

III

생명공학기술

생명공학기술은 우리 생활에 어떤 영향을 미칠까?
이 단원에서는 생명공학기술의 발달과 활용된 사례를 알아보자.
또 생명공학기술을 개발하고 활용하는 과정에서
고려해야 할 사회적 책임과 생명윤리를 알아보자.



이 단원의 핵심
아이디어

1 생명공학기술의 발달과 활용

생명공학기술의 발달로 생명과학 분야가 확장되며, 생명공학 기술은 인류 복지와 질병 치료에 기여한다.

2 생명공학기술의 영향과 생명윤리

생명공학기술이 발달하면서 발생할 수 있는 여러 가지 문제를 사회적 책임과 생명윤리에 대한 인식을 통해 대처한다.

단원 연계

중학교 과학

- 생식과 유전

통합과학2

- 과학과 미래 사회

생명과학

- 생명 시스템의 구성
- 생명의 연속성과 다양성

생물의 유전

1. 생명공학기술의 발달과 활용
2. 생명공학기술의 영향과 생명윤리

포트폴리오

이 단원을 학습하면서 나만의 포트폴리오를 만들어 보자.

- 98 쪽 생명공학기술을 활용한 난치병 치료 사례 조사하기
- 118 쪽 유전자변형식품을 소비하고 유통할 때의 원칙 토의하기

1

생명공학기술의 발달과 활용

- 01 생명공학기술의 발달
- 02 난치병 치료에 활용하는 생명공학기술
- 03 생명공학기술 관련 학문 분야와 활용 사례

학습할 내용을 알아보고,
스스로 학습 계획을 세워 봅시다.

이전
학습 내용

알고 있는 단어에 ✓ 표 해 보자.

- ☐ 생명공학 ☐ 유전체 ☐ 유전자발현

이 단원의
학습 내용

지식·이해

- 생명공학기술 발달 과정에서의 주요 사건을 설명할 수 있다.
- 단클론항체, 줄기세포, 유전자편집기술이 난치병 치료에 활용됨을 설명할 수 있다.

과정·기능

- 생명공학기술이 난치병 치료에 활용된 사례를 조사하고, 난치병 치료법의 전망을 토의할 수 있다.
- 생명공학기술 관련 학문 분야가 우리 생활과 산업에 활용된 사례를 조사할 수 있다.

가치·태도

- 난치병 치료에 생명공학기술이 유용하게 이용되고 있음을 인식할 수 있다.
- 생명공학기술이 우리 생활과 산업에 활용되어 인류 발전에 기여함을 경험할 수 있다.

나의
학습 계획

나는 이 단원에서 _____을/를 알고 싶다.

홍합은 식품으로도 이용되지만 등에 달라 붙는 특성을 이용해 접착제를 개발하는데 이용되기도 한다.

들어다보기 우리 주변에서 홍합 접착제처럼 생물의 특성을 활용한 예에는 어떤 것이 있을까?

생각해 보기 생물의 기능과 특성을 이용해 주변에서 개선하고 싶은 제품이 있는가?



01

생명공학기술의 발달

| 학습 목표 |

- 생명공학기술 발달 과정에서의 주요 사건을 설명할 수 있다.



생물의 기능과 특성을 이용해 사람에게 필요한 물질을 생산하거나 질병을 치료하는 데 활용하는 기술을 생명공학기술이라고 한다. 생명공학기술은 오래전부터 발전해 왔으며, DNA 분자 구조를 밝힌 뒤 DNA 재조합기술, DNA 복제를 기반으로 한 중합효소연쇄반응(PCR) 등 DNA를 이용하는 기술이 개발되면서 사람을 포함한 다양한 생물의 유전체 염기서열을 알아냈다. 이후 유전체 염기서열을 이용하는 많은 기술이 개발되는 등 생명공학기술은 계속 발달하고 있다.

생명공학기술의 발달

1970년대

DNA 재조합기술은 특정 생물에서 추출한 DNA를 인위적으로 자르고 연결하여 새로운 유전자조합을 가진 DNA를 만드는 기술이야.

▲ DNA 재조합기술 개발

▲ 단클론항체 생산 기술 개발

1980년대

인슐린

▲ DNA 재조합기술을 활용한 인슐린 제조

▲ 중합효소연쇄반응(PCR) 개발

▲ DNA 지문 검사 개발

1990년대

최초의 유전자변형농산물 생산

최초의 복제 포유류 탄생

▲ 사람의 질병 치료에 배아 줄기세포 활용

2000년대

차세대염기서열분석(NGS) 개발

▲ 사람의 유전체 염기서열 규명

▲ 크리스퍼유전자가위를 이용한 유전자편집기술 개발

▲ RNA 백신 상용화

다음 탐구에서 생명공학기술 발달 과정에서의 주요 사건으로 생명공학기술이 어떻게 발달했는지 알아보자.

탐구

조사,
자료 분석

탐구 능력 | 문제 해결 능력

생명공학기술 발달 과정에서의 주요 사건 조사하기

목표 생명공학기술 발달 과정에서의 주요 사건을 조사하고 발표할 수 있다.

과정 및 결과

1. 모둠별로 생명공학기술 발달 과정에서의 주요 사건을 하나씩 골라 보자.

❶ 91 쪽 생명공학기술의 발달을 참고할 수 있다.

2. 다음을 참고하여 고른 주요 사건을 조사해 보자.

- 생명공학기술 발달 과정에서의 사건에 의한 성과
- 생명공학기술 발달 과정에서의 사건이 가져온 기술 발달

3. 조사한 내용을 발표할 매체를 토의하여 정한 뒤 설명 자료를 만들어 발표해 보자.

❶ 설명 자료는 영상, 정보 그림 같은 시청각 설명 자료 제작 등 다양한 방법으로 만들 수 있다.

생명공학기술을 활용한 인슐린 제조

- 사건에 의한 성과: 사람의 인슐린 유전자를 DNA 재조합기술을 활용해 대장균에서 발현할 수 있게 되어 당뇨병을 치료하는 데 도움이 되었다.
- 사건이 가져온 기술 발달: 인슐린 외에도 성장호르몬 같은 치료용 단백질을 인공적으로 합성하는 생명공학기술이 발달하게 되었다.



