

V 인류의 건강과 과학 기술

* 단원의 개관

인류가 여러 가지 시행착오를 통해 과학에 기반을 두고 자연 세계를 더 깊이 이해하게 됨에 따라 과학과 기술은 근접하게 되었으며, 서로를 발전시키는 방향으로 발달하였다. 과학 기술의 발달은 인류의 생존에 직결되는 식량 문제와 질병 치료에 절대적 영향을 주었으며, 인간의 생계와 안락을 위해 공헌해 왔다. 이 단원에서는 과학 기술의 발달이 인류의 건강에 기여한 점에 대해 알아본다.

* 단원의 교육 과정

본 단원에서는 과학 기술에 의한 농업 생산성 향상, 과학적 원리를 이용한 건강 관리, 첨단 과학을 응용한 질병의 진단과 치료를 이해한다.

- (가) 식량 증산과 질의 향상에 기여한 과학적 원리를 이해하고, 식량 자원의 지속적 개발과 확보를 위한 생물 다양성과 종자 은행의 중요성을 설명할 수 있다.
- (나) 건강한 생활을 위해 고른 영양 섭취가 중요함을 이해하고, 영양소 섭취와 에너지 생산을 설명할 수 있다.
- (다) 질병 발생의 원인과 질병에 대항할 수 있는 면역을 설명할 수 있다.
- (라) 질병 진단에 사용되는 물리적 진단 기구의 원리와 화학적 진단의 원리를 설명할 수 있다.
- (마) 의약품의 개발과 관련하여 생물 다양성의 가치를 인식하고, 합성 의약품의 중요성을 이해한다.
- (바) 신약이 암의 진단과 치료에 활용되는 사례를 통하여 질병의 발생, 진단, 치료의 원리를 이해한다.

* 교육 과정 연계

배운 내용

- [5학년]**
 - 작은 생물의 세계
 - 우리의 몸
- [6학년]**
 - 생태계와 환경
- [8학년]**
 - 소화와 순환
 - 호흡과 배설



이 단원의 내용

- 작물 생산과 비료의 원리
- 육종과 유전자 재조합 기술
- 품종 개발과 종자 은행
- 식품 안전성
- 영양소와 에너지 생산
- 질병 발생과 면역
- 물과 소독
- 진단의 원리
- 의약품 개발
- 신약 개발과 생물 다양성
- 암의 발생 원인과 치료



배울 내용

- [생명 과학 I]**
 - 생명 활동과 에너지
 - 항상성과 몸의 조절
 - 방어 작용
 - 생물의 다양성과 환경
- [물리 I]**
 - 전자기장
- [생명 과학 III]**
 - 생명 공학
- [화학 III]**
 - 인류 복지와 화학





*** 단원의 목표**

1. 과학 기술의 발달에 의한 식량 증산의 사례를 통하여 농업 발달에 영향을 준 과학 기술의 원리를 설명할 수 있다.
2. 건강한 생활을 유지하기 위해 영양소의 고른 섭취가 필요함을 알고, 영양소와 에너지 생산의 관계를 설명할 수 있다.
3. 병원체로 작용하는 세균과 바이러스의 특징 및 질병에 대항할 수 있는 면역을 설명할 수 있다.
4. 질병 진단에 사용되는 물리적 진단 기구의 원리와 화학적 진단의 원리를 설명할 수 있다.
5. 천연물을 이용한 의약품의 개발과 관련하여 생물 다양성의 가치를 인식하고, 질병 치료를 위한 신약 개발과 치료법의 원리를 설명할 수 있다.
6. 암의 발생 원인을 이해하고 진단 및 치료 방법을 설명할 수 있다.

*** 시작하기 전에**

과학 기술의 발달로 우리의 생활은 한층 편리해졌고, 많은 질병을 다스리게 되어 평균 수명도 증가하였다. 인류가 과학 기술을 지혜롭게 이용한다면 앞으로도 과학의 발달은 더 빠르고 편리한 문명을 이룩해 나갈 것이며 삶의 질 또한 풍부해질 것이다.

*** 단원의 지도 계획**

중단원	소단원	차시	교과서 쪽수	학습 내용 및 창의·인성 활동
V-1. 식량 자원	1. 작물 생산	2	288~292	• 토양과 작물 생산, 질소 비료, 활동 1 • 농업 기술 발달과 식물 생산량 증가, 활동 2
	2. 품종 개발을 통한 식량 증산	3	293~299	• 육종과 유전자 재조합 기술, 활동 3 • 종자 은행과 생물 다양성
	3. 식품 안전성	2	300~305	• 식품 안전과 건강, 가공 식품과 식품 첨가물, 활동 4 • 유전자 재조합 식품, 활동 5
V-2. 과학 기술과 건강	1. 영양과 에너지	2	306~312	• 영양소와 에너지 생산, 활동 6 • 건강한 식생활, 활동 7
	2. 질병과 면역	3	313~319	• 질병, 활동 8, 세균과 바이러스 • 면역과 예방 접종, 활동 9, 면역계 질환
	3. 물과 소독	2	320~325	• 물과 생명체, 정수 과정, 활동 10, 소독과 소독제
V-3. 첨단 과학과 질병 치료	1. 과학적 진단	3	326~333	• 물리적 진단 기구, 활동 11, 화학적 진단의 원리
	2. 과학적 치료	2	334~339	• 의약품의 개발, 신약 개발과 생물 다양성, 활동 12, 미래의 치료법
	3. 생명을 위협하는 암	2	340~345	• 암의 특성과 발생 원인, 암의 진단, 암의 치료, 암의 예방
단원 마무리		1	346~349	과학과 진로, 논리력 키우기, 단원 마무리

1

식량 자원

중단원의 지도 방향 |

1. 작물 생산에 있어 토양의 역할과 질소 고정의 원리를 이해하게 한다.
2. 비료의 개발과 농업 기술의 발달이 작물 생산에 미친 영향을 이해하게 한다.
3. 전통적 육종과 유전자 재조합 기술에 의한 품종 개발의 원리를 이해하고 그 차이점을 설명할 수 있도록 한다.
4. 식품 안전성의 의미와 안전한 식생활에 대해 생각해 보도록 한다.
5. 유전자 재조합 식품의 긍정적 영향과 부정적 영향에 대해 토론해 보도록 한다.

?

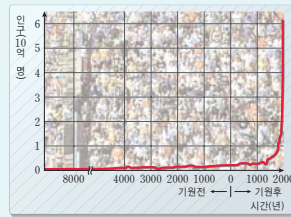
우리 농산물을 지키고 개발해야 하는 이유는 무엇일까?

국내에서 소요되는 식량을 해외에만 의존한다면 식량 때문에 국가 차원의 불이익을 당할 수 있다. 또 우리 농산물을 버리면 신제품 연구의 원천인 유전자를 잃게 된다. 그러므로 당장은 어렵더라도 우리 유전자원을 지키고 꾸준히 개발하여 우리 식량을 우리 힘으로 확보할 수 있도록 준비해야 한다.

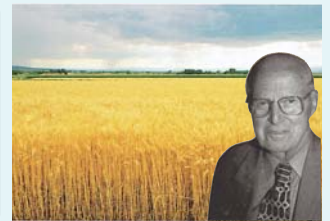
오개념 유형 |

- 비료는 토양 산성화의 주범이다?
비료는 작물에 양분을 공급하지만 토양을 산성화시킨다는 정도로 단순히 이해하고 있는 학생들이 많다. 화학 비료와 퇴비 등 비료의 종류와 기능을 바르게 이해할 수 있도록 한다. 또 비료는 토양을 산성화시킬 뿐만 아니라 빗물에 씻겨 내려가 하천에 부영양화를 초래하며, 부영양화는 적조 현상의 원인이 된다는 것을 설명하도록 한다.
- 식물은 물과 공기만으로 자란다?
식물은 성장하기 위해 토양으로부터 여러 가지 양분을 흡수하며, 이 과정에 토양 세균이 관여한다는 것을 설명하도록 한다. 더 나아가 식물과 공생하는 뿌리혹박테리아와 콩과식물을 이용한 윤작 체계에 관해서도 설명하도록 한다.
- 유전자 재조합 식품은 건강에 해롭다?
유전자 재조합 식품에 대한 막연한 공포 또는 환상을 갖는 경우가 있다. 유전자 재조합 식품의 생산과 유통, 관리에 관하여 설명하고 올바른 의사 결정을 할 수 있도록 한다. 또 유전자 재조합 식품의 가능성에 대해서도 설명하도록 한다.

V-1. 식량 자원



▲ 그림 1. 세계 인구 증가 곡선



▲ 그림 2. 볼로그(Borlaug, N. E., 1914~2009)와 그가 개량한 밀

녹색 혁명 - 식량 문제 해결을 향한 의미 있는 첫걸음

멜서스는 그의 저서 "인구론"에서 "식량은 산술급수적으로 증가하는데 인구는 기하급수적으로 증가한다."라고 주장하였다. 그러나 1957년, 녹색 혁명의 아버지라고 불리는 미국의 볼로그는 종자 개량을 통해 밀 생산량을 2배로 증가시켰고, 그 이후 계속된 연구로 식량 문제에 기여하여 1970년 노벨 평화상을 받았다.

한편, 독일의 하버(Haber, F., 1868~1934)가 1908년 암모니아 합성에 성공함으로써 질소 비료의 대량 생산이 가능해져 효율적인 작물 생장이 이루어졌다. 이 밖에 살충제 개발, 관개 시설의 확충, 농기구의 발달 등에 힘입어 비약적인 식량 증산이 이루어졌다.

우리말 중에 '보릿고개'라는 말이 있다. 이는 매년 5~6월쯤이면 가을에 추수하였던 식량은 바닥나고 여름 곡식인 보리는 아직 여물지 않아 굶주릴 수밖에 없었던 농촌의 어려운 사정을 표현한 말이다. 그러나 1962년 농촌 진흥청이 설립되면서 우리나라의 재배 환경에 적합한 벼 품종이 개발되기 시작하였고, 1971년 태풍과 병충해에 강하고 낱알이 많이 달리는 '통일벼'의 탄생은 시작으로 보릿고개라는 단어는 자취를 감추게 되었다. 이 단원에서는 앞으로 과학 기술의 발달이 식량 문제를 어떻게 해결해 나갈 수 있을지 알아보자.

우리 농산물을 지키고 개발해야 하는 이유는 무엇일까?

주요 과학 용어

- 작물(作物, 物 물건, crop)
- 품종(品 물건, 種 씨, variety, kind)
- 육종(育 기를, 種 씨, breeding)
- 유전자 재조합(遺 남길, 傳 전할, 子 아들, 再 거듭, 組 짝, 合 합할, gene recombination)
- 다양성(多 많을, 樣 모양, 性 성품, diversity)
- 식품 첨가물(食 먹을, 品 물건, 添 더할, 加 더할, 物 물건, food additive)

참고 자료

- 홍영남 역, 생명 과학, 라이프사이언스, 2008
- 마크 윌리스, 세상에서 가장 재미있는 유전학, 궁리출판, 2009
- 우순교, 우리 농촌을 풍요롭게 한 농학자 우장춘, 웅진씽크빅, 2005
- EYEWITNESS BOOKS, ECOLOGY, DK, 2005
- EYEWITNESS BOOKS, PLANT, DK, 2005
- Michael R. Cummings, Human Heredity 7th, THOMSON, 2006
- Campbell 외, Biology 8th, Pearson International Edition, 2008

1

작물 생산

학습 목표 • 질소 고정의 의미와 질소 비료의 기능을 설명할 수 있다.
• 농업 기술의 발달이 작물 생산에 미치는 영향을 설명할 수 있다.

그림 3은 조선 시대의 유명한 화가 김홍도의 '논갈이'라는 풍속화이다. 한 농부는 소 두 마리가 끄는 쟁기를 이용하여 땅을 갈고 있고, 다른 두 명의 농부는 쇠스랑을 사용하여 흙을 고르고 있다. 이 작품은 봄에 모내기를 하기 위해 겨우내 얼어붙었던 땅을 갈아 엷는 모습을 표현한 것으로, 당시 농사 기술을 잘 나타내고 있다. 그런데 그림에서 보이는 작업은 벼농사에 어떤 도움이 되었을까?



▲ 그림 3_ 김홍도의 논갈이

토양과 작물 생산

토양은 식물의 생장에 필요한 각종 무기물과 질소, 물을 공급해 주는 기능을 한다. 식물은 광합성에 필요한 햇빛과 이산화탄소를 제외한 모든 물질을 토양으로부터 공급받기 때문에 토양의 관리는 작물의 생산량과 직결된다. 농부는 이른 봄, 작물을 재배할 땅을 갈면서 흙을 잘게 부수어 토양에 신선한 공기를 공급해 주고 깊은 땅속의 영양소를 땅 위로 끌어올린다. 또 이 과정에서 겨우내 눈에 남아 있던 벼 그루터기도 흙에 섞여 다음 농사를 위한 거름이 되며, 따로 준비한 비료나 퇴비를 섞어 주어 척박해진 땅에 기운을 북돋워 주기도 한다.



▲ 그림 4_ 추수가 끝난 논(겨울)

▲ 그림 5_ 갈아 놓은 논(봄)

퇴비는 밧질, 낙엽, 흙 등을 한 곳에 모아 놓고 각종 미생물로 발효시켜 만든 천연 비료이다. 발효 과정에서 열이 발생하여 재료 속에 있는 병원균과 잡초의 씨앗이 죽게 되므로 경작지에 안전하게 사용할 수 있다. 퇴비는 토양에 공기가 통할 공간을 만들어 주고 산도를 조절해 주며, 흙의 색깔을 검게 하여 햇빛의 흡수율을 높이고 흙속의 유용한 미생물 증식을 돕는다. 또 퇴비에 함유되어 있는 유기물은 농약을 비롯하여 오염원이 될 수 있는 물질을 분해하는 한편, 오염 물질을 토양에 결합시켜 수질 오염을 줄이고 식물에 흡수되는 양을 줄여 준다.

발효
효모나 세균 등의 미생물이 낙엽, 풀, 우유와 같은 유기 화합물을 분해하는 작용으로 퇴비, 된장, 치즈 등을 만드는 데 쓰인다.

☆ | 지도상의 유의점 |

1. 식물의 생장과 구조를 형성하는 데 필요한 물질을 Ⅲ단원의 생물을 구성하는 물질과 관련하여 설명하도록 한다.
2. 식물이 필요로 하는 물질은 공기 중의 이산화탄소 외에 대부분 토양을 통하여 얻게 되므로 토양의 질과 토양을 구성하는 성분이 식물의 생장에 중요한 요소임을 설명한다.
3. 질소는 식물의 단백질과 핵산을 합성하는 데 중요한 요소이다. 공기 중에서 질소는 2개의 질소 원자가 3중 결합한 질소 기체 형태로 존재한다. 식물은 질소 기체의 3중 결합을 분해하여 각각의 질소 원자로 분해할 수 있는 효소 체계가 없으므로, 질소 기체가 식물의 기공을 통하여 식물체 내로 들어오더라도 사용하지 못하고 그대로 방출한다. 그러므로 식물은 질소를 토양에 존재하는 질소 유기물의 형태로 뿌리를 통하여 흡수하는 것을 질소 고정과 관련하여 설명한다.

☆ | 보충 자료 |

● 토양의 역할

1. 토양은 식물을 고정한다.
2. 토양은 식물의 생장에 필요한 각종 무기질과 질소 등을 함유하고 있으며, 식물은 뿌리를 통하여 이들을 흡수하여 여러 대사 과정에 사용한다.

● 논갈이로 작물을 재배할 땅을 고르는 작업

1. 흙을 잘게 부수어 작물의 씨앗이 흙에 잘 묻히도록 한다.
2. 흙 속으로 신선한 공기가 원활하게 공급되도록 한다.
3. 깊은 땅속의 영양분을 끌어올리고, 표면 가까이에서 고루 섞이도록 한다.

● 벼 그루터기의 이용

추수가 끝난 논에 남겨진 벼 그루터기의 줄기와 뿌리는 토양 미생물의 증식에 필요한 환경을 제공하고, 이들에 의해 여러 종류의 물질로 분해되어 이듬해 작물의 성장과 발육에 필요한 영양소가 된다.

● 퇴비의 효과

1. 토양 유해 미생물을 사멸시키고 잡초의 씨앗을 제거하여, 미생물에 의한 작물의 병을 예방하고 잡초에 의한 영양분의 손실을 방지한다.
2. 토양 흙 사이로 물과 공기가 잘 통하게 하며, 햇빛의 흡수율을 높여 유익한 미생물의 증식을 돕는다.
3. 퇴비의 유기물은 토양 오염을 예방한다.

1. 작물 생산

☆ | 소단원의 학습 목표 |

1. 질소 고정의 의미와 질소 비료의 기능을 설명할 수 있다.
2. 농업 기술의 발달이 작물 생산에 미치는 영향을 설명할 수 있다.

🕒 | 1차시 |

289~290 쪽

도입(5분)	전개(35분)	정리(10분)
식량과 작물의 생산	작물의 성장과 토양의 역할, 작물의 성장에 필요한 영양소, 질소 고정	질소 고정을 통한 식물과 미생물의 공생 관계

☆ | 동기 유발을 위한 제안 |

- 봄에 농부가 겨우내 얼어붙었던 땅을 일구는 장면을 생각하고, 농부가 씨앗을 뿌리기 전에 하는 농업 활동과 목적을 이야기해 보도록 한다.

창의인성 **활동의 이해**

활동 1 식물은 질소를 어떻게 이용할까?

목표

- 식물이 질소를 이용하는 원리를 설명할 수 있다.

정리

1. 토양에는 많은 종류의 미생물들이 증식하고 있으며, 이들 중 일부 종류는 토양의 흙 입자 사이에 있는 공기 중의 질소를 사용하여 암모니아(NH₃)나 질산염(NO₃) 등을 생산한다. 일부 미생물의 경우, 토양의 각종 유기 물질이나 사체, 낙엽 등을 분해하는 과정에서 암모니아 또는 질산염 등이 생산되기도 한다.
2. 자연 상태에서 지각에는 본질적으로 질소가 없기 때문에 암석의 풍화 작용에 의한 질소 순환은 없으며, 대다수 생물은 대기에서 질소를 얻는다. 그러나 식물과 동물은 공기 중의 질소인 N₂(질소 분자)를 N(질소 원자)으로 분해하여 직접 사용할 수 없기 때문에 반드시 질소를 포함하는 암모니아나 질산염 등으로 전환된 형태가 제공되어야 한다.
3. 식물은 질소를 흡수하여 아미노산이나 단백질, 핵산 등을 합성하는 데 사용한다. 그러므로 식물체 내에 질소가 부족할 경우 정상적인 생장이 이루어지지 않고, 엽록소의 발달이 정상으로 되지 않아 잎이 누렇게 되며, 심하면 하얗게 되기도 한다.

평가 기준표

활동 과정	평가 문항	점수
정리	식물이 질소를 어디에 사용하는지 창의적이고 합리적인 답을 하였는가?	상, 중, 하

☆ | **보충 자료** |

● **작물의 성장에 필요한 것**

식물은 광합성을 통하여 생산된 탄수화물을 사용하여 성장하고 번식한다. 식물의 원활한 광합성을 위해서는 충분한 햇빛과 적당한 온도에 물, 탄소, 질소 및 각종 무기질 등이 지속적으로 제공되어야 한다.

햇빛과 온도는 자연으로부터 제공되며, 물과 탄소는 순환에 의해 공급될 수 있지만, 질소를 포함한 각종 무기질은 인위적으로 제공되어야 작물의 성장과 발육을 증가시킬 수 있기 때문에 작물 생산을 위하여 퇴비와 비료 등을 준다.

질소 비료와 농업 기술의 발달

질소는 식물의 성장에 가장 큰 영향을 미치는 원소이지만, 경작지에 부족해지기 쉬운 원소이기도 하다. 식물이 질소를 이용하는 방식에 대해 알아보자.

창의인성

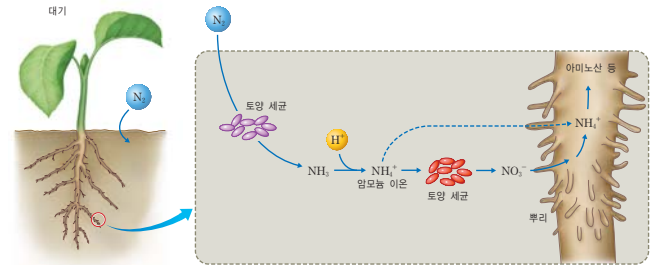
활동 1 식물은 질소를 어떻게 이용할까?

목표 식물이 질소를 이용하는 원리를 설명할 수 있다.

자료 해석

과정

그림 6은 대기 중의 질소가 식물이 이용할 수 있는 질소 화합물로 고정되는 과정이다.



▲ 그림 6. 질소 고정 토양 세균이 대기 중의 질소를 질소 화합물로 고정하면 식물은 이를 뿌리를 통해 흡수한다.

정리

1. 공기 중의 질소를 식물이 이용할 수 있는 형태로 전환해주는 것은 무엇인가?
2. 식물은 어떤 형태의 질소를 이용하는가?
3. 창의인성 식물은 질소를 흡수하여 어디에 사용할까?

1



식물은 대기 중의 질소를 직접 사용할 수 없기 때문에 토양 세균이 대기 중의 질소를 이용하여 생성한 암모늄 이온 등 질소 화합물을 흡수하여 단백질 합성에 필요한 질소원으로 사용한다. 콩과식물의 뿌리에 공생하는 뿌리혹박테리아도 대기에서 풍부하게 공급되는 질소를 이용할 수 있어 식물에게 이용 가능한 형태의 질소 화합물을 제공하고 식물로부터 양분을 얻는다. 독일의 리비히(Leibig, J. F. von, 1803~1873)는 질소, 인, 칼륨이 식물 성장에 꼭 필요한 원소라는 것을 밝혀냈고, 이를 바탕으로 1843년 세계 최초의 인조 비료인 과인산석회가 생산되었다.

● **질소**

공기 중의 질소는 2개의 질소 원자가 하나로 결합된 형태인 N₂로 이루어져 있다. 각 질소 원자는 3중 결합으로 알려진 매우 강력한 결합에 의해 서로 연결되어 있기 때문에, 생물체가 대기 질소를 각 질소 원자로 분해하여 사용하기 위해서는 높은 에너지가 필요하며, 식물은 질소 기체를 분해하여 질산염의 형태로 생산하는 효소가 없다.

● **질소 고정**

토양 미생물이 효소인 나이트로게네이즈(Nitrogenase)의 촉매 작용으로 대기 질소를 사용하여 암모니아와 질산염을 생산하는 과정을 질소 고정이라고 한다.

1 | **뿌리혹과 뿌리혹박테리아** |

질소 고정 능력이 있는 미생물이 식물의 뿌리에서 서식하며 공생 관계를 유지하는 경우, 식물의 뿌리에서 질소 고정 미생물의 서식처인 특별한 구조를 뿌리혹이라고 하며, 질소를 고정하며 식물에 공생하는 미생물을 뿌리혹박테리아라고 한다.



▲ 그림 8. 비료 제조 공장 ▲ 그림 9. 화학 비료 ▲ 그림 10. 적조를 줄이기 위한 황화 실포

1902년에는 인조 질소 비료가 생산되었으며, 1908년 하버가 암모니아 합성에 성공하면서 비료의 대량 생산이 가능해졌다. 퇴비, 분뇨 등 과거의 유기질 비료는 오늘날 무기질 화학 비료로 대체되었으며, 이에 따라 작물 수확량은 놀라운 증가율을 보였으나 화학 비료는 여러 가지 환경 문제를 유발하기도 하였다.

질소 비료는 짧은 시간에 토양에 양분을 공급하여 작물 생산량을 증가시키므로 작물 경작에 반드시 필요한 것으로 여겨졌다. 그러나 최근 들어 화학 비료는 토양을 산성화시킬 뿐만 아니라, 빗물에 씻겨 내려가 강과 바다에 부영양화를 초래하여 적조 현상을 유발한다는 보고가 잇따르고 있다. 또 몸에 해로운 작물이 생산될 염려가 있다 하여 천연 비료를 사용하여 재배한 유기농 작물이 늘어 가는 추세이다.

한편, 농업의 기계화 역시 작물의 생산성을 높이는 데 한 몫을 하였는데, 다음 활동을 통해 농업 기술의 발달이 작물 생산에 기여한 바를 알아보자.

부영양화
물속에 질산염, 인산염 등 영양 물질의 농도가 지나치게 높아지는 현상으로, 플랑크톤이 급격히 증가하는 적조 현상의 원인이 된다. 적조가 발생하면 산소 부족으로 물고기 가 폐죽음을 당하기도 한다.

참의력 키우기 화학 비료를 사용하지 않고도 작물 생산량을 늘릴 수 있는 방법은 없는지 생각해 보자.

생활 속의 과학 | 윤작

우리나라에서는 예부터 벼농사가 주를 이루었고 밭농사로는 보리와 콩을 주된 작물로 경작해 왔다. 그리고 전통적 농업의 핵심은 토지의 유기물 순환과 작물 특성을 이용한 윤작 체계였다고 할 수 있다. 윤작은 한 장소에서 해를 연이어 같은 작물을 재배하지 않고 몇 가지 작물을 특정한 순서로 반복하여 재배하는 돌려짓기를 의미한다. 벼농사로 척박해진 땅에 콩을 심으면 콩의 질소 고정으로 토양의 비옥도가 유지되거나 증진되므로 땅을 쉬게 하지 않고도 벼농사를 지을 수 있었다. 또 여름에 수확하는 보리와 가을에 수확하는 벼를 교대로 재배하여 제한된 농토를 효율적으로 이용하기도 하였다. 화학 비료가 없던 시절, 우리 선조들은 윤작을 통하여 토양을 보호하고, 병충해와 잡초로 인한 피해를 줄이면서 토지 이용도를 상승시키는 지혜를 발휘한 것이다.



▲ 그림 11. 콩밭

2차시

291~292 쪽

도입(5분)	전개(35분)	정리(10분)
질소 비료	합성 비료, 현대와 과거의 농업 기술	산업의 발달이 농업에 미친 영향

★ | 동기 유발을 위한 제안 |

- 식물의 생장을 향상시키기 위하여 농부가 토양의 조건을 개선할 수 있는 방법들을 이야기해 보도록 한다.
- 과학 기술에 의한 현대 농업의 기계화가 무엇을 의미하는지 알아보고, 농업 기계화의 의의를 토론해 보도록 한다.

★ | 지도상의 유의점 |

1. 식물의 생장에 필요한 무기 염류의 기능을 설명한다.
2. 과거의 노동 집약적 농업 방식과 현대의 기계화된 농업 기술의 차이를 설명하고, 농업 기술의 현대화가 식물 증산에 끼친 영향을 설명한다.

2 | 비료의 주요 성분 원소 |

화학 합성 비료는 식물의 3가지 필수 영양분인 질소, 인, 칼륨을 함유하고 있다.

1. 질소(N): 일반적으로 토양에는 질소가 풍부하지만, 식물이 사용할 수 있는 질소 공급원은 용해된 암모늄 이온이나 질산염 등으로 제한되어 있기 때문에, 질소 결핍은 식물에서 가장 흔히 나타나는 영양 결핍이다. 질소 결핍은 식물의 생장을 저하시키고 잎이 노랗게 되는 황화 현상을 유발한다.
2. 인(P): 질소와 마찬가지로 토양에는 인이 충분히 함유되어 있으나, 식물이 필요로 하는 인 화합물인 인산염($H_2PO_4^-$, HPO_4^{2-})은 토양 속에 충분하지 않아 질소 다음으로 흔한 영양 결핍을 유발한다. 인은 생물체에서 에너지 저장체인 ATP, 핵산인 DNA와 RNA, 그리고 세포막의 주요 구성 원소이다. 인의 결핍은 새로이 생성되는 잎의 성장을 감소시키고 가늘게 하여 식물의 성장을 방해한다.
3. 칼륨(K): 식물은 토양 속의 칼륨 이온을 뿌리로 흡수하는데, 토양 속의 칼륨 화합물은 대부분 물에 잘 녹지 않아 식물이 쉽게 흡수하지 못하므로 부족해지기 쉽다. 칼륨의 결핍 또한 식물의 생장을 방해하는데, 잎을 조기에 퇴화시키고 뿌리와 줄기를 약화시킨다.

★ | 보충 자료 |

● 화학 비료 사용에 따른 장점과 단점

식물에 영양 결핍 증상이 나타나면 적당한 비료를 선택하여 토양을 비옥하게 함으로써 쉽게 해결할 수 있다. 비료는 대부분 질산염이나 인산염처럼 식물이 직접 사용 가능한 무기 화합물로 구성되어 있다. 그러나 무분별하고 과도한 비료의 사용은 토양의 성질을 변화시키거나 토양 오염 문제를 초래할 수 있으며, 토양에 남아 식물에 흡수되지 않고 강이나 하천으로 흘러들어 수질 오염의 원인이 되기도 한다.

참의력 키우기 화학 비료 대신 퇴비와 같은 유기질 비료를 만들어서 사용하는 방법이 있다. 간편한 화학 비료에 비해 제조해서 사용하는 과정이 번거롭기는 하지만 토질과 환경에 해로운 영향을 줄이면서도 작물 생산량에 있어 화학 비료와 비슷한 효과를 거둘 수 있다. 또 콩과식물을 함께 가꾸어 토양에 부족해지기 쉬운 질소 화합물을 공급하거나, 토질이 자연적으로 회복될 수 있도록 정기적인 휴한 또는 윤작(돌려짓기)을 하는 방법이 있다.

창의 인성 **활동의 이해**

활동 2 농업 기술의 발달이 작물 생산에 끼친 영향은 무엇일까?

목표

- 농업 기술의 발달이 작물 생산 증대에 끼친 영향을 설명할 수 있다.

정리

1. 과거와 현대의 농업 기술의 뚜렷한 차이는 농기구의 기계화와 자동화이다. 과거에는 사람이 직접 연장이나 가축을 이용하여 농사를 지었으나, 산업 혁명으로 일어난 기술 혁신은 농업에도 혁명적인 변화를 가져왔으며, 이제까지 사람이나 동물이 하던 일을 기계가 대신하는 광범위한 기계화가 시작되었다. 기계화를 통해 농부들은 농지를 더욱 확장할 수 있게 되어 생산성을 높일 수 있었으며, 농업의 노동 집약적 형태는 기계화로 변화되어 노동 효율의 증가와 시간의 절약이라는 성과를 얻게 되었다.
2. 농업 기술의 발달은 생산성을 향상시켜 증가하는 인구의 식량 문제를 해결하였다. 또 화학 비료의 합성, 새로운 관개 시설의 건설, 초식자와 병원균 및 잡초를 제어하는 화학 물질의 개발, 유전자 조작 식물의 이용 등도 기존 경작지의 생산성과 품질을 증가시켰다.
3. 현대의 농업 기계화로 인해 노동 시간이 감소하였다. 그 결과 여가를 활용하여 취미 활동을 하기도 하며, 부업을 병행하는 것도 가능해졌다. 반면, 집약적 노동이 사라짐으로써 가족의 단결, 이웃 사이의 연대 의식이 약해졌고 소외 계층이 발생하였다.

