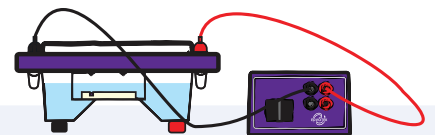


# 범인찾기 키트

Whose DNA Was Left Behind?

# EDS-51



☎ 02-929-1110 ✉ info@koreasci.com

🛒 www.koreasci.com

※ 이 문서는 교육적 목적으로만 사용되어야 하며 그 권리는 EDVOTEK, Inc. 에 있습니다.

## 범인찾기 실험키트

### [ 실험 목적 ]

DNA 전기영동을 활용하여 가상의 범죄 현장에서 얻은 DNA를 두 명의 용의자 DNA와 비교하여 범인을 찾아내는 전기영동 실험을 위한 키트입니다. 유전자 분석을 활용한 과학수사, 법의학의 원리를 이해할 수 있습니다.

### [ 제품 구성 ]

이 실험키트는 10개 조가 함께 실험하도록 구성되어 있습니다.

- Ready-to-Load QuickStrip™ Dye Samples
  - A 범죄현장에서 나온 DNA Sample #1
  - B 범죄현장에서 나온 DNA Sample #2
  - C 1번 용의자에서 나온 DNA Sample #1
  - D 1번 용의자에서 나온 DNA Sample #2
  - E 2번 용의자에서 나온 DNA Sample #1
  - F 2번 용의자에서 나온 DNA Sample #2
- Electrophoresis Buffer (50X)
- UltraSpec-Agarose™
- Practice Gel Loading Solution
- 일회용 스포이드 (1ml)
- 일회용 슬포이드 (3ml)

### [ 기타 실험에 필요한 장비 - 별도 구매 ]

- DNA 전기영동 장치
- D.C 전원 공급장치
- 마이크로 파이펫, 팁
- 저울, 전자레인지 혹은 핫플레이트, 백색광 조명
- 500ml 플라스크 혹은 비커
- 증류수
- 장갑

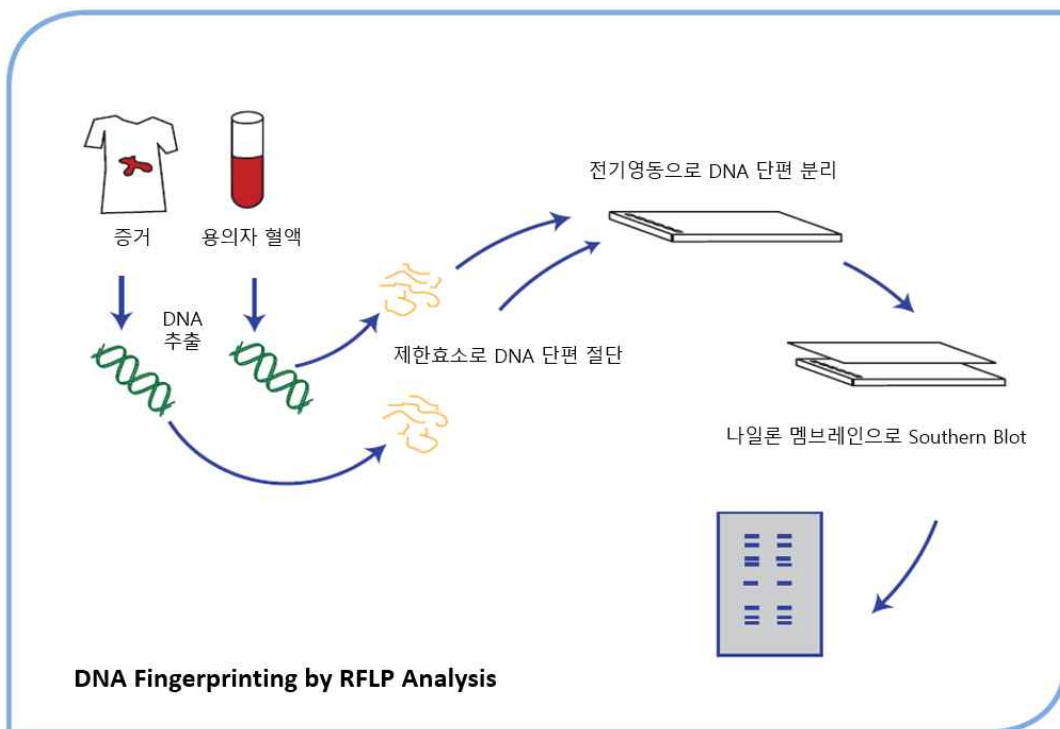
### ※ 주의

모든 제품 구성품은 교육적 연구를 목적으로 개발되었으며 인간 또는 동물의 진료용으로 사용될 수 없습니다.

