징	파라미터	값
BlendAssist InfinityLab 피팅	운영 비용 절약	
자동화된 퍼지 InfinityLab 피팅 Lab Advisor	가동 중단 시간 감소로 인한 절약	
자동화된 컬럼 재생 이중 니들 주입	높은 시료 처리량	
ISET	추가 기기 비용 절약	
	1년당 증가된 경제적 가치 총액	

www.agilent.com/chem/primeLC

DE.2958796296

이 정보는 사전 고지 없이 변경될 수 있습니다.

© Agilent Technologies, Inc. 2018, 2019
2019년 12월 18일, 한국에서 인쇄
5991-9120KO

한국애질런트테크놀로지스(주)
대한민국 서울특별시 서초구 강남대로 369,
A+ 에셋타워 9층, 06621
전화: 82-80-004-5090 (고객지원센터)
팩스: 82-2-3452-2451
이메일: korea-inquiry_lsca@agilent.com