평가 기준표

활동 과정	평가 문항	점수
정리	과거와 현대의 농업 방식의 차이, 농업 기술의 발달이 작물 생산 증대에 끼친 영향, 농업 기계화가 농촌 생활에 미친 영향에 대해 자신의 의견을 활발하게 말하였는가?	상, 중, 하

보충 자료

● **녹색 혁명과 산업 혁명**

녹색 혁명은 농업에서의 생산성 증가를 이루어 일대 혁명을 일으켰다. 농업에서의 혁명을 이루게 된 비료와 농약의 개발, 관개 시설 확보와 건설, 농기구의 기계화와 대형화 등과 같은 전략의

활동 2 농업 기술의 발달이 작물 생산에 끼친 영향은 무엇일까?

목표 농업 기술의 발달이 작물 생산 증대에 끼친 영향을 설명할 수 있다.

토의, 발표

과정

그림 12는 과거와 현대의 여러 가지 농업 방식을 나타낸 것이다.



▲ 그림 12 _ 과거와 현대의 농업 방식

정리

1. 과거와 현대의 농업 방식에 어떤 차이가 있는지 토의해 보자.
2. 농업 기술의 발달이 작물 생산 증대에 끼친 영향을 토의하여 발표해 보자.
3. **창의 인성** 현대의 농업 기계화가 작물 생산의 증대 외에 농촌 생활에 미친 영향에 대해 토의해 보자.

협동 모둠원끼리 그림의 농기구를 나누어 조사하고 결과를 공유하도록 한다.



▲ 그림 13 _ 관개 시설(저수지)

현대의 트랙터는 과거의 쟁기를 대신하고, 이앙기는 모내기하는 농부의 손을, 콤팩터는 낫을 대신한다. 농기구의 발달은 감소하는 농촌 인력을 대신하여 노동 효율을 높이는 데 큰 몫을 했다. 또 저수지, 댐 등 관개 시설이 확충됨으로써 가뭄과 홍수의 영향을 적게 받으면서도 작물에 필요한 물을 안정적으로 공급할 수 있게 되었고, 이는 곧 수확량 증대로 이어졌다.

확인하기

- 이해 1. 식물이 생장에 필요한 질소를 얻는 방법은 무엇인가?
 적용 2. 과학 기술의 발달이 작물 생산량 증대에 기여한 사례를 3가지만 들어 보자.
 인성 3. 화학 비료가 인류에게 미치는 긍정적인 영향과 부정적인 영향을 1가지씩 써 보자.

대부분은 산업 혁명 이후에 과학 기술의 개발과 발달을 통해 이루어졌다. 또한, 생명 과학 기술의 개발과 발달은 작물의 품질과 생산량의 개선에 크게 기여하였다.

확인하기

1. 토양 속의 세균이 대기 중의 질소를 질소 화합물로 전환하면, 식물은 뿌리를 통해 이를 흡수하여 이용한다.
2. 비료의 개발로 토질을 개선하여 작물 성장량을 증가시켰고, 농기구의 개발로 같은 시간 동안 더 많은 작물을 생산할 수 있게 되었다. 또 관개 시설의 발달로 가뭄과 홍수 피해가 줄어서 수확량을 증대시킬 수 있었다.
3. 화학 비료는 토양에 영양분을 공급하여 작물 생산량을 증대시켰으므로 식량 증산에 기여하였다. 반면, 무기 염류의 과다 증가로 강과 호수 등지에 부영양화를 초래하여 수질 오염을 유발하기도 하였다.

2

품종 개발을 통한 식량 증산

학습 목표 • 농작물과 가축 개량에 이용되는 육종의 원리를 설명할 수 있다.
• 유전 공학 기술을 이용한 농작물과 가축 개량 원리를 설명할 수 있다.

최근 들어 예전에는 볼 수 없었던 자주색 감자와 붉은색 감자가 종종 눈에 띈다. 이 감자들은 농촌진흥청의 과학 기술로 만들어진 것인데, 그림 14는 일반적인 감자와 이들 개량 감자들이다. 감자뿐 아니라 재래종보다 더 달고 크기도 큰 딸기, 수박, 배 등 요즘에 나오는 과일과 채소는 예전 것보다 품질이 우수한 것들이 많은데, 이와 같은 품종은 어떤 과정으로 만들어진 것일까?

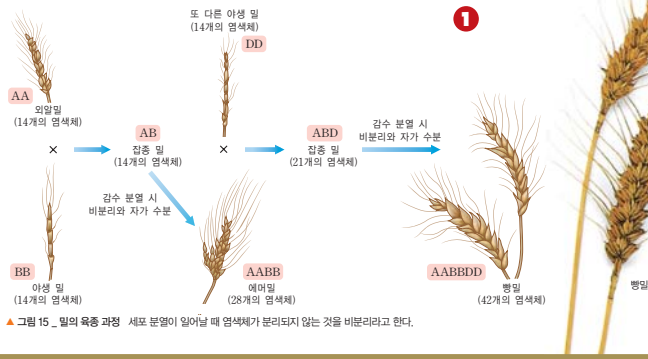


▲ 그림 14_ 3가지 색 감자를 시식하는 어린이들

전통적 방법에 의한 육종

작물 육종 육종이란 작물의 수확량을 늘리고 품질을 개선하기 위해 신품종을 개발하거나 품종을 개량하는 것을 말한다. 즉 작물 육종은 지금 재배하는 품종보다 더 나은 품종을 만들어 내는 데 그 목적이 있다.

경적이 시작된 이래 인류는 재배 효율이 높고 품질도 좋은 쪽으로 작물을 개량해 왔다. 이 과정에서 주로 이용된 방법이 교배를 통한 품종 개량이다. 예를 들면, 오늘날 빵의 원료로 널리 이용하고 있는 빵밀은 야생 밀과 에머밀의 잡종이다. 빵밀은 수확량이 많고 품질이 우수한 개량종으로 전 세계 농지에서 경작되고 있다. 그림 15는 빵밀의 육종 과정을 나타낸 것이다.



★ | 지도상의 유의점 |

1. 작물 육종은 작물을 성장시켜 재배하고 수확하는 단순한 경작 과정이 아니라 작물의 수량성과 품질을 높이기 위하여 품종을 개량하는 것임을 설명한다.
2. 과거 전통적 방법에 의한 작물과 가축의 품종 개량은 우수한 형질을 가지는 개체와 동일 종 간의 인위적인 교배에 의하여 이루어지는 기술임을 설명한다.

1 | 밀의 진화와 육종 과정 |

그림 15는 현재 가장 많이 재배하는 빵밀의 육종 과정을 보여 주고 있다. 밀의 육종은 사람들이 농업에서 재배하던 이배체 밀인 외알밀(AA)과 경작지 근처에서 잡초처럼 자라고 있던 야생종 이배체 밀(BB)을 교배하여 잡종 밀(AB)을 만들면서 시작되었다. 잡종 밀(AB) 개체는 염색체 A와 B 사이에 상동 염색체가 존재하지 않기 때문에 생식 세포 형성 시 정상적인 감수 분열이 일어나지 않아 잡종 2대를 만들 수 없었다. 그러나 잡종 개체(AB)에서 감수 분열 시 이배체인 생식 세포가 형성되고, 이들 생식 세포 사이에서 자가 수분이 일어나 AABB의 조성을 가지는 새로운 4배체의 야생종인 에머밀이 생성되었다. 야생 에머밀은 유라시아 대륙과 북미의 서부 지역에서 재배되고 있으며, 면류를 만들 때 사용한다.

야생종인 에머밀이 재배되는 과정에서 에머밀과 비슷한 종인 야생 밀(DD)과 잡종이 형성되어 잡종 밀인 ABD가 형성되었고, ABD 잡종은 자손을 형성하지 못하지만 자가 수분이 일어나 염색체 수가 42개인 AABBDD의 빵밀이 생성되었으며, 이 빵밀이 현재 널리 사용되고 있다.

★ | 보충 자료 |

- 작물 육종과 생산성 증대
육종이란 기존의 품종보다 더 나은 품질과 높은 수확량을 가진 새로운 품종을 개발하거나 개량하는 것을 말한다.
작물의 생산성을 증가시키는 방법으로는 생산 면적의 확대를 들 수 있으며, 경작지의 확보와 확대는 국가의 식량 정책 등과 관련되어 있다. 작물의 생산을 증가시키는 다른 방법은 생산성의 향상으로, 토지 단위 면적당 선택한 작물의 생산량 비율을 증가시키는 것이다. 작물의 생산량에는 작물이 가지고 있는 유전성과 경작지의 환경 조건, 재배 기술이 크게 작용하며, 전통적으로 교배에 의하여 작물의 우수한 유전 형질을 개량하는 육종 기술이 생산량 증가를 위한 중요한 방법으로 사용되어 왔다.

2. 품종 개발을 통한 식량 증산

★ | 소단원의 학습 목표 |

1. 농작물과 가축 개량에 이용되는 육종의 원리를 설명할 수 있다.
2. 유전 공학 기술을 이용한 농작물과 가축 개량 원리를 설명할 수 있다.

3차시 293~295 쪽

도입(5분)	전개(40분)	정리(5분)
식량 증산을 위한 품종 개발	전통적 방법에 의한 육종	교배 육종으로 통일벼 생산

★ | 동기 유발을 위한 제언 |

- 우리가 생활 주변에서 구입한 품종 개발 작물의 예를 들어 보게 하고, 품종 개량된 작물을 사용했을 때 개량 전과 후의 상태를 상상하며 비교하여 차이점을 이야기해 보도록 한다.

과학자 이야기

씨 없는 수박

씨 없는 수박은 일반 수박에 콜히친을 처리하여 나타나는 염색체의 배수성(倍數性)을 이용한 것이다. 1947년 일본의 유전학자 기하라 히토시가 만들었으며, 1952년 우장춘 박사가 국내에 처음 소개하였다. 정상적인 수박의 2배체 싹에 콜히친 처리를 하여 4배체를 얻고, 이것을 다시 2배체와 교배시키면 3배체의 씨가 생긴다. 이것을 심어서 얻은 열매가 바로 씨 없는 수박이다.

씨 없는 수박이라고 해서 수박 속에 씨가 전혀 없는 것은 아니다. 씨는 있지만 그 씨 자체가 종자로서의 구실을 못하는 것이다. 따라서 3배체 외에 화분용으로 일반 품종을 재배해야 한다. 그러나 그에 따른 기술적인 문제뿐 아니라 수확기가 늦고 기형 과실이 발생하는 등의 문제점이 있어 많이 이용되지는 않고 있다.

일반 수박은 종자가 모든 영양분을 섭취하고 남은 것이 과육에 축적되지만, 씨 없는 수박은 씨가 영양분을 흡수하지 않고 과육으로만 영양분이 축적되므로 맛과 당도가 뛰어나다는 장점도 있다.



▲ 그림 16 ... 통일벼

통일벼는 우리 재래종인 북방계 벼 '자포니카'와 남방계 벼 '인디카'를 교배하여 얻어 낸 것으로, 키가 재래종 벼의 반 정도여서 태풍에도 잘 쓰러지지 않고 병충해에도 강하다. 또 이삭 하나에 열리는 낱알의 수가 재래종의 1.5배, ha당 수확량이 4.94톤에 달하여 당시 세계 최고를 기록하였다. 그 이후 고품질의 벼 품종이 계속 개발되어 우리 식탁에 오르고 있다.

과학자 이야기 | 우장춘 1898-1959

'우장춘 박사' 하면 '씨 없는 수박'을 떠올리는 사람이 많다. 하지만, 씨 없는 수박은 원래 일본의 유전학자가 개발한 것으로 육종의 중요성을 홍보하기 위해 우장춘 박사가 이용한 것뿐이다. 우장춘 박사는 다른 종 사이의 교배를 연구하여 곱꽃 페튜니아와 같은 새로운 품종을 만들어 냈는데, 다른 종 사이의 교배를 성공시킨 그의 연구 내용은 당시 다윈의 '종의 기원' 이론을 수정해야 할 정도로 획기적인 것이었다.

1950년, 오랜 식민지 생활 끝에 해방을 맞아 어려움 때에 일본에 있던 우장춘 박사는 대한민국 정부의 권유로 가족을 등지고 귀국하였다. 당시 우리나라의 채소 재배는 일본의 종자에 의지하고 있었는데, 우장춘 박사는 국내 환경에 알맞은 무, 배추 등 채소 종자를 개발하여 자급자족을 실현하였다. 1년에 2번 수확할 수 있는 벼, 제주 김귤, 바이러스에 강한 고행지 감자 등 지금 우리가 먹고 있는 대부분의 채소와 곡식 품종이 그의 노력으로 개발된 것들이다.



과학자 우장춘은 조국에서의 짧은 생애 동안 천재적인 발상과 열정, 근면함으로 우리 민족을 가난과 굶주림으로부터 구해냈다. 하지만 일종의 순간에도 병상 옆에 연구 종이던 벼를 두고 바라보았다는 그의 동족애와 애국심은 오늘날 살아가는 과학자의 소명애에 대해 다시 한번 생각하게 한다.

보충 자료 |

육종 방법

일반적으로 생물은 자연계의 변천과 더불어 그것에 적응한 새로운 종으로 진화되어 가는데, 육종은 그 생물의 특성을 보다 인간 생활에 적합한 것으로, 그리고 보다 빨리 인공적으로 진화시키는 인공적 진화라고 할 수 있다. 다음 방법들은 단독 또는 조합하여 사용된다.

1. 분리 육종: 같은 종에서도 잘 살펴보면 자연적인 변종이 있는데, 특히 재래 품종 중에는 잡다한 성질을 가진 것이 섞여 있다. 이것을 분리하여 이용 가치가 높은 것을 선택하는 방법이 분리 육종이다. 작물의 번식법에 따라 순계 분리법, 계통 분리법, 영양계 분리법 등이 있다.
2. 교잡 육종: 인공적으로 특정하게 다른 종이나 품종을 교배시켜 그 자손 가운데서 양친이 가진 뛰어난 형질을 함께 가진 유용한 것을 골라 내는 방법이다.
3. 돌연변이 육종: 특정 화학 약품, 방사선 등을 생물체에 처리하면 여러 돌연변이가 생기는데, 이것을 이용하여 그 중에서

유용한 것을 골라 내는 방법이다.

4. 배수체 육종: 생물은 그 종에 따라 특정한 수의 염색체 쌍(유전체)을 갖는데, 이것을 화학 약품으로 처리하여 배수체로 만듦으로써 뛰어난 것을 얻는 방법이다. 예를 들면, 씨 없는 수박은 일반 수박에 콜히친을 처리하여 나타나는 염색체의 배수성을 이용한 것으로, 이 방법을 응용한 것이다.

가축 육종 |

자연적이지 않은 방법을 통해 가축 사육사들이 원하는 유전적 변화가 가축의 무리에서 빨리 일어나게 하기 위하여 개발한 기술로, 유전자 재조합 기술과 구별된다.

1. 목적과 결과: 가축 사육사들은 자연적으로 발생하는 유전자를 인위적으로 가축에 도입하여 가축의 생산성과 건강, 품질을 개량시키기 위해 가축 육종을 시행하였으며, 그 결과로 가축은 더 건강해졌고, 이들로 만든 식품은 저렴하면서 고품질이다. 또한, 가축 육종은 멸종 위기에 처한 동물의 종 보존을 위해서도 시행되고 있다.

2

가축 육종 식량으로 이용하는 가축에는 소, 돼지, 닭 등이 있다. 예부터 이러한 가축의 품질을 향상시키기 위해 우수한 암수 개체를 선택하여 인위적으로 교배시키는 가축 육종이 이용되어 왔는데, 오랜 시간 이와 같은 과정이 축적되어 오늘날 우리는 과거보다 육질이 좋은 소, 살이 많은 돼지 등을 이용하고 있다. 가축은 태어나서 자라기까지 오랜 시간이 걸리며, 단순한 암수 교배로 원하는 결과가 보장되는 것이 아니기 때문에 전통적인 가축 육종에는 많은 노력과 인내가 필요하다.

과학 마당 | 우주 육종

식물의 종자를 우주 방사선과 진공, 우주 자기장 등 지구와 전혀 다른 우주 환경에 노출시켜 돌연변이를 유발함으로써 새로운 품종을 개발하는 방법을 우주 육종이라고 한다.

2000년에 중국은 세계 최초로 우주 육종 전용 위성을 발사하였으며, 당시 우리나라도 벼, 콩, 난 등 7종의 종자를 실어 보냈다. 또 2008년에는 러시아의 화물 우주선 소유즈 호에 국내 토종 종자와 생물 배양 장치를 실어 우주 정거장으로 보냈다.

우주 육종은 성장 속도가 빠르고 수확량이 많으며 품질이 우수한 종자를 개발하는 데 그 목적이 있다. 또 병충해나 혹한 기후에 내성을 가진 '슈퍼 씨앗'을 만드는 데도 효과가 있을 것으로 기대하고 있다. 실제로 우주에 갔다 온 씨앗의 약 20%가 열매가 많이 맺히거나 크기가 커지고 병균에 대한 저항력이 커지는 등 품질이 개선된다는 것이 밝혀졌다. 그러나 씨앗을 우주로 올려 보내는 데에는 많은 비용이 들고, 우주 육종을 통해 개발된 식물이 인체와 환경에 미치는 영향이 확인되지 않았다는 문제가 있다.



▲ 그림 17 우주 정거장으로 보낸 국내 토종 종자

유전자 재조합을 통한 품종 개발

유전자 재조합 기술은 어떤 생물의 유전자 중 유용한 유전자만을 취하여 다른 생물의 유전자와 조합하는 기술을 말한다. 유전자 재조합 기술은 서로 다른 생물의 유전자를 조합시켜 유용한 품종을 만들 수 있다는 점에서 전통적 육종과 의미가 같다. 다만, 전통적 육종 방법이 자연적으로도 교배가 가능한 생물들을 선별 교배시켜 우연히 희망하는 특성을 가진 자손이 나오기를 기대하는 방법이었다면, 유전자 재조합 기술은 교배가 불가능한 생물 종에서도 특정 유전자를 골라 내어 직접 도입하는 방식으로, 보다 정확하고 빠른 방법이라는 데 그 차이가 있다.

다음 활동을 통해 유전자 재조합 기술의 원리와 이를 이용하여 유전자 재조합 식물이 만들어지는 과정에 대해 알아보자.

2. 방법

- ① **인공 수정:** 우수한 황소의 정액을 보존하여 전 세계 어디에서나 암소를 인공 수정시키는 것으로, 씨받이용 황소의 정자에 의해 생산된 송아지들은 더 건강하다.
- ② **복합 배란 배아 이식:** 우수한 유전적 특성을 가진 암컷을 많은 수의 난자를 배란시키는 호르몬으로 처리하여 인공 수정시킨 후, 그 결과로 나온 배아들을 모체에서 떼어내어 대리모에 착상시켜서 생산하는 방법이다. 배아 이식은 우수한 품종의 동물들을 생산 및 사육하는 데 걸리는 시간을 단축할 뿐만 아니라, 다른 나라들로 우수한 유전 물질을 수송하기 위한 수단으로도 이용된다.
- ③ **핵치환과 핵융합:** 핵치환은 한 개체의 배아 세포로부터 핵을 떼어내어, 이 핵을 이미 핵을 제거한 다른 개체의 난자에 옮기는 것이며, 핵융합은 수정된 접합자가 발생하는 과정 중에 각각의 배아 세포들을 분리하여 이미 핵이 제거된 난자들과 융합시키는 것이다. 핵치환이나 핵융합된 세포들은 대리모에 착상시켜 생산한다.

4차시

295~296 쪽

도입(5분)	전개(35분)	정리(10분)
생물 공학적 방법을 이용한 품종 개발	유전자 재조합, 재조합 유전자의 식물체 도입, 식물 조직 배양	유전자 재조합 기술에 의한 작물 생산

★ | 동기 유발을 위한 제안 |

- **당뇨병 환자의 치료를 위하여 세균에서 사람의 인슐린을 대량 생산하여 사용하는 것이 어떻게 가능한지 Ⅲ단원의 유전 형질 발현과 관련하여 토의해 보도록 한다.**

★ | 지도상의 유의점 |

1. 유전자 재조합 기술에 의한 품종 개량은 전통적인 인위적 교배와 달리 우수 유전 형질을 이종의 생물에 도입하여 사용할 수 있는 기술임을 설명한다.
2. 우수 형질을 가지는 생물로부터 유용 유전자를 분리하여 세균의 플라스미드에 삽입함으로써 유용 유전자를 대량 생산할 수 있는 유전자 재조합 기술을 설명한다.
3. 인위적인 교배에 의한 전통적 육종 방법과 유전자 재조합 기술을 사용한 육종 방법을 비교하여 차이점을 설명한다.

★ | 보충 자료 |

- **유전자의 발견**
 1. 서턴(1903년): 유전자는 염색체에 있다는 염색체설을 주장하였다.
 2. 모건(1926년): 유전자는 염색체의 특정 위치에 있다는 유전자설을 주장하였다.
 3. 그리피스, 에이버리(1928년), 허시, 체이스(1952년): 유전자의 본체는 DNA임을 밝혔다.
 4. 왓슨과 크릭(1953년): DNA 분자는 2중 나선 구조임을 밝혔다.
 5. 니런버그(1968년): 유전 정보의 해독과 단백질 합성 과정을 밝혔다. 핵 속의 DNA에 청사선처럼 들어 있는 유전 정보는 mRNA라는 형태로 전사되어 세포질로 이동된 후 이를 이용하여 단백질이 합성된다. 즉 유전 정보는 핵 속에 들어 있지만 이것을 정보로 해서 단백질 형태로 합성되어야 형질이 발현될 수 있다.

창의인성 **활동의 이해**

활동 3 유전자 재조합 기술은 품종 개발에 어떻게 이용될까?

목표

- 유전자 재조합 기술의 원리와 활용에 대해 설명할 수 있다.

정리

1. 전통적인 육종은 우량 형질을 지닌 개체를 선발하여 그들 사이의 인공적인 교배나 교잡을 통해 우량 형질을 나타내는 새로운 돌연변이체를 만들어 선발함으로써 이루어졌다. 그러나 이와 같은 육종 방법은 교배 후 자손의 생산과 유전 형질의 검증에 오랜 시간과 경비가 필요하며, 자손을 생산하더라도 유전적 형질이 우수하지 않거나 필요한 형질을 가지지 않는 경우도 많다. 현재는 이러한 육종 프로그램이 유전 공학적 방법을 도입함으로써 효율적으로 개선되고 있다. 유전자 재조합 기술을 이용하면 특정 형질의 유전자를 분리하여 교배가 불가능한 종 사이에서도 조합 가능하며 정확하게 원하는 형질을 얻을 수 있다.
2. 식물 육종학자들은 유전 공학적 기술을 이용하여 작물의 광합성 효율 증진, 비료를 덜 쓰는 작물의 개발, 품종의 질적 향상, 각종 질병을 유발하는 병원체와 해충에 내성을 지니는 작물의 개발 등을 위하여 노력하고 있다. 유전자 재조합 기술을 사용하여 유용한 형질을 지닌 작물의 새로운 품종을 만들어 내는 데 성공하고 있으며, 이러한 유전 공학적인 방법은 농부들이 식량 자원을 생산하는 비용을 절감시켜 줄 수 있을 뿐만 아니라, 살충제나 비료에 의한 환경오염을 줄일 수 있는 일석 이조의 효과가 있다.
3. 20세기에 들어와 유전 공학적 방법에 의한 작물 육종은 작물 생산을 증가시키는 데 크게 공헌하고 있다. 그러나 생물 종 간의 인위적인 유전자의 도입과 증식으로 생물 종의 유전적 다양성이 감소하고, 작물이 병충해와 환경 변화에 더 취약하게 될 수 있으며, 이로 인하여 생물 종 간의 상호 작용이 파괴되거나 생태계 교란이 일어날 수 있다.

평가 기준표

활동 과정	평가 문항	점수
정리	유전자 재조합 식물이 환경에 미칠 수 있는 영향에 대해 활발하게 의견을 말하였는가?	상, 중, 하

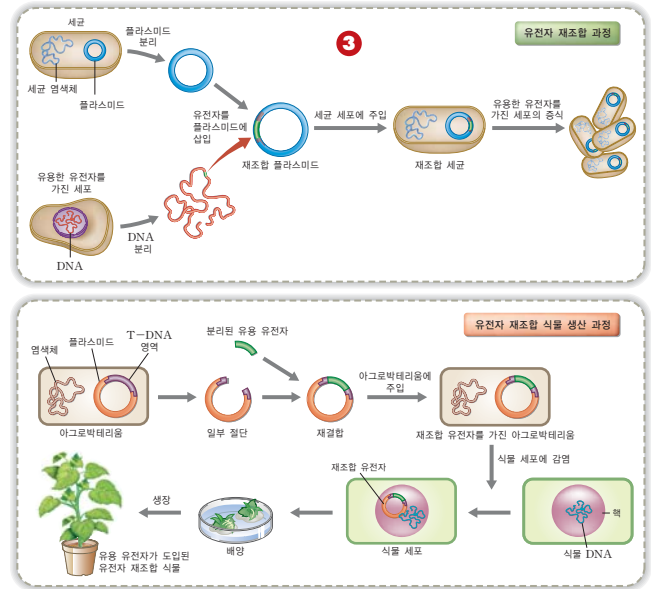
창의인성 활동 3 유전자 재조합 기술은 품종 개발에 어떻게 이용될까?

목표 유전자 재조합 기술의 원리와 활용에 대해 설명할 수 있다.

자료 해석

과정

그림 18은 유전자 재조합 식물이 만들어지기까지의 과정을 나타낸 것이다.



▲ 그림 18. 유전자 재조합 식물이 만들어지는 과정. 토양 세균인 아그로박테리움의 T-DNA는 식물 유전자에 도입시킬 수 있는 유전자 영역이다.

정리

1. 유전자 재조합 기술이 인위적 교배를 통한 종래의 육종 방법과 다른 점은 무엇인가?
 2. 유전자 재조합 기술의 유용성은 어디에 있는지 토의해 보자.
 3. **창의인성** 유전자 재조합 식물이 환경에 미칠 수 있는 영향에 대해 토의해 보자.
- 공익 과학자는 당장의 이익뿐 아니라 장래에 다수에게 돌아갈 이익까지 생각해야 한다.

3 | 유전자 재조합 과정 |

세균은 염색체와는 별도로 작은 원형의 DNA 분자를 가지고 있는데, 이것을 플라스미드(plasmid)라고 한다. 플라스미드는 거의 모든 유전자를 운반할 수 있고 세균 내에서 복제할 수 있기 때문에 실험실에서 생물의 유전자를 조작하기 위하여 세균의 플라스미드를 이용한다.

활동 3의 그림 18에서와 같이 동물이나 식물 또는 미생물로부터 분리한 유용한 유전자를 플라스미드에 재조합시킨 후 다시 세균 안으로 주입하면, 세균이 증식함에 따라 유용한 유전자를 함유한 플라스미드가 함께 복제되어 수많은 재조합 플라스미드를 생산하게 된다.

재조합 플라스미드를 만들기 위해 필요한 것이 제한 효소이다. 제한 효소는 DNA의 특정 염기쌍을 분리하므로 동일한 제한 효소를 이용하여 유용한 유전자와 플라스미드를 절단하면 둘 사이에 상보적인 염기 결합이 이루어질 수 있다. 재조합된 유전자는 직접 사용하거나 유전자 발현 과정에 의해 단백질 산물을 생산하는 데 이용한다.

유전자 재조합 기술을 이용하여 새로이 개발된 농산물을 **유전자 재조합 작물**이라고 한다. 현재 시판되는 유전자 재조합 작물에는 벼, 옥수수, 감자, 토마토, 목화 등이 있는데, 이들 가운데에는 인체에 해가 없는 독성 물질을 만들어 내어 곤충의 에벌레나 진딧물에 저항성을 갖도록 한 것도 있고, 바이러스에 대한 저항성 유전자를 도입하여 바이러스에 내성을 가지도록 한 것도 있다.

생명 공학의 발달에 힘입어 이와 같은 유전자 재조합 작물의 개발과 이용이 점차 증가하고 있는 추세이며, 최근 10년간 5천여 종 이상의 새로운 유전자 재조합 작물이 탄생하였다.

유전자 재조합 작물 (Genetically Modified Organism: GMO)
 재조합에 죽지 않는 룬, 잎이 굵고 튼튼한 옥수수, 잘 무르지 않고 변질되지 않는 토마토 등 여러 가지가 있다.



▶ 그림 19 _ 유전자 재조합 작물
 당도가 높은 옥수수 잘 무르지 않는 토마토 해충에 저항성이 있는 목화

한편, 축산업계에서는 가축에 인공 수정 기술을 도입하게 된 1970년대 이후로, 수정란 이식 및 체외 수정 기술과 같은 새로운 기술들이 개발되어 사용되었다. 그 이후 전통 육종 기술과 유전자 재조합 기술을 융합한 가축 개량과 신품종 개발로 육질이 우수한 계주 흑우 등 고품질의 축산물을 공급할 수 있게 되었으며, 수산업계에서도 재래종보다 크기가 큰 유전자 변형 어종 등이 만들어지고 있다.



▶ 그림 20 _ 계주 흑우 ▶ 그림 21 _ 보통 연어보다 크기가 큰 연어

유전자 재조합 기술의 원천 자원은 우수한 유전자이다. 앞으로 우리의 기술과 품종이 세계적인 경쟁력을 갖추기 위해서는 우리나라 고유의 우수한 유전자원을 발굴하고 보존해야 한다. 그런데 우리의 유전자원을 보존하고 개발하기 위해서는 어떻게 해야 할까?

- 2. 생물 다양성 보존에 기여하는 종자 은행의 역할을 이해하도록 한다.
- 3. 생물 다양성 보존의 의미를 생각하도록 한다.

☆ | 보충 자료 |

● 유전자 재조합 작물

유전자 재조합 기술을 사용하여 다른 생물체에서 유래한 유전자를 갖게 된 생물체를 유전 형질 전환 생물체라고 하며, 유전자 재조합 기술을 이용하여 생산된 각종 농산물을 유전자 재조합 작물이라고 한다.

유전자 재조합 기술은 각종 가축에도 이용되어 계주 흑우, 크기가 큰 연어, 육질이 우수하고 크기가 큰 돼지 등 여러 형질 전환 가축들을 생산하고 있다.

유전자 재조합은 한 생물체에 다른 생물체의 특정 유전자를 도입시킴으로써, 한 생물체의 전체 유전체 또는 하나의 특정 유전자를 조작하여 그 생물체 내에서 생성되는 단백질에 변화를 일으키는 것이다.

육종학자들을 포함하여 과학자들은 다양한 목적으로 유전 형질이 전환된 생물체를 만들어 내고 있다.