[ 배경지식 ]

DNA 지문분석은 많은 범죄 사례에서 매우 중요한 DNA 샘플의 근원을 식별 가능하게 해준다. DNA 지문분석은 범죄현장부터 수집한 DNA 샘플과 용의자들에게서 얻어진 DNA를 매칭하여 용의자들에서 범인을 찾아내는 결정적인 역할을 한다.

DNA 지문분석은 여러 단계가 있다. 첫째로, DNA 샘플이 준비되어야 한다. 범죄학자들은 DNA가 손상이 될 수 있기에 범죄현장에서 증거를 획득하는데 상당한 주의를 기울인다. DNA는 혈액이나 모발과 같은 샘플에서 증거로 추출된다. DNA가 추출되면 제한효소라고 불리는 특정 효소를 첨가하여 DNA를 단편으로 절단하거나 Polymerase Chain Reaction(PCR)을 실행하기도 한다.



제한 조각길이 다형성(restriction fragment length polymorphism, RFLP)은 DNA를 특정 제한효소(restriction enzyme)로 절단하였을 때 생기는 DNA 조각 크기의 개인 간 차이를 말한다. 염기서열의 다형성은 개인마다 평균적으로 500~1,000개의 염기서열마다 발생하는 서열 차이이다. 염기쌍의 변이는 특정 제한효소가 인지하는 부위에 변화를 가져와 제한효소로 절단된 유전자의 길이에 변화를 줄 수 있다. 이러한 차이를 이용하여 제한 조각길이 다형성은 유전자 감식이나 친자 감별 등에 사용되고 있다. 비록 최근에 다양한 DNA 서열분석 기술이 등장하여 RFLP 방법이 많이 사용되고 있지 않지만, RFLP 분석법은 저렴하면서도 광범위하게 적용 가능한 최초의 DNA 프로파일링(profileing) 기술이다.

최근에 PCR은 DNA 분석을 위해 범죄학에서 사용되고 있다. DNA의 원하는 부분을 증폭시키는 기술이다. 이 기술은 매우 복잡하며 양이 지극히 미량인 DNA 용액에서 연구자가 원하

는 특정 DNA 조각만을 선택적하여 증폭시킬 수 있다. 또한 증폭에 필요한 시간이 1~2시간 정도로 짧으며, 실험 과정이 단순하여 의료, 범죄 수사, 생물의 분류 등 DNA를 취급하는 작업에서 중요한 역할을 담당하고 있다.

PCR에는 일련의 세 개의 단계가 있다.

1)DNA의 변성 (Denaturation)

92 °C ~ 95 °C로 가열하여 이중가닥 DNA를 단일가닥 DNA로 분리시킨다. 높은 온도일수록 단일가닥 DNA로 잘 이행되지만 Taq DNA 중합효소도 온도가 아주 높은 상태에서는 변성되어 사용하지 못하게 될 수 있으므로 보통 94 °C로 한다.

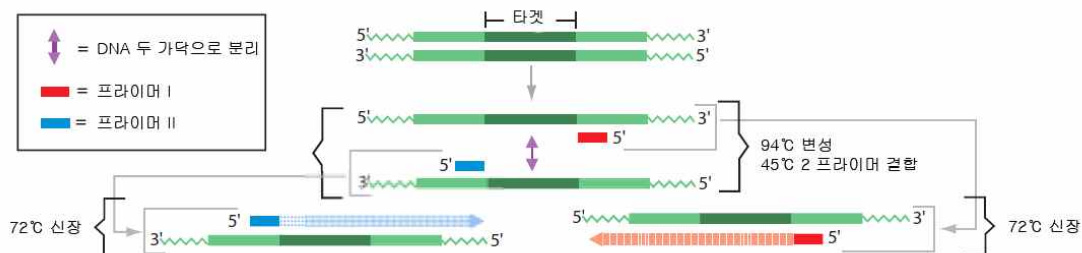
2)프라이머의 결합 (Annealing)

50 °C ~ 65 °C에서 진행된다. Primer가 자신의 염기서열과 상보적인 염기서열을 갖고 있는 DNA에 결합하는 단계이다. 염기간의 결합은 G와 C는 세 군데에서 수소결합이 일어나고, A와 T는 두 군데에서 결합이 일어나므로 G-C 결합이 A-T결합보다 강하다. 따라서 G+C 비율에 따라 결합온도에 변화를 주는 것이 좋다. 일반적으로 G-C content가 50%가 되는 primer 쌍을 이용하는 것이 바람직하다. 보통 30초가량 지속되는 이 단계에서 5'→3'방향으로 DNA의 합성이 시작된다.