▲ 인슐린 주사

준비물

- ☑ 스마트 기기
- ☑ 생명공학기술과 관련된 책

탐구 유의 사항

- 조사할 때에는 주제와 관련된 책이나 전문 기관에서 운영하는 누리집의 정보를 이용한다.
- 발표할 때에는 내용을 이해하기 쉽게 설명한다.

스스로 평가하기

| 지식·이해 | 생명공학기술 발달 과정에서의 주요 사건을 설명했는가? ☆☆☆

| 과정·기능 | 생명공학기술 발달 과정에서의 주요 사건을 조사했는가? ☆☆☆

| 가치·태도 | 생명공학기술 발달 과정에서의 주요 사건이 우리 생활에 많은 영향을 미친다는 것을 인식했는가? ☆☆☆

정리

- 생명공학기술 발달 과정에서의 주요 사건을 정리해 보자.

우리 생활과 밀접한 관련이 있는 생명공학기술에는 DNA 재조합기술, 중합효소 연쇄반응(PCR), 차세대염기서열분석(NGS) 등이 있다.

대장균에서 사람의 인슐린을 생산하는 과정에 DNA 재조합기술이 활용되었다. 이후 DNA 재조합기술은 인슐린, *혈전용해제 등의 의약품을 대량으로 생산하고, 새로운 품종의 농작물이나 가축을 개발하는 데 활용되고 있다.

중합효소연쇄반응(PCR)은 DNA의 특정 부분을 선택적으로 빠르게 증폭하는 기술이다. 이 기술은 아주 적은 양의 DNA로부터 필요한 만큼의 DNA를 얻을 수 있어 생명공학기술 전반에 걸쳐 널리 활용하고 있다. 중합효소연쇄반응(PCR)을 이용하여 돌연변이 유전자, 세균이나 바이러스의 특정 염기서열을 증폭해 유전병, 감염병 등을 진단할 수 있다. 또 개인마다 변이를 나타내는 부위를 증폭해 비교함으로써 개인을 식별하는 데에도 활용한다.

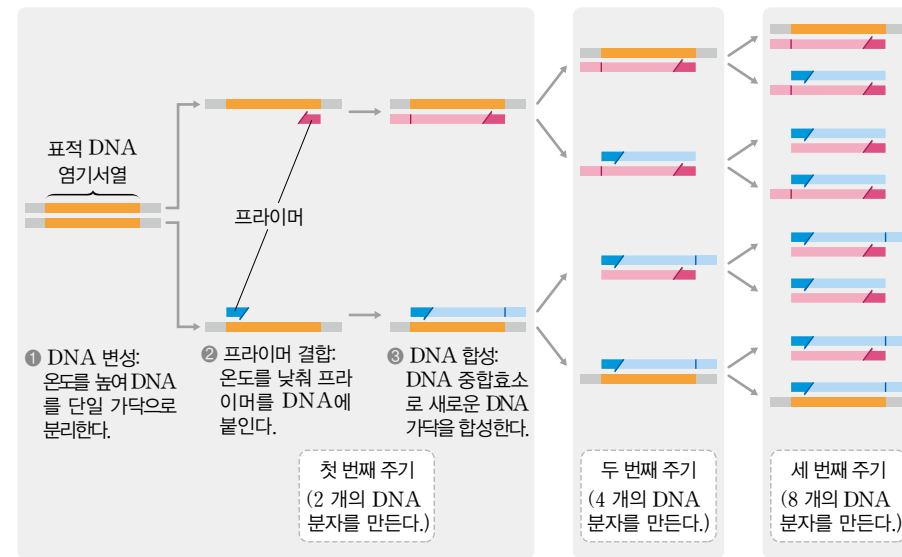


그림 Ⅲ-1 중합효소연쇄반응(PCR) 과정

*차세대염기서열분석(NGS)은 수많은 DNA 조각의 염기서열을 동시에 읽은 뒤 하나로 합쳐 매우 긴 염기서열을 분석하는 기술이다. 이 기술로 사람을 포함한 다양한 생물의 유전체 염기서열을 기존보다 빠르게 분석할 수 있게 되었다. 최근에는 사람의 유전체 염기서열을 분석하여 많은 질병 관련 유전자를 알아냈고, 이를 이용해 질병을 진단하고 치료할 수 있는 생명공학기술이 개발되고 있다.

스스로 확인하기

1 생물의 기능과 특성을 이용해 사람에게 필요한 물질을 생산하거나 질병을 치료하는 데 활용하는 기술을 () (이)라고 한다.

2 | 과학 역량 기르기 | 범죄 현장에서 발견된 혈액 한 방울이나 머리카락 속에 들어 있는 적은 양의 DNA를 이용해 범인을 찾을 수 있는 까닭을 설명해 보자.

생명공학기술의 발달은 중학교『과학』의 '생식과 발생', '생명과학'의 '생명 시스템의 구성' 단원과 연계된다.

* 혈전용해제

혈관을 막는 응고된 혈액인 혈전을 녹이는 약물

멀리스

(Mullis, K. B., 1944~2019)

미국의 과학자. DNA의 특정 염기서열을 증폭하는 중합효소 연쇄반응(PCR, polymerase chain reaction)을 개발하여 1993년에 노벨상을 받았다.

* 차세대염기서열분석 (NGS, next-generation sequencing)

유전체 염기서열을 고속으로 분석하는 기술

단원을 마치기 전에

학습 목표를 달성했는지 91 쪽 학습 목표에 ✓ 표하여 스스로 점검해 보자.

02 난치병 치료에 활용하는 생명공학기술

| 학습 목표 |

- 단클론항체, 줄기세포, 유전자편집기술이 난치병 치료에 활용된 사례를 설명할 수 있다.
- 생명공학기술을 이용한 난치병 치료법의 전망을 설명할 수 있다.



최근에는 단클론항체, 줄기세포, 유전자편집기술 같은 생명공학기술을 활용해 난치병을 치료하고 있다.

단클론항체

단클론항체는 『생명과학』의 '항상성과 몸의 조절' 단원과 연계된다.

*** 혈청**
혈액에서 세포와 혈액 응고에 필요한 성분이 제거된 액체

세포융합기술의 특징
세포융합기술은 서로 다른 특징을 가진 두 종류의 세포를 융합해 새로운 잡종세포를 만드는 기술이다. 이 기술을 활용하면 두 세포의 장점을 모두 지닌 잡종 세포를 만들 수 있다.