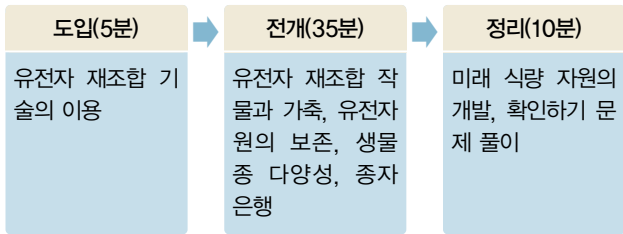
● 유전자 재조합 작물 생산 과정

유전 형질이 전환된 작물을 만들기 위해서는 ① 필요로 하는 특정 유전자 DNA를 재조합하는 과정과 ② 재조합된 DNA를 식물 세포 내로 도입하는 과정, 그리고 ③ 형질이 전환된 식물 세포로부터 전체 식물을 만들어 내는 과정이 이루어져야 한다. 창의·인성 활동 3은 이와 같은 세 과정에서 ①과 ②의 과정을 간단히 보여 주고 있다. 유전 형질이 전환된 식물 세포는 식물 조직 배양 기술을 이용하여 유전 형질이 전환된 완전한 식물 개체로 성장하게 되고, 이러한 식물을 유전자 재조합 작물로 우리가 사용하게 된다.

● 유전자 재조합 작물의 예

유전자 재조합 기술을 통해 특정 유전자를 작물에 도입함으로써 생산된 유전자 재조합 작물이 사용되고 있는 용도들을 살펴보면, 해충에 저항성이 강한 작물 종의 개발, 바이러스 및 세균 등의 병원체에 대하여 저항성이 강한 작물의 개발, 먹는 백신 단백질 함유하는 과일의 개발, 새로운 치료용 단백질을 생산하는 식물 종의 개발, 서리와 저온 및 가뭄과 같은 환경 스트레스에 대해 저항성을 갖는 식물 종의 개발 등이 있다. 앞으로도 유전자 재조합 작물의 개발 가능성은 무궁무진하다.

5차시 297~299 쪽



☆ | 동기 유발을 위한 제안 |

- 종자 은행이 무엇인지 이야기해 보도록 하고, 국립 농업 유전자원 센터를 견학한 경험이 있는지 발표해 보도록 한다. 또 종자 은행의 중요성과 생물 다양성 보존의 의미를 연관지어 생각해 보도록 한다.

☆ | 지도상의 유의점 |

- 1. 유전자 재조합 생물의 현재 개발 상황을 파악하고 앞으로의 개발 가능성을 이해하도록 한다.

창의인성 과학 글쓰기 |

종자 보존의 중요성

종자를 보존한다는 것은 유전자원을 보존한다는 의미이다. 우리의 토종 생물 유전자에 대한 권리는 일차적으로 우리에게 있지만, 지난 세월 우리가 무심한 사이에 우리 품종이 해외로 유출되어 다른 품종으로 개량된 후 역수입된 사례가 많은 만큼 이제라도 보관이 쉬운 종자 보존을 통해 다양한 우리 유전자를 확보해야 한다. 최근에는 생명 공학의 발달로 DNA를 추출하여 보관할 수도 있게 되었다. 따라서 식물뿐 아니라 여러 동물의 유전자도 보존하여 멸종 위기의 동물을 복원하는 데 사용할 수 있으며, 질병 치료 방법을 연구하기 위해 각종 세균과 바이러스의 유전자도 보존할 수 있다.

☆ | 보충 자료 |

● 종자 은행

우리가 먹고 마시는 음식의 거의 대부분은 종자, 즉 씨에서 얻어진 것이다. 종자는 인간 생활의 3가지 기본 요소인 의식주 중 하나인 먹을거리 제공의 시작이기 때문에 우리가 살아가는 데 매우 중요하다. 그러므로 우수한 품종의 종자를 발굴하고 확보하여 이를 보존하거나, 새로운 품종을 개발하는 것은 식량 문제를 해결하는 데에 중요한 요소이다. 세계 각국은 종자 은행을 구축하여 각종 식물의 종자를 확보하고 저장하며, 이들 종자를 영구히 보존하고 전통 품종의 종자가 가지는 우수 유전 형질을 사용하여 신품종 개발을 이루어 가고 있다. 우리나라에서도 국립 농업 유전자원 센터를 설립하여 우리나라 전통의 우수 작물 종자를 비롯하여 세계 각국의 식물 종자를 발굴하고 보존하며 신품종 개발을 하는 종자 은행의 역할을 수행하고 있다.

● 신품종 개발 및 식량 문제 해결에 대한 종자 은행의 역할

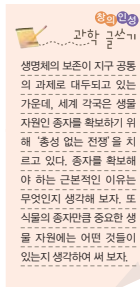
좋은 품종을 개발하려면 좋은 원료가 필요하며, 우리나라의 녹색 혁명을 이끈 통일벼가 좋은 예이다. 1960년대 말 연이은 가뭄, 벼멸구와 같은 해충의 피해로 어려움을 겪은 시기가 있었는데, 이때 식량 부족 문제를 해결하기 위하여 수량이 많고 병저항성이 있는 신품종 개발이 필요하였다. 통일벼는 자포니카형 일반 벼와 인디카형 남방 계통 벼를 교잡하여 일반 벼보다 40% 이상의 수확을 얻을 수 있는 신품종으로 개발된 것이다. 통일벼와 같은 신품종을 개발하려면 우수한 유전자원을 다양하게 확보하는 것이 중요하며, 신품종 개발은 식량 문제 해결과 직결되어 있다.

종자 은행과 생물 다양성

우리가 먹고 마시는 음식의 대부분은 씨앗, 즉 종자에서 얻어진 것이다. 이처럼 종자는 우리가 살아가는 데에 매우 중요한 요소이다. 또 우수한 신품종을 개발하기 위해서는 유용한 유전자를 가지는 종자가 반드시 필요하다. 과거의 종자는 단지 계속적인 생산을 위해 필요한 물자였지만, 현대 과학 기술에서는 식물의 종자를 유전자원으로 이용하여 더욱 이익이 되게 재생산하고, 선별 과정을 통해 식물체를 변형시키는 데 사용하기도 한다. 식물 자원의 지속적인 이용을 위하여 가장 중요한 사안은 식물의 영구적인 보존으로 가장 쉽고 경제적이며 확실한 보존 방법은 **종자 은행**을 구축하는 것이다. 한편으로 종자 은행의 구축은 서식지에서 식물 종이 멸종되어 버리는 것을 방지할 수 있는 가장 확실한 방법이기도 하다.

종자 은행은 농작물을 비롯한 식물의 종자를 수집하여 영구히 보존하고 재배종 가운데 좋은 형질을 가지는 희귀 종자 등을 발굴하여 복원하며, 새로운 품종 개발과 신약 개발 등 생명 공학의 소재로 분양하여 널리 사용할 수 있도록 하는 기능을 한다. 일단 저장 상태에 들어간 종자는 주의를 기울일 필요가 거의 없고 많은 공간을 차지하지도 않으므로, 많은 양의 종자를 간편하게 보존할 수 있다.

종자뿐 아니라 생태계를 구성하는 모든 생물 개체가 유용한 유전자원이다. 지난 세기의 산업 발달은 눈부신 경제 성장과 함께 심각한 환경오염으로 생태계를 파괴해 왔고 더불어 많은 생물 종이 사라졌다. 이는 곧 유전자원의 손실을 의미한다. 생물의 유전자는 무한한 가치를 지니고 있으며, 따라서 **생물 다양성**의 보존은 우리의 미래 조망과 직결된다. 이제라도 우리의 자산인 생태계와 생물 다양성을 보존하는 데 총력을 기울여야 할 것이다.



▲ 그림 22. 국립 농업 유전자원 센터(수원) 우리나라에서 종자 은행 역할을 하는 곳이다.

● 종자 은행의 구축과 종자 확보 및 보존은 왜 필요한가?

현대에 와서 세계가 더 우수하고 다양한 종자 확보에 몰두하는 이유는 우선 2012년부터 국제 식물 신품종 보호 동맹 협약이 발효되기 때문이다. 이 협약이 발효되면 신품종을 수입해서 사용할 경우 종자에 대한 사용료를 지불하여야 한다. 결국 농가에서는 비싼 가격의 종자를 구입하게 될 것이고, 이는 소비자의 높은 비용 부담으로 이어지게 될 것이다. 그뿐만 아니라, 종자 은행에서 확보한 우수 종자는 신품종 개발에도 영향을 미치게 되고, 이것은 농업 경제에도 중요한 사항이다. 우리 종자를 이용하여 우리 힘으로 개발한 신품종은 우리 농가의 새로운 소득원이 될 것이기 때문이다.

한편, 식물 자원은 식량 문제 해결 외에도 의약품과 기능성 식품, 화장품 등 생명 과학 산업의 소재로서도 높은 가능성을 지니고 있다. 화학 물질이 아닌 천연 식물로부터 의약품을 만들려는 시도가 시작되면서 식물 유전자원의 가치가 더욱 증가하고 있기 때문에 종자 은행을 통한 다양한 식물 자원의 확보와 보존은 그 무엇보다 중요한 과제라고 할 수 있다.

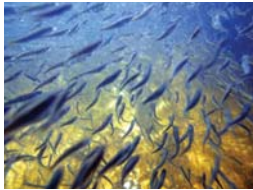
과학·기술·사회(STS) | 미래 식량의 보고, 바다

식량 문제의 돌파구를 찾고 드넓은 바다에서 찾아보려는 노력이 일고 있다. 한 예로, 바다에 흔한 플랑크톤으로 알려져 있는 크릴새우를 들 수 있다. 크릴새우의 자원량은 10~50억 톤으로, 전 세계 연간 수산물 생산량이 1억 톤이라는 점을 감안하면 어마어마한 양이다. 크릴새우는 단백질과 필수 지방산을 포함하고 있고 갑질에는 키틴과 키토산이 들어 있어 영양적 가치도 높다. 그리고 심장병과 치매에 좋다는 오메가 3라는 성분도 들어 있다. 그래서 크릴새우는 미래의 식량 자원으로 손꼽히고 있다.



▲ 그림 23. 크릴새우

물고기의 새끼를 치어라고 하는데, 수산 중요 배양 연구소에서는 꽃게, 대하, 전복 등과 같은 해양 갑각류 및 연체동물의 새끼와 연어, 민어 등 고급 어종의 치어를 방류하여 그 성과를 거두고 있다. 예를 들면, 연어와 같이 바다에서 살다가 산란을 위해 강으로 회귀하는 어종은 잡아서 인공 수정을 시킨 뒤 알에서 나온 치어를 방류한다. 치어 방류는 수산 자원의 고갈을 방지하고 품질 좋은 우리 수산물을 우리 기술로 보전한다는 데 그 의의가 있다.



▲ 그림 24. 방류 직전의 연어 치어

가두리 양식은 연안 바다에 그물로 만들어진 울타리를 설치하여 물고기를 가두어 기르는 것으로 바다 목장이라고도 부르며, 넙치, 우럭, 도미, 농어 등 다양한 물고기를 양식하고 있다. 1980년대 이전에는 김, 미역과 같은 해조류가 수산 양식업의 주를 이루었으나, 과학 기술의 발달과 연구 노력으로 물고기 가두리 양식을 시작하여, 잡는 어업에서 기르는 어업으로의 전환이 성과를 보고 있다. 가두리 양식은 바닷속 자연 상태에서 물고기를 기르고 생산하는 친환경적 인 양식 어업이다. 최근에는 국립 수산 과학원에서 수심 20~30 m 바다에서 참다랑어의 가두리 양식에 성공하여 태풍이나 적조 등 자연 재해에 영향을 받지 않고 참다랑어 대량 생산의 가능성을 확보하게 되었다.



▲ 그림 25. 동영 참다랑어 가두리 양식장

☞ **참의적 사고:** 식량 문제 해결을 위해 바다를 활용할 수 있는 또 다른 방안을 생각해 보자.

확인하기

- 이해 1. 육종이 식량 증산에 미친 영향은 무엇인가?
 2. 생물 다양성 보존이 중요한 이유는 무엇인가?
 적용 3. 제초제 저항성 작물이 개발되어 제조제를 전보다 더 많이 사용하게 될 염려가 없을까?

● 생물 다양성

식물을 포함한 모든 생물 종은 지구 상에서 생태계를 구성하여 생명 유지 활동과 종족 보존 활동을 하고 있다. 생태계 내에는 다양한 생물 종이 존재하며, 인간을 포함하여 각 생물 개체들은 동일 생물 종과, 그리고 다양한 종류의 다른 종과 여러 가지 형태로 상호 작용을 하고 있다. 생태계와 각 생물 종을 보존하는 것은 무한한 생물 자원을 지키는 것이며, 이는 곧 인류의 생존에 중요한 요소이다.

● 우리나라 유전자원 수집의 역사적 사례

1. 고려 공민왕 시절 문익점이 붓 뚜껑에 들여온 목화씨는 지금까지 알려진 우리나라 최초의 유전자원 수집 사례라 할 수 있으며, 이 목화씨의 재배 성공은 우리나라의 의류 문화에 혁신을 가져다 주었다.
2. 1943년, 송준생이 일본으로부터 경남 밀양 삼랑진으로 딸기를 들여와 재배함으로써 우리나라에서도 딸기를 맛볼 수 있게 되었다. 그후 재배 기술의 발달과 신품종 육성 등으로 현재는 겨울에도 딸기 맛을 볼 수 있다.

과학·기술·사회(STS)

식량과 식품

식량은 인류의 생존을 지속하기 위해 필요한 가장 중요한 자원이다. 그러므로 생명을 유지하고 노동을 하기 위한 에너지의 원천이 되고 있다는 의미에서 흔히 '식량 자원'이라고 한다.

좁은 의미에서 식량은 쌀, 보리, 콩, 옥수수, 밀, 팥, 조, 수수 등과 같은 식량 작물과 쇠고기, 돼지고기, 닭고기 등의 육류를 가리키며, 넓은 의미에서는 채소류, 과일류, 우유 및 유제품, 난류(卵類), 해조류, 버섯류, 유지류, 어류 등 모든 식용 가능한 동식물을 포함한다. 인간이 취하는 식량 중 곡물은 가장 큰 비중을 차지하고 있으며 축산물, 수산물 및 기타 가공품들도 주요 식량원이다.

식량 자원의 대부분은 땅이나 야산에서 농업 또는 축산업의 과정을 통하여 얻어지고 있으며, 이러한 육지는 극히 제한된 공간이다. 그러나 북극과 남극을 포함한 바다는 식량 자원의 생산과 개발을 위한 산업에 무한한 가능성을 가지고 있으며, 세계 각국은 미래 식량의 보고가 될 바다에 많은 관심을 가지고 그 사업을 진행하고 있다.

우리나라에서는 고부가 가치 어류의 인공 수정과 부화 및 치어 방류, 연안 양식업과 원양 어선 사업, 가두리 양식장 개발 등으로 바다를 활용하고 있다.

☞ **참의적 사고:** 이상 기후로 인한 강수량 변화로 농업에 필요한 농업 용수의 확보가 어려워질 수 있다. 풍부한 농업 용수의 확보를 위한 일환으로 바닷물을 제염하여 사용할 수 있는 방법을 개발할 수도 있을 것이다.

확인하기

1. 병충해에 강하고 생산량이 높은 우량 품종을 개발하여 작물 수확량을 증대시켰다.
2. 다양한 생물 종은 풍부한 유전자원을 의미하며, 식량 개발, 신약 개발 등 무한한 가능성을 지닌다. 또 생물 다양성은 생태계 평형의 원동력이며, 이는 곧 환경 보존과도 연관된다.
3. 제초제 저항성 작물의 제초제 저항성 유전자가 다른 잡초에 전이되면 제초제에 내성이 강한 잡초가 생겨서 전보다 더 많은 제초제를 사용해야만 효과를 볼 수 있게 될 수도 있다.

3 식품 안전성

학습 목표 • 식량 자원의 질적 향상에 기여한 과학의 원리를 설명할 수 있다.
• 식품 안전성과 관련된 사회적 쟁점에 대해 과학적 이해를 바탕으로 의사 결정을 할 수 있다.



▲ 그림 26 _ 식품 안전성에서 수거한 멜라민 첨가 식품

2008년에 있었던 멜라민 파동은 유제품에 규정치 이상 포함된 멜라민 때문에 유아가 사망하고 수많은 사람들이 신장 결석 또는 신부전증에 걸리게 된 사건이다. 멜라민은 우유에 첨가할 경우 단백질 함량을 속일 수 있는 물질로, 유제품에 포함된 크릴, 과자, 음료 등 수많은 상품이 연루되면서 시장에도 큰 혼란을 일으켰었다. 멜라민 파동을 계기로 식품 원산지 표기, 첨가물 유해성 등이 다시 한 번 논란이 되었는데, 안전한 식품을 선택하기 위해서는 어떻게 해야 할까?

식품 안전과 건강

매년 여름이면 단체 급식이 시행되는 곳에서 발생한 집단 식중독 관련 기사를 접하게 된다. 이와 같은 사고는 어디에서 비롯된 것일까?

올 상반기 ○○도 내 음식점을 비롯하여 급식소에서 발생한 식중독 환자 수는 1113명으로, 지난 한 해 동안 발생한 환자 수를 초과한 것으로 집계됐다. 이에 따라 ○○도는 집단 급식소, 음식점, 사회 복지 시설 등을 대상으로 조리 환경과 시설 기준, 원재료 관리 등에 대해 오는 10월까지 지도 점검을 실시하기로 하였다. 특히 식품 등 위생 취급 기준, 영업자 준수 사항, 원산지 표기 사항, 시설 기준 등을 중점 점검할 계획이다. - 2010. 7. 5. ○○ 일보

▲ 그림 27 _ 식중독 관련 기사

식품 안전성은 크게 3가지 과정으로 나누어 설명할 수 있다. 첫째, 식품의 재료가 안전하여야 한다. 재배 및 사육 과정에 사용한 농약, 항생제, 성장 촉진제 등의 잔류 여부, 각종 유해 세균의 오염, 중금속과 같은 환경오염 물질의 존재 등이 문제가 될 수 있다. 따라서 소비자의 판단을 돕기 위해 최근에는 원산지 표기 의무화가 확대되고 있다. 둘째, 조리, 가공, 저장 및 유통에 대한 안전성이 요구된다. 가공 과정에 사용된 각종 식품 첨가물, 포장재, 유통 기한 등을 제품마다 표기하게 되어 있다. 셋째, 식품 취급자에 따른 안전성이 포함된다. 식품을 생산, 관리하는 종사자에서부터 요리하는 사람에 이르기까지 모든 식품 취급자가 전문적 지식과 식품에 대한 안전 의식이 있어야 한다.

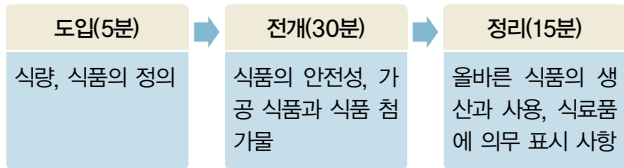
3. 식품 안전성

☆ | 소단원의 학습 목표 |

1. 식량 자원의 질적 향상에 기여한 과학의 원리를 설명할 수 있다.
2. 식품 안전성과 관련된 사회적 쟁점에 대해 과학적 이해를 바탕으로 의사 결정을 할 수 있다.

🕒 | 6차시

300~302쪽



☆ | 동기 유발을 위한 제안 |

- 우리가 이용하는 먹을거리들은 식품으로서 어떤 조건을 갖추어야 하는지 이야기해 보도록 한다.
- 가게에서 구입한 식품의 포장지 겉면에는 어떠한 내용들이 표기되어 있는지 조사하여 발표해 보도록 한다.

☆ | 지도상의 유의점 |

1. 식품으로서 안전하게 사용될 수 있는 조건들을 설명한다.
2. 여러 가지 편리함을 가지고 있는 가공 식품을 안전하게 사용하기 위해 생산 과정에서 지켜져야 할 내용들을 설명한다.
3. 식품 첨가물의 종류를 설명하고 식품 첨가물의 사용에 따른 유용성 및 부작용에 대하여 설명한다.

☆ | 보충 자료 |

● 식품과 식품 안전성

식품이란 인간이 섭취할 수 있도록 만들어진 가공 식품, 반 가공 식품 및 가공 원료 전체를 뜻하며, 식품의 가공에 이용되는 모든 고체상 혹은 액체상 물질들도 포함된다. 사람은 이러한 물질들을 섭취하여 활동에 필요한 에너지를 생성할 수 있고, 신체를 구성하는 구성 성분 또는 생체 내 여러 효소들의 작용에 필요한 보조 물질들을 획득할 수 있다. 그러므로 식품은 소화 기관을 통해 흡수되어 물질대사에 이용되는 모든 섭취 가능한 물질들이 될 수 있다. 그러나 사람이 섭취하여 단기적 또는 장기적 기간이 경과하면서 섭취 목적에 부합되지 않는 결과가 나타나거나 신체에 해를 유발하는 물질은 식품으로서의 가치를 상실하게 되고, 식품으로 섭취하기에 안전성이 없어진 것이다.

● 식품 안전성을 위하여 고려되어야 할 사항

1. 식품의 재료에 대한 안전성

식품의 재료가 되는 농작물의 재배 과정이나 가축 등의 사육 과정에서 사용한 농약이나 항생제 등 각종 화학 물질의 잔류, 중금속 오염 등이 고려되며, 이를 위하여 원산지 표기 및 이력제 표시 등을 실시하고 있다.

2. 식품의 조리나 가공, 저장 및 유통의 안전성

조리나 가공 등에 사용된 식품 첨가물의 종류, 유통 기한 또는 제조 일자 등을 표시하여 식품 안전성에 대한 소비자의 판단에 도움을 주고 있다.

3. 식품 취급자에 대한 안전성

식품을 취급하거나 관리하는 사람들의 식품 안전성에 대한 전문 지식과 중요성에 대한 인식이 있어야 한다.

● 가공 식품

소비자의 편리와 장기 보존 및 유통을 위해 식품 첨가물 등을 사용하여 조리, 가공한 후 포장한 식품을 일반적으로 가공 식품이라고 한다.

가공 식품과 식품 첨가물

“보기 좋은 음식이 맛도 좋다.”라는 말이 있다. 과연 그럴까? 식생활 유형의 변화로 보존 식품, 가공 식품, 인스턴트 식품의 이용이 증가하면서 식품의 시각적·미각적 만족 요구, 식품의 보존, 영양 강화 등의 목적으로 여러 종류의 **식품 첨가물**이 사용되고 있다. 또 의식 문화가 활성화되면서 고객 확보를 목적으로 무절제하게 사용한 식품 첨가물이 우리의 미각을 길들이고 있다. 다음 활동을 통해 식품 첨가물이 어떻게 쓰이고 있는지, 안전한 가공 식품 생산을 위해 지켜야 할 것은 무엇인지 알아보자.

창의의인성 **활동 4** 식품 첨가물에는 어떤 것들이 있을까?
 목표 식품 첨가물과 가공 식품 섭취에 관하여 과학적 이해를 바탕으로 의사 결정을 할 수 있다. 조사, 토의

과정
 그림 28과 표 1은 햄, 젓갈, 치즈에 포함된 식품 첨가물의 종류와 이들 첨가물의 식품 종류별 허용 기준치이다.



표 1. 식품 첨가물 함량 허용 기준(단위: g/kg)

식품 첨가물	식품 의약품 안전청, 2009년		
	햄	젓갈	치즈
스트빈산(보존료)	2.0	1.0	3.0
아질산나트륨(발색제)	0.07	-	-
L-아스코르빈산나트륨(산화 방지제)	0.5	-	-
L-글루타민산나트륨(조미료)	제한 없음		

▲ 그림 28_가공 식품에 포함된 식품 첨가물

- 정리**
1. 가공 식품을 만들게 된 이유가 무엇인지 조사하고 토의해 보자.
 2. 가공 식품에서 제거될 수 있는 안전성 문제에는 어떤 것들이 있을까?
 3. 식품 첨가물이 필요한 이유는 무엇일까?
 4. **창의의인성** 식품 첨가물의 올바른 사용을 위해 제조업자와 유통업자, 정부와 소비자가 지켜야 할 것은 무엇인지 말해 보자.

식품 의약품 안전청
<http://www.kfda.go.kr>

● 식품 첨가물

식품의 품질을 높이고 식품의 보존성과 기호성을 향상시키는 등 식품의 가치를 높이기 위하여 인위적 또는 고의적으로 사용되고 있는 물질을 통틀어 **식품 첨가물**이라고 한다. 식품 첨가물의 종류는 크게 천연 물질과 화학적 반응에 의해 합성된 물질로 구분할 수 있다.

식품 첨가물은 미량의 사용으로도 효과가 있어야 하고, 인체에 무해하거나 독성이 없어야 하며, 체내에 축적되지 않으면서 잔류하지 않아야 한다. 또한, 식품의 영양을 유지하는 데 지장이 없어야 하고, 사용이 간편해야 하며, 가격도 저렴하여 경제적이야 한다.

1. 정의와 관리: 우리나라 식품 위생법 20조 2항에 의하면 식품을 제조, 가공 또는 보존하는 과정에서 식품에 넣거나 섞는 물질 또는 적시는 과정 등에 사용되는 물질을 말한다. 식품 첨가물도 식품으로 섭취되기 때문에 첨가물의 성분 규격, 사용 기준, 보존 기준, 표시 기준 등을 정하여 관리하며, 안전성이 확인된 것만을 사용하도록 규정하고 있다.

2. 주로 사용되는 식품 첨가물의 예

사용 식품	기능	첨가물	용도
빵, 어묵	부패 방지	소르빈산칼륨	보존료
청량 음료	설탕 대용 단맛	사카린, 소르비톨	감미료
건어물	맛과 향을 강화	L-글루타민산나트륨(MSG)	향미 증진제
아이스크림	기름과 물을 균일하게 섞는다	글리세린 지방산	유화제
과자, 과일, 우유	냄새 강화 및 식욕 촉진	개미산 게라닐	착향료
소시지, 햄	색을 선명하게 함	아질산나트륨	발색제

창의의인성 **활동 4**의 이해

활동 4 식품 첨가물에는 어떤 것들이 있을까?

목적

- 식품 첨가물과 가공 식품 섭취에 관하여 과학적 이해를 바탕으로 의사 결정을 할 수 있다.

정리

1. 식품의 기호를 향상시키고, 맛과 품질을 유지하면서 장기간 저장이 가능하며, 장거리 또는 대량으로 운송이 가능하고, 조리가 간편하고 다양한 식단을 제공할 수 있는 식품의 필요 요구에 의해 가공 식품이 만들어지게 되었다.
2. 가공 식품은 간편하게 기호에 따라 섭취할 수 있도록 생산한 것이지만, 식품 안전성에 대한 사항이 고려되지 않은 경우 인체에 식품 알레르기와 같은 부작용을 유발하거나, 식품으로서의 가치를 잃게 되어 건강한 식생활에 지장을 초래할 수도 있다.
3. 식품 첨가물은 가공 식품의 저장 기간 연장과 기호 향상 등을 위해 사용된다. 사용되고 있는 식품 첨가물은 부패를 방지하고, 미각과 시각의 효과를 개선하거나 증가시킬 수 있는 것들이다.
4. 안전한 식품을 소비자에게 제공하기 위하여 제조업자와 유통업자는 사용이 허용된 식품 첨가물의 정량적이고 올바른 사용, 유통 기한과 원산지 표시 등과 같은 사항을 정확하게 실행해야 하고, 정부의 권장 사항을 잘 준수해야 한다. 정부는 지속적이고 투명한 정책으로 관리 감독해야 하고, 소비자들은 식품 안전성의 중요성을 인식하여 사용하도록 해야 한다.

평가 기준표

활동 과정	평가 문항	점수
정리	가공 식품의 생산과 소비에 대하여 바르게 이해하였는가?	상, 중, 하

7차시 302~305쪽

도입(5분)	전개(30분)	정리(15분)
유전자 재조합 작물의 생산과 사용	유전자 재조합 식품 생산, 유전자 재조합 식품의 장점과 단점, 유전자 재조합 식품의 이용	식품 안전성과 건강, 확인하기, 정리 확인 학습 문제 풀이

★ | 동기 유발을 위한 제안 |

- 일상생활에서 유전자 재조합 식품이라고 표시된 제품을 구입한 경험을 이야기해 보도록 한다.
- 유전자 재조합 식품의 사용에 대한 세계 각국의 동향 또는 각계 각층의 의견이 담긴 내용의 기사를 찾아 읽어 보고 이야기해 보도록 한다.

★ | 지도상의 유의점 |

1. 유전자 재조합 식품의 정의를 설명하고, 유전자 재조합 식품의 사용에 대한 내용을 식품 안전성의 조건과 관련하여 설명한다.
2. 유전자 재조합 작물의 사용에 대하여 우리가 얻을 수 있는 유용한 면과 부작용이 될 수 있는 내용들을 설명하여 발생할 수 있는 부작용에 대한 대처 방안을 생각해 보도록 한다.

창의인성 과학 글쓰기 |

식품 첨가물의 유해성

식품의 종류마다 첨가할 수 있는 첨가물이 정해져 있고, 각 첨가물은 인체 위해성 여부에 따라 기준 함량이 정해져 있다. 그러나 하루 동안 섭취하는 식품의 종류가 많고, 각 식품에 포함되어 있는 첨가물의 양을 합산해 보기도 어려우므로, 실제로 섭취한 첨가물의 양은 허용량을 초과할 수도 있다. 사람에 따라 허용량을 초과한 첨가물은 알레르기, 면역 결핍, 피부 질환 등을 유발할 수 있으므로, 가공 식품을 섭취할 때는 세심한 주의가 필요하다.

★ | 보충 자료 |

- 바른 먹을거리 구입을 위한 실천 방법

1. 자연 식품을 구입한다.
가장 좋은 방법은 신선한 자연 식재료를 구입하여 각 가정에서 조리하여 먹고 균형 잡힌 식생활 습관을 가지도록 하는 것이다.

과학 글쓰기
여러 가지 식품을 섭취하여 식품 첨가물들이 우리 몸에서 식이고 누적될 때 안전 기준 함량을 초과할 염려는 없을까? 음식에 포함된 식품 첨가물이 기준 함량을 초과하였을 때 발생할 수 있는 문제는 무엇인지 생각해 써 보자.

식품 첨가물은 원재료의 제조 및 조리 중에, 또는 최종 제품에 첨가하여 소비자의 미각과 시각을 만족시켜 주고, 보존성, 영양가 등을 증진시키는 데 그 목적이 있으며, 일반적으로 아주 소량이 첨가되면 인체에 별 다른 영향을 미치지 않는다. 식품 첨가물에는 시각적인 효과를 주는 착색제, 발색제, 표백제, 맛을 돋우거나 기호를 조절하는 조미료와 감미료, 그리고 식품의 보존을 위한 보존제, 산화 방지제, 영양 강화제 등이 있다.

가공 식품의 안전성 확보를 위해서는 원재료에 대한 신뢰도 중요하다. 축산물의 경우 이력제와 등급, 원산지 표기를 통해 소비자에게 정확한 정보를 제공해야 하며, 농산물에는 화학 살충제 또는 제초제 성분이 남아 있지 않아야 한다. 곡물이나 과일, 채소 등에서 검출되는 잔류 농약은 인체 조직과 기관에 치명적인 영향을 줄 수 있기 때문이다. 또 가공 식품에는 반드시 유통 기한, 내용물의 용량과 열량을 표시하여 소비자가 자신의 건강을 지키기 위해 올바른 선택을 할 수 있도록 해야 한다.