3)DNA의 신장 (Elongation)

70 °C ~ 74 °C에서 시행하며 원하는 PCR산물의 크기가 크거나 반응효소의 농도가 낮을 때에는 시간을 연장시킬 수도 있다. Taq 중합효소는 보통 1분에 2,000-4,000 염기쌍을 중합할 수 있으므로 원하는 PCR산물의 크기 1kb마다 1분 정도의 시간을 배당하면 충분히 반응이 일어난다. 마지막 cycle에는 약 10분 정도 시간을 충분히 주는 것이 좋다.

이 과정이 계속 반복하여 진행되면서(보통 20~40회) DNA의 원하는 부분을 증폭시키는 것이 PCR의 원리이다.



※ 주의

범인찾기 실험키트는 디자인된 DNA 샘플을 사용하여 PCR기가 필요 없습니다.

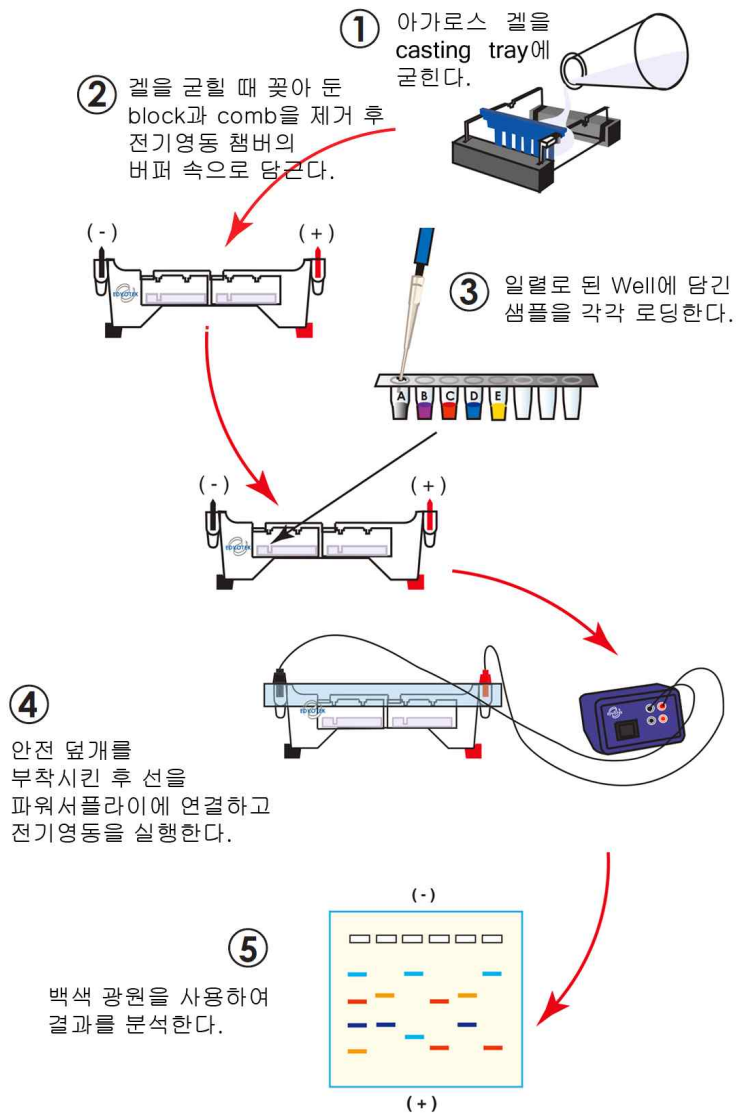
**[ 실험 시작 전 ]**

1. 실험 시작 전 사용설명서를 자세히 읽는다.
2. 실험에 반영하는 가설과 예상 결과를 기록한다.