우리 몸은 병원체 같은 항원이 침입하면 항체를 만들어 항원을 제거한다. 항체는 항원에 특이적으로 결합하므로 항체를 대량 생산하면 특정 질병의 진단과 치료에 이용할 수 있다.

우리 몸 밖에서 항체를 얻으려면 쥐나 토끼 같은 동물에게 항원을 주입하고 일정 시간이 지난 뒤 ***혈청**을 채취해야 한다. 그런데 이 혈청에서 얻을 수 있는 항체의 양이 매우 적으므로 세포융합기술을 활용해 해결할 수 있다. 항체를 생산하는 B림프구와 반영구적으로 분열하는 암세포를 융합하면 특정 항체를 생산하면서 반영구적으로 분열하는 잡종세포를 만들 수 있다. 유전적으로 동일한 잡종세포들은 한 종류의 항체를 생산하며, 이 항체를 **단클론항체**라고 한다.

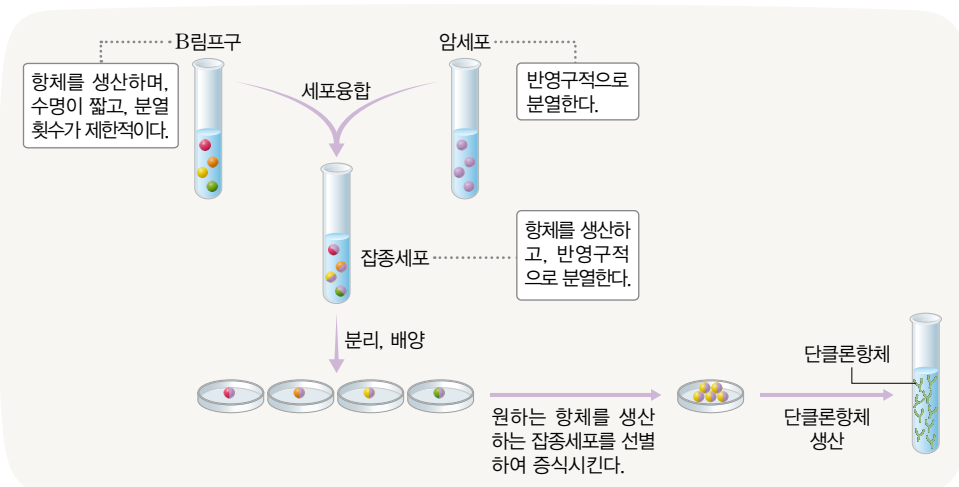


그림 III-2 단클론항체의 생산 과정

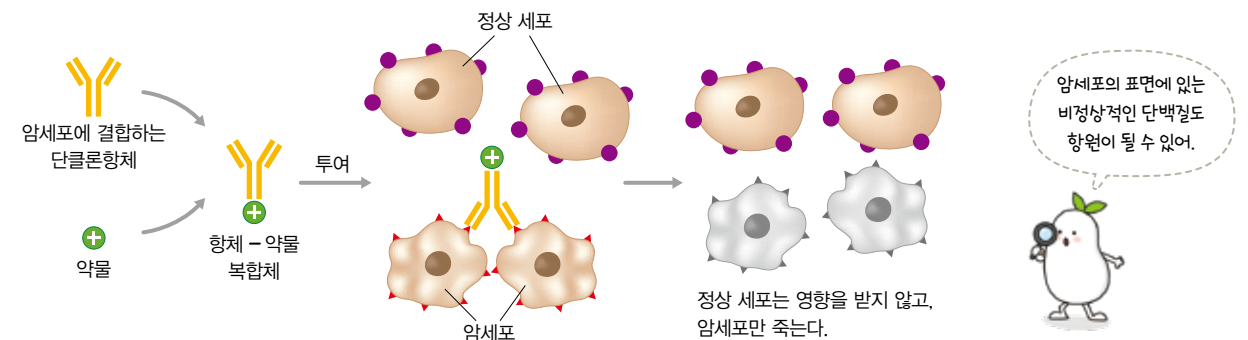
다음 해 보기에서 단클론항체를 활용하여 암 같은 난치병을 치료하는 방법을 알아보자.

해보기

탐구 능력 | 문제 해결 능력

단클론항체를 활용하여 암을 치료하는 방법 알아보기

그림은 단클론항체를 활용하여 암을 치료하는 방법을 나타낸 것이다.



1. 단클론항체가 암세포와만 특이적으로 반응하는 까닭을 설명해 보자.
2. 암 치료에 단클론항체를 활용할 때의 장점을 설명해 보자.

암을 치료하기 위해 항암제를 투여하면 암세포뿐만 아니라 정상 세포도 치명적인 영향을 받는다. 하지만 암세포에만 있는 항원과 특이적으로 반응하는 단클론항체에 항암제를 부착한 뒤 암 환자에게 투여하면 항암제가 암세포에 집중적으로 작용하여 치료 효과를 높이고 항암제의 부작용을 줄일 수 있다.

단클론항체는 감염병, 자가면역질환 등의 치료에도 활용한다. 또 임신 진단 도구, 감염 등의 감염병을 신속하고 정확하게 진단할 수 있는 신속 항원 검사 도구 등의 진단 시약에도 활용한다.



▲ 임신 진단 도구

그림 III-3 단클론항체를 활용한 진단 시약

줄기세포

몸을 구성하는 여러 종류의 세포로 분화할 수 있는 능력을 갖춘 세포를 줄기세포라고 한다. 줄기세포는 얻는 방식에 따라 그림 Ⅲ-4와 같이 배아줄기세포, 성체줄기세포, 역분화줄기세포로 구분한다.