▲ 그림 29_ 쇠고기 이력용 확인 중인 소비자들



▲ 그림 30_ 원산지의 유통 기한 등을 표기된 식품

유전자 재조합 식품

유전자 재조합 기술로 만들어진 원료를 이용한 식품을 **유전자 재조합 식품**이라고 한다. 우리나라에서는 2001년부터 유전자 재조합 작물과 유전자 재조합 작물을 재료로 사용한 식품에 대하여 의무 표시제가 시행되었다. 즉 유전자 재조합 작물이 3% 이상 섞여 있으면 반드시 '유전자 재조합 작물(식품)'이라고 겹면에 표기해야 한다. 유전자 재조합 식품은 안전성에 논란이 있다. 개발국과 수출국에서는 안전하다고 주장하지만, 그린피스, 세계 소비자 단체 등은 아직 안전성이 입증되지 않은 식품이므로 유통을 금지시켜야 한다고 주장한다.

유전자 재조합 작물은 1996년 처음 도입된 이래 매년 증가하고 있으며, 미국의 경우 세계 재배 면적의 반 이상을 차지하고 있다. 과연 유전자 재조합 작물은 미래 식량 문제의 대안이 될 수 있을지, 인체와 환경에 미치는 해로운 영향은 없을지 다음 활동을 통해 알아보자.

2. 가공 식품 구입 시, 식품 포장에 표기된 사항을 잘 살펴본다.

식품 포장에 표시된 내용에는 사용한 첨가물의 종류, 원산지, 유효 기간, 보관 방법, 영양 성분, 주의 사항 등 식품에 관한 각종 정보가 있다.

3. 식품 인증 표시가 있는 제품을 선택한다.

식품 인증 표시는 친환경 생산 여부 또는 식품의 이력 등을 인증하는 것이다. 환경을 보전하고 소비자에게 안전한 식품을 제공하기 위하여 화학 비료, 농약 등의 최소 사용, 항생제 사용 여부 등 생산부터 판매까지의 과정을 기록하여 안전성을 보장하는 제도이다.

식품 첨가물이 무조건 나쁜 것은 아니다. 식품 첨가물은 식품을 장기간 보존할 수 있게 해 주고, 부패를 방지하여 식중독의 위험으로부터 우리를 보호할 수 있으며, 부족한 영양 성분을 첨가한 제품은 영양 균형을 맞춰 주기도 한다. 그러나 식품 첨가물의 섭취 자체보다는 과다 복용이나 잘못된 사용으로 문제를 유발할 수 있기 때문에, 되도록 올바른 사용 방법을 준수하고 과다 복용하지 않도록 주의하는 노력이 필요하다.

창의
인성

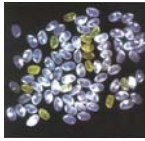
활동 5 유전자 재조합 작물은 안전할까?

목표 유전자 재조합 작물의 생물학적, 사회적 영향을 알아보고 과학적 이해를 바탕으로 의사 결정을 할 수 있다. 토의

과정

다음은 사회 각 분야의 대표자가 참석한 가상의 포럼 내용이다. 모듈별로 각자 역할을 맡아 각 사회 구성원의 입장에 어울리는 주장을 펼쳐 보자.

- **농부:** 유전자 재조합 작물을 재배한 지 10년 됐습니다. 저는 왜 사람들이 유전자 재조합 작물을 품지 않은 시선으로 보는지 잘 모르겠습니다. 유전자 재조합 작물을 재배하면서부터는 작물 관리가 수월해져서 부족한 일손에 대한 고민도 덜었고, 단위 면적당 생산량이 높아 수입도 늘었습니다. 작물의 품질도 좋아져서 소비자도 만족스러워 하고, 농약 사용량도 많이 줄었으니 환경에도 좋은 거 아닙니까? 저는 앞으로 유전자 재조합 작물을 계속 재배할 생각입니다.
- **생물학자:** 유전자 재조합 작물이 우리에게 가져다 줄 이익은 무궁무진합니다. 비타민 A의 전구체인 베타카로틴을 포함하고 있는 황금 쌀을 보십시오. 해마다 2만5천명~50만 명의 어린이들이 비타민 A 결핍으로 시각 장애를 겪고 있는 상황에 큰 도움이 될 것입니다. 그뿐입니까? 가까운 미래에 유전자 재조합 작물을 먹는 것만으로도 각종 질병을 예방하고 치료할 수 있게 될 것입니다. 약간의 문제가 발생할 수도 있겠지만 해결책을 세우면 되지 않겠습니까?
- **사회학자:** 유전자 재조합 작물이 재배되고 있는 곳은 대부분 선진국이고, 유통시키고 있는 것도 대부분 대기업입니다. 자칫 가난과 질병을 담보로 선진국과 거대 기업의 배만 불러 주는 꼴이 될 수 있습니다. 게다가 유전자 재조합 작물을 장기간 섭취했을 때 나타날 문제점에 대해서는 아직 누구도 알 수 없는 거 아닙니까?
- **환경 운동가:** 맞습니다. 유전자 재조합 작물의 유전자가 해충에 전이되어 돌연변이를 유발할 수도 있고, 제조제 저항성 유전자를 지닌 작물의 꽃가루가 잡초에 수분되어 슈퍼 잡초가 생길 수도 있습니다. 유전자 재조합 작물은 생태계를 교란하고 야생종을 멸종시켜 생물 다양성을 감소시키는 원인이 될 것입니다. 안전성이 검증되지 않은 상태에서 무분별한 재배는 통제되어야 합니다.



▲ 그림 31. 황금 쌀 노란색이 베타카로틴을 포함하고 있는 황금 쌀이고 하얀색은 일반 쌀이다.

정리

1. 사회 각 분야에서는 유전자 재조합 작물에 대해 어떤 입장을 내세우고 있는지 토의해 보자.
2. 유전자 재조합 작물이 우리에게 미친 긍정적 영향과 부정적 영향을 조사해 보자. 또 앞으로의 영향도 생각해 보자.
3. **창의·인성** 유전자 재조합 식품을 선택할 것인지 하지 않을 것인지, 그 까닭은 무엇인지 각자의 생각을 발표해 보자.

베레 내 입장만 주장하지 말고 상대방의 주장에도 귀를 기울여 논리적이고 타당한 의사 결정을 할 수 있도록 해야 한다.

창의
인성

활동의 이해

활동 6 유전자 재조합 작물은 안전할까?

목표

- 유전자 재조합 작물의 생물학적, 사회적 영향을 알아보고 과학적 이해를 바탕으로 의사 결정을 할 수 있다.

정리

1. 유전자 재조합 작물을 재배하는 선진국의 대농장주의 경우, 생산성이 뛰어나고 해충에 저항성이 강한 작물의 재배로 이득을 보게 되므로 유전자 재조합 작물의 재배를 찬성하는 입장이다. 반면, 소규모 농장주 또는 개발 도상국의 빈농들은 대량으로 값싸게 공급되는 고품질 유전자 재조합 작물과 경쟁할 만한 작물을 공급하기 어려우므로 경쟁에서 도태될 것을 우려하여 유전자 재조합 작물의 개발과 재배를 반대할 수도 있다. 한편, 유전자 재조합 작물이 생태계와 환경에 미칠 부정적인 영향을 우려하는 입장과 무한한 신제품, 신약 개발 가능성을 기대하는 입장도 있다.

2. 유전자 재조합 작물이 우리에게 미친 긍정적 영향으로는 품질 좋은 식품을 비교적 저렴한 가격에 공급받게 된다는 점이다. 반면, 국가적 이해 관계에 따라 유전자 재조합 작물을 대량으로 공급하는 국가로부터 불이익을 당할 가능성이 있으며, 장기간 유전자 재조합 작물을 섭취할 경우 건강에 잠재적 위험이 될 수도 있다.
3. 식품의 품질과 가격만을 고려한다면 유전자 재조합 식품을 선택할 이유가 충분하지만, 건강상 위험 요소와 사회적 불안 요소, 생태계와 환경에 미칠 수도 있는 악영향을 고려한다면 선택하지 않을 수도 있다.

보충 자료

● 유전자 재조합 식품

1. 정의

유전자 재조합 기술을 이용하여 새롭게 만들어진 농작물과 가축 등 유전 물질이 포함된 생물체를 원료로 만든 식품을 유전자 재조합 식품이라고 한다.

2. 유전자 재조합 식품의 인체에 대한 안전성 여부 기준

식품으로 사용되는 유전자 재조합 작물에 대하여 ① 직접적으로 인체 건강에 해를 끼치는 독성의 유무, ② 알레르기 유발 여부, ③ 별도의 영양 성분이나 독성을 지니는 성분의 유무, ④ 유전자 재조합에 의한 작물의 영양 성분 변화 여부, ⑤ 삽입된 유전자의 안정성 유무, ⑥ 삽입된 유전자에 의한 의도하지 않은 효과의 발생 유무 등에 관하여 과학적으로 증명된 경우에 한해서만 사용이 허가될 수 있다.

3. 유전자 재조합 식품의 장점과 단점

유전자 재조합 식품은 인간에게 유용한 식품을 인위적으로 만들어 얻을 수 있다는 장점이 있다. 즉 인간에게 필수적인 영양소를 대량 생산할 수 있고 미량 영양소를 증가시킬 수 있으며, 각종 식용 백신과 같은 고품질의 의약품을 낮은 가격에 생산할 수 있다. 유전자 재조합 식품의 이러한 장점에도 불구하고 유전자 재조합 식품을 섭취하게 될 경우 인체에 어떤 영향이 끼치는지는 완전히 규명되지 않았으므로 식품의 안전성에 대한 우려가 여전히 제기되고 있다.

4. 유전자 재조합 식품의 안전성 확보를 위한 규제

우리나라에서는 2001년부터 유전자 재조합에 의해 만들어진 작물이나 가축이 3% 이상 사용된 식품에 대해서는 유전자 재조합 식품 표기를 의무화하고 있다.

과학 마당

친환경 농산물 인증 기준

유기 농산물의 인증은 국립 농산물 품질 관리원이나 민가 인증 기관 5곳에서 하며, 수입 농산물의 경우 국내에서 다시 인증을 받아야 한다.

농림 수산 식품부의 '친환경 농산물 인증 표시'는 다음과 같이 4등급으로 구분된다.

1. 유기농 식품

- 농산물의 경우, 농약과 화학 비료, 유기 합성 농약을 전혀 사용하지 않고 재배한 농산물
- 축산물의 경우, 85% 이상의 유기 재배 사료를 먹여 키운 반추 가축, 80% 이상의 유기 재배 사료로 키운 비반추 가축

2. 전환기 유기농 식품

- 농산물의 경우, 농약과 화학 비료를 1년 이상, 3년 미만 동안 사용하지 않고 재배한 농산물
- 축산물의 경우, 반추 가축은 45%, 비반추 가축은 40% 이상의 유기 재배 사료로 키운 것

3. 무농약 식품

- 농산물의 경우, 농약은 사용하지 않고 화학 비료는 권장량의 $\frac{1}{3}$ 이내로 사용하여 재배한 농산물
- 축산물의 경우, 60% 이상의 유기 재배 사료를 먹여 키운 반추 가축, 55% 이상의 유기 재배 사료로 키운 비반추 가축

4. 저농약 농산물: 화학 비료는 권장량의 $\frac{1}{2}$, 농약 횟수는 안전 사용 기준의 $\frac{1}{2}$ 이하로 사용하여 재배한 농산물

확인하기

1. 안전한 식재료, 조리, 가공, 저장, 유통 과정에서의 안전, 식품 취급자의 안전 의식 등이다.
2. 가공 식품은 종류에 따라 보존 기간을 늘리거나 영양 성분을 강화하는 등의 처리를 할 수 있다. 그러나 이를 위해 사용하는 첨가물이 인체에 해를 입힐 수도 있고, 가공 및 유통 과정에서 문제가 발생할 가능성도 있다.



▲ 그림 32. 유전자 재조합 식품을 반대하기 위해 그린피스가 옥수수밭에 새긴 문구

신토불이라는 말이 있다. 우리 몸에는 우리 땅에서 생산된 토종 먹거리가 좋다는 뜻이다. 할 수만 있다면 자급자족하는 것이 가장 좋겠지만, 현대 사회에서는 쉽지 않은 일이다. 여러 가지 편리성과 이득을 고려할 때 무조건 유전자 재조합 식품을 거부하기도 어렵다. 그러나 유전자 재조합 작물의 재배는 주로 선진국의 대규모 농가에 집중되어서, 개발 도상국의 빈농들은 시도조차 어려운 뿐만 아니라 오히려 고부가 가치의 종자를 모르는 사이에 빼앗길 우려마저 제기되고 있다.

또 유전자 재조합 작물에 도입된 유전자가 인체에 알레르기를 유발하는 단백질을 만들 수 있다는 의학적 문제도 이미 제기되어 있다. 무엇보다 유전자 재조합 작물에 대해 올바르게 알고 선택하는 것이 중요하지만, 범 국가적인 차원에서 유전자 재조합 식품의 안전성을 다각도로 평가할 필요가 있다. 유전자 재조합 식품을 장기간, 복합적으로 섭취했을 때 인체 위해성 여부 등을 충분히 검증한 후 안전성에 대한 기준을 제시할 수 있어야 하며, 유전자 재조합 식품 표시 기준을 새로 마련하는 등 환경·시민 단체들의 요구를 적극 수용하려는 태도를 보여야 할 것이다.

과학 마당 | 유기농 식품

유기농 식품이란 화학 비료와 농약을 거의 사용하지 않고 재배한 작물과 이와 같은 작물을 사료로 해서 키운 축산물을 의미한다. 산업이 발달하기 이전에는 당연히 유기농 식품만을 섭취했지만, 근대에 들어서면서 경쟁력이 떨어지는 유기농 작물은 찾아보기 어려워졌다. 그러나 알, 알레르기, 아토피 환자들이 늘어 가면서 건강한 식생활에 관심이 높아졌고, 비싼 값을 치르고라도 유기농 식품을 찾는 소비자가 증가하는 추세이다. 그러다 보니 유기농 식품만을 취급하는 유통 라인이 형성되어 작물 재배에 성공할 경우 농가에 새로운 소득원이 되기도 한다.

과연 유기농 작물이 일반 작물보다 몸에 이로운가에 대해서는 여전히 논란의 소지가 있지만, 무엇보다 중요한 것은 소비자가 신뢰할 수 있는 인증 제도, 유통 구조, 이력 등을 확립하는 일일 것이다.



▲ 그림 33. 유기농 식품 매장

확인하기

- 이해 1. 안전한 식품의 조건은 무엇인가?
 2. 가공 식품의 장점과 단점은 무엇인가?
 인식 3. 유전자 재조합 작물이 생태계와 환경에 미칠 수 있는 영향은 무엇일까?
 창의 4. 앞으로 어떤 유전자 재조합 생물이 개발될 수 있을까?

3. 생물 다양성이 감소하고 돌연변이 생물이 발생하는 원인이 될 수 있으며, 따라서 생태계의 평형이 깨질 수도 있다.

현재 환경에 적응력이 뛰어나고 사람에게 유리한 작물을 재배하다 보면 이들 작물과의 경쟁으로 수많은 생물 종이 도태될 수 있으며, 이 때문에 생물 다양성이 감소하게 된다. 또한, 환경이 변화하면 적응하지 못하고 생물 종이 대량 멸종하는 사태에 직면할 수도 있다. 이와 같은 이유로 다양성이 적은 생태계는 안정하지 못하다는 평가를 내리게 된다. 따라서 유전자 재조합 작물을 개발할 때는 생물 다양성과 생태계에 미칠 영향을 신중하게 고려할 필요가 있다.

4. 특정 질병에 대한 백신을 포함하고 있는 과일, 치료제가 포함된 채소 등 상상할 수 있는 만큼 다양한 가능성이 있으나 환경과 사회에 미칠 영향, 윤리적인 문제 등을 검토하여 개발이 통제될 수도 있을 것이다.

비료와 식물 생장

1. 비료의 대량 생산이 가능해지면서 작물 생산량은 비약적으로 증가하였다. 비료의 주성분은 무엇이며, 이 성분이 식물의 생장에 미치는 영향은 무엇인지 써 보자.

토지의 생산력을 증가시켜서 작물이 잘 자라도록 토지에 뿌려 주는 영양 물질을 비료라고 하며, 비료를 구성하는 주성분으로는 질소, 인산, 칼륨이 있다. 질소 비료는 잎의 생장을 좋게 하는데, 특히 질소는 모든 생물체가 필요로 하는 단백질 합성에 사용되는 원소이다. 인산 비료는 열매의 생장과 과실의 발달에 영향을 주며, 인(P)은 유전자 합성이나 식물의 세포막 및 ATP를 구성하는 데 필요한 원소이다. 칼륨 비료는 식물체의 성장 및 뿌리의 발달을 좋게 한다.

농업 기술의 발달

2. 다음 중 농업 기술의 발달이 사회에 미친 영향으로 옳지 않은 것은?

- ① 식량 증산
- ② 농업 효율 증가
- ③ 농가 소득 증대
- ④ 집단 노동 감소
- ⑤ 유기농 식품에 대한 선호도 증가

⑤ 농업 기술의 발달이 사회에 미친 가장 중요한 영향은 식량 증산이며, 이는 양적인 증가뿐만 아니라 품질도 향상된 기능성 식량의 생산 증가를 의미한다. 농업 기술의 발달은 농기구의 기계화를 이루었고 이로써 집단 노동이 감소함에도 오히려 식량 증산, 효율적인 노동, 농가의 소득 증대라는 결실로 이어졌다.

품종 개발

3. 과거에는 인위적인 교배를 통해 품종을 개발하였다. 최근에는 생명 공학의 발달로 유용한 유전자를 생물에 직접 도입하는 유전자 재조합 기술을 이용하여 품종을 개발하는 사례가 늘고 있는데, 인위적인 교배를 통한 품종 개발과 유전자 재조합 기술을 이용한 품종 개발에는 어떤 차이가 있는지 설명해 보자.

인위적인 교배에 의한 품종 개량 기술은 원하는 특성을 지닌 유사한 종들을 교배하여 생성된 잡종 중 목적하는 품종만을 찾아내는 것으로, 한 품종을 개발하기 위해서는 많은 시행착오와 시간이 소요되는 것이 일반적이다. 이에 비해 유전자 재조합 기술은 원하는 특성을 지닌 유전자를 다른 생물체에 직접 삽입함으로써 목적하는 품종만을 바로 얻을 수 있다. 또한, 삽입하고자 하는 유전자를 같은 생물 종에서 뿐만 아니라 서로 다른 생물 종에서도 얻을 수 있어, 품종 개량의 폭이 넓은 것이 특징이다.

창의·인성 개발

식량 자원의 개발

4. 생물 다양성이 미래의 식량 자원 개발에 중요한 이유는 무엇인지 쓰고, 생물 다양성을 확보할 수 있는 방법을 2가지만 써 보자.

생물 종의 다양성을 이루고 있는 생물 자원 자체가 인류가 생활하는 데 필요한 식량이 되고 의약품이나 공산품의 새로운 원료가 되기 때문이다. 생물 종은 한번 사라지면 다시 살아나지 않기 때문에 종의 보존과 관리를 위해 노력하여야 한다. 우선, 생물의 서식지가 되는 자연 환경을 각종 오염 등으로부터 지켜야 하며, 다양한 생물 종을 보존하고 멸종 위기 생물을 보호하여야 한다.

식품 안전성

5. 다음 <보기>에서 가공 식품의 안전성을 지키기 위하여 가공 식품 제조 회사가 제품에 반드시 표기하여야 할 사항으로 옳은 것을 모두 골라 써 보자.

- 보기 ●
- ㄱ. 원재료의 원산지
 - ㄴ. 생산 라인의 기계화 정도
 - ㄷ. 권장 소비자 연령
 - ㄹ. 원재료의 유전자 조작 여부
 - ㅁ. 제조 일자 및 유통 기한
 - ㅂ. 가공 식품에 첨가한 발색제와 조미료의 종류

ㄱ, ㄷ, ㅁ, ㅂ | 가공 식품에는 원재료의 원산지와 유전자 조작 여부, 영양 성분, 유통 기한, 식품 첨가물의 종류 등을 표기하여야 한다.

* | 중단원의 지도 방향 |

1. 영양 물질의 섭취와 생명 활동에 필요한 에너지 생산 과정을 관련 지어 올바른 식생활의 중요성을 설명한다.
2. 병원체로 작용하는 세균과 바이러스의 특징을 비교하여 설명하고, 병원체에 의한 질병 감염 경로를 추리해 보도록 한다.
3. 질병에 대항할 수 있는 면역 기전의 원리와 이를 응용한 백신의 원리에 대하여 설명한다.
4. 생명체 내에서 물의 중요성을 이해하도록 하고, 강이나 하천 등에서 물이 정수되어 가정으로 오는 경로를 설명한다.
5. 인류의 건강에 있어서 질병 요인들의 전염을 막을 수 있는 공중 위생 및 소독의 개념과 원리를 설명한다.



현대에도 콜레라가 발생하는 이유는 무엇일까?

위생 관리를 소홀히 하면 현대에도 비브리오콜레라가 증식할 수 있다. 특히 덥고 습한 여름철에 콜레라의 발병률이 높기 때문에 개인 위생을 철저히 하고, 음식이 상하지 않도록 보관하여야 하며 끓여 먹는 것이 좋다. 또 더운 지역이나 콜레라가 자주 발생하는 지역을 여행할 때는 각별히 주의해야 한다.

* | 오개념 유형 |

● 세포 호흡의 에너지 효율

우리가 섭취하는 음식물이 모두 에너지로 전환되는 것으로 오해하는 경우가 종종 있다. 또 세포 호흡의 에너지 효율이 40% 정도라는 것을 알고 나서 우리 몸의 에너지 대사가 비효율적이라고 생각하는 경우도 있다. 영양소가 분해되어 발생하는 에너지가 ATP 에너지와 열에너지로 전환되어 이용됨을 설명하고, 일반적인 열 기관의 효율과 비교하여 우리 몸의 에너지 대사가 매우 효율적이라는 것을 이해시키도록 한다.

● 세균과 바이러스

세균과 바이러스를 같은 부류로 여기거나 바꾸어 알고 있는 학생들이 많다. 바이러스는 세균보다 훨씬 작아서 늦게 발견되었으며, 세균과 같이 항생제를 이용하여 쉽게 사멸시킬 수도 없다는 것을 들어 세균과 바이러스의 차이를 이해하도록 한다. 또 바이러스는 스스로 물질대사를 하지 못하고 숙주 세포 안에서만 증식하며 세포로 이루어져 있지 않다는 것을 들어 바이러스를 생물로 분류하지 않는 이유를 설명한다.

V-2. 과학 기술과 건강



▲ 그림 34_ 코흐(Koch, H. H. R., 1843~1910)와 비브리오콜레라(×15,000)

콜레라와 병원성 미생물의 발견

덥고 습한 날이 계속되면 여러 가지 전염병이 발생하는데, 그 중의 하나가 콜레라이다. 고대 그리스의 히포크라테스(Hippocrates, ?B.C. 460~?B.C. 377)는 탈수를 동반하는 심한 설사병에 대해 기술하였는데, 의학자들은 이것을 콜레라에 대한 최초의 기록으로 추정하고 있다. 콜레라는 집단 발병하는 경우가 많은데, 1563년 인도에서 발생한 이후 지금까지 450여 년간 지속적인 집단 발생을 하고 있다.

처음에는 콜레라가 나쁜 공기를 통해 전염된다고 생각했는데, 1849년 영국의 한 의사가 세균에 의한 수인성 전염병이라는 사실을 처음 주장하였고, 질병의 진원지로 추정되는 우물을 폐쇄해 확산을 방지하려는 노력이 시도되었다. 이어 1883년 의사이자 미생물학자인 코흐가 콜레라 원인균인 비브리오콜레라를 발견하였고, 하프킨(Haffkin, W. M., 1860~1930)이 콜레라 백신을 개발하여 한때 인류를 멸종시킬 듯 위력을 발휘했던 콜레라는 이제 크게 치명적인 질병이 아닌 것으로 인식되고 있다.

비브리오콜레라는 오염된 식수나 음식물, 특히 연안에서 잡히는 어패류를 통해 감염되기 쉬우며, 상수도원이나 식수를 통해 전파되기도 한다. 끓는 물에서 쉽게 죽고 산에 약하기 때문에 양이 적으면 위산에 의해 대부분 사멸되며, 외출 후 손 씻기, 물 끓여 마시기 등의 생활 습관만으로도 감염을 막을 수 있다. 이 단원에서는 질병으로부터 건강을 지키기 위한 방법에 대해 알아보자.

? 현대에도 콜레라가 발생하는 이유는 무엇일까?

● 염소 소독은 인체에 유해하다?

맹목적으로 염소가 해롭다고 오인하는 경우가 많다. 염소 소독과 오존 소독의 장단점을 비교하고 염소 소독의 장점에 대해서도 바르게 이해하도록 지도한다.

☞ 주요 과학 용어

- 영양소(營 經營, 養 기를, 素 본디, nutrient)
- 질병(疾 病, 病 病, disease)
- 면역(免 면할, 疫 전염병, immunity)
- 예방(豫 미리, 防 막을, prevention)

☞ 참고 자료

- Newton HIGHLIGHT, 인체를 지배하는 매커니즘, 뉴턴코리아, 2008
- David Krogh 외, BIOLOGY, Pearson International Edition, 2008
- 대한병리학회 대구경북지부학회, 간추린 병리학 4판, 정문각, 2008
- 원저 철튼, 인체의 신비, 넥서스 Books, 2005
- 홍영남 역, 생명 과학, 라이프사이언스, 2008

1

영양과 에너지

학습 목표 • 건강한 생활을 유지하기 위해 영양소의 고른 섭취가 필요한 이유를 설명할 수 있다.
• 일과 운동을 통하여 에너지가 소비되는 과정을 설명할 수 있다.

20세기 초까지만 해도 비만은 부와 권위의 상징이었다. 그러나 경제 상황이 좋아지면서 비만은 대중화되기에 이르렀고, 의학의 발달과 더불어 이제 비만은 질병으로 인식되고 있으며, 각종 성인병의 원인임이 알려져 있다. 국민 건강 보험 공단에 따르면 2010년 현재 성인 3명 중 1명이 비만이라고 한다. 한편, 대중 매체의 영향으로 외모 중시 풍조가 만연하면서 지나친 체중 감량에 대한 경고도 나오고 있다. 그렇다면 비만을 예방하고 건강한 몸을 유지하기 위해서는 어떤 식생활을 해야 할까?



▲ 그림 35 _ 식사를 하고 있는 학생들

식품과 영양소

우리가 먹는 식품에는 각종 생명 현상과 건강을 유지하기 위해 필요한 여러 가지 영양소가 들어 있다. 한 가지 식품에는 많은 영양소가 들어 있지만 그 양과 질은 식품에 따라 매우 다양하므로, 여러 가지 식품을 잘 조합하여 균형된 식사를 해야 한다. 그림 36의 식품 구성탑은 건강을 위해 섭취해야 할 식품의 종류와 양을 나타낸 것이다. 우리에게 꼭 필요한 영양소로는 탄수화물, 단백질, 지방, 비타민, 무기 염류, 물 등이 있다. 탄수화물, 단백질, 지방은 여러 가지 대사 작용과 활동에 필요한 에너지를 생산하므로 주영양소라고 하며, 근육, 골격, 혈관 등 우리 몸을 구성한다. 그리고 비타민, 무기 염류, 물은 에너지원은 아니지만 체내 생리 기능 조절에 필요하므로 부영양소라고 한다.



▲ 그림 36 _ 식품 구성 탑(식생활 정보 센터, 2010년) 각 층의 크기와 위치는 일상 섭취량과 중요도를 의미한다.

표 2 _ 주영양소의 에너지량

주영양소	에너지 발생량
탄수화물	4 kcal/g
단백질	4 kcal/g
지방	9 kcal/g

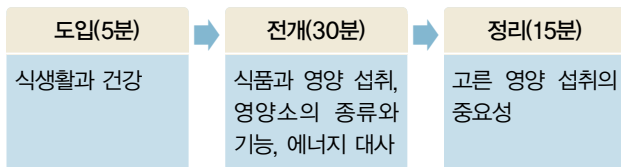
1. 영양과 에너지

☆ | 소단원의 학습 목표 |

1. 건강한 생활을 유지하기 위해 영양소의 고른 섭취가 필요한 이유를 설명할 수 있다.
2. 일과 운동을 통하여 에너지가 소비되는 과정을 설명할 수 있다.

8차시

307~309 쪽



☆ | 동기 유발을 위한 제안 |

- 청소년의 영양과 비만에 대해 이야기해 보도록 한다. 사회적 문제가 되고 있는 비만의 실태와 폐해, 청소년에 미칠 수 있는 정신적 영향에 대해서도 자유롭게 발표해 보도록 한다.

☆ | 지도상의 유의점 |

1. 간략한 하루 일과표를 토대로 활동에 필요한 에너지를 계산해 보도록 하되, 계산이 복잡해지지 않도록 지도한다.
2. 각자의 식생활을 점검해 보고 문제점을 파악할 수 있도록 지도한다.
3. 건강한 생활을 위해 각자의 식생활을 어떻게 개선해야 할지 생각해 보도록 한다.

☆ | 보충 자료 |

● 식품의 중요성

우리는 신체를 유지하고 운동하기 위하여, 또 생체 내부의 항상성을 유지하기 위하여, 에너지원이나 몸의 구성 성분이 되는 물질을 음식물로 섭취한다.

● 영양소

음식물로서 섭취되고 소화 기관을 통하여 흡수되어 생명 활동에 사용되는 물질을 영양소라고 한다. 주로 섭취하는 영양소로는 탄수화물, 지질, 단백질 등이 있으며, 비타민, 무기 염류 등도 생명 활동에 필요한 물질이다.

1. 탄수화물: 탄수화물은 녹색 식물의 광합성에 의해 합성되는 것으로 우리 식사 중 총 섭취 열량의 60% 이상을 차지하는 주된 영양소이다. 탄수화물의 주요 기능은 신체에 끊임없이 에너지를 공급하는 일이며, 생성된 에너지는 세포의 여러 가지 기능의 원동력으로 사용된다. 탄수화물은 대부분 식물성 식품으로부터 공급되는데, 곡류는 전분과 섬유소를 많이 포함하고 있는 대표적인 탄수화물 식품이다.
2. 지질: 지질은 탄수화물이나 단백질과 마찬가지로 인체의 건강을 유지하기 위한 필수 영양소 중의 하나로서, 장기적 저장을 위해 가장 좋은 에너지원이며, 세포막을 구성하는 기본 물질이고, 호르몬의 생성과 비타민의 운반 및 저장에 관여한다. 또한, 생체 기관을 충격으로부터 보호하는 완충재 역할과 체온을 유지하는 단열재로서의 역할을 한다.
3. 단백질: 단백질은 체내에서 많은 종류의 효소를 구성하여 유기 촉매제로서 대사에 참여하며, 대사를 진행시키는 데 중요한 역할을 하는 호르몬을 구성한다. 그리고 항원에 대처할 수 있는 항체를 형성하여 외부에서 들어온 이물질에 저항할 수 있도록 하며, 세포를 구성하는 구조적인 기능과 함께 물질 이동에 중요한 역할을 한다. 성장과 발달 과정에서 조직을 형성하는 데도 필수적이다.