**[ 실험 목적 ]**

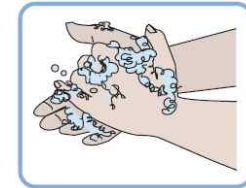
- 과학수사, 법의학의 원리를 이해
- 범죄 현장 DNA 분석을 위한 DNA 지문의 원리를 탐구
- 다채로운 염료로 아가로스 젤 전기 영동을 수행 한 후, 범죄 현장에 있던 용의자를 확인

**[ 실험 과정 ]**

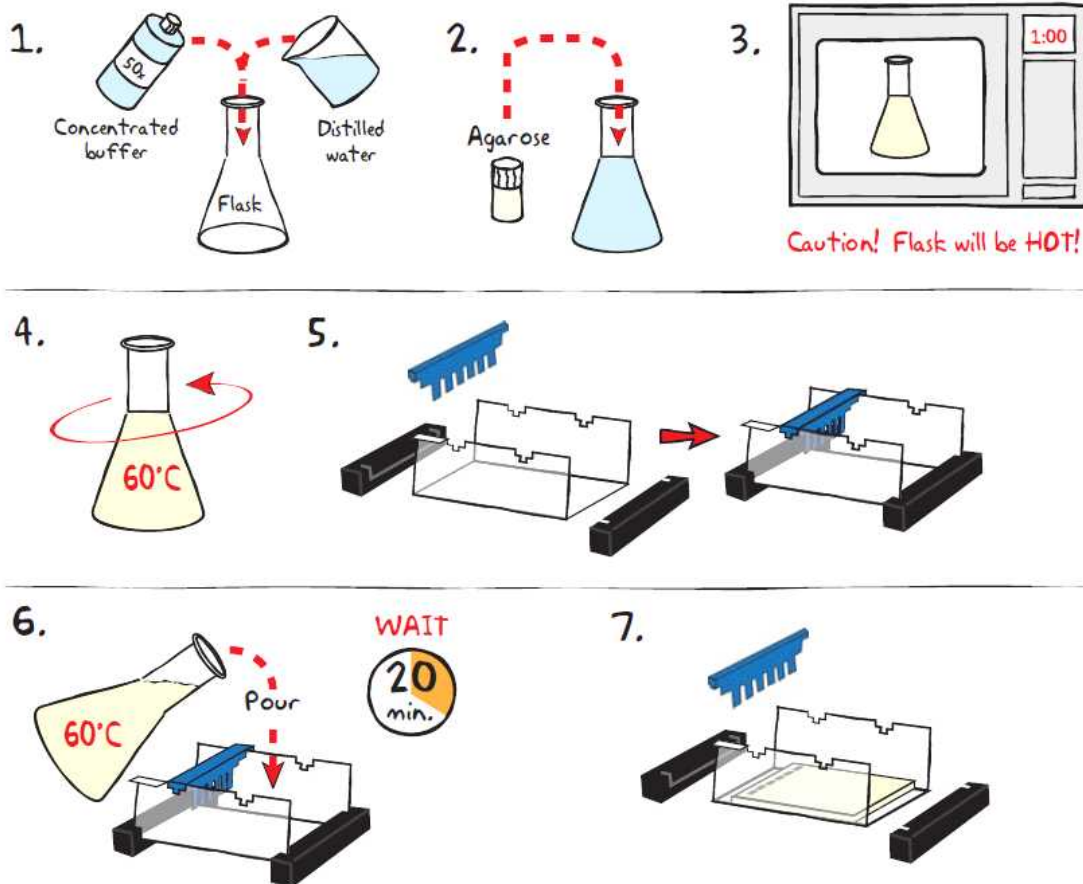


### [ 안전 유의사항 ]

1. 보호장갑 및 보호안경을 반드시 착용한다.
2. 시약을 가열하거나 녹이는 장비를 다룰 때는 특별히 주의해야 한다.
3. 입으로 피펫을 사용하지 않는다. 피펫 펌프나 벌브를 사용한다.
4. 전기 장비를 사용할 경우 특별히 조심한다.
  - 장비의 커버를 벗기면 파워 소스로부터 나오는 전기 전류는 자동으로 끊기지만, 먼저 전원을 빼고 플러그를 뽑은 후 전선을 분리하고 커버를 벗긴다.
  - 사용하지 않을 때는 파워를 끄고 플러그를 뽑는다.
5. EDVOTEK 전기영동 실험 장치는 전기가 썰 이음매가 없다. 그러나 만약에 전기영동 실험 중 전기가 샌다고 생각하면 즉시 전원을 끄고 장비를 사용하지 않는다.
6. 항상 시약이나 생물학적 물질을 다루는 실험이 끝나면 비누로 손을 깨끗이 닦는다.