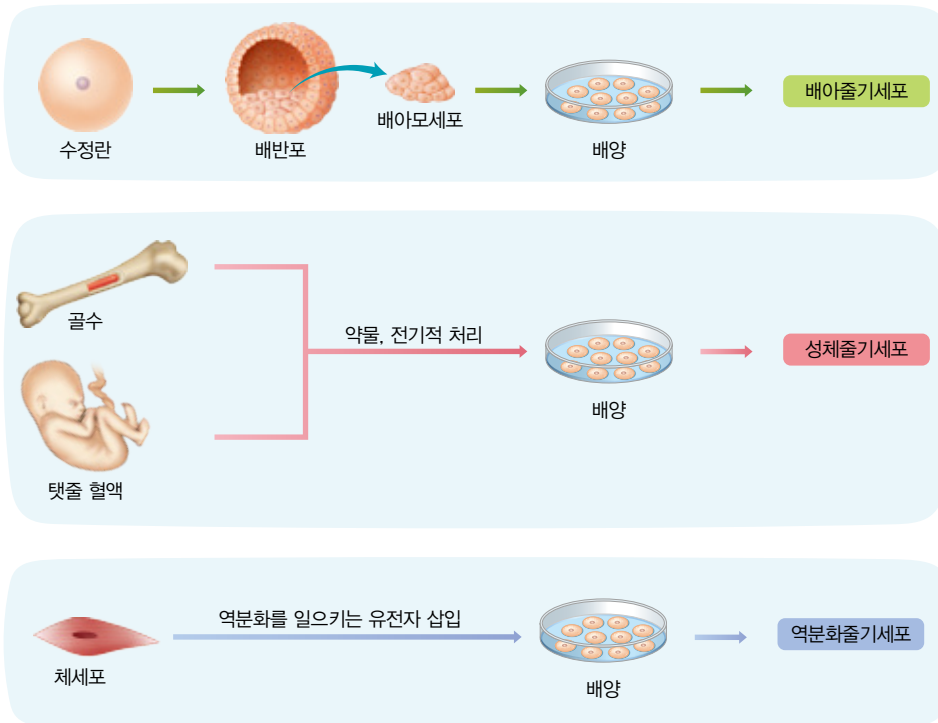


그림 Ⅲ-4 줄기세포의 종류

참의사고 세 종류의 줄기세포 중 하나를 골라 어떤 질병을 치료하는 데 활용하고 싶은지 이야기해 보자.



배아줄기세포는 기관이 형성되기 전 발생 초기 배아에서 얻는 줄기세포이며, 우리 몸을 구성하는 모든 세포와 조직으로 분화할 수 있다. 배아줄기세포를 얻으려면 난자를 많이 확보해야 하고, 생명체가 될 수 있는 배아를 사용한다는 점에서 생명윤리 문제가 발생할 수 있다.

성체줄기세포는 성체가 된 뒤에도 미분화 상태로 남아 있는 줄기세포이며, 사람의 경우 성체의 골수, 태혈의 혈액 등에서 적은 양을 얻을 수 있다. 성체줄기세포는 환자 자신의 신체 조직에서 추출하므로 생명윤리 문제나 면역 거부 반응이 없지만, 증식이 어렵고 일부 세포로만 분화할 수 있다는 한계가 있다.

역분화줄기세포는 성체의 피부세포처럼 이미 분화가 끝난 체세포를 역분화시켜 얻을 수 있다. 역분화줄기세포는 배아줄기세포처럼 다양한 세포로 분화할 수 있으며, 환자 자신의 세포를 사용하므로 생명윤리 문제나 면역 거부 반응이 없다.

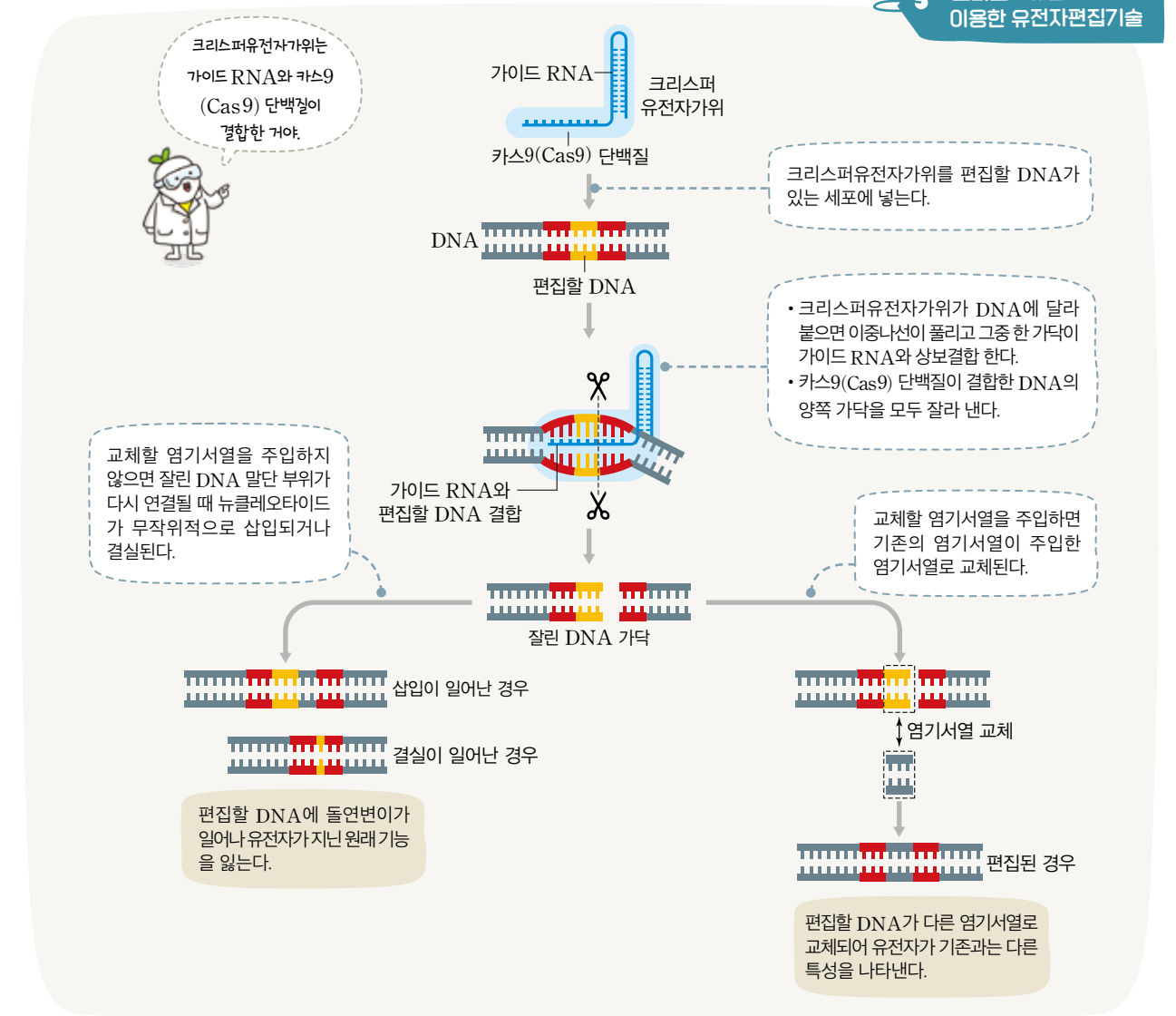
줄기세포를 특정한 세포로 분화시켜 손상된 조직이나 기관을 대체함으로써 관절염, 신경계 퇴행에 따른 치매와 파킨슨병, 심장 질환 같은 난치병을 치료할 수 있다.