창의인성 **활동의 이해**

활동 6 하루 동안 활동에 소비되는 에너지량은 얼마나 될까?

목표

- 하루 동안 활동에 소비되는 에너지량을 계산할 수 있다.

과정

1. 철수의 하루 활동에 필요한 에너지량은 표 3과 그림 37을 사용하여 알아볼 수 있다. 각 활동의 종류가 몇 시간 동안 진행되었는지를 그림 37을 이용하여 합산하여야 한다. 예를 들면, 단위 시간당 수면에 소비되는 에너지량은 60 kcal/h이다. 철수는 8시간 수면하였기 때문에 수면 동안 소비된 전체 에너지는 60 kcal/h × 8 h = 480 kcal이다. 이와 같은 방법으로 각 활동에 사용된 에너지량을 계산하여 합산하면 철수의 하루 활동에 필요한 에너지량은 2,734 kcal가 된다.
2. 철수가 섭취한 음식의 에너지량은 표 5를 통하여 알 수 있다. 각 식품에 포함된 탄수화물, 단백질, 지방의 함량을 각각 합산하면, 탄수화물 598 g, 단백질 80 g, 지방 17 g을 섭취하였다. 그리고 탄수화물과 단백질은 단위 g당 4 kcal를, 지방은 9 kcal의 에너지량을 가지므로, 철수가 섭취한 영양소를 합산한 숫자에 각 에너지량을 곱하여 계산하면, 전체 에너지량은 (598 g × 4 kcal/g) + (80 g × 4 kcal/g) + (17 g × 9 kcal/g)이 되어 2,865 kcal가 된다.

정리

1. 철수는 하루 활동에 필요한 에너지량(2,734 kcal)보다 섭취한 음식의 에너지량(2,865 kcal)이 131 kcal 정도가 높다.
2. 표 4에 의하면, 철수에게 권장되는 1일 영양 섭취량은 2,700 kcal 정도이며, 실제로 철수가 섭취한 에너지량은 165 kcal 정도 높다. 그러므로 밥이나 빵에 포함된 탄수화물의 섭취량을 약 40 g 정도 줄이도록 하는 것이 좋다.
3. 활동 6과 같이 각자 개인의 활동 종류와 시간, 활동에 필요한 전체 에너지량, 실제로 섭취하는 식품의 종류와 무게를 측정하여 하루 동안 섭취하는 전체 에너지량을 계산해 보고, 실생활에서 균형 잡힌 식사를 하고 있는지 알아보도록 한다. 균형 잡힌 식생활은 영양소 부족으로 인한 영양 실조, 또는 영양 과다로 인한 비만 등을 예방하는 데 도움이 되며, 건강한 신체 유지와 건전한 사회 활동의 중요한 원동력이다.

활동 6 하루 동안 활동에 소비되는 에너지량은 얼마나 될까?

목표 하루 동안 활동에 소비되는 에너지량을 계산할 수 있다.

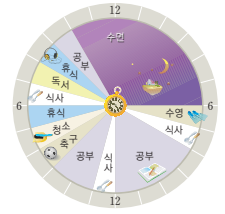
자료 해석

과정

1. 그림 37은 17세인 철수의 하루 생활 시간표를, 표 3은 체중 60 kg인 철수의 활동에 소비되는 에너지량을 나타낸 것이다.

표 3_철수의 활동에 소비되는 에너지량(단위: kcal/시간)

활동	에너지량	활동	에너지량
수면	60	축구	365
수영	208	청소	180
식사	75	휴식	68
공부	150	독서	90



▲ 그림 37_철수의 하루 생활 시간표

- 철수의 하루 활동에 필요한 에너지량을 계산해 보자.
- 표 4는 한국 영양학회에서 권고하는 영양 섭취량을, 표 5는 철수가 하루 동안 섭취한 음식의 주영양소 함량을 나타낸 것이다.

표 4_1일 권장 영양 섭취량

식생활 정보 센터, 2010년

구분	에너지 (kcal)	단백질 (g)	비타민 A (μg)	비타민 C (mg)	비타민 B ₁ (mg)	칼슘 (mg)	철 (mg)
남자(15~19세)	2,700	60	850	110	1.4	900	16
여자(15~19세)	2,000	45	700	100	1.0	800	16

표 5_철수가 하루 동안 섭취한 음식의 주영양소 함량(단위: g)

구분	밥	김치	불고기	우유	나물	생선구이	샐러드	빵
탄수화물	400	20	2	5	8	5	8	150
단백질	5	5	30	3	2	30	5	-
지방	-	-	8	4	1	2	2	-

- 철수가 하루 동안 섭취한 음식의 에너지량을 계산해 보자.

정리

1. 철수의 하루 활동에 필요한 에너지량과 철수가 하루 동안 섭취한 음식의 에너지량을 비교해 보자.
2. 1일 권장 영양 섭취량과 활동량을 고려해 보았을 때 철수는 음식 섭취량을 어떻게 조절해야 할까?
3. **창의인성** 나의 하루 활동에 필요한 에너지량과 내가 하루 동안 섭취한 음식의 에너지량을 비교해 보자. 나는 균형 잡힌 식생활을 하고 있는가?

식생활 정보 센터

<http://www.dietnet.or.kr>

☆ | **보충 자료** |

● **건강과 영양**

세계 보건 기구에 의하면, 건강이란 “신체적, 정신적, 사회적으로 완전하게 양호한 상태이며 단지 질병이 없거나 허약하지 않다는 것만을 의미하지 않는다.”라고 설명하고 있다. 즉 개인의 생활 양식과 관련된 건강 관리는 물론이고 개인이 속한 사회의 보건과 건강을 위한 복지 정책, 의료 시설, 경제적인 여건이 잘 관리되어야 한다는 내용을 포함하고 있다. 건강을 결정짓는 요인으로 가장 중요한 것은 식생활이다. 식생활을 통하여 신체 기능과 상태를 유지할 수 있는 영양 섭취를 할 수 있고, 올바른 영양 섭취를 통해 생명 활동의 근원인 에너지 생산을 할 수 있기 때문이다. 건강에 대응하는 것으로 질병이 있다. 질병은 신체의 건강 상태가 허약해지거나 신체 기관의 정상적인 기능이 수행되지 못하여 생활이 불편한 상태로, 치유되어 정상적인 생활로 쉽게 회복할 수 있는 가벼운 상태에서 생명에 지장을 초래할 수 있는 심각한 수준의 상태까지 다양하다.

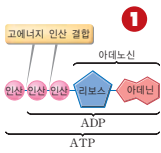
영양소와 에너지 생산

자동차를 움직이기 위해서는 연료를 넣어야 하는 것처럼 우리도 말하고 움직이고 생각하기 위해서 에너지가 필요하다. 청소년의 하루 활동에 필요한 에너지량은 남자가 약 2,700 kcal, 여자가 2,000 kcal 정도이며, 사람마다 체중과 활동 내용 등에 따라 달라진다. 자동차의 에너지원은 연료라면, 우리 몸의 에너지원은 식품, 즉 영양 소이다.



▲ 그림 38 _ 연료로 달리는 자동차와 음식을 먹고 달리는 사람

식품에 들어 있는 주 영양소는 체내에서 소화되고 흡수된 후 혈액에 의해 온몸의 세포에 전달된다. 포도당과 같은 에너지원이 세포 소기관인 미토콘드리아에서 분해되면 에너지가 발생하는데, 일부는 열로 전환되어 체온 유지에 쓰이고, 나머지는 생물체 내 에너지 형태인 ATP 생산에 사용된다. ATP에 저장된 에너지는 발열, 발성, 근 수축, 단백질 합성 등 여러 가지 생명 유지 활동에 사용된다.



▲ 그림 39 _ ATP의 구조 ATP는 아데노신에 인산 3분자가 결합한 물질로 인산과 인산 사이에는 고에너지 인산 결합이 형성된다. ATP가 ADP와 인산으로 분해될 때 방출되는 에너지가 여러 가지 생명 활동에 이용된다.



▲ 그림 40 _ 에너지의 전환과 이용

1 | ATP와 ATP 합성 |

모든 생물은 미토콘드리아에서의 세포 호흡 과정을 통하여 화학적 에너지인 아데노신 3인산(Adenosine Triphosphate; ATP)을 생성한다. ATP는 아데노신에 3분자의 인산기가 결합한 것으로 인산과 인산 사이에는 고에너지 인산 결합이 형성되어 있다. ATP가 가수 분해 과정에 의해 아데노신 2인산(Adenosine Diphosphate; ADP)과 인산기로 분해될 때 약 7.3 kcal/mol의 에너지가 방출된다. 이때 방출된 에너지는 생체 내 여러 생명 활동에 사용된다. 신체의 지속적인 생명 활동을 위하여 세포는 소비된 ATP를 계속하여 보충하며 에너지를 생산하여야 한다. ATP는 ADP와 인산을 결합시킴으로써 미토콘드리아 내막의 ATP 합성 효소를 통해 합성된다.

☆ | 보충 자료 |

● **에너지 생성 경로**

영양소가 세포 내에서 물과 이산화탄소로 분해됨으로써 ATP 생산이 이루어진다. 각 영양소는 단량체 단위로 소화되고

흡수되어 신체 조직의 세포로 이동되며, 탄수화물은 해당을, 단백질은 요소 회로 과정을, 지질은 β-산화 과정을 통하여 아세틸-CoA라는 중간 대사 물질을 생산하게 된다. 이후 일련의 대사 과정을 거쳐 미토콘드리아 내막의 산화적 인산화 과정을 진행시킴으로써 ATP가 합성된다.

● **물질대사**

생물이 생명 활동을 유지하기 위해 물질을 흡수하여 사용하는 모든 과정을 물질대사라고 한다. 물질대사에는 저분자 물질을 고분자 물질로 합성하는 동화 작용과 고분자 물질을 저분자 물질로 분해하는 이화 작용이 있으며, 에너지 대사가 수반된다.

1. 동화 작용: 광합성, 단백질 합성 등이 포함되며, 에너지를 흡수하는 흡열 반응이다.
2. 이화 작용: 소화, 호흡 등이 포함되며, 에너지를 방출하는 발열 반응이다.

● **기초 대사량**

사람이 생명을 유지하는 데 필요한 최소한의 에너지량을 기초 대사량이라고 한다. 기초 대사량은 체온 유지, 호흡, 심장 박동 등 기초적인 생명 활동에 필요한 에너지이다. 체중, 근육량, 성별, 나이, 계절 등에 따라 달라지며, 대략 하루에 소모하는 총 에너지의 60~70%에 해당한다.

● **에너지 보존 법칙**

에너지는 새로 생기거나 없어지지 않고 보존된다는 것이 에너지 보존 법칙이다. 우리 몸의 에너지 대사에도 에너지 보존 법칙이 적용되므로, 흡수하는 에너지와 방출하는 에너지 사이에 균형이 깨지면 건강에 이상이 생길 수 있다. 영양소 섭취량이 에너지 소비량보다 많으면 비만이 되기 쉽고 적으면 영양 결핍이 될 수 있다.

● **운동과 에너지 소모**

체중 50 kg인 사람이 15층 아파트의 계단을 걸어서 올라가는 경우를 예로 들어 보자. 이 아파트의 높이가 45 m라고 가정하고 중력 가속도를 10 N이라고 하면, 질량이 50 kg인 물체를 들어 올리는 경우 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$50 \text{ kg} \times 10 \text{ N} \times 45 \text{ m} = 22,500 \text{ J}$$

22,500 J은 약 5.4 kcal에 해당하므로, 140 kcal의 밥 한 공기 열량을 소모하려면 15층 계단을 26번이나 올라가야 한다는 계산이 나온다. 그러나 우리 몸이 운동하는 과정은 매우 복잡하므로, 단순히 물건을 들어 올리는 것보다는 더 많은 에너지가 소모된다.

9차시

310~312쪽

도입(5분)	전개(30분)	정리(15분)
생활과 에너지 이용	스포츠 과학, 식품의 보존 방법과 중요성, 잘못된 식품 섭취와 부작용	올바른 식품 섭취, 확인하기 문제 풀이

★ | 동기 유발을 위한 제안 |

- 우리가 주로 먹는 밥과 함께 김치, 채소 등의 반찬을 섭취하는 이유를 이야기해 보도록 한다.
- 각자 좋아하는 운동 선수를 말해 보도록 하고, 그 운동 선수의 종목에는 어떤 스포츠 과학이 활용되는지 자유롭게 생각하여 발표해 보도록 한다.
- 수산물을 가정에서 보존하기 위하여 사용할 수 있는 여러 가지 방법들을 이야기해 보도록 한다.

★ | 지도상의 유의점 |

1. 영양소의 기능과 관련지어 고른 영양소의 섭취가 필요한 이유를 이해하도록 한다.
2. 식품 보존 방법의 원리를 과학적으로 이해할 수 있도록 식품의 온도, 수분 함량, 염분 농도 등의 조절 방법을 세균의 번식 조건과 관련지어 설명한다.

창의인성 과학 글쓰기 |

패스트푸드와 건강

열량이 높은 패스트푸드를 지나치게 섭취하면 비만이 되기 쉬우며, 고른 영양소 섭취를 하지 못하여 영양 불균형에 의한 건강 이상 증세가 나타날 수도 있다.

★ | 보충 자료 |

● 에너지원

1. 운동 에너지원인 탄수화물

영양소는 세포의 활동에 직접적으로 사용되지 않는다. 하지만 영양소 분자에 내재되어 있던 에너지는 세포 내에서 화학적으로 방출되면서 ATP의 형태로 저장되어 신체 운동 에너지원으로 이용된다.

활동량이 비교적 적을 때, 인체가 필요로 하는 에너지는 탄수화물과 지방의 분해로부터 거의 균등하게 충족된다. 단백질은

오늘날에는 스포츠 과학이 발달하여 운동 선수에게 각자의 종목에 가장 적합한 식단을 제공한다. 주영양소 중 탄수화물은 주로 에너지원이 되고, 단백질은 근육 조직을 형성하며, 지방은 몸을 보호하고 유연성을 높여 주는 체지방을 형성한다.

단거리 육상 선수의 경우 짧은 시간에 집중된 근력 운동을 할 수 있도록 경기 전에 탄수화물 함량이 높은 식사를 한다. 탄수화물은 우리 몸에서 빠르게 에너지로 전환되므로 많은 에너지가 필요한 활동에 적합한 영양소이기 때문이다. 비교적 장시간 체력을 요하는 축구 선수는 근력을 키우는 데 효과가 있는 단백질 위주의 식사를 하며, 리듬 체조 선수나 피겨 스케이팅 선수는 아름다운 연기를 위해 채소, 과일 위주의 저열량식으로 몸매를 가꾼다. 마라톤 선수의 경우 경기 일주일 전까지는 근력을 키우기 위해 단백질을 많이 섭취하고, 경기 일주일 전부터는 에너지를 비축하기 위해 탄수화물 위주의 식사를 한다고 알려져 있다.



▲ 그림 41_ 여러 종목의 운동 선수

건강한 식생활

우리 몸에 필요한 영양소는 약 50여 종에 달한다. 이들은 각기 고유한 역할을 담당하므로 어느 하나라도 부족하면 건강한 생활을 하기 어렵다. 예를 들면, 채소, 과일, 곡물에 풍부한 섬유소는 체내에서 소화되지 않는 성분이지만, 소화 운동을 촉진할 뿐만 아니라 결장암이나 직장암을 예방하는 효과도 있다. 그러므로 건강한 생활을 유지하려면 음식을 골고루 섭취해야 한다.

한편, 영양이 과다하면 비만이 되기 쉽고, 부족하면 영양 실조, 성장 장애 등의 증상이 나타나므로 음식을 적당량 섭취하는 것도 중요하다.

창의인성
과학 글쓰기

햄버거, 콜라, 피자 등 열량이 높은 패스트푸드가 청소년의 건강에 미치는 영향에 대한 생각을 써 보자.

표 6_ 여러 가지 부영양소의 기능

영양소	기능	영양소	기능
물	물질 운반, 용매, 체온 조절	비타민 A	시각 형성에 필요한 물질 형성
철	호흡 효소, 혈액소의 성분	비타민 B ₁₂	탄수화물 대사
칼슘	뼈 형성, 혈액 응고	비타민 C	면역력 증가
나트륨	삼투압 조절	비타민 D	뼈와 이 형성

몸의 구성 물질로, 통상적으로 세포 활동에는 적은 양의 에너지를 공급한다.

운동 강도가 높아질수록 더 많은 양의 탄수화물이 사용되며 지방의 비중은 줄어든다. 그리고 짧은 시간 동안의 최대 운동에서는 거의 대부분의 ATP가 탄수화물로부터 생성된다. 적당한 양의 탄수화물 섭취가 이루어지지 않으면 근육과 간의 일차적인 에너지원이 고갈될 수 있다.

2. 지질

지질은 안정 시에도 사용되는 에너지의 일부분을 담당하지만 장시간 지속되는 강도가 다소 낮은 운동을 하는 동안에 많은 양의 에너지를 제공한다.

지질은 복잡한 형태인 트라이글리세라이드에서 기본적인 구성 요소인 글리세롤과 지방산으로 먼저 바뀌어야만 하기 때문에 운동 시 물질대사에 사용되기가 용이하지 않다. 지방으로부터의 에너지 방출 속도는 강도 높은 근육 활동의 에너지 요구량을 충족시키기에 너무 느리기 때문에 단거리 육상과 같은 스포츠에서는 에너지원으로서 적당하지 않다.

창의
인성

활동 7 식품을 보존하는 방법에는 어떤 것들이 있을까?

목표 식품을 보존하는 여러 가지 방법과 그 원리를 설명할 수 있다.

자료 해석, 토의

과정

그림 42는 과거와 현재의 여러 가지 식품 보존 방법이다.



▲ 그림 42_ 여러 가지 보존 식품

정리

1. 위 식품들은 어떤 방법으로 보존한 것이며 어떤 원리를 이용한 것인지 토의해 보자.
2. 식품의 신선도를 유지하면서 장기간 보존하는 것이 필요한 이유를 생각해 보자.
3. 창의·인성 위 자료에 제시된 예 외의 다른 식품 보존 방법을 조사해 보자.

협동 각자의 생각을 활발하게 말하고 다른 사람의 의견에 귀를 기울이며, 자료 조사에 적극적으로 참여하도록 한다.

비닐하우스나 냉장고가 개발되기 전에는 겨울에는 채소를 먹기 어려웠고, 여름에는 음식이 쉽게 상해서 식생활에 많은 불편을 겪었다. 그래서 우리 선조들은 겨울이 오기 전에 김장을 하고 나물을 말리는가 하면, 무, 배추 등을 구덩이에 묻어 얼지 않도록 짚을 덮어 주었다. 또 여름에는 생선을 소금에 절이거나 말려서 상하지 않도록 하였다. 음식을 말려서 수분을 제거하거나, 얼려서 온도를 낮추면 음식을 상하게 하는 미생물의 번식을 막을 수 있다. 그리고 무나 배추가 얼지 않도록 하는 것은 조직이 파괴되어 식감이 떨어지는 것을 막기 위해서이다.

과학 기술이 발달한 오늘날에는 미생물의 번식을 차단할 수 있는 냉장법과 냉동법, 진공 포장법 등 다양한 방법으로 식품을 보관하고 있다.

2 | 부영양소의 기능 |

탄수화물, 지질, 단백질 등과 같은 주영양소 외에 각종 비타민, 무기 염류(철분, 칼슘, 나트륨, 칼륨 등)는 에너지원은 아니지만, 에너지를 생성하는 화학적인 반응을 도와줄 뿐만 아니라, 신체 조직의 기능과 성장 및 유지를 위해 중요하기 때문에 부영양소라고 한다.

1. 비타민: 비타민은 매우 적은 양으로 우리 몸의 생리 기능을 조절하며, 부족하면 결핍증이 나타난다. 대부분 체내에서 합성되지 않으므로 식품을 통해 섭취해야 한다. 당근에는 비타민 A, 현미에는 비타민 B₁이 풍부하며, 각종 과일과 채소에는 비타민 C가 많이 들어 있다. 비타민 D는 고등어, 표고버섯 등에 많다.

비타민	A	B	C	D
결핍증	야맹증	각기병	괴혈병	구루병

2. 무기 염류: 뼈, 이 등 우리 몸을 구성하며, 여러 가지 생리 작용을 조절한다. 시금치에는 철, 멸치에는 칼슘이 풍부하다.

창의
인성

활동의 이해

활동 7 식품을 보존하는 방법에는 어떤 것들이 있을까?

목표

- 식품을 보존하는 여러 가지 방법과 그 원리를 설명할 수 있다.

정리

1. 맛과 영양을 유지하면서 식품을 오랫동안 보관하기 위한 방법은 다양하다. 전통적으로는 소금에 절이거나 말려서 식품을 부패시키는 세균의 오염을 방지하는 방법이 있으며, 현대에는 과학 기술의 발달로 저온에서 냉동 보관할 수 있는 방법과 알루미늄을 사용하여 통조림의 형태로 식품을 저장하는 방법들이 개발되었다. 이와 같은 방법들로 식품을 오랫동안 보관하게 되어 채소류와 과일 등은 계절에 상관없이 즐길 수 있게 되었으며, 장거리 운반도 가능하게 되었다.
2. 식품의 신선도 유지는 식품의 맛과 영양가를 오랫동안 보존하는 데에 아주 중요하다. 이는 곧 올바른 영양소 섭취를 통한 건강 유지와 직결되기 때문이다. 또한, 각종 부패 세균의 오염은 식품의 가치를 떨어뜨릴 뿐 아니라, 극히 적은 양의 섭취로도 인체에 유해한 식중독 등 질병을 유발할 수 있다.
3. 과학 기술의 발달로 진공 포장법, 건조제 사용법, 훈제하여 진공 포장하는 등의 다양한 저장 방법들이 개발되어 있다.

평가 기준표

활동 과정	평가 문항	점수
정리	과학적 원리를 이용한 식품 보존 방법을 조사하여 발표하였는가?	상, 중, 하

☆ | 보충 자료 |

● 젓갈과 삼투 현상

젓갈은 오징어, 새우, 조개 등 주로 바다에서 나는 동물을 소금에 절여서 만든 식품이다. 젓갈을 만들면 쉽게 부패하는 음식을 장기간 보존할 수 있다. 젓갈은 염분 농도가 매우 높아서 세균이 번식하기 어렵기 때문인데, 이는 삼투 현상과 관련이 깊다. 삼투 현상이란 저농도 용액에서 고농도 용액으로 물이 이동하는 현상으로, 세균이 젓갈에 침투하면 세균의 세포액이 농도가 높은 젓갈 쪽으로 빠져나가 번식하지 못하고 죽게 된다. 이와 같은 원리는 젓갈 외에 간장, 된장, 김치 등에도 적용되며, 소금 대신 설탕을 사용하는 잼, 피클 등도 같은 원리를 이용한 보존 식품이다. 또 꿀이 쉽게 부패하지 않는 것도 이 때문이다.

☆ | 보충 자료 |

● 대장균

대장균은 사람의 장 내에 상주하는 균으로 대장과 변에 주로 존재하여 그 명칭이 유래되었다. 장 내 대장균은 비타민 K를 합성하여 사람에게 제공하기도 하고, 수분 흡수에도 영향을 미치기 때문에 일반적으로 무해하고 사람과 공존한다.

그러나 대장균 중에는 병원성 대장균으로 불리는 유해한 것도 있는데 현재 20여 종으로 알려져 있으며, 식중독을 유발하기도 한다.

식중독을 유발하는 병원성 대장균의 주된 감염 경로는 대장균이 오염된 음식 섭취에 기인하며, 덜 익혔거나 덜 조리된 육류, 충분히 살균되지 않은 유제품, 오염된 기구를 사용하여 조리한 음식 등이다.

대장균은 사람과 동물의 배설물에 다량 존재하고 있는데, 충분히 세척하지 않은 채소, 오염된 호수나 강, 문 손잡이 등을 통해 감염될 수 있다. 대장균에 의한 식중독을 예방하기 위하여 개인이 지켜야 할 점은 다른 수인성 전염병의 예방법과 같이 외출에서 돌아온 후나 음식을 섭취하기 전에 손을 깨끗이 씻고, 끓이거나 안전하게 정수된 물을 마시며, 조리되었거나 익힌 음식을 먹는 것이다. 특히 식육 식품은 반드시 익혀 먹고, 주방 기구의 소독을 철저히 하며, 병원성 미생물이 오염되지 않도록 음식을 보관하여야 한다.

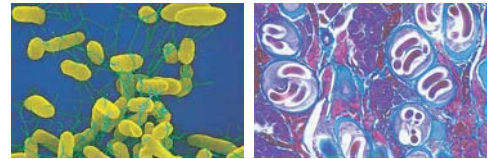
🍳 생활 속의 과학

발효 식품

우리나라 음식 맛의 바탕이 되는 장류, 김치류, 식초류, 젓갈류는 음식의 특성을 만드는 4대 전래 발효 식품으로 우리 민족 고유의 기호에 맞게 발달, 변천되어 왔다. 우리 민족은 각종 식품의 재료가 되는 채소류, 해산물 등을 소금에 절여 일정 기간 숙성 발효시킴으로써 식품의 영양성과 기능성 및 기호성이 뛰어난 발효 식품을 발달시켰다.

현대에 들어 우리나라 고유의 전통 발효 식품들은 비타민과 무기 염류 등 유익한 영양 성분을 함유하고 있음이 밝혀졌으며, 항암, 항균, 항산화 작용 및 각종 성인병 예방, 노화 방지와 같은 기능성이 과학적으로 입증되고 있다. 또한, 비만을 예방할 수 있는 저칼로리 건강 식품이기도 하다.

상한 음식을 먹으면 식중독에 걸리기 쉽고, 익히지 않은 어패류나 쇠고기, 돼지고기 등 먹으면 기생충에 감염될 위험이 있다. 건강한 생활을 유지하기 위해서는 고른 영양 섭취 못지않게 신선한 식품을 섭취하는 것도 중요하다.



▲ 그림 43_ 식중독을 유발하는 살모넬라균 (×4,500) ▲ 그림 44_ 덜 익은 육류를 통해 감염된 선모충 (×350)

🍲 생활 속의 과학 | 발효 식품

“삼국지 위지 동이전”에는 “고구려인은 술, 장, 젓갈 등을 잘 만든다.”라고 기록되어 있다. 이처럼 우리 민족은 고대부터 젓갈과 장 등 발효 식품을 섭취하였다.

김치는 조선 시대부터 우리 식생활의 근간이 되었다. 김치는 영양과 기능이 우수한 발효 식품으로, 비타민, 무기 염류, 섬유소, 유산균 등이 풍부하여 신선한 채소류의 섭취가 부족했던 겨울철에 주요 영양 공급원이었다. 김치에 풍부한 식이 섬유소와 유산균은 변비를 예방하고 장을 튼튼하게 해 주며, 양념에 들어 있는 마늘, 고추, 생강은 생리 작용을 촉진해 준다.



▲ 그림 45_ 김치

또 하나의 전통 발효 식품으로 빼놓을 수 없는 것이 청국장이다. 청국장은 콩 발효 식품 중 숙성 기간이 가장 짧은 숙성 장으로 된장에 비해 쉽게 만들 수 있으며, 된장보다 소금을 적게 사용하는 저염 식품이다. 청국장을 만들 때는 삶은 콩 사이사이에 벼짚을 넣어 40℃ 정도의 온도에서 3~4일간 발효시키는데, 벼짚에는 고초균이라는 미생물이 있어 콩의 영양 성분을 효과적으로 이용할 수 있도록 분해하며, 항암 작용을 하는 끈적한 물질을 만들어 낸다. 또 고초균이 생산한 효소는 심장 마비나 뇌졸중의 원인이 되는 혈전을 용해하기도 한다.



▲ 그림 46_ 청국장

💡 확인하기

- 이해 1. 주영양소의 주된 기능은 무엇인가?
 적용 2. 영희는 오늘 점심에 밥, 김치, 멸치볶음, 채소샐러드, 김구이를 먹었다. 영희가 이와 같은 식단을 유지한다면 가장 부족되기 쉬운 영양소는 무엇일까?
 인식 3. 비만 환자의 급증이 사회에 미치는 영향은 무엇인가?

💡 확인하기

1. 주영양소에는 단백질, 탄수화물, 지방이 있다. 단백질은 몸을 구성하고 항체와 호르몬 등의 주성분이 되며, 탄수화물은 주로 생활에 필요한 에너지원으로 쓰이고, 몸을 구성하는 성분으로도 사용된다. 지방은 세포막의 성분이며 피하 지방을 형성하여 체온을 유지하는 데 도움이 될 뿐만 아니라, 에너지 저장소로도 사용된다.
2. 단백질
 밥은 탄수화물, 멸치는 칼슘 공급원이며, 채소와 김에는 비타민과 무기 염류가 풍부하다. 단백질은 콩과 생선, 계란, 육류에 많이 들어 있다.
3. 비만은 각종 성인병의 원인이 된다. 또 성장기 청소년의 비만은 사회성 및 인격 형성에도 지장을 초래할 수 있다. 한편으로 비만 환자의 급증은 다이어트 식품, 헬스, 성형 등 비만 환자를 겨냥한 시장을 확대시킬 것이다.

2

질병과 면역

학습 목표 • 병원체로 작용하는 세균과 바이러스의 특징을 설명할 수 있다.
• 면역 과정을 이해하고 질병을 예방하는 백신의 원리를 설명할 수 있다.

1796년 영국의 제너(Jenner, E., 1749~1823)가 우두를 접종하여 예방하기 전까지 천연두는 목숨을 앗아가는 무서운 전염병이었다. 제너는 우두에 걸린 사람이 천연두에 잘 걸리지 않는다는 것을 알고 우두균을 접종하여 천연두균의 침입에 대비할 수 있었고, 이후 천연두는 크게 감소하여 지구 상에서 사라졌다. 이와 같은 원리는 오늘날 예방 접종하는 백신에도 적용된다. 백신이 질병을 예방하는 원리는 무엇일까?



▲ 그림 47_종두법을 시행 중인 제너

질병

옛날에는 악마에 의해 병이 발생되거나 신이 벌로 질병을 준다고 생각하였다. 그러다가 17세기경 네덜란드의 레이우엔훅이 미생물을 발견한 이래 질병을 일으키는 많은 병원균이 밝혀져 질병의 원인을 과학적으로 이해하게 되었다. 의학이 발달한 현재에는 수많은 질병의 원인이 밝혀져 있으나 아직도 명확한 원인이 밝혀지지 않은 질병이 있으며, 새로운 질병 또한 계속 나타나고 있다.

레이우엔훅(Leeuwenhoek, A. van, 1632~1723)
직접 제작한 현미경으로 여러 종류의 미생물을 관찰하였다.

질병에는 감염성 질병과 비감염성 질병이 있다. **감염성 질병**은 세균, 바이러스와 같은 병원체가 원인이 되어 발생하며, 여러 가지 경로로 다른 사람에게 전염되기 쉽다. 세균성 질병은 항생제의 발달로 대부분 치료할 수 있게 되었지만, 세균보다 작고 돌연변이가 많은 바이러스성 질병에 대해서는 아직 더 많은 연구가 필요하다. 반면, **비감염성 질병**은 당뇨병, 고혈압, 암 등 병원체 없이 발생하는 경우가 많으며, 원인이 명확하지 않은 경우도 많다. 또 대부분 만성 질병이 될 확률이 높다.