### [ 아가로스 젤 준비하기 ]



1. 증류수로 농축 (50X) 버퍼를 희석하여 1X 버퍼를 만든다. (표 A 참조)

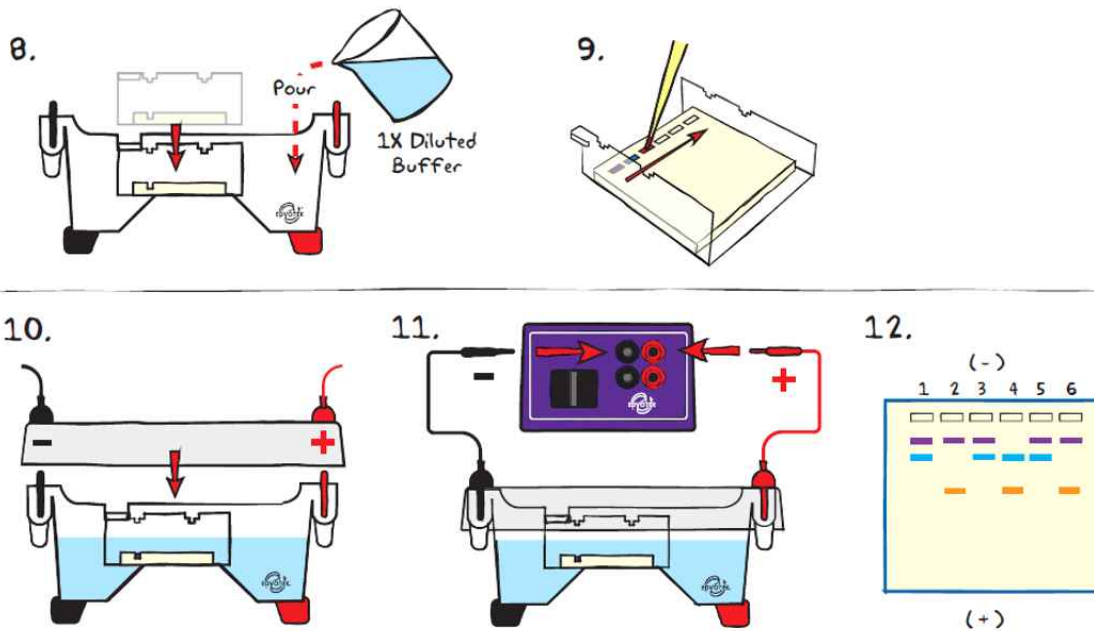
2. 250ml 삼각플라스크에 1X 버퍼로 1% 아가로스젤 혼합물을 만든다. (표 A 참조)

Tray Size	50X Buffer	D.W.	Agarose	Total
7X7cm	0.6ml	29.4ml	0.30g	30ml
7X10cm	1.0ml	49.0ml	0.50g	50ml
7X14cm	1.2ml	58.8ml	0.60g	60ml

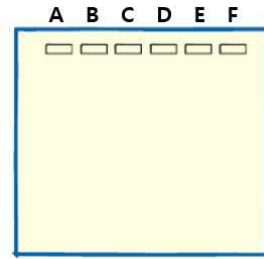
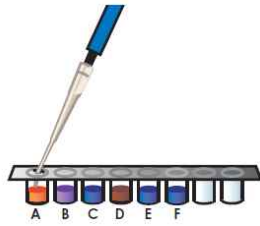
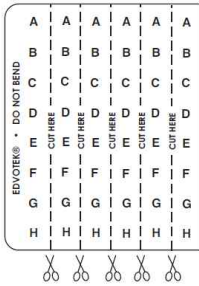
[표 A] 1% 아가로스젤 혼합표

3. 아가로스가 완전히 용해될 때까지 삼각플라스크를 가열한다. 전자렌지를 사용할 경우 15 초 동안 가열을 반복해서 아가로스가 완전히 녹을 때 까지 가열한다. (전자렌지를 사용하여 지속적으로 가열할 경우 끓어 넘칠 수 있다. 랍으로 플라스크 입구를 막아 증발을 최소화 시킨다.)
4. 아가로스가 완전히 녹은 다음 삼각플라스크를 회전시키면서 60°C까지 냉각 시킨다.
5. 아가로스가 냉각되는 동안 젤 캐스팅 트레이를 조립한다.
6. 냉각 된 아가로스 용액을 준비된 젤 캐스팅 트레이에 붓는다. 20분 이상 완전히 응고 시킨다.
7. 젤이 완전히 굳으면 고무캡과 콤을 제거한다.