유전자편집기술

원하는 유전자의 특정 부위를 제거하거나 변형하기도 하고, 이 부위를 다른 염기서열로 교체하는 등의 기술을 유전자편집기술이라고 한다. 유전자편집기술 중 만들기 쉽고 정교하며 효율이 높은 것은 크리스퍼유전자가위를 이용한 것이다. 크리스퍼유전자가위는 DNA의 특정 염기서열과 상보결합 하는 가이드 RNA를 이용하여 정확하게 원하는 유전자를 편집할 수 있다.

크리스퍼(CRISPR, clustered regularly interspaced short palindromic repeats)
세균에서 발견되는 규칙적으로 반복되는 염기서열이다.

크리스퍼유전자가위를 이용한 유전자편집기술



크리스퍼유전자가위를 이용한 유전자편집기술을 활용하면 질병이나 돌연변이를 일으키는 유전자를 교체하여 암, 유전병 같은 난치병을 치료할 수 있다. 예를 들어 암세포에서 면역세포의 공격을 피하려고 발현되는 유전자의 기능을 없애 암을 치료할 수 있다. 또 태아 시기에 발현되는 정상 헤모글로빈 유전자를 낫모양적혈구 빈혈증 환자에서 발현되게 하여 낫모양적혈구빈혈증을 치료한다.

다음 탐구에서 단클론항체, 줄기세포, 유전자편집기술이 난치병 치료에 활용된 사례를 알아보고, 난치병 치료법의 전망을 토의해 보자.

탐구

조사,
협력적 소통

문제 해결 능력 | 의사 결정 능력

생명공학기술을 활용한 난치병 치료 사례 조사하기

목표 생명공학기술이 난치병 치료에 활용된 사례를 조사하고, 난치병 치료법의 전망을 토의할 수 있다.

과정 및 결과

다음은 난치병을 치료하는 데 활용되는 생명공학기술이다.

단클론항체

줄기세포

유전자편집기술

1. 모둠별로 생명공학기술을 하나씩 골라 보자.
2. 다음을 참고하여 고른 생명공학기술을 조사해 보자.

- 생명공학기술이 난치병 치료에 활용된 사례
- 생명공학기술을 활용한 치료법의 장단점
- 생명공학기술의 발전 가능성

3. 조사 내용을 보고서로 작성하여 발표해 보자.

줄기세포를 이용한 난치병 치료 사례 보고서

()모둠

사례	역분화줄기세포를 이용하여 환자 맞춤형 줄기세포를 만들었다. 이 줄기세포를 활용하여 파킨슨병을 치료하는 임상 시험에 처음으로 성공했다. :
치료법의 장단점	역분화줄기세포를 이용하면 생명윤리 문제나 면역 거부 반응 없이 난치병을 치료할 수 있지만, 역분화줄기세포를 특정 세포로 분화시키기 어렵다. :
발전 가능성	앞으로 줄기세포를 이용한 난치병의 치료법이 더 발전한다면 치매 등 다양한 신경계 퇴행에 따른 질병을 치료할 수 있을 것이다. :
참고 문헌	○○일보 20○○년 ○월 ○일 기사

4. 생명공학기술을 활용한 난치병 치료법의 전망에 대해 토의해 보자.



정리

- 생명공학기술을 활용한 난치병 치료법의 전망에 대해 토의한 결과를 정리해 보자.

스스로 평가하기

[지식·이해] 생명공학기술이 난치병 치료에 활용된 사례를 설명했는가? ☆☆☆

[과정·기능] 생명공학기술을 이용한 난치병 치료 사례를 조사하고, 난치병 치료법의 전망에 대해 협력적으로 소통했는가? ☆☆☆

[가치·태도] 생명공학기술이 난치병 치료에 활용되는 사례를 조사하면서 과학의 유용성을 인식했는가? ☆☆☆

최근 생명공학기술을 활용해 세포나 조직을 재생하거나 유전자를 직접 편집하는 치료법이 제시되고 있다. 이 방법으로 더 많은 난치병을 치료할 수 있게 된다면 점차 기존의 치료법을 대체할 것이다. 그러나 세포와 유전자를 다루는 기술은 매우 어려우며, 치료 과정에서 암세포나 돌연변이가 생길 수도 있다. 생명공학기술을 활용해 난치병을 치료할 때에는 면역 거부 반응, 생명윤리 문제 등 여러 가지 문제가 생길 수 있으므로 치료 효과가 확실하고 안전성이 확보될 수 있도록 주의해야 한다.

스스로 확인하기

- 1 B림프구와 암세포를 융합하여 만든 잡종세포에서 얻은 한 종류의 항체를 () (이)라고 한다.
- 2 특정한 세포로 분화해 손상된 조직이나 기관을 대체할 수 있는 ()을/를 이용하면 치매, 관절염, 심장 질환 같은 난치병을 치료할 수 있다.
- 3 **| 과학 역량 기르기 |** 단클론항체, 줄기세포, 유전자편집기술 중 암을 일으키는 유전자의 발현을 억제하기 위해 활용할 수 있는 생명공학기술을 고르고, 그 생명공학기술을 고른 까닭을 설명해 보자.

단원을 마치기 전에
학습 목표를 달성했는지
94 쪽 학습 목표에 ✓ 표
하여 스스로 점검해 보자.

준비물

- ☑ 스마트 기기
- ☑ 생명공학기술과 관련된 책

탐구 유의 사항

- 조사할 때에는 주제와 관련된 책이나 전문 기관에서 운영하는 누리집의 정보를 이용한다.
- 발표할 때에는 내용을 이해하기 쉽게 설명한다.
- 토의할 때에는 다른 사람의 의견을 주의 깊게 듣고, 자신의 생각을 조리 있게 이야기한다.