다음 활동을 통해 감염성 질병의 전파 경로에 대해 알아보자.



▲ 그림 48_감염성 질병인 수두(왼쪽)와 비감염성 질병인 피부염(오른쪽)

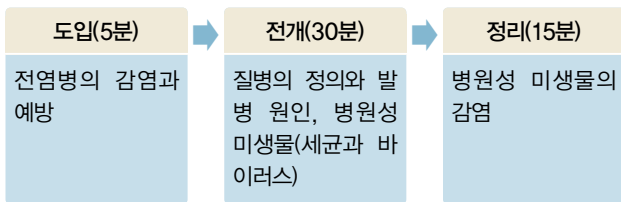
2. 질병과 면역

☆ | 소단원의 학습 목표 |

1. 병원체로 작용하는 세균과 바이러스의 특징을 설명할 수 있다.
2. 면역 과정을 이해하고 질병을 예방하는 백신의 원리를 설명할 수 있다.

🕒 10차시

313~315 쪽



☆ | 동기 유발을 위한 제안 |

- 질병에 걸려 본 경험에 대해 이야기해 보고 왜 그런 질병에 걸리게 되었는지 그 이유를 생각해 보도록 한다.

- 사람의 몸 안에 존재하거나 성장하고 있는 미생물의 종류를 이야기해 보도록 한다.
- 현미경의 발명이 질병 연구에 기여한 의미에 대해 생각해 보도록 한다.

🌟 | 지도상의 유의점 |

1. 질병의 정의를 설명하고, 질병 발생의 원인을 감염성 질병과 비감염성 질병으로 구별하여 설명한다.
2. 질병의 감염 경로를 유추해 볼 수 있도록 한다.
3. 병원성 미생물의 종류와 기능을 설명한다. 바이러스의 비생물적 특징에 대해 설명하는 것도 의미가 있다.

📖 | 보충 자료 |

● 질병의 정의

의학적으로 신체를 구성하는 세포나 조직의 전체 또는 일부가 일시적 또는 계속적으로 장애를 일으켜 생명 기능이 방해받거나 세포나 조직이 변형되는 손상에 의해 기능을 정상적으로 수행하지 못하는 상태를 넓은 의미의 질병이라고 하며, 감염성 질병과 비감염성 질병으로 나누어진다.

감염은 미생물이 인체에 침범하는 것을 의미하며, 병원성 미생물이 인체의 조직 혹은 세포를 침범하여 조직을 손상시키면 여러 가지 감염 질환을 유발한다.

● 원인에 따른 질병의 분류

1. 감염성 질병은 세균, 바이러스, 진균, 기생충 등과 같은 병원체가 사람에게 전파, 침입이라는 전염 과정을 통하여 질병을 일으키는 경우에 발생한다. 감염성 질병 중 세균에 의한 질병은 항생제의 발달로 대부분 치료가 가능해졌으나, 바이러스성 질병에 대한 항바이러스제의 개발은 아직 완전한 성공을 거두지 못하고 있다.
2. 비감염성 질병은 대표적 성인 질병인 고혈압, 당뇨, 그리고 암과 같은 것이다. 이들 질병은 병원체 없이 발생할 수 있으며, 대부분 발현 기간이 길어 만성적 경과를 밟는 경우가 많다. 비감염성 질병의 원인은 명확히 밝혀지지 않은 경우가 많으며, 여러 가지 위험 인자가 복합적으로 작용하여 유발시키는 것으로 알려져 있다. 현재 의학 분야의 진단 기술 발달로 과거에는 발견하지 못했던 비감염성 질병의 진단이 가능해짐으로써 의약품에 의한 치료가 한결 용이하게 되었다.

창의인성 **활동의 이해**

활동 8 **감염성 질병은 어떤 경로로 전파될까?**

목표

- 감염성 질병의 전파 경로를 추적할 수 있다.

원리

- 세균, 곰팡이, 바이러스, 기생충 등은 인체에 감염하여 질병을 유발할 수 있는데, 이들을 감염성 병원체라고 한다. 이들은 인체에 감염하여 많은 질병을 유발하며, 인류에게 고통을 주거나 생명을 위협하고 있다.
- 질병을 유발하는 감염성 병원체들은 육안으로 관찰되지 않는 미생물이 대부분이며, 이들은 우리의 생활 주변 곳곳에 오염되어 있거나 중간 숙주를 통하여 사람에게 감염하여 질병을 유발한다.

1. 세균성 전염병

정리

1. 페스트균은 쥐벼룩의 소화 기관에서 증식할 수 있다. 공중 위생이 불결하면 쥐가 서식하게 되고 사람에게 쥐벼룩을 옮길 수 있는데, 이 쥐벼룩이 사람의 피부에 닿으면 페스트균이 사람에게 감염될 수 있다.
2. 감염성 질병에 대한 지식과 공중 위생에 대한 인식이 부족하여 중간 숙주가 늘어남으로써 사람에게 쉽게 감염할 수 있었으며, 페스트균에 대한 백신과 치료약의 부재로 감염된 많은 사람이 치료를 받을 수 없었다.
3. 과학 기술의 발달로 백신과 치료약이 개발되어 사용되고 있으며, 공중 위생에 대한 관심과 인식이 높아짐에 따라 페스트균이 존재할 수 있는 중간 숙주를 제거하려는 노력의 결과 페스트에 의한 질병을 예방할 수 있었다.

2. 바이러스성 전염병

정리

1. 바이러스는 자신의 유전자를 스스로 복제하는 능력이 없으므로 다른 생물에 감염하여 자신의 유전자를 복제한다. 이 복제 과정에서 바이러스 유전자는 돌연변이를 일으킬 확률이 높아 변형된 유전자를 가지는 새로운 형태의 병원성 바이러스가 계속 생겨나고 있다. 특히 신종 플루 바이러스는 감염을 예방할 수 있는 백신이 없었으며, 바이러스가 사람의 호흡기를 통하여 쉽게 전파될 수 있었다.

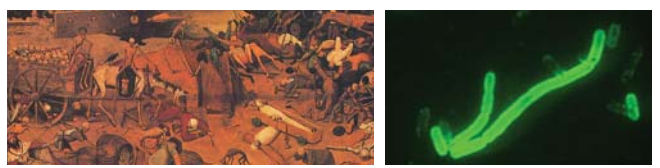
활동 8 **감염성 질병은 어떤 경로로 전파될까?**

목표 감염성 질병의 전파 경로를 추적할 수 있다.

1. 세균성 전염병

과정

그림 49는 중세 유럽에 페스트가 창궐했던 상황과 그 원인균인 페스트균을 나타낸 것이다.



▲ 그림 49. 페스트의 창궐을 표현한 브뤼겔의 '죽음의 승리'와 페스트균(×10,000)

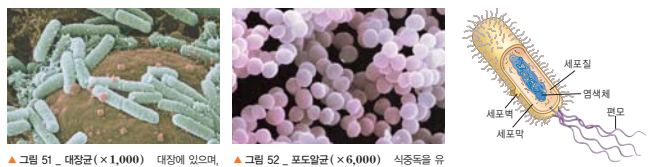
정리

1. 쥐벼룩에 의해 전파되는 페스트균에 사람이 감염될 수 있는 경로를 추적해 보자.
2. 페스트는 당시 유럽 인구의 1/3인 3,500만 명의 목숨을 앗아갔다. 페스트가 빠르게 널리 번진 까닭을 당시 의료 수준 및 사회 여건과 관련지어 설명해 보자.
3. **창의인성** 오늘날 페스트가 사라진 이유에 대해 토의해 보자.

페스트
오한, 발열, 두통 증세를 보다가 의식이 흐려지면서 사망하게 된다. 페스트의 경우 피부가 검게 변하여 흑사병이라고도 부른다.

세균 1

미생물 사람의 눈으로 보기 어려운 미생물 중에서 일부 세균과 바이러스는 감염성 질병을 유발하는 병원성 미생물이다. **세균**은 핵막이 없어 염색체가 세포질에 분포하며, 세포막은 견고한 세포벽으로 둘러싸여 있다. 세포막은 세포의 형태를 유지하며, 삼투압 충격과 같은 외부 환경으로부터 세포 내부와 세포막을 보호한다. 폐나실린 계열의 항생제는 세포벽 형성을 방해하여 세균의 증식을 억제한다.



▲ 그림 51. 대장균(×1,000) 대장에 있으며, ▲ 그림 52. 포도알균(×6,000) 식중독을 유발하는 유실자를 유발하기도 한다. ▲ 그림 53. 세균의 구조

2. 신종 플루 바이러스는 호흡기를 통하여 쉽게 전파되는 특징이 있기 때문에 사람들이 많이 모이는 장소는 피하는 것이 좋다. 외출 시에는 마스크를 착용하여 공기에 직접 노출되지 않도록 하고, 외출 후 귀가 시에는 손 소독과 함께 양치질도 하도록 한다.
3. 신종 플루의 위험성을 알리고 감염과 전파를 예방하는 포스터, UCC 동영상, 문구 등을 제작해 본다.

1 | 세균의 특징 |

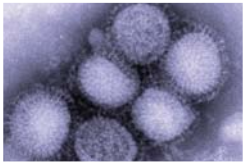
세균은 생물 분류학적으로 원핵생물로 분류되며, 핵막이 없이 염색체가 세포질에 리보솜과 함께 분포한다. 세포막은 인지질 2층층의 연속적인 막으로 동물이나 식물 세포의 막과 구조가 동일하다. 세포막은 세포벽으로 둘러싸여 있으며, 세포벽은 세포의 형태를 유지하고 삼투압 충격과 같은 외부 환경으로부터 세포의 내부 구조물과 세포막을 보호하는 기능을 한다. 세포벽을 구성하는 구조물의 두께와 성분은 다양한 세균을 분류하는 기준이 되기도 한다.

예상, 추리

2. 바이러스성 전염병

과정

그림 50은 2009년에 크게 유행했던 신종 플루 바이러스와 손 소독기이다.



공익 감염성 질병에 걸렸을 때 공동체의 인위를 위해 삼가야 할 개인 행동에 대해 생각해 보도록 한다.

▲ 그림 50_ 신종 플루 바이러스(×450,000)와 손 소독기

정리

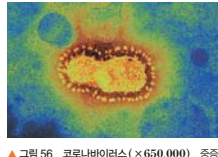
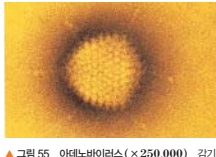
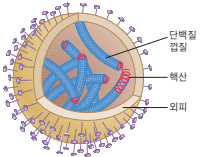
1. 신종 플루가 짧은 시간 동안 급격하게 퍼진 까닭은 무엇일까?
2. 손을 소독하는 것 외에 신종 플루 감염을 예방할 수 있는 방법에는 어떤 것들이 있을까?
3. **정의·인상** 신종 플루 바이러스의 감염과 확산을 방지하는 방법을 알리는 홍보물을 만들어 보자.

질병관리본부

<http://www.cdc.go.kr>

바이러스 2

바이러스는 세균과는 달리 세포 구조를 하고 있지 않으며, 살아 있는 숙주 세포 내에서만 증식할 수 있다. 세균을 포함한 모든 세포는 DNA와 RNA의 두 가지 핵산을 가지고 있으나 바이러스는 DNA와 RNA 가운데 한 가지만 가지며, 원형 또는 막대 모양의 단백질 껍질에 둘러싸여 있다. 바이러스는 세균보다 훨씬 작고 돌연변이가 많아 치료와 개발이 어렵다.



▲ 그림 54_ 바이러스의 구조

▲ 그림 55_ 아데노바이러스(×250,000) 감기를 유발한다.

▲ 그림 56_ 코로나바이러스(×650,000) 중증 급성 호흡기 증후군(SARS)을 유발한다.

2 | 바이러스의 특징 |

바이러스는 DNA 또는 RNA 가운데 한 가지 형태의 유전자를 가지며 생물과 무생물의 중간 단계에 해당하는 것으로, 전형적인 세포 구조를 갖고 있지 않고 살아 있는 숙주 세포 내에서만 물질대사와 증식이 가능하다. 바이러스의 유전 물질은 단백질 껍질인 캡시드에 둘러싸여 보호되고 있으며, 어떤 종류는 그 바깥쪽을 지방성 물질로 구성된 외피가 감싸고 있다.

바이러스의 모양은 크게 막대 모양이거나 원형이고, 세균보다 크기가 훨씬 작아 전자 현미경으로만 관찰되며 보통 20~30 nm 크기이다.

☆ | 보충 자료 |

● 바이러스 감염성 질병의 치료

감염성 질병 중 세균에 의한 질병은 항생제의 발달로 대부분 치료가 가능해졌으나, 바이러스성 질병에 대한 항바이러스제의 개발에는 아직 완전한 성공을 거두지 못하고 있어 치료와 예방을 위한 백신 개발 연구를 계속하고 있다.

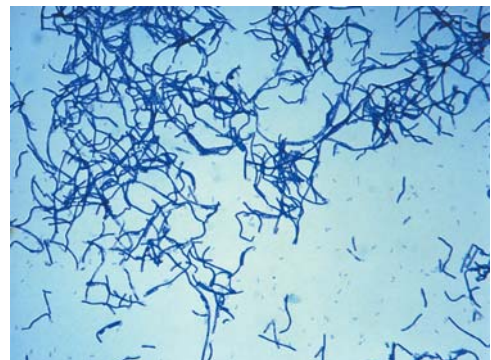
● 천연두와 중두

두창, 포창이라고도 하며, 속칭으로는 마마, 손님이라고도 한다. 주요 증세는 고열과 전신에 나타나는 특유의 발진이다. 전염력이 매우 강하고, 예전에는 대유행을 되풀이하여 많은 사망자를 내기도 했으나 19세기 이후 영국 의사 제너가 창시한 중두법이 보급되고부터 격감하였다. 제너는 우두에 걸렸던 사람이 소의 젖을 짜면서 천연두에 걸리지 않은 것에 착안하여 백신을 개발하였다.

한국에는 19세기 말 수신사 김홍집을 수행하여 일본에 간 지식영이 중두를 도입하였다. 한국 전쟁 중이던 1951년에는 4만여 명의 천연두 환자가 발생했으나, 1960년 3명의 천연두 환자가 발생한 이후로 천연두가 사라졌다.

서양에서는 1492년 콜럼버스가 신대륙을 발견하면서 천연두도 함께 신대륙에 전파되었다. 인도, 동남아시아, 아프리카, 남아메리카 등에서 매년 10만 명이 가까운 환자가 발생하였으나, 1967년 이래 세계 보건 기구(WHO)에 의해 추진된 천연두 근절 계획 실천으로 1977년에 소수의 환자가 발생했을 뿐 2년간 환자 발생이 없었으므로 1980년 세계 보건 기구에서는 천연두 근절 선언을 발표하였다. 그후 한국도 천연두 예방 접종을 권장하지 않았으며, 1993년 천연두는 완전히 사라졌다고 발표하였다.

2001년 9월 11일 미국 대폭발 테러 사건 이후, 미국은 사건의 주요 용의자인 오사마 빈 라덴과 그의 테러 조직인 알 카에다가 숨어 있는 아프가니스탄을 공격하였다. 이에 대한 반격으로 탄저균 테러가 발생하여 미국을 포함한 전 세계가 공포에 휩싸였는데, 탄저균 다음의 생화학 테러 무기는 천연두가 될 거라는 관측이 무성한 가운데, 프랑스 등 세계 각국은 백신 개발을 재개하는 움직임을 보이고 있다. 이에 한국에서도 2001년 11월 6일 천연두를 법정 전염병으로 지정하였다.



▲ 탄저균(×400)

도입(5분)	전개(40분)	정리(5분)
미생물 감염에 대한 인체 방어	인체 면역 기구, 면역 반응에 의한 항체 생산, 백신의 원리	예방 접종과 질병 예방

★ | 동기 유발을 위한 제안 |

● 우리는 항상 각종 병원체에 노출되어 있다는 것을 설명하고, 이와 같은 환경에서 어떻게 건강하게 살아갈 수 있는지 생각해 보도록 한다. 또 노인과 어린이가 질병에 걸리기 쉬운 이유에 대해서 자유롭게 발표해 보도록 한다.

☆ | 지도상의 유의점 |

1. 비특이적 면역과 관련하여 각종 피부 질환의 원인에 대해 유추해 보도록 한다.
2. 특이적 면역의 개념을 설명하고, 일반적으로 '면역'이라고 말하는 것의 정확한 의미를 이해하도록 한다.
3. 면역 작용과 백신의 원리를 연결지어 설명한다.

3 | 면역 |

세균이나 바이러스 등의 병원성 감염 인자들을 포함한 외부 세포 및 꽃가루나 독성 물질 등의 이물질 같은 비자기 물질의 침입, 그리고 암세포 등과 같은 비정상적 자기 세포 등에 대항하는 자체 방어 기전이다. 면역 과정을 통하여 신체 내부 환경을 안정적으로 유지할 수 있으며, 면역의 기전은 비특이적 면역과 특이적 면역으로 나뉜다.

1. 비특이적 면역: 비특이적 면역은 외부 물질의 침입에 대해 우리 몸에서 일어나는 최우선 방어 단계이다. 비특이적 면역의 기전은 우리 몸의 물리적·화학적 장벽, 백혈구 활동에 의한 염증 반응 등이며, 출생하면서부터 지니고 있는 선천성 면역이다. 비특이적 면역 작용은 이물질에 대한 특이성 없이 일어난다.
 - ① 피부와 소화 기관, 호흡 기관에 존재하는 점막 등은 병원균의 침입을 방어하는 물리적 장벽이다.
 - ② 위액의 산성 pH는 여러 종류의 세균을 사멸시킬 수 있는 화학적 장벽이다.
 - ③ 염증 반응은 외부 자극에 의해 상처 나거나 손상된 우리 몸의 조직이나 세포를 치유하여 병원균의 침입을 예방하

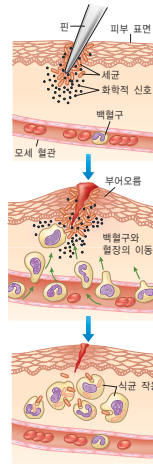


▲ 그림 57. 백혈구의 식균 작용 (×1,000)

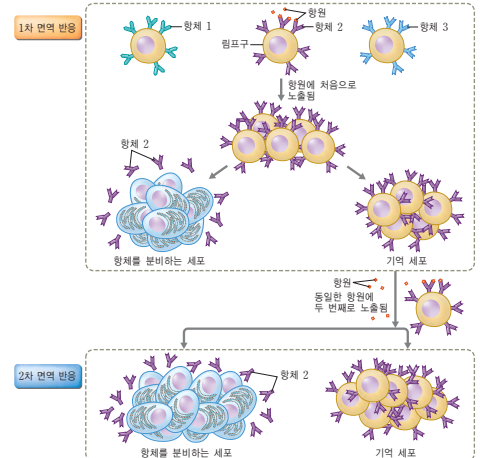
면역 3

외부에서 침입한 병원체 또는 이물질에 대해 우리 몸이 여러 가지 방법으로 방어하는 기능을 **면역**이라고 한다. 외부 물질의 침입에 대한 최우선 방어 단계는 **비특이적 면역**이며, 우리 몸의 물리적·화학적 장벽, 백혈구의 식균 작용, 염증 반응 등이 해당하는 선천성 면역이다. 비특이적 면역의 50% 이상은 피부에서 담당하므로, 환경과 음식의 유해 여부에 따라 각종 피부 질환이 나타난다. 상처가 나면 일어나는 염증 반응에 의해 백혈구가 세균을 사멸시키며, 눈물, 콧물, 침 등도 세균이 몸속으로 침입하지 못하도록 방어하는 역할을 한다. 이와 같은 방어 작용은 이물질에 대한 특이성 없이 일어나며, 면역 기억도 성립되지 않는다.

일반적으로 면역이라고 하면 **특이적 면역** 또는 후천성 면역을 말하며, 비특이적 면역계가 막지 못한 항원에 대해 반응한다. **항원**은 외부에서 체내로 침입한 유해 물질, 즉 세균과 바이러스 등을 말하며, **항체**는 항원을 물리치기 위해 림프구라는 면역 세포가 만들어 내는 물질이다. 항원과 항체는 특이성이 있어서 자물쇠와 열쇠처럼 서로의 특정한 짝과 결합해야만 반응을 일으킨다. 항체는 항원을 기억하여 동일한 항원이 다시 침입할 경우 급격하게 증가하며, 치료제로도 사용할 수 있다.



▲ 그림 58. 염증 반응



▲ 그림 59. 특이적 면역 2차 면역 반응은 1차 면역 반응에 비하여 신속하고 강하게 일어난다.

는 일련의 자체 방어 기전이다. 손상된 조직에서의 세포들은 백혈구의 방어 활동을 유도하는 화학 물질을 생성하게 되고, 혈액 중에 존재하는 백혈구들은 이러한 화학 물질에 대한 화학 주성에 의해 손상 부위로 이동하여 손상된 세포를 정화하거나 침입한 병원균 및 외부 이물질 등을 제거하면서 면역 작용과 함께 치유 과정을 진행한다.

2. 특이적 면역: 비특이적 면역에 의하여 항원의 침입과 감염을 예방하거나 제거하지 못한 경우 우리 몸의 항체가 작동하여 침입한 항원을 제거하는 방어 기전을 특이적 면역이라고 하며, 후천성 면역이라고도 하고, 일반적으로 이야기하는 면역이다. 항원은 외부에서 체내로 침입한 병원균 및 각종 이물질 등을 말하며, 항체는 항원을 인지하여 제거하는 물질로 우리 몸의 면역 세포가 만들어 낸 것이다. 항원과 항체는 열쇠와 자물쇠의 관계처럼 상호 특이성이 있어 각각의 항체는 특정한 항원만을 인지하는 특성을 지니고 있다. 항원이 침입하면, 생성된 항체의 일부는 항원 인지 기억 세포로 남게 되어 동일한 항원이 재차 침입하면 급속한 속도로 수가 증가함으로써 신속

백신과 예방 접종

백신은 항원을 약화시키거나 죽인 것으로, 예방 접종은 질병을 예방하기 위해 백신을 주사하는 것이다. 다음 활동을 통해 백신이 질병을 예방하는 원리를 알아보자.

창의
인성

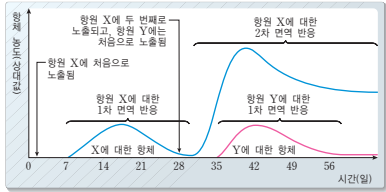
활동 9 예방 접종을 하면 왜 면역이 생길까?

목표 백신의 원리를 설명할 수 있다.

자료 해석

과정

그림 60은 항원의 침입에 대해 체내에서 만들어지는 항체의 농도 변화를 나타낸다.



◀ 그림 60. 항체 생성 곡선

정리

1. 항원 X에 두 번째로 노출되었을 때 항체 농도가 처음 노출되었을 때보다 크게 증가한 이유는 무엇인가?
2. 56일경 항원 Y가 침입한다면 항체 X와 Y의 농도는 어떻게 될까?
3. 백신을 접종하면 면역력을 얻게 되는 이유는 무엇인가?
4. **창의인성** 한 가지 질병에 대한 백신을 시간 간격을 두고 여러 차례 접종하는 이유는 무엇일까?

항원에 처음 노출되었을 때보다 두 번째 노출될 때 더 많은 항체가 빠르게 생성되는데, 이것은 항원의 1차 침입 때 항원을 기억하는 기억 세포가 만들어지기 때문이다. 예방 접종은 바로 이 기억 세포를 형성하기 위한 것이다.

아기는 면역력이 강하지 못하기 때문에 과거에는 영아 사망률이 매우 높았다. 그러나 법정 전염병이 고시되고 신생아 예방 접종을 국가적 차원에서 권장하기 시작하면서 영아 사망률은 크게 감소하였으며, 신생아뿐 아니라 어린이와 청소년, 성인의 경우에도 특정 질병에 대한 예방 접종이 시행되고 있다. 최근에는 자궁 경부암을 예방할 수 있는 백신이 개발되어 9세 이상의 여아에서 접종이 가능하게 되었으며, 임신을 계획하는 여성에게는 태아에게 지명적인 풍진 예방 접종을 권장하고 있다.

자궁 경부암
질에서 자궁으로 통하는 자궁 경부에 종양이 형성되는 것으로, 비아리스가 원인임이 밝혀져 백신이 만들어졌다. 발병률이 높은 반면, 진단이 간편하고 완치율도 높다.

히 항원을 제거한다. 항체의 이러한 성질을 이용하여 개발한 백신은 예방 접종 및 각종 치료제로 사용하고 있다.

☆ | 보충 자료 |

● **능동 면역와 수동 면역**

면역은 보통 감염에 의하여 개체가 스스로 항원에 대한 면역 반응을 통해 항체를 생성하게 되는 능동 면역와 질병에 대항하기 위한 의료 행위에 의해 인위적으로 항체를 투여 받은 상태인 수동 면역이 있다.

● **예방 접종과 백신**

예방 접종은 병원균의 침입에 의한 질병을 예방하기 위하여 백신을 주사하는 것으로, 백신 투여 후 면역 반응에 의해 백신의 항원에 대항하는 항체 생성을 유도함으로써 병원균의 침입에 대비하는 의료 행위이다. 즉 항원인 병원체의 침입에 대한 면역성을 가지게 한다. 백신은 병원성을 제거하거나 병원체를 구성하는 구조의 일부를 제조하여 대량 생산한 것으로 인체 내 항체 생성을 유도하여 면역 반응을 일으킨다.

**창의
인성** **활동의 이해**

활동 9 예방 접종을 하면 왜 면역이 생길까?

목표

- 백신의 원리를 설명할 수 있다.

정리

1. 항원 X에 처음 노출되었을 때는 면역 반응에 의해 항원 X에 대한 항체를 인지하고 생성하는 데 일정 시간이 걸리지만, 항원 X가 재차 침입하게 되었을 때는 1차 침입 때 항체 일부가 항원 X에 대한 기억 세포로 남아 있어 이들의 작용으로 항체 생성 속도가 빠르고, 생성된 항체의 농도도 크게 증가한다.
2. 항원 X에 대한 항체 X가 보강되어 있더라도, 56일경 항원 Y가 재차 침입하게 되면 항체 Y만 증가하며, 항체 X는 항원 Y의 침입에는 반응하지 않기 때문에 항체 X의 농도에는 변화가 없다. 이러한 결과는 항원 항체의 특이성 관계에 의한 면역의 특성이다.
3. 백신에는 병원성이 제거된 병원체 자체가 일부가 포함되어 있으므로, 백신을 투여하면 면역 반응에 의해 병원체인 항원에 대한 항체를 생성하게 되고 일부 기억 세포가 우리 몸속에 존재하다가, 병원성을 가진 동일한 병원체가 침입하면 기억 세포에 의해 항체 생성이 빠르게 진행되므로 빠른 시간에 병원체를 제거할 수 있는 능력을 가지게 된다. 즉 예방 접종은 우리 몸에는 없었지만, 면역 반응에 의해 새로운 항체를 생성할 수 있는 면역력을 가지게 한다.
4. 처음 백신에 노출된 이후의 1차 면역 반응은 미미할 수 있지만, 2차 접종 후에는 항체의 농도를 급격하게 증가시킬 수 있기 때문이다.

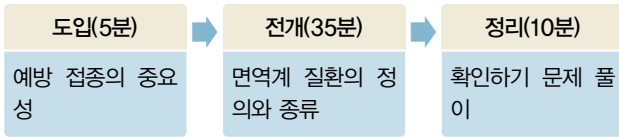
☆ | 보충 자료 |

● **돌잔치의 의미**

태어난 지 1년 된 아기의 생일을 축하해 주는 잔치가 돌잔치이다. 또 생후 100일 된 아기를 축하하기 위한 백일 잔치도 있다. 예방 접종이 널리 시행되기 전에는 면역력이 약한 아기의 사망률이 매우 높았다. 오늘날과 달리 높았던 출산률도 이와 무관하지 않다. 그러므로 건강하게 성장한 아기를 축하하며 기뻐하기 위해 이와 같은 풍습이 생겼고, 현대에도 이어지고 있다. 그러나 지구촌 한편에는 백신 보급이 미비하여 고통받고 있는 아기와 부모들이 여전히 존재한다.

12차시

318~319 쪽



★ | 동기 유발을 위한 제안 |

- 예방 접종을 받아 본 경험에 대해 이야기해 보도록 한다. 어떤 종류의 백신을 접종 받았으며, 어떤 질병을 예방하기 위한 것이었는지 이야기해 보고, 예방接种의 원리가 무엇인지 유추해 보도록 한다.

☆ | 지도상의 유의점 |

1. 면역력이 생기는 원리를 되짚어 보고 예방接种의 필요성에 대해 생각해 보도록 한다.
2. 아토피성 피부염에 관한 직접, 간접 경험에 대해 이야기해 보도록 하고, 자가 면역 질환에 대해 설명한다.
3. 후천성 면역 결핍 증후군의 실태와 미래 전망에 대해 설명하고 사회적 문제에 대해 편견 없이 생각해 보도록 한다.

4 | 예방接种 표 |

신생아 및 어린이를 위한 권장 예방接种 및 일정을 나타내고 있다. 예방接种은 각종 전염병과 특정 질병들에 대해 면역력이 발달하지 않은 신생아나 어린이에게 중요하며, 성인들에게도 파상풍이나 풍진, 독감 등과 같은 특정 질병들에 대해서 예방接种이 권장되고 있다.

5 | 면역계 질환 |

전반적으로 우리 몸에서 일어나는 면역 반응은 잠재적으로 우리 몸에 해가 될 수 있는 다양한 침입자들로부터 우리 몸을 방어하는 데 매우 효과적인 방어 기전이다. 그러나 면역계가 정상적으로 작동하지 못하면 심각한 질병이 발생할 수 있다.

1. 알레르기

알레르기는 우리 주변의 항원에 대하여 비정상적으로 과민 반응을 하여 인체에 해로운 영향을 끼치는 것이다. 알레르기 반응을 일으키는 항원은 집 안 먼지, 진드기, 꽃가루, 동물의 털, 식물의 특정 독성 물질 및 식품 등 다양한 물질들이 될 수 있으며, 알레르기를 유발하는 물질을 알레르기 항원이라고 한다. 알레르기의 증상으로는 재채기, 콧물, 기침, 가려움, 피부염 등이 있다.

표 7. 소아 권장 예방接种 목록(장티푸스의 경우 고위험군에서 제한적接种) 4

대상 연령별	백신 종류 및 방법	0개월	1개월	2개월	4개월	6개월	12개월	15개월	18개월	24개월	36개월	만 4세	만 6세	만 11세	만 12세
결핵	BCG	1차													
B형 간염	HepB	1차	2차		3차										
디프테리아 파상풍 백일해	DTaP		1차	2차	3차		추4						추5		
소아마비	IPV (사백신)		1차	2차	3차								추4		
홍역 유행성 이하선염 풍진	MMR						1차						추2		
일본뇌염	JEV (사백신)							1차~2차		3차		추4		추5	
수두	Var					1차									
독감	Flu												매년 1회		
장티푸스 (경구용)															경구용
장티푸스 (주사용)															주사용

5 면역계 질환

알레르기 외부로부터 들어온 항원에 대항하는 과정에서 인체에 유해한 과민 반응을 일으키는 경우를 알레르기라고 한다. 알레르기를 일으키는 원인으로는 먼지, 집먼지진드기, 꽃가루, 식품, 화학 물질 등이 있으며, 대표적인 알레르기 질환으로는 코감기와 비슷한 증상을 나타내는 알레르기성 비염이 있다. 최근 증가하고 있는 아토피도 알레르기의 일종으로, 가장 흔한 피부염을 비롯하여 천식 등 다양한 증상을 나타낸다.