[ 샘플로딩 및 결과확인 ]



8. 젤 캐스팅 트레이를 전기영동기 챔버에 넣고 젤이 잠길 때까지 1X 버퍼를 붓는다.
9. QuickStrip™ Samples을 가위로 잘라 조별로 나눈 다음 파이 펫 팁으로 QuickStrip™의 호일을 뚫어 샘플 30-35µL을 순차적으로 웰에 로딩한다.

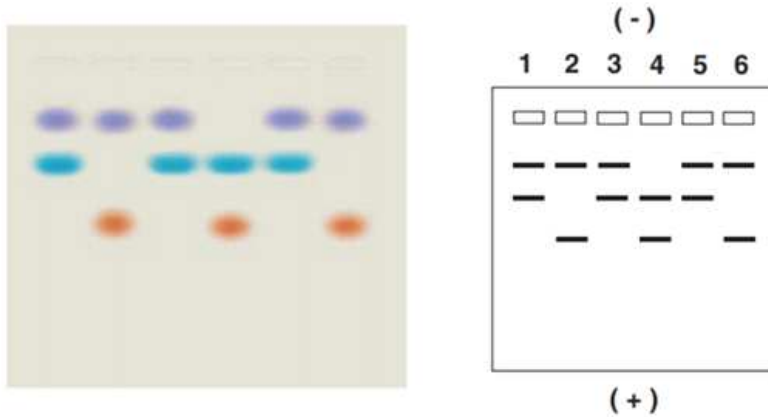


10. 젤의 방향이 올바른지 확인한 다음 전기영동기 커버를 (-)극과 (+)극에 맞추어 잘 덮어 준다.
11. 전기영동기를 전원 공급장치에 연결하여 전원을 공급한 다음 샘플의 이동을 관찰한다. (샘플은 +극 (빨간색) 전극으로 이동합니다.)

전압	권장 실험시간	
	M6+	M12 & M36
150V	20~25분	30~35분
75V	40~45분	60~90분

12. 전기영동이 완료된 후 전기영동 챔버에서 젤 캐스팅 트레이를 꺼내 결과를 확인합니다. (젤 염색이 필요하지 않습니다.)

[ 실험결과 분석 및 탐구질문 ]



1	Tube A	A 범죄현장에서 나온 DNA Sample #1
2	Tube B	B 범죄현장에서 나온 DNA Sample #2
3	Tube C	C 1번 용의자에서 나온 DNA Sample #1
4	Tube D	D 1번 용의자에서 나온 DNA Sample #2
5	Tube E	E 2번 용의자에서 나온 DNA Sample #1
6	Tube F	F 2번 용의자에서 나온 DNA Sample #2



1. 젤 분석을 통해 얻은 증거를 토대로 어느 용의자가 범죄에 가담했는가? 이유는?
2. 왜 음극 방향에 샘플 웰을 위치시키는 것이 중요한가?
3. 실험 시 사용한 피펫 팁을 버리고 새로운 팁을 사용하는 것이 왜 중요한가?
4. 당신이 과학수사관이라면 용의자의 DNA를 획득하기 위해 범죄현장에서 어떤 샘플(증거)을 찾을 것인가?
5. 용의자 두 사람이 같은 DNA 패턴을 갖는 경우가 있을 수 있을까?



---

EDVOTEK-Kit #S-51

# 범인찾기 실험키트

(Whose DNA Was Left Behind)

## 교사용 가이드북

**[ 교사를 위한 메모 ]**

학생 수, 실험장비 준비 여부 등 다양한 요소가 이 실험에 영향을 미칠 수 있습니다. 따라서 실험을 설계하는데 이러한 요소들을 고려해야 합니다.