디지털 탐색

바이오인

(www.bioin.or.kr)

생명공학기술을 검색하여 난치병 치료에 활용되는 최신 생명공학기술을 찾아보자.



03

생명공학기술 관련 학문 분야와 활용 사례

| 학습 목표 |

- 생명공학기술 관련 학문 분야가 우리 생활과 산업에 활용된 사례를 설명할 수 있다.



생명공학기술 관련 학문 분야와 활용 사례는 『통합과학2』의 '과학과 미래 사회' 단원과 연계된다.

생명공학기술은 의학학, 농축산학, 법과학 등 다양한 학문 분야에 영향을 미치고 있으며, 인류가 직면한 질병, 식량, 환경 등의 문제를 해결하는 데 도움을 줄 것으로 기대하고 있다.

의학학 분야에서는 세포와 유전자를 연구하여 합성신약, 바이오의약품, 바이오장기, 진단 시약 등을 생산하는 데 생명공학기술을 활용한다. 이를 활용한 예로 인공 합성 혈전용해제, 3D 바이오프린팅으로 만든 인공 장기 등이 있다.

농축산학 분야에서는 생태계를 보호하면서 안정적으로 식량 자원을 공급하기 위해 새로운 품종의 농작물이나 가축을 개발하는 데 생명공학기술을 활용한다. 이를 활용한 예로 갈변하지 않는 사과, 알러지 원인 물질을 줄인 우유 등이 있다.

생명공학기술이 의학학, 농축산학, 법과학, 산업, 환경 분야에서 활용된 사례

의학학 분야



▲ DNA 재조합기술을 활용해 인공 합성 혈전용해제 개발



▲ 3D 바이오프린팅을 활용해 인공 심장 제작

농축산학 분야



▲ DNA 재조합기술을 활용해 만든 갈변하지 않는 사과(위)와 일반 사과(아래)



▲ 유전자편집기술을 활용해 태어난 젖소에서 알러지 원인 물질을 줄인 우유 생산

환경 분야

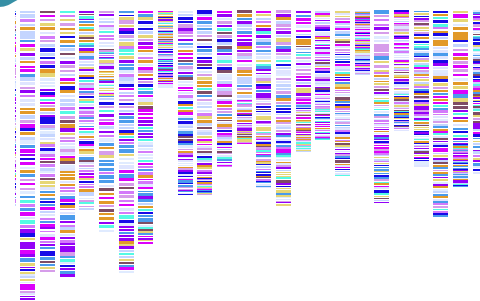


▲ 효소와 항체를 활용한 생명공학기술로 환경오염을 감지하는 바이오센서 개발



▲ DNA 재조합기술을 활용해 만든 세균으로 플라스틱 분해

법과학 분야



▲ 중합효소연쇄반응(PCR)을 활용한 DNA 지문 검사로 신원 확인

산업 분야



▲ 효소와 미생물을 활용한 생명공학기술로 옥수수가루를 이용해 포장용 완충재 생산



법과학 분야에서는 신원 및 혈연관계 확인 등에 생명공학기술을 활용한다. 이를 활용한 예로 중합효소연쇄반응(PCR)을 이용한 *DNA 지문 검사를 과학 수사에 도입하면서 범죄 현장을 분석하고 범인을 식별하는 데 큰 성과를 올리고 있다.

생명공학기술은 의학학, 농축산학, 법과학 등의 학문 분야뿐 아니라 일생생활과 산업, 환경 분야에서도 활용되고 있다.

산업 분야에서는 자원 고갈, 지구 온난화 등 환경의 변화에 대응하여 산업 소재와 친환경 에너지를 생산하는 데 생명공학기술을 활용한다. 이를 활용한 예로 곡류에서 추출한 물질로 만든 포장용 완충재, 과일과 채소 폐기물에서 추출한 바이오연료 등이 있다.

환경 분야에서는 환경오염을 예방하거나, 오염된 환경을 감지하고 정화하는 과정에 생명공학기술을 활용한다. 이를 활용한 예로 환경오염을 감지하는 바이오센서, 플라스틱을 분해하는 세균 등이 있다.

*DNA 지문

개인마다 서로 다른 특정 DNA 염기서열을 중합효소연쇄반응(PCR)으로 증폭한 뒤 분석한 형태

생명공학기술은 생물을 이용하는 거의 모든 학문 분야에서 활용되고 있다. 다음 탐구에서 생명공학기술이 활용된 사례를 알아보고, 그 사례에서 활용된 생명공학기술과 관련된 최신 학문 분야 및 새롭게 생긴 직업을 알아보자.

탐구

조사,
자료 분석

문제 해결 능력 | 의사 결정 능력

생명공학기술의 활용 사례 및 직업 조사하기

목표 생명공학기술의 활용 사례 및 이와 관련된 최신 학문 분야와 직업을 조사하여 창의적으로 설명 자료를 만들 수 있다.

과정 및 결과

- 다음은 생명공학기술이 활용된 사례이다. 모둠별로 사례를 하나씩 고르고, 그 사례에서 생명공학기술이 어떻게 활용되었는지 조사해 보자.



준비물

- ☒ 스마트 기기
- ☒ 생명공학기술과 관련된 책

탐구 유의 사항

- 조사할 때에는 주제와 관련된 책이나 전문 기관에서 운영하는 누리집의 정보를 이용한다.
- 발표할 때에는 내용을 이해하기 쉽게 설명한다.

- 1에서 조사한 생명공학기술과 관련된 최신 학문 분야 및 직업을 조사해 보자.
 3. 조사한 내용을 바탕으로 하여 설명 자료를 만들어 발표해 보자.
- ① 설명 자료는 영상, 정보 그림 같은 시청각 설명 자료 제작 등 다양한 방법으로 만들 수 있다.



스스로 평가하기

[지식·이해] 생명공학기술의 활용 사례 및 이와 관련된 최신 학문 분야와 직업을 설명했는가?
☆☆☆

[과정·기능] 생명공학기술의 활용 사례에 따라 관련된 최신 학문 분야와 직업을 조사했는가?
☆☆☆

[가치·태도] 생명공학기술이 우리 생활과 산업에 활용된다는 점을 인식했는가?
☆☆☆

정리

- 생명공학기술의 활용 사례 및 이와 관련된 최신 학문 분야와 직업을 정리해 보자.
- [창의력]** 생명공학기술과 관련된 직업 중 관심이 있는 직업을 고르고, 그 직업을 고른 까닭을 설명해 보자.