자가 면역 질환 자기 조직 성분을 항원으로 인식하여 항체를 생성함으로써 발생하는 질환이다. 류머티스 관절염이 대표적인 질환으로, 관절에 염증이 생겨서 심하게 붓고 연골이 파괴되어 관절 운동에 이상이 생긴다.



2. 자가 면역 질환

면역계의 이상으로 자기 자신을 구성하는 성분 물질이나 자기 자신의 세포를 외부에서 들어온 항원으로 인식하여 공격할 때 발생하는 질병이며, 원인은 아직 규명되지 않고 있지만 어떤 감염으로부터 회복된 이후에 발병된다는 것으로 알려져 있다. 류머티스 관절염이 흔한 예이다.

류머티스 관절염은 다발성 관절염을 특징으로 하는 원인 불명의 만성 염증성 질환이다. 초기에는 관절을 싸고 있는 활막에 염증이 발생하지만 점차 주위의 연골과 뼈로 염증이 퍼져 관절의 파괴와 변형을 초래하게 된다.

관절뿐만 아니라 관절 외 증상으로 빈혈, 건조 증후군, 피하 결절, 폐섬유화증, 혈관염, 피부 궤양 등 전신을 침범할 수 있는 질환이기도 하다.

류머티스 관절염의 정확한 원인은 아직 밝혀지지 않았지만 자가 면역 현상이 주요 기전으로 알려져 있다. 자가 면역이란 외부로부터 인체를 지키는 면역계의 이상으로 오히려 자신의 인체를 공격하는 현상이다.

면역 결핍 증후군 면역을 담당하는 세포나 기관에 이상이 발생하여 면역 기능이 현저히 저하되는 질환이다. 주요 원인으로는 림프구의 장애, 골수 세포 장애 등을 들 수 있으며, 영양 실조, 노화, 면역 억제제 사용, 방사선 조사 등에 의해서도 유발된다. 대표적인 예로 바이러스 감염에 의한 후천성 면역 결핍 증후군이 있다.

과학·기술·사회(STS) | 후천성 면역 결핍 증후군

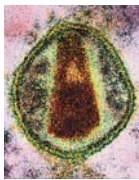
일명 에이즈(AIDS; Acquired Immune Deficiency Syndrome)라고 불리는 후천성 면역 결핍 증후군은 사람 면역 결핍 바이러스(HIV; Human Immunodeficiency Virus)에 감염되어 걸리는 질병이다. 에이즈 환자는 1981년 미국에서 처음 발견되었고, HIV는 1950년대 아프리카 원숭이에서 유래한 것으로 추정된다.

HIV는 면역 기능을 조절하는 세포를 공격하여 면역계를 무력화하므로, HIV에 감염되면 각종 질병에 시달리게 된다. 혈액, 정액 등을 통해 감염되며, 초기에는 마약 등을 정맥에 삽입적으로 주사하는 사람들이나 HIV 감염의 위험도가 높은 집단과 성 접촉하는 사람들 사이에서 감염되는 경우가 많았으나, 에이즈 환자가 급증하면서 수혈, 출산, 오염된 주사 바늘에 찔리는 사고 등으로 감염되는 경우도 있어 이제 에이즈는 특정 계층의 사람만 걸리는 병이 아니라 누구나 감염될 위험이 있는 것으로 인식되고 있다.

잠복기가 10년 정도로 길어 이 기간에 환자 자신도 모르게 다른 사람에게 감염시킬 위험이 크고, 사회적 사선이 두려워 여전히 병을 숨기려는 경향이 있기 때문에 에이즈 환자는 꾸준히 증가하고 있다. 혈액 검사를 통해 감염 여부를 진단할 수 있으며, 치료제와 백신 개발을 위한 연구가 진행 중이다. 현재로서는 바이러스 증식을 억제하는 약을 2~3가지 정도 함께 복용하는 콕테일 요법이 많이 쓰이는데, 완전히 수는 없고 부작용도 있으나 평생 복용하면 면역력 저하를 어느 정도 막을 수 있다.

세계 에이즈 환자의 수는 이미 4,000만 명을 넘어섰고 사하라以南 아프리카에 65%가 집중되어 있다. 이 지역의 환자들은 적절한 진단과 치료를 받지 못해 에이즈 사망하는 환자의 80%를 이루고 있으며, 어린이 환자가 많은 것도 심각한 문제이다. UN에서는 12월 1일을 '에이즈의 날'로 지정하여 에이즈 예방 홍보 활동을 장려하고 에이즈 퇴치를 위한 정보를 교환하고 있다. 그림 65의 빨간 리본은 에이즈 환자의 인권을 보호하자는 의지와 그들을 이해하며 지지한다는 표현을 담은 표시이다.

② 창의적 사고: 에이즈 증상 완화에 콕테일 요법이 효과적인 이유는 무엇일까?



▲ 그림 64. HIV (×350,000)



▲ 그림 65. 에이즈 예방 홍보 마크

확인하기

- 이해 1. 비특이적 면역과 특이적 면역는 어떻게 다른가?
- 2. 항원에 대한 1차 면역 반응과 2차 면역 반응은 어떻게 다른가?
- 적용 3. 질병 감염을 막기 위해 우리가 할 수 있는 일은 무엇인가?

일반적으로는 유전적 소인, 세균이나 바이러스 감염 등이 류머티스 관절염의 원인으로 생각되고 있으며, 신체적 또는 정신적 스트레스를 받은 후 발병하기 쉽다고 알려져 있다. 폐경 초기에도 발병률이 높다고 하는데, 이는 류머티스 관절염이 호르몬의 영향을 받는다는 것을 보여 주는 예이다.

3. 면역 결핍 증후군

자가 면역 질환과 반대되는 질환으로 면역을 담당하는 세포나 기관에 이상이 발생하여 하나 또는 그 이상의 요소가 결핍됨으로써 면역 기능이 제대로 작동하지 못하는 질환이다.

면역 결핍 증후군의 대표적 예는 사람 면역 결핍 바이러스(HIV) 감염에 의한 후천성 면역 결핍 증후군으로 일명 에이즈라고 불리는 면역 질환이 있다.

면역 결핍은 특정한 면역 기전의 이상이거나 유전적 요인을 지니는 1차성 면역 결핍증과, 발생 빈도가 높고 생후 여러 가지 원인에 의해 발생하는 2차성 면역 결핍증이 있다. 1차성 면역 결핍증은 대개 유전 질환이며, 비특이적 면역을 침범하고, 영아에게서 나타나며 감염성 질환이 반복된다.

과학·기술·사회(STS)

사람 면역 결핍 바이러스

사람 면역 결핍 바이러스(HIV)는 광범위한 면역 억제와 이에 따른 기회 감염, 2차 종양, 신경학적 증후를 유발한다. HIV는 RNA를 유전 물질로 가지며, 잠복기가 길다. 조혈계 및 신경계에 대한 친화력이 있고 면역 억제를 일으키는 능력이 있으며, 체외에서 세포 병적 효과가 있다. 면역 반응에서 중요한 핵심 인자로 작용하는 CD4+ T 세포가 HIV의 표적이 되며, 백혈구의 일종인 단핵구 및 대식 세포도 감염 대상이다. HIV 감염의 임상 경과는 면역 기능의 감소로 인한 기회 감염 및 암 발생 빈도 증가, 신경계 이상 등이 있다. HIV 감염의 검사 및 진단에는 in vitro 검사 (PCR 또는 virus culture), HIV 항체 검사 (ELISA), 확인 검사 (western blot) 등이 있으며, HIV 특이적 예후 관찰 인자는 HIV 항원 검사, anti-p24 항체 검사, CD4+ T 세포 수 등을 이용할 수 있다.

② **창의적 사고:** 1가지 약만 복용하면 처음에는 어느 정도 효과를 나타내지만 장기간 복용하면 약물에 대한 내성이 생겨서 효과가 떨어진다. 몇 가지 약을 섞어서 복용하면 이와 같은 현상을 방지하여 치료 효과를 얻을 수 있다.

확인하기

1. 비특이적 면역는 이물질의 종류와 상관없이 일어나는 반응으로, 백혈구의 식균 작용, 염증 반응 등이 해당된다. 특이적 면역는 항원 항체 반응으로, 특정 항원에 대해 특정 항체가 결합하여 반응하는 것이다.
2. 항원이 처음 침입했을 때는 항체를 생성하는 형질 세포와 기억 세포가 만들어지는데, 항원이 제거된 후에 형질 세포는 사라지지만 기억 세포는 남아 있다가 항원이 재침입했을 때 1차 면역 반응 때보다 더 많은 형질 세포를 형성하여 더 많은 항체를 빠른 속도로 만들게 한다. 이와 같은 2차 면역 반응은 우리가 미처 인식하기도 전에 종료되는 경우가 많다.
3. 개인 위생을 철저히 하도록 한다. 손을 자주 씻고 음식을 끓여 먹도록 하며, 호흡기 질환이 유행할 때는 사람이 많은 곳에 가지 않도록 하고 외출 시에는 마스크를 착용한다. 또 백신을 접종받는 것도 좋은 방법이다.

3. 물과 소독

☆ | 소단원의 학습 목표 |

1. 물이 생명 현상에 기여하는 의미를 물의 화학적 성질과 관련지어 설명할 수 있다.
2. 물의 소독, 살균, 세제의 사용이 인간의 수명 증가와 인류의 건강 증진에 기여하게 된 과정을 설명할 수 있다.

🕒 13차시

320~322쪽

도입(5분)	전개(40분)	정리(5분)
물 부족 현상	물의 화학적 구조, 물과 생명체, 수자원과 상수도, 정수	물의 중요성

☆ | 동기 유발을 위한 제언 |

- 우리나라가 물 부족 국가임을 설명하고, 왜 그런지 생각해 볼 수 있도록 한다. 또 물이 부족하다는 것이 어떤 의미인지 발표해 보도록 한다.
- 각종 소독제의 용기에 표기된 내용을 조사하고, 성분을 알아 보도록 한다.

☆ | 지도상의 유의점 |

1. 생명체에 물이 필요한 이유를 태양계에서 지구에만 생명체가 존재하는 현실과 연관지어 이해하도록 한다.
2. 정수 과정에 소독이 필요한 이유를 앞에서 학습한 병원체의 특성과 연관지어 이해할 수 있도록 한다.
3. 소독의 의의를 설명하고, 염소를 사용한 물의 소독 원리를 이해하도록 한다.
4. 계면 활성제의 특징과 작용 원리를 설명하여 비누의 작용을 이해할 수 있도록 한다.

1 | 생명의 근원 물 |

물은 생물체 내의 가장 풍부한 분자로 전체 인체 중량의 약 66%를 차지한다. 물의 분자 구조와 물리 화학적 특성은 생명체의 생명 현상을 유지시키는 데 중요하게 작용한다. 물의 이러한 성질과 특성은 심화 학습 과정에서 자세하게 다루기로 하고, 본시 학습에서는 생물체 내 물의 기능에 대해서만 중점적으로 알아보도록 하자.

3 물과 소독

학습 목표

- 물이 생명 현상에 기여하는 의미를 물의 화학적 성질과 관련지어 설명할 수 있다.
- 물의 소독, 살균, 세제의 사용이 인간의 수명 증가와 인류의 건강 증진에 기여하게 된 과정을 설명할 수 있다.

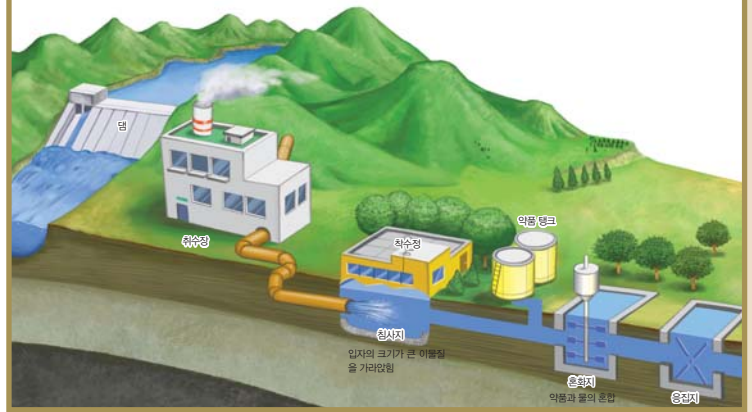


▲ 그림 66. 깨끗한 물

우리나라는 물이 부족한 전 세계 30여 개국 중 하나이다. 강수량이 여름에 집중되어 있고 인구 밀도가 높아서 사용 가능한 물이 충분하지 않기 때문이다. 2009년 봄, 태백 지역에서는 오랜 가뭄으로 물이 부족하여 수세식 화장실을 폐쇄하고 수도물 공급을 중단한 채 다른 지역에서 공급한 생수에 의존했었다. 지수(治水)는 지세(治世)의 근본이라 하여 예부터 물을 다스리는 일은 국가의 중대사로 여겨졌는데, 깨끗한 물을 안심하고 마시기 위해서는 어떤 노력이 필요할까?

1 생명의 근원 물

생명체의 주성분인 물은 물질을 잘 녹이는 성질이 있어 우리 몸 안에서 산소와 이산화탄소, 영양소 등 물질을 녹여 이동시키며, 여러 가지 화학 반응을 돕는다. 또한, 노폐물도 물을 통하여 소변과 대변으로 배출된다. 혈액, 림프, 세포액 등 물은 사람 몸무게의 약 66%를 차지하고 있으며, 비열이 커서 체온을 유지하는 기능도 하고 있다.



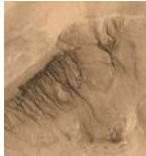
물은 다른 많은 물질을 잘 녹이는 성질이 있다. 이때문에 혈액을 구성하는 매질인 혈장으로 사용되어 산소와 각종 영양 물질을 비롯한 무기 염류 등을 용해시켜 신체 각 조직으로 운반하거나 노폐물 등을 이동 배출시키는 물질 이동 기능을 한다. 또한, 물은 삼투를 유발하여 세포 내외로 물질을 이동시키는 기능이 있다. 따라서 물의 삼투 현상으로 산소와 영양 물질 및 노폐물들을 세포 내외로 이동시킬 수 있다.

물은 인체의 체온을 유지하는 기능이 있다. 체온이 올라갈 때 물로 구성된 땀이 배출되는데, 피부 표면에서 땀을 발산시키는데 많은 체열을 필요로 하므로 상승된 체온을 사용하여 땀은 증발시키고 체온은 내리는 효과를 낸다.

물은 온도 변화에 따라 고체인 얼음, 액체 상태의 물, 기체 상태인 수증기로 전환할 수 있다. 얼음 상태는 물보다 밀도가 작다. 그러므로 얼음이 물위에 뜨게 되어 물은 표면부터 얼게 된다. 표면의 얼음은 아래의 물이 결빙되는 것을 막는 단열재 역할을 하여 수중의 생물체들을 추위로부터 보호하고 겨울에도 살아남을 수 있도록 해 준다.

지구 상 태양계에서 유일하게 물이 풍부한 행성이며 동시에 유일하게 생명체가 존재하는 행성이다. 지구 표면의 약 70%를 덮고 있는 물은 생명 유지에 꼭 필요하다. 어떤 행성에 생명체가 존재하는지를 밝히기 위하여 물의 존재 여부 또는 흔적부터 조사하는 이유가 여기에 있다.

그림 67은 화성 표면에 물이 흐른 흔적을 촬영한 것으로, 물의 흔적은 곧 과거에 생명체가 존재하였을 가능성을 암시한다.



▲ 그림 67. 화성 표면의 물 흔적

수질 관리 2

우리가 사용할 수 있는 물은 해수나 얼음을 제외한 담수인데, 담수는 지구 표면에 있는 전체 물의 0.014%에 불과하다. 배설물의 처리, 목욕, 청소, 요리 등 우리의 일상 생활에는 많은 양의 물이 필요하다. 한 사람이 하루 동안 마시는 물의 양은 약 3 L이고, 우리나라 국민은 마시는 물을 포함하여 생활 용수로 매일 346 L 정도의 물을 사용한다.

깨끗한 지하수가 풍부한 지역에서는 이를 그대로 이용할 수 있으나, 대부분의 지역에서는 강이나 호수의 물을 정화하여 이용해야 한다. 강이나 호수의 물속에는 흙과 유해성 물질, 병원성 미생물 등이 포함되어 있기 때문이다. 물의 소독은 건강한 생활과 청결한 공중 보건 위생에 아주 중요하다.

그림 68은 수돗물의 정수 과정을 나타낸 것이다. 정수 과정은 침전, 여과, 소독 과정으로 이루어진다. 상수원에 포함된 흙, 모래 등과 여러 부유 입자는 입자의 크기에 따라 침전과 여과 과정을 거쳐 차례로 제거되며, 소독 과정에서는 염소에 의해 병원성 미생물이 제거된다.

▼ 그림 68. 정수 과정. 위수정에 모인 물은 여러 단계의 정수 과정을 거쳐 가정으로 공급된다.

3



2 | 물의 사용 |

지구 상에 존재하는 물의 형태는 해수와 담수로 크게 나누어지며 인류가 식수나 생활 용수로 사용 가능한 물은 강이나 호수, 지하수 등에서 얻어지는 담수이다. 지구 표면에 있는 전체 물의 대부분은 해수이고 담수는 0.014%로서 아주 소량 존재하는데, 우리의 일상생활에는 식수, 생활 용수, 공업 용수, 농업 용수 등 많은 양의 물이 필요하다.

질이 좋은 지하수가 풍부한 지역에서는 이를 그대로 이용할 수 있으나, 대부분 지역에서는 강이나 호수의 물을 정화시켜 이용하여야 한다.

우리가 사용하는 강이나 호수의 물속에는 흙과 유해성 물질 그리고 우리의 육안만으로 식별이 되지 않는 병원성 미생물 등이 포함되어 있기 때문에 물리·화학적 소독 과정을 거친 깨끗한 물을 사용하여야 한다.

특히 사람의 생명 활동에 사용되는 식수는 깨끗해야 하는데, 물의 소독은 인류의 건강한 생활을 지켜 주고 청결한 공중 보건 위생을 유지하는 데 아주 중요하다.

3 | 물의 정수 과정 |

물은 별다른 조작을 하지 않아도 스스로 정화할 수 있는 자정 능력이 있다. 그러나 최근 인구 증가와 산업 발달로 물의 오염이 심각해졌기 때문에 물의 자정 작용은 기대하기 어려운 상황이 되었다.

마시는 물의 정수 과정은 도시마다 차이가 있으나 대부분의 도시에서는 그림 68과 같이 대형 정수 시설을 설치하여 깨끗한 수돗물을 각 가정이나 사무실, 학교 등으로 공급하고 있다.

상수원으로부터 온 물에는 많은 흙, 모래 외에도 유기 화합물들이 포함되어 각종 병원성 세균이 섞여 있을 수 있다. 상수원에 포함된 여러 오염원들은 여러 단계의 정수 과정을 거쳐 제거된다.

상수원으로부터 펌프를 이용하여 물을 처리장으로 보내면서 정수 과정이 시작된다. 먼저 흙과 모래 등 입자가 비교적 큰 부유물들을 제거하고, 황산알루미늄과 석회를 사용하여 작은 입자들을 제거한 후, 수산화알루미늄을 사용하여 아주 미세한 입자들을 제거한다. 다양한 크기의 고체 물질들이 제거되면, 염소를 사용하여 각종 병원성 세균들을 제거하고 햇빛으로 살균하는 단계를 거친 후 배수지로 보내 수돗물로 공급한다.

☆ | 보충 자료 |

● 화성에서 얼음 발견

미국의 화성 탐사선 피닉스 호가 최초로 화성에서 얼음 상태의 물을 발견하였다. 5 cm 가량 땅을 파자 얼음이 나타났고 탐사선의 몸체에 물방울이 맺혔으며, 밤에는 서리까지 내렸다. 피닉스 호는 화성 대기에 수증기가 있어 지구처럼 구름이 생기고 안개도 낀다고 보고했다. 지질학적 시간으로는 매우 최근인, 수백만 년 전까지 화성 표면에 물이 흐른 자국도 발견됐다.

올해 초 미국 콜로라도 대학 연구진은 과거 화성은 표면의 $\frac{1}{3}$ 가량이 바다와 호수로 덮여 있어, 지구처럼 푸른 행성이었다는 연구 결과를 발표했다. 최근 화성의 적도와 북위 30도 부근에서는 270톤에 달하는 막대한 메테인도 관측되었다. 메테인이 발견됐다는 것은 화성에 생명체가 살고 있을 가능성이 그만큼 높아졌다는 것을 의미한다. 메테인은 화산 활동에서 나오기도 하지만 지구에서 메테인은 90% 이상 미생물이 만들기 때문이다.

NASA는 생명체의 존재를 확인하기 위해 2011년에 '화성 과학 실험실'을 발사하고, 2016년에는 땅을 2 m 팔 수 있는 굴착기를 실어 보내, 화성의 생명체를 찾아낼 계획이다.

창의 인성 **활동의 이해**

활동 10 우리 주변에도 병원성 미생물이 있을까?

목표

- 우리 주변의 미생물을 인식하고 소독의 필요성을 설명할 수 있다.

정리

1. 세균과 바이러스 등은 어느 곳에서나 다양한 종류가 발견될 수 있으며, 이들을 전파하는 각종 중간 숙주들도 존재할 수 있다. 그러므로 우리의 집안에도 질병을 유발하는 세균과 바이러스 및 이들을 옮기는 매개체 등이 곳곳에 숨어 있을 수 있으며, 개인 가정의 위생에 대한 관심과 노력에 따라 비교적 안전하게 이들이 제거된 환경에서 생활할 수 있다. 에어컨이나 기습기에는 레지오넬라균 등 호흡기 질환을 유발할 수 있는 세균, 도마, 행주, 수세미 등 부엌 주변으로는 포도알균 등 식중독과 소화기 질병을 유발할 수 있는 세균, 화장실이나 세면대, 하수구 등에서는 대장균 등 수인성 전염병을 유발하는 세균의 오염이 특히 높을 수 있다. 또 침구와 의류에는 아토피성 피부염을 일으킬 수 있는 집먼지진드기가 있을 수 있으며, 각종 바이러스는 공기 중에도 오염되어 있을 수 있다.

2. 일반적으로 우리 몸에 들어와 질병을 유발하는 세균과 바이러스 등은 아주 작아 육안으로는 관찰이 어렵지만, 현미경을 통하여 관찰해 보면, 우리 주변 곳곳에 존재하면서 증식하고 있다는 것을 알 수 있다. 예를 들면, 음식을 공기에 노출된 상태로 하루 이틀 정도 두면, 곰팡이가 자라거나 음식물에서 냄새가 나는 등 상하게 되어 먹지 못하게 되는 것을 경험하였을 것이다. 이같이 세균은 공기 중에 오염되어 있을 수 있으며, 우리가 호흡하는 중에 호흡 기관을 통하여 몸 안으로 들어오게 된다. 또한, 세균과 바이러스 등은 우리 생활 주변의 어느 물건에도 서식하면서 증식하다가 우리의 손가락 등에 자연스럽게 묻어 입을 통하여 들어오게 될 수도 있다. 입을 통하여 들어오게 될 때는 일반적으로 음식을 통하여 들어오는 기회가 많다. 그림 70은 손을 씻지 않고 세균을 배양하는 배지에 손도장을 찍어 하루 이틀 배양 한 결과를 보여 주는 사진이다. 우리의 손바닥에 묻어 있던 세균들이 배지에 옮겨져 배양된 상태를 관찰해 보면, 육안으로는 관찰되지 않지만 얼마나 많은 세균들이 우리의 피부 표면에 묻어 있을 수 있는지 상상해 볼 수 있다.

정수 과정에서 가장 중요한 처리 단계는 물속에 있는 병원성 미생물을 살균하고 유해 물질을 분해하여 제거하는 소독 과정이다. 다음 활동을 통해 우리 주변의 병원성 미생물에 대해 알아보자.

창의 인성 **활동 10** 우리 주변에도 병원성 미생물이 있을까?

목표 우리 주변의 미생물을 인식하고 소독의 필요성을 설명할 수 있다.

조사, 토의

과정

그림 69는 집안 곳곳에 얼마나 많은 병원성 미생물이 숨어 있는지를 나타낸 것이다.



▲ 그림 69 _ 우리 주변의 병원성 미생물

배양된 세균

정리

1. 집 안에는 어떤 종류의 세균이 있는지 조사해 보자.
2. 집 안과 집 밖에서 내 몸에 세균이 들어오게 되는 경로를 말해 보자.
3. **창의 인성** 손에 묻은 세균이 몸 안으로 들어오지 못하게 하려면 어떻게 해야 할까? ▲ 그림 70 _ 배지에 배양된 손바닥의 세균

3. 손에 묻은 병원균에 감염되는 경우가 많으므로 개인 위생을 위하여 손 씻기를 철저히 하여야 할 것이며, 평소 생활 주변에서 자주 사용하는 가재 도구들에 세균이 증식하는 것을 막기 위하여 정기적으로 청소와 소독, 먼지 털기 등을 생활화함으로써 청결을 유지하도록 해야 한다.

병원성 미생물은 대부분 열과 자외선에 약하므로 식기와 행주, 수건, 속옷 등을 자주 삶고 물과 음식은 가급적 끓이거나 익혀서 먹도록 하며, 이불을 자주 햇빛에 널어 자외선 살균이 되도록 하는 것이 좋다.

평가 기준표

활동 과정	평가 문항	점수
정리 1	집 안에 있는 세균을 종류별로 충실하게 조사하였는가?	상, 중, 하
정리 2	세균 감염 경로에 대하여 타당하게 설명하였는가?	상, 중, 하
정리 3	병원성 미생물에 감염되는 것을 막기 위한 방법을 창의적으로 활발하게 발표하였는가?	상, 중, 하

소독과 위생

파스퇴르와 코흐가 세균이 질병을 일으킨다는 것을 과학적으로 증명하면서 하수 설비의 개선과 공중 위생의 필요성이 강조되었다. 그래서 마시는 물로부터 하수를 분리시키고, 병원균을 박멸하고자 소독을 실시하기 시작하였다.

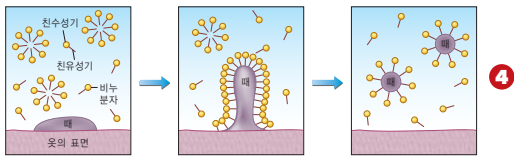
물을 소독하는 방법에는 끓임법, 오존법, 자외선법, 염소 소독법 등이 있는데, 염소 기체를 사용하여 살균하는 염소 소독법이 일반적으로 사용되었다. 실질적으로 염소를 이용하여 물을 소독하면서 이질, 장티푸스, 콜레라 등 수인성 전염병으로 사망하는 사람의 수가 크게 감소하였다. 최근에는 염소 대신 오존을 사용하기도 하는데, 오존은 소량으로도 살균 효과가 충분하며 염소로는 살균되지 않는 병원균도 살균할 수 있는 장점이 있다. 그러나 염소는 물에 잔류하여 소독 효과가 지속되는 반면, 오존은 그렇지 못하다.

소독을 목적으로 쓰이는 화학 약품을 소독제라고 한다. 예방 접종을 하기 전에 문지르는 알코올도 피부에 오염된 병원성 미생물을 제거하는 소독제이다. 또 빨래와 설거지에 사용되는 세제나 손을 씻을 때 사용하는 비누도 어느 정도의 살균 효과가 있다. 비누는 성질이 다른 두 물질의 계면에서 두 물질을 분리하는 계면 활성제이다. 피부와 옷에 묻은 때는 대부분 물에 잘 씻기지 않는 기름 성분인데, 비누 분자에는 물과 친한 친수성 부분과 기름과 친한 친유성 부분이 모두 있어 그림 72와 같이 비누의 친수성기가 때에 흡착하면, 비누의 친수성기 사이의 반발력으로 때의 결합력이 약해지므로 때에 물이 스며들어 팽윤된다. 결합력이 더욱 약해진 때는 작은 입자로 분해되어 물에 분산된다. 다른 세제의 원리도 이와 같다.

염소 소독법의 원리
염소 기체를 물에 넣으면 염화수소(HCl)와 하이포염소산(HClO)이 생성되고, 염화수소는 물에 녹아 염산이 된다. 염산은 유기물을 분해하며, 하이포염소산은 염산과 함께 강력한 살균 작용을 한다.



▲ 그림 71. 여러 가지 소독제



▲ 그림 72. 비누의 원리 계면 활성제인 비누가 때를 분리하는 과정을 나타낸다.

확인하기

- 이해 1. 물 관리가 보건, 위생과 직결되는 이유는 무엇인가?
2. 정수 과정을 간략하게 써 보자.
탐의 3. 병원성 미생물의 증식을 막을 수 있는 방법은 무엇인가?

보충 자료 |

● 소독과 소독제

병원성 세균의 수를 감소시키거나 병원성을 약화시켜 감염의 위험을 제거하는 것을 소독이라고 하며, 화학 약품을 비롯하여 소독에 사용되는 약품을 소독제라고 한다. 소독 과정은 소독제와 다양한 세균의 구성물질 사이에서의 상호 작용과 관련되어 있으며, 모든 화학 반응처럼 소독은 반응물의 성질과 농도, 시간에 의해 영향을 받는다. 소독제는 높은 살균력을 가져야 하며, 용해성과 안전성이 높아야 하고, 부식성과 표백성이 없어야 한다. 또 사용법이 간편하고 가격이 저렴해야 한다.

● 기타 소독 방법들

햇볕에 말리거나, 삶거나, 시중에서 판매하는 염소 클로락스 등을 사용하여 집안의 여러 장소나 물건 등에 오염된 세균들을 제거하는 방법이 있다.

4 | 계면 활성제 |

비누와 세제는 계면 활성제를 사용한 소독제이다. 계면 활성제는 액체 부유물이나 용액의 표면에 있는 분자들 사이에서 표면 장력을 감소시켜 주변 물질에서 분리시키는 작용으로 미생물 또는 이물질들을 제거한다.

14차시

323~325 쪽

도입(5분)	전개(30분)	정리(15분)
생활 주변의 미생물 오염과 소독 방법	소독과 소독제, 소독의 필요성, 물의 소독, 소독제의 종류, 비누와 계면 활성제	일상생활에서 시행되는 여러 가지 소독 방법, 확인하기, 정리 확인 학습 문제 풀이

★ | 동기 유발을 위한 제안 |

- 우리가 흔히 사용하는 비누와 세제에 소독 기능이 있다는 것을 설명하고, 은연중에 사용하고 있는 소독제의 종류를 생각해 보도록 한다.