**[ 실험준비 소요시간 ]**

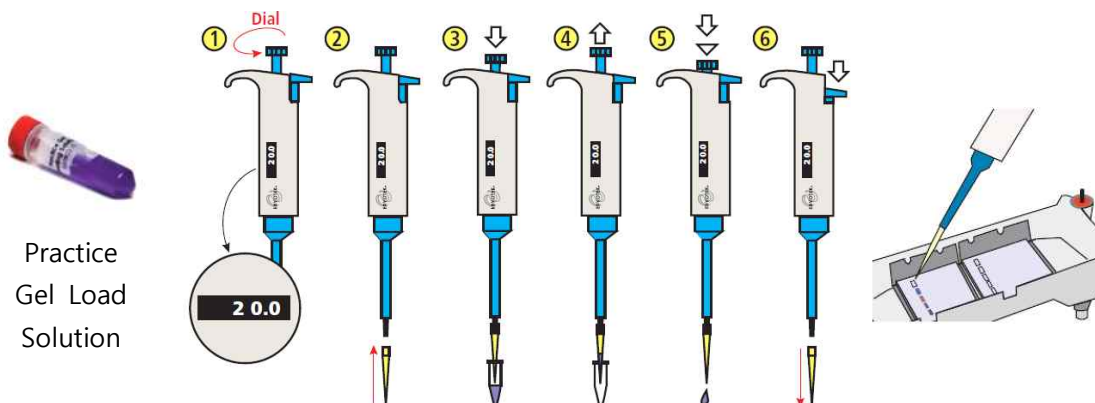
1. 아가로스 젤 준비 : 스케줄에 따라 아가로스 젤을 언제 준비할 것인지를 결정해야 합니다. 직접 아가로스 젤을 준비하든 아니면 학생들에게 준비하도록 지시하든 아가로스 젤을 준비하는데 약 30~40분이 필요합니다. 이 시간 중 약 20분은 젤이 응고되는데 걸리는 시간입니다.
2. 전기영동에 걸리는 시간은 전기영동기와 전원공급장치에 따라 약 20분에서 1시간까지 차이가 발생할 수 있습니다.

**[ 일반적인 위험요소 회피방법 ]**

다음과 같은 방법으로 위험요소 또는 잠재적인 문제를 피할 수 있습니다.

1. 아가로스가 잘 용해될 수 있도록 젤의 혼합 비율을 잘 맞춘다. (표 A 참조) 그리고 전기영동은 권장 시간 동안만 실시한다.
2. 버퍼의 정확한 희석은 실험의 성공을 위해 중요한 준비과정이다. 버퍼 준비에 증류수만 사용하고 수돗물은 절대 사용하지 않도록 한다.
3. 최상의 결과를 얻기 위해서는 매 실험 시 전기영동 버퍼를 새로 만들어 사용한다.
4. 실제 실험에 앞서 샘플 로딩 중 발생할 수 있는 샘플의 손실을 막기 위해 Practice Gel Loading Solution을 이용하여 샘플 로딩 기술을 훈련한다.

**[ 샘플 로딩 연습 ]**





[ 학습관련 질문 및 그에 대한 해답 ]

1. 젤 분석을 통해 얻은 증거를 토대로 어느 용의자가 범죄에 가담했는가? 이유는?  
- 용의자2, 용의자2의 DNA패턴이 범죄현장에서 찾은 증거의 패턴과 일치한다.
2. 왜 음극 방향에 샘플 웰을 위치시키는 것이 중요한가?  
- DNA는 양극을 향해 이동하기 때문에
3. 실험 시 사용한 피펫 팁을 버리고 새로운 팁을 사용하는 것이 왜 중요한가?  
- 각 샘플에서 DNA의 오염을 방지하기 위해
4. 당신이 과학수사관이라면 용의자의 DNA를 획득하기 위해 범죄현장에서 어떤 샘플(증거)을 찾을 것인가?  
- 머리카락, 혈흔, 피부조각 등
5. 용의자 두 사람이 같은 DNA 패턴을 갖는 경우가 있을 수 있을까?  
- 일란성 쌍둥이는 동일한 DNA를 가지므로 같은 DNA 패턴을 가진다



서울시 강서구 양천로 400-12 더리브골드타워 1110호 한국과학  
TEL. 02-929-1110 FAX. 02-929-0966  
info@koreasci.com www.koreasci.com

이 실험서는 (주)한국과학에 의해 작성되었으며 저작권법에 의해 보호를 받습니다.  
무단복제를 금하며, 무단 복제 및 배포 시 저작권법에 의해 처벌 받을 수 있습니다.