생명공학기술을 활용하여 개인의 유전적 특성을 분석해 개인에게 효과적인 치료제를 개발하게 되었고, 파란색 카네이션처럼 새로운 품종의 식물을 생산하게 되었다. 또 화석연료에 의존하지 않고 생물로부터 바이오연료 등의 유용한 물질을 대량 생산하게 되었으며, 개인 사이의 유전정보 차이를 이용하여 유해의 신원을 확인할 수 있게 되었다.

생명공학기술은 점차 더 많은 학문 분야에 활용되면서 이와 관련된 새로운 직업이 생기고 있다. 예를 들어 생명공학기술이 의학, 생물정보학과 결합해 각 질병을 일으키는 유전자를 알아내고 개인의 질병을 예측하는 맞춤의료학과 등이 생겼으며, 이에 따라 개인 맞춤형 의료 분야의 직업이 늘어날 것이다. 앞으로 생명공학기술이 발달하면서 이를 활용한 새로운 학문 분야와 직업이 다양해져 지금까지 해결하지 못했던 많은 문제들을 해결할 것으로 기대하고 있다.

※ 합성생물학

현재까지 알려진 생명과학 지식을 바탕으로 하여 생물을 모방해 변형하거나 기존에는 없었던 생명체를 인공적으로 설계한 뒤 만들어 연구하는 학문

생명공학기술은 *합성생물학, 빅데이터, 인공지능(AI) 같은 최신 학문 분야와 융합해 매우 빠르게 발달하고 있다.

생명공학기술 덕분에 생물의 유전체 염기서열, 단백질의 구조 등 수많은 생명과학 빅데이터가 축적되었다. 이 빅데이터를 활용하여 연구하는 학문이 생물정보학이다. 생물정보학은 질병을 진단하고 치료하는 과정, 농산물을 생산하는 과정, 산업에서 제품을 완성하는 과정 등이 효율적으로 일어나게 한다.

의약학 분야에서는 생명공학기술과 정보 통신 기술이 융합해 신약을 빠르고 효과적으로 개발할 수 있게 되었다. 인공지능(AI)을 활용해 약물을 연구하면 과거에 비해 짧은 시간 내에 효과가 좋은 신약을 개발할 수 있을 것으로 기대한다.

다음 탐구에서 생명공학기술이 활용된 단백질 화합물 상호작용의 가상 실험을 통해 신약의 개발 과정을 알아보자.

탐구

준비물
☑ 스마트 기기

※ 분자 도킹

단백질에 상호작용 하는 후보 화합물을 예측하려고 실행하는 컴퓨터를 이용한 가상 실험

단백질 화합물 상호작용 가상 실험하기

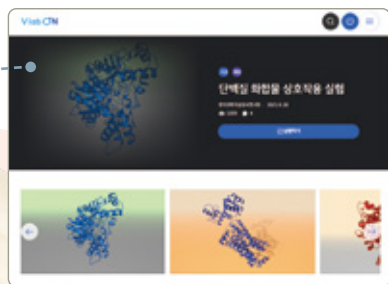
목표 생명공학기술이 활용된 단백질 화합물 상호작용의 가상 실험을 통해 최신 신약의 개발 과정을 체험할 수 있다.

과정 및 결과

1. **디지털** 브이랩은 누리집(www.vlabon.re.kr)에 접속한 뒤 생물 실험실에서 단백질 화합물 상호작용 실험을 실행해 보자.

단백질 화합물 상호작용 실험에서는 10 종의 단백질 중 1 종을 고르고, 고른 단백질의 구조에 맞는 화합물 하나를 골라 *분자 도킹을 실행한다. 이를 통해 신약을 개발할 때 후보 물질을 선별하는 과정을 경험할 수 있다.

스마트 기기
QR 코드를 찍으면 누리집에 접속할 수 있어.



2. **단백질 선택** 실험을 시작하고 타깃 단백질 리스트에서 단백질을 골라 보자.
3. **화합물 선택** 화합물 리스트에서 신약 후보 물질로 적절한 화합물을 골라 보자.
4. **시뮬레이션** 분자 도킹 시뮬레이션을 실행해 보자.
❗ 타깃 단백질의 활성부위에 화합물이 결합하는 시뮬레이션을 볼 수 있다.
5. **결과 확인** 3~4를 반복하여 에너지값이 일치하는 화합물을 찾아보자.



현재 에너지값이 목표 에너지값과 비슷할수록 타깃 단백질에 잘 결합하는 화합물이야.

스스로 평가하기

[지식·이해] 단백질 화합물 상호작용 실험을 신약 개발에 활용하면 좋은 점을 설명했는가? ☆☆☆

[과정·기능] 분자 도킹 가상 실험을 실행하여 고른 단백질과 가장 안정한 결합을 하는 화합물을 찾았는가? ☆☆☆

[가치·태도] 단백질 화합물 상호작용 실험을 통해 과학의 유용성을 체험했는가? ☆☆☆

6. 고른 단백질과, 이 단백질과 가장 안정한 결합을 하는 화합물을 써 보자.

정리

- 단백질 화합물 상호작용 실험을 신약 개발에 활용하면 좋은 점을 설명해 보자.

생명공학기술이 최신 학문 분야와 융합하면 효율적으로 신약을 개발할 수 있으며, 질병을 빠르게 진단하고 치료할 수 있어 인류의 건강과 복지 향상에 기여할 것이다.

스스로 확인하기

1. 같변하지 않는 사과를 생산하는 과정에 활용된 생명공학기술은 어느 학문 분야에 영향을 미친 것인지 써 보자.
2. 의약학 분야에서는 생명공학기술과 ()이/가 융합해 신약을 빠르고 효과적으로 개발할 수 있게 되었다.
3. **[과학 역량 기르기]** 지구 온난화를 막으려면 대기 중의 이산화 탄소 농도를 낮춰야 한다. 이 과정에서 생명공학기술을 어떻게 활용할 수 있을지 설명해 보자.

단원을 마치기 전에
학습 목표를 달성했는지
100 쪽 학습 목표에 ✓ 표
하여 스스로 점검해 보자.

크리스퍼 유전자가위의 작동 원리를 밝힌 과학자

크리스퍼는 세균의 DNA에 일반적으로 있는 규칙적이고 반복적인 염기 서열이다. 여러 연구를 통해 크리스퍼가 세균을 공격하는 바이러스에 내성을 갖게 한다는 사실이 밝혀졌다. 세균이 바이러스에 감염되면 대부분의 세균은 죽지만 일부는 살아남아 바이러스의 DNA 일부를 잘라 자신의 유전체에 삽입하는데, 이 부분이 크리스퍼이다. 크리스퍼는 RNA로 전사되고, 잘게 조각난 뒤 카스 9(Cas 9) 단백질과 결합해 크리스퍼 RNA-카스 9 복합체를 형성한다. 바이러스가 세균에 재침입하면 크리스퍼 RNA-카스 9 복합체가 바이러스의 염기서열을 인식하여 결합한 뒤 잘라 세균 자신을 보호한다.

샤르팡티에(Charpentier, E. M., 1968~)는 세균이 자신에게 침입한 바이러스의 염기서열을 인식해 자르는 과정에서 표적 염기서열을 인식하는 크리스퍼 RNA 외에도 카스 9(Cas 9) 단백질을 불러오는 RNA가 있다는 사실을 처음으로 알아냈다. 샤르팡티에는 다우드나(Doudna, J. A., 1964~)와 공동 연구를 시작해 두 RNA 분자를 하나로 통합한 가이드 RNA와 가위 역할을 하는 효소인 카스 9(Cas 9) 단백질을 이용하는 크리스퍼 유전자가위를 재설계했다. 이들은 크리스퍼유전자가위의 작동 원리를 밝히고 새로운 유전체의 교정 기법을 개발한 성과를 인정받아 2020년에 노벨상을 받았다.

◀ 샤르팡티에와 다우드나

생각 펼치기

유전자가위로 어떤 난치병을 치료하는 데 활용하고 싶은지 설명해 보자.

탐구 능력

중단원 마무리

1. 생명공학기술의 발달과 활용

01 생명공학기술의 발달

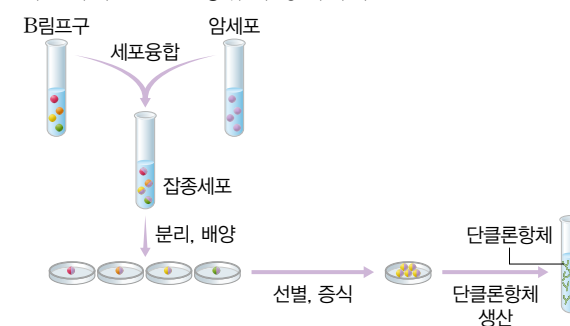
91 쪽~93 쪽

- ① : 생물의 기능과 특성을 이용해 사람에게 필요한 물질을 생산하거나 질병을 치료하는 데 활용하는 기술이다.
2. 생명공학기술의 발달: 생명공학기술은 오래전부터 발전해 왔으며, ② 분자 구조를 밝힌 뒤 DNA를 이용하는 기술이 개발되면서 다양한 생물의 유전체 염기서열을 알아냈다. 이후 유전체 염기서열을 이용하는 기술이 개발되는 등 생명공학기술은 계속 발달하고 있다.

02 난치병 치료에 활용하는 생명공학기술

94 쪽~99 쪽

- ③ : B림프구와 암세포를 융합하여 만든 잡종 세포에서 얻은 한 종류의 항체이다.



▲ 단클론항체의 생산 과정

- 암 치료, 질병 진단, 진단 시약 등에 활용한다.
- 2. 줄기세포: 몸을 구성하는 여러 종류의 세포로 분화할 수 있는 능력을 갖춘 세포이다.

스스로 평가하기

이 단원에서 학습한 내용을 확인하고 스스로 평가해 봅시다.

		우수	보통	미흡
지식·이해	생명공학기술 발달 과정에서의 주요 사건을 설명했는가?	☐	☐	☐
	단클론항체, 줄기세포, 유전자편집기술이 난치병 치료에 활용됨을 설명했는가?	☐	☐	☐
과정·기능	생명공학기술이 난치병 치료에 활용된 사례를 조사하고, 난치병 치료법의 전망을 토의했는가?	☐	☐	☐
	생명공학기술 관련 학문 분야가 우리 생활과 산업에 활용된 사례를 조사했는가?	☐	☐	☐
가치·태도	난치병 치료에 생명공학기술이 유용하게 이용되고 있음을 인식했는가?	☐	☐	☐
	생명공학기술이 우리 생활과 산업에 활용되어 인류 발전에 기여함을 경험했는가?	☐	☐	☐

평가 결과가 아쉽다면 1. 생명공학기술의 발달과 활용'을 다시 한번 학습해 봅시다.

④	기관이 형성되기 전 발생 초기 배아에서 얻으며, 우리 몸을 구성하는 모든 세포와 조직으로 분화할 수 있다.
성체줄기세포	성체의 골수, 태줄의 혈액 등에서 얻으며, 일부 세포로만 분화할 수 있다.
역분화줄기세포	성체의 체세포를 역분화시켜 얻으며, 다양한 세포로 분화할 수 있다.

3. 유전자편집기술: 원하는 유전자의 특정 부위를 제거하거나 변형하기도 하고, 이 부위를 다른 염기서열로 교체하는 등의 기술이다.
 - ⑤ 은/는 DNA의 특정 염기서열과 상보결합하는 가이드 RNA를 이용하여 정확하게 원하는 유전자를 편집할 수 있다.

03 생명공학기술 관련 학문 분야와 활용 사례

100 쪽~105 쪽

의약학 분야	합성신약, 바이오장기, 진단 시약 등을 생산하는 데 생명공학기술을 활용한다.
농축산학 분야	새로운 품종의 농작물이나 가축을 개발하는 데 생명공학기술을 활용한다.
⑥ 분야	신원 및 혈연관계 확인 등에 생명공학기술을 활용한다.
산업 분야	자원 고갈, 지구 온난화 등 환경의 변화에 대응하여 산업 소재, 친환경 에너지를 생산하는 데 생명공학기술을 활용한다.
환경 분야	환경오염을 예방하거나, 오염된 환경을 감지하고 정화하는 과정에 생명공학기술을 활용한다.