🌟 | 지도상의 유의점 |

1. 염소 소독과 오존 소독의 장단점을 비교해 볼 수 있도록 하고, 수돗물에 대한 편견을 갖지 않도록 한다.
2. 계면 활성제의 의미를 설명하고 이와 관련하여 비누가 때를 제거하는 원리를 이해할 수 있도록 한다.

확인하기

1. 물은 모든 생명체에 반드시 필요한 물질이며, 사람도 생명을 유지하기 위하여 매일 많은 양의 물을 마시고 있다. 그런데 물에는 각종 세균을 포함하여 여러 생물체의 배설물 및 유해한 물질이 오염되어 있을 수 있다. 따라서 정화되지 않은 물을 식수나 생활 용수로 사용하면 물속에 있는 각종 수인성 병원균에 의한 질병이 유발될 가능성이 있으므로 물 관리는 보건, 위생에 매우 중요하다.
2. 정수 과정은 불순물을 가라앉히는 침전, 거르는 여과, 병원균을 약품으로 제거하는 소독 과정을 거친다.
3. 병원성 미생물은 아주 작아 맨눈으로 식별이 되지 않을 뿐이지, 우리의 생활 주변 어디에나 있다. 병원성 미생물의 증식을 막으려면 집 안을 깨끗하게 청소하고, 이불을 햇빛에 자주 말리거나 식기와 행주를 삶아서 사용하는 등 소독과 청소로 청결한 환경을 유지하도록 해야 한다.

심화 더 알아보기

보충 자료

물은 보편적인 용매이다.

물은 실온에서 액체 상태이다. 이것은 사람을 비롯한 생물체의 존재와 생명 활동 유지에 필요한 성질이다.

물 분자 사이의 수소 결합으로 물은 극성을 띠며, 물의 극성으로 인해 여러 가지 물질들이 물에 용해되고, 물을 통하여 인체 내외의 화학적 반응들이 쉽게 일어난다.

물은 표면 장력이 있다.

물 분자는 수소 결합에 의해 응집력이 있는 액체이므로 혈관과 같은 관을 채우고, 응집하려는 성질을 가지면서도 자유롭게 흐를 수 있는 성질이 있다. 물은 이러한 성질 때문에 용해된 분자나 부유 상태의 분자를 인체 조직 전체에 고르게 분포시킬 수 있는 뛰어난 수송 매개체가 될 수 있다. 우리 몸 안에서, 혈액을 구성하는 물은 산소와 영양소를 세포로 수송하고 이산화탄소와 같은 노폐물을 제거한다.



▲ 물의 표면 장력



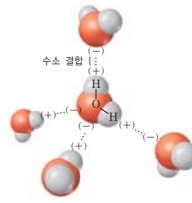
▲ 사람 머리에 분포한 혈관

물은 비열이 높다.

물 분자를 연결하는 많은 수소 결합으로 인해 물이 끓기 위해서는 많은 열의 흡수가 필요하고, 물은 열을 보유하면서 서서히 식는 성질이 있으므로, 물을 수증기로 전환시키기 위해서는 많은 양의 열이 소비된다. 이와 같은 성질 때문에 물은 사람을 비롯한 생물체들을 급격한 온도 변화로부터 보호하고, 일정한 정상 내부 온도를 유지하도록 하며, 고온의 환경에서 땀을 흘리게 하여 증발시킴으로써 체열을 소모한다. 즉 물은 훌륭한 온도 완충제가 되어 체온을 조절함으로써 인체 내부 환경의 항상성 유지에 도움을 준다.

심화 더 알아보기

물의 화학적 성질과 생명 현상



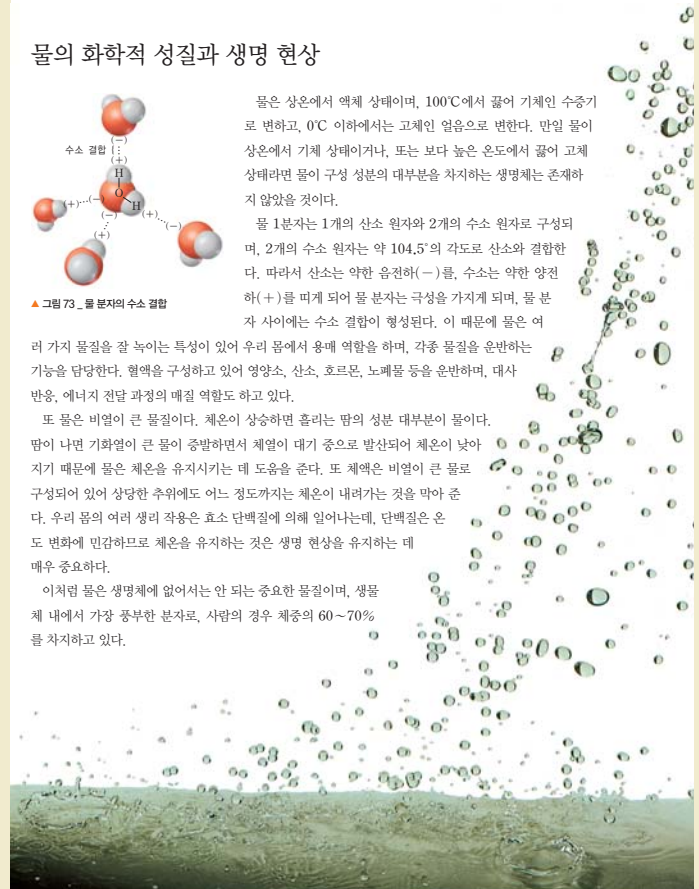
▲ 그림 73. 물 분자의 수소 결합

물은 상온에서 액체 상태이며, 100°C에서 끓어 기체인 수증기로 변하고, 0°C 이하에서는 고체인 얼음으로 변한다. 만일 물이 상온에서 기체 상태이거나, 또는 보다 높은 온도에서 끓어 고체 상태라면 물이 구성 성분의 대부분을 차지하는 생명체는 존재하지 않았을 것이다.

물 1분자는 1개의 산소 원자와 2개의 수소 원자로 구성되며, 2개의 수소 원자는 약 104.5°의 각도로 산소와 결합한다. 따라서 산소는 약한 음전하(-)를, 수소는 약한 양전하(+)를 띠게 되어 물 분자는 극성을 가지게 되며, 물 분자 사이에는 수소 결합이 형성된다. 이 때문에 물은 여러 가지 물질을 잘 녹이는 특성이 있어 우리 몸에서 용매 역할을 하며, 각종 물질을 운반하는 기능을 담당한다. 혈액을 구성하고 있어 영양소, 산소, 호르몬, 노폐물 등을 운반하며, 대사 반응, 에너지 전달 과정의 매질 역할도 하고 있다.

또 물은 비열이 큰 물질이다. 체온이 상승하면 흘러는 땀의 성분 대부분이 물이다. 땀이 나면 기화열이 큰 물이 증발하면서 체열이 대기 중으로 발산되어 체온이 낮아지기 때문에 물은 체온을 유지시키는 데 도움을 준다. 또 체액은 비열이 큰 물로 구성되어 있어 상당한 추위에도 어느 정도까지는 체온이 내려가는 것을 막아 준다. 우리 몸의 여러 생리 작용은 효소 단백질에 의해 일어나는데, 단백질은 온도 변화에 민감하므로 체온을 유지하는 것은 생명 현상을 유지하는 데 매우 중요하다.

이처럼 물은 생명체에 없어서는 안 되는 중요한 물질이며, 생물체 내에서 가장 풍부한 분자로, 사람의 경우 체중의 60~70%를 차지하고 있다.



▲ 물의 기화



▲ 땀을 흘리며 물을 마시는 운동 선수

물의 염소 소독법

오늘날에는 인구의 증가로 대량의 물이 필요하므로 수도물의 대량 생산과 공급을 위하여 현대화된 시설의 정수장을 갖추고 있으며, 유해한 세균들은 염소 기체를 사용하여 제거한다.

염소 기체는 물과 반응하여 염화수소와 하이포염소산을 생성한다. 이때, 염화수소는 물에 용해되면 염산이 되어 불필요한 유가 화합물들을 분해하는 작용을 하며, 하이포염소산은 산화력이 강하여 살균 및 소독 작용을 한다. 수영장에서는 하이포염소산 나트륨이나 하이포염소산칼륨을 사용하여 소독하는데, 수도물의 소독 원리와 유사하다.

* | 중단원의 지도 방향 |

1. 질병 발생의 여부와 건강 상태를 진단하는 물리적 진단 기구의 원리 및 화학적 진단의 원리를 설명한다.
2. 현대 의약품의 개발 과정을 설명하고 생물 다양성이 신약 개발에 중요한 이유를 이해하도록 한다.
3. 신약 개발 과정과 새로운 치료법의 원리, 앞으로의 전망에 대해 설명한다.
4. 난치병인 암을 예로 하여, 과학 기술을 이용한 의학의 발달이 질병의 고통으로부터 인류를 보호하고 인류의 수명 연장에 기여한 점을 설명한다.

?

정기적인 건강 검진이 필요한 이유는 무엇일까?

정기적인 건강 검진이 중요하고 필요한 이유는 정기 검진을 통하여 조기에 병을 발견하고 조심해야 할 질병을 예방하거나 치료 효과를 극대화하여 완치 성공률을 높일 수 있기 때문이다. 이를 통해 건강한 삶을 유지하거나 환자의 생명을 보호할 수 있다. 암과 같은 난치병의 경우에도 정기적인 건강 검진에 의한 조기 발견으로 초기 치료를 진행하여 완치 성공률을 높이고 있으며, 특히 면역과 신진 대사 기능이 감소하는 노년기에는 정기적인 건강 검진이 더욱 필요하다.

* | 오개념 유형 |

- 정기 검진과 조기 진단은 같은 의미이다?

정기적으로 건강 상태를 점검하여 질병의 발생 여부를 조기에 발견하고 질병 발생에 대한 대책을 세워 치료하기 위해 실시하는 의학적인 조사를 정기 검진이라고 한다. 정기 검진으로 질병의 발생을 조기에 발견하면 빠른 시간 안에 치료를 시작할 수 있으므로 치료 효과를 높일 수 있다.

조기 진단은 질병이 발생한 지 얼마 되지 않았을 때 발견하는 것으로 자각 증상이 나타나기 이전에 발견하는 것이 중요하며, 치료 면에서 아주 효과적이다.

- 합성 의약품은 모두 해롭다?

과학 기술의 발달은 의약품의 대량 생산 기술을 발달시켰고 이에 따라 인류의 수명도 증가하였다. 천연물에서 발효, 정제, 추출의 과정을 거쳐 얻어지는 천연 의약품은 천연물 고유의 부작용, 내성 발현, 약효 및 대량 생산의 문제점 등으로 대량 생산

V-3. 첨단 과학과 질병 치료



▲ 그림 74. 제중원에서의 수술 장면



▲ 그림 75. 로봇 수술이 가능한 수술실

진단과 치료의 어제의 오늘

성공적인 진료는 의사가 환자의 질병을 얼마나 정확하게 진단하느냐에 달려 있다. 정확한 진단을 통해서만이 적절한 처치를 결정할 수 있기 때문이다.

수세기 동안 의사들은 환자가 제공하는 주관적인 정보와 직접 보고, 느끼고, 들을 수 있는 증상에 기반을 둔 진단을 하였다. 그러나 매우 다른 원인을 가진 서로 다른 질병들이 종종 같은 증상을 나타내기도 하므로, 이러한 진단 방법은 불확실할 수밖에 없었다. 또 의사나 환자가 인지할 때쯤엔 이미 질병이 상당히 진행된 후여서 효과적인 처치를 기대하기 어려웠다. 그림 74는 우리나라 최초의 근대식 병원인 제중원에서의 수술 모습이다. 제중원은 1885년, 미국의 선교사 알렌(Allen, H. N., 1858~1932)의 제안으로 설립되었으며, 의사와 간호사를 양성하고 근대식 의학을 펼치는 등 우리나라 의학의 근대화에 크게 기여하였다.

생명 공학은 눈부신 발전을 거듭하여 오늘날에는 초음파, MRI 등 첨단 영상 진단 기구가 보편화되면서 증상이 나타나기도 전에 정확한 진단을 할 수 있으며, 그림 75와 같은 수술 로봇을 이용하여 보다 정밀한 처치, 빠른 회복을 기대할 수 있게 되었다.

의학과 과학 기술의 발전은 인류의 건강한 삶과 생명 유지에 많은 공헌을 하였으며, 이미 원격 통신을 이용한 자가 진단, 로봇을 이용한 원격 수술도 가능한 단계에 이르렀다. 이 단원에서는 질병 진단과 치료에 관한 의학 기술이 현재 어느 정도 진보되어 있는지 자세히 알아보자.

? 정기적인 건강 검진이 필요한 이유는 무엇일까?

의 한계를 가지고 있어 많은 의약품들이 합성 의약품으로 개발되어 사용되고 있다.

의약품은 유효성, 안전성, 안정성 등이 보장되어야 한다. 따라서 의약품이 정부 공인 기관의 허가를 받아 판매되고 사용되기 위해서는 동물 실험과 자발적 참여자들에 한하여 사람을 대상으로 한 임상 시험 절차를 통과하여야 한다.

📖 주요 과학 용어

- 진단(診 진찰할, 斷 끊을, diagnosis)
- 치료(治 다스릴, 療 병 고칠, treatment)
- 의약품(醫 의원, 藥 약, 品 물건, medicine)
- 암(癌 암, cancer)

📖 참고 자료

- 김형자, 과학 카페 vol. 2 첨단 과학과 내일, 예담, 2008
- 이정울, 알기 쉬운 의료기기학, 예문각, 2009
- 원저 철튼, 인체의 신비, 넥서스 BOOKS, 2005
- 고인정 외 역, 생명 과학, 바이오사이언스, 2006
- Newton HIGHLIGHT 몸과 질병, 뉴턴코리아, 2008

1

과학적 진단

학습 목표 • 물리적 진단 기구의 원리와 화학적 진단의 원리를 설명할 수 있다.
• 사전 진단이 질병 예방에 중요한 이유를 설명할 수 있다.

몸이 아파 병원에 가면 혈압과 맥박, 체온을 재고, 청진기를 사용하여 몸속에서 나는 소리를 듣는다. 이 모든 행위는 인체 내부를 ‘보는’ 것으로, 이를 통해 몸이 아픈 까닭을 찾아보려는 것이다. 의사는 환자의 병력, 가족력, 증상에 대한 정보를 수집하고 여러 가지 방법으로 환자를 검사한 결과를 근거로 질병을 진단하는데, 정확하고 신속한 진단은 무엇보다 질병의 치료와 예방에 중요한 과정이다. 진단의 원리에 대해 알아보자.



▲ 그림 76 _진찰 중인 의사와 환자

물리적 진단 기구

수세기 동안 질병을 진단할 유일한 단서는 의사가 육안으로 관찰할 수 있는 임상 말기의 증상이었다. 그림 77에서 의사는 환자의 호흡 소리를 들어 천식을 진단하려고 시도하는데, 1800년대 초반에 의사들은 돌돌 말은 종이를 통해 폐의 소리를 더 잘 들을 수 있다는 것을 알았으며, 이를 바탕으로 1816년 나무로 된 원통형 청진기가 발명되었다. 그리고 1852년에는 미국의 한 의사가 현재와 같은 모양의 청진기를 만들어 냈다.



▲ 그림 77 _최초의 청진기로 진찰하는 모습



▲ 그림 78 _현대식 청진기

그 이후 X선의 발견, 초음파 또는 자기장을 이용한 진단 기구 개발, 컴퓨터 영상 기술의 진보, 생물학과 의학에 관한 지식의 축적 등 질병을 조기에 발견할 수 있는 여러 발판이 마련되었다. 오늘날에는 사람 유전체 프로젝트 사업의 성공으로 질병의 원인을 분자 유전학 단계에서 진단하는 방법을 연구하고 있다.

1. 과학적 진단

☆ | 소단원의 학습 목표 |

1. 물리적 진단 기구의 원리와 화학적 진단의 원리를 설명할 수 있다.
2. 사전 진단이 질병 예방에 중요한 이유를 설명할 수 있다.

🕒 15차시 327~329 쪽

도입(5분)	전개(35분)	정리(10분)
의사의 환자 진단 도구	진단 기구의 역사와 발달, 물리적 진단 기구의 종류와 기능	진단 기구 사용의 의의

★ | 동기 유발을 위한 제안 |

- 병원에서 진찰받아 본 경험에 대해 자유롭게 이야기해 보도록 한다. 어떤 진단 기구로 진찰을 받았는지, 그 진단 기구로 알아낼 수 있는 것은 무엇인지에 대해 발표하도록 한다.

🌟 | 지도상의 유의점 |

1. 의사가 환자의 건강 상태와 질병을 알아내기 위하여 환자의 병력, 증상, 증후를 고려하고 여러 가지 방법으로 환자의 질병이나 신체 이상을 밝혀내는 진단의 정의를 설명한다.
2. 체온계와 청진기의 사용 원리를 설명하고, 이러한 기구를 사용하여 얻을 수 있는 결과들의 의의를 설명한다.

🌟 | 보충 자료 |

● 물리적 진단 기구의 사용 목적

물리적 진단 기구의 사용 목적은 인체 내부 상태를 ‘보는’ 것으로, 물리적 진단 기구를 통하여 몸이 아픈 까닭을 밝힘으로써 치료에 보탬이 되도록 하는 것이다. 여기서 “물리적 진단 기구를 통하여 인체의 내부를 본다.”는 것은 여러 의미를 내포하고 있다. 예를 들어, 뼈의 골절 위치와 정도를 알아내는 것, 조직에서 암이 발생한 정확한 위치와 암의 크기 및 전이 유무와 정도, 치매의 원인이라고 판단되는 특별한 단백질이 두뇌의 어디에 위치하여 어느 정도 있는지, 심혈관 질환 등에서 혈류의 흐름이 방해 받는 위치와 혈관의 크기 정도 등 다양한 사항들을 알아내는 것 등이다. 즉 인체 내부를 외과적 수술에 의한 절제 등을 하지 않고 질병의 원인을 파악하고 치료 방법을 판단할 수 있는 중요한 자료를 제공한다.

● 초음파와 전자파

살아 있는 사람의 내부를 어떻게 볼 수 있는지에 초점을 맞추어, 인체 내부의 정보를 인체 밖으로 전달하는 수단으로 사용되는 것에는 초음파와 전자파가 있다. 이 2가지 수단을 이용하여 인체 내부의 상태를 확인하는 기구가 물리적 진단 기구이며 여러 종류가 있다.

초음파는 태아와 같이 움직임이 있는 대상에 주로 많이 사용되며, 태아의 상태를 알아보는 것 외에는 전자파가 가장 많이 사용된다. 전자파는 다른 입자 곧 전자, 양성자, 중성자보다 투과성이 뛰어나고 인체에 대한 유해성이 거의 없기 때문이다. X선 장치와 X선을 이용한 컴퓨터 단층 촬영 장치(Computer Tomograph, CT), 자기 공명 영상 장치(Magnetic Resonance Imaging, MRI) 등은 전자파를 사용한 것이다.

초기 물리적 진단 기구들은 인체 내부를 보려는 목적으로 개발되어 진단에 주로 사용되었으며, 현재는 유전자 치료법의 개발과 함께 질병의 발생 원인과 치료 방법의 개발을 위한 연구 등에 널리 사용되고 있다.

창의인성 **활동의 이해**

활동 11 **혈압을 측정하는 원리는 무엇일까?**

목표

- 혈압계의 기능과 사용 방법을 설명할 수 있다.

원리

- 혈압은 혈관을 통해서 흐르는 혈액의 압력이며, 혈압은 혈액이 우리 신체의 각 기관으로 흐르도록 한다. 즉 혈압에 의해 우리의 신체 각 기관으로 혈액이 흐름으로써 영양소와 산소 등을 제공하고 노폐물을 제거할 수 있게 된다. 몸속 각 기관의 조직 세포로까지 혈액이 계속 흐르도록 하는 원동력은 심장 근육의 운동이며, 이와 같은 심장 박동에 의해 심실의 혈액이 동맥으로 내보내진다. 탄력성이 큰 동맥 혈관이 수축하고 이완하면서 혈액의 원활한 흐름이 일어난다.

정리

1. 압박대에 공기를 불어넣어 최대한 부풀리면 팔 안의 동맥 혈관이 막혀서 혈액의 흐름이 잠시 멈추게 된다. 혈액의 흐름이 멈추어 있기 때문에 이때에는 청진기를 통하여 혈관음이 들리지 않다가 압박대의 공기를 서서히 빼면 다시 혈액이 흐르면서 혈관음이 들리게 된다.
2. 혈압계를 사용하여 측정한 각자의 혈압을 기록하고 다른 학생들과 비교해 본다. 압박대에서 공기가 서서히 빠지다가 청진기를 통해 혈관음이 들리기 시작할 때의 압박대 압력이 최고 혈압, 계속 공기가 빠져서 더 이상 혈관음이 들리지 않을 때의 압박대 압력이 최저 혈압이다.
3. 측정한 혈압의 범위는 각 개인별로 정도의 차이가 있을 수 있으며, 각 개인의 신체 건강 상태나 심리 상태에 따라 개인별로 차이가 있을 수 있다. 일반적으로 안정된 상태에서 최고 혈압 120 mmHg 이하, 최저 혈압 80 mmHg 이하이면 고혈압 위험이 없는 것으로 본다.

1 | 청진기 |

환자의 몸 안에서 나는 소리로 질병을 진단하는 데 사용하는 의료 도구로서, 의사들은 청진기로 심장 박동음, 호흡 소리, 장의 소리, 혈관음 등 인체에서 나는 여러 소리의 특성을 파악하여 질병을 진단한다. 초기 청진기는 둥근 원통으로 되어 있어 한쪽 귀로만 들을 수 있었고, 진단 부위도 가슴과 복부 등 큰 부위로 한정되어 있었다.



1 청진기는 심장과 폐, 기관지에서 발생하는 소리를 통해 관막 이상, 폐렴 등 순환계와 호흡계의 이상 유무를 알 수 있는 기구이다. **2** 아기가 있는 집에는 대개 체온계가 있다. 아기가 아프면 갑자기 체온이 높아지기도 하고, 높은 체온 때문에 신경 계통에 손상을 입는 경우가 종종 있기 때문이다. 체온계가 있으면 열을 재어 보고 해열제를 먹어야 할지, 병원에 데려가야 할지를 판단할 수 있다. 과거에 많이 사용했던 수은 체온계는 깨뜨릴 경우 위험할 수도 있었지만, 요즘엔 안전하고 간편한 콧속 적외선 체온계가 보편적으로 쓰인다. 그림 80은 은행이나 약국, 지하철역 등 공공 장소에서 흔히 볼 수 있는 자동 혈압계이다. 다음 활동을 통해 혈압을 측정하는 원리에 대해 알아보자.

▲ 그림 79_ 적외선 체온계

▲ 그림 80_ 자동 혈압계

창의인성 **활동 11** **혈압을 측정하는 원리는 무엇일까?**


목표 혈압계의 기능과 사용 방법을 설명할 수 있다. **실험**

준비물 수은 혈압계, 청진기

과정 **A**

1. 들썩 짝을 지어 혈압계의 압박대를 짝의 팔뚝 상단에 단단히 묶자.
2. 청진기의 박막판을 팔뚝에 튀어나온 혈관에 대고 이어팁을 귀에 꽂자.
3. 벌브를 눌러 압박대가 최대한 부풀게 하였다가 서서히 공기를 빼면서 청진기에서 혈관음이 들리기 시작할 때와 더 이상 들리지 않게 될 때의 눈금을 확인하자.

주의
청진기의 박막판은 팔뚝 안쪽의 맥이 튀는 곳에 대는다.



▲ 그림 81_ 혈압 측정 과정

정리

1. 압박대가 최대한 부풀었을 때는 혈관음이 들리지 않다가 서서히 공기를 빼면 들리는 이유는 무엇인가?
2. 나의 최고 혈압과 최저 혈압은 몇 mmHg인가?
3. 정상적인 혈압은 얼마인지 조사해 보자.

2 | 체온계 |

신체에서 발생한 열에 의한 몸의 온도 변화를 측정하는 기구이다. 일반적으로 널리 사용되었던 수은 체온계는 온도 변화에 따른 수은의 부피 변화를 눈금으로 표시하여 체온을 측정하는 것으로, 정확도에 비하여 시간이 오래 걸리며 체온계가 파손될 경우 수은에 오염될 위험이 있어 최근에는 적외선 체온계와 같은 간편한 체온계가 주로 사용되고 있다.

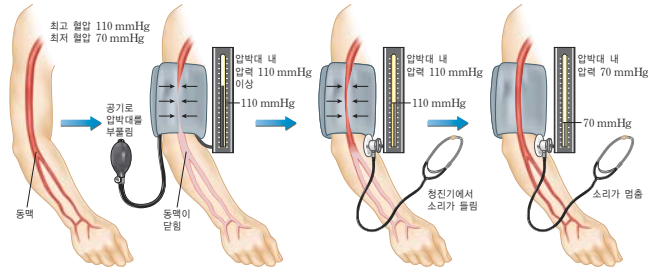
적외선 체온계는 귀에 넣어 체온을 재는 체온계로 흔히 고막 체온계라 하며, 적외선 램프와 이를 감지하는 센서로 구성되어 있다. 적외선을 환자 귀에 쏘는 다음 반사되는 열을 센서로 감지하여 파장의 변화를 온도로 바꿔 주는 방식이다. 일반 체온계는 수은의 팽창을 이용하며 체온 측정에 약 5분이 걸리지만, 적외선 체온계는 1초 정도만 귀에 대고 있으면 정확한 측정이 가능하여 간편하게 사용할 수 있다. 다만, 측정 대상의 귀에 귀지가 많으면 정확한 측정이 어렵다.

일반적으로 36.5~37°C이면 정상 체온으로 보며, 임신부와 신생아는 좀 더 높게 측정된다.

3

혈압계는 혈압을 측정하는 기구로, 팔뚝 상단의 동맥에 압력을 가하여 혈액이 흐르지 못하게 하였다가 차츰 압력을 낮추고 혈액이 흐르게 하면서 혈관음을 듣는다. 혈관음이 들리기 시작할 때가 최고 혈압, 혈관이 완전히 열려 혈관음이 들리지 않게 될 때가 최저 혈압이다.

그림 82는 최고 혈압이 110 mmHg, 최저 혈압이 70 mmHg인 사람의 혈압을 측정하는 과정을 나타낸 것으로, 최고 혈압과 최저 혈압 사이에서 청진기를 통해 혈관음을 들을 수 있다. 표준 혈압은 최고 혈압 120 mmHg, 최저 혈압 80 mmHg 정도이며, 최고 혈압 139 mmHg 이하, 최저 혈압 89 mmHg 이하면 정상이라고 본다.



▲ 그림 82_혈압 측정 원리

4 내시경은 렌즈가 설치된 가늘고 긴 관을 체내에 삽입하여 장기의 내부를 직접 관찰할 수 있는 기구이다. 관 속에 광섬유가 있어 인체 내부를 조명하고, 렌즈를 통해 수집한 정보를 영상화한다. 식도, 위, 십이지장, 대장 등을 검사하여 식도염, 위궤양, 대장암 등을 진단하며, 경우에 따라 바로 시술하기도 한다. 최근에는 캡슐형 내시경이 개발되어 사용되고 있으며, 초음파와 결합하여 주위 혈관까지 정밀하게 관찰할 수도 있게 되었다.



▲ 그림 83_내시경 영상



▲ 그림 84_전자 내시경

2. 물리적 진단 기구의 기계적 구조를 너무 깊이 학습하지 않도록 하고, 진단과 가장 관련이 깊은 핵심 원리를 간략하게 설명한다.

3 | 혈압계 |

혈압은 혈압계를 사용하여 측정할 수 있으며, 동맥 밖에서 압력을 가하여 동맥 혈류를 차단할 수 있는 압력치를 알아냄으로써 간접적으로 동맥 혈압을 측정한다. 팔뚝에 수은 압력계가 달린 압박대를 감고 압박대에 공기를 충분히 주입하며 동맥을 압박하여 혈류를 일시 정지시킨 후, 차츰 압박대에 가해진 공기를 서서히 감소시키면 청진기를 통하여 최초 혈관음이 들리게 되는 때가 최고 혈압이며, 더욱 공기를 감소시키면 혈관음이 갑자기 작아지며 사라지는 때가 최저 혈압이다.

혈관음의 발생 기전은 아직 명백하지는 않지만 압박대에 의한 압박부의 혈관으로부터 분출하는 혈류가 소용돌이형 흐름이 되어 혈관 벽을 공진시켜서 진동음이 발생하는 것으로 생각되고 있다.

혈압을 측정하여 적정 혈압을 유지하는 것은 중요하다. 높은 혈압 또는 고혈압은 약해진 혈관들을 터뜨리고 몸 안에서 피가 혈관 밖으로 흐르게 할 수 있다. 만약 뇌에서 이런 일이 일어나면 뇌출혈에 의하여 생명에 위험을 초래하게 될 것이며, 안구에서 혈관이 파열되면 시력을 잃을 수도 있다. 또한, 혈압의 비정상적인 저하는 혈액의 흐름을 방해하여 신체 각 기관의 세포에 산소와 영양소의 공급이 감소하거나 노폐물이 제거되지 못함으로써 건강을 유지할 수 없는 상태를 야기할 것이다. 그러므로 정상적인 혈압을 유지하는 것은 건강을 위해서 매우 중요하다.

4 | 내시경 |

외과적인 수술에 의하지 않고 몸 안을 가시광선으로 관찰하는 기구를 총칭하여 내시경이라고 한다. 내시경을 사용하면 거의 모든 소화 기관 내벽을 관찰할 수 있으며, 혈관, 뇌, 요도를 통하여 방광과 신장 등 체강 속까지 육안으로 볼 수 있다.

내시경은 인체 내부를 간접적으로 보았던 종전의 방식과 달리 의사가 직접 들여다보는 영상 진단의 시발점이 되었다. 내시경은 주로 진단 목적으로 임상에 도입되었으나 최근에는 내시경을 이용하여 치료하는 치료 내시경술이 급격히 발전되고 있으며, 따라서 과거에는 외과적 수술로서만 치료하던 질병들을 간편하게 내시경을 이용하여 치료하게 되었다.

16차시

329~331 쪽

도입(5분)	전개(40분)	정리(5분)
진단 기구의 발달	물리적 진단 기구의 종류와 원리 및 기능	물리적 진단 기구 사용의 의의

* | 동기 유발을 위한 제언 |

- 켈트겐에 의한 X선 발명의 역사적 사건을 인터넷 등을 통하여 찾아보게 하고, 당시 X선 발견의 의의를 토의해 보도록 한다.
- 위암의 경우를 예로 하여, 외과적 수술 없이 위암을 진단할 수 있는 방법에는 어떤 것들이 있는지 토의해 보고, 외과적 수술에 의한 위암 진단을 환자의 입장에서 이야기해 보도록 한다.

* | 지도상의 유의점 |

1. 혈압계의 원리를 설명하고, 혈압계를 이용하여 측정한 결과의 의미를 이해하도록 하며 어떤 종류의 질병 진단에 도움이 되는지 설명한다.

☆ | 보충 자료 |

● 캡슐형 내시경

2000년 이후 새롭게 개발된 내시경으로, 환자가 알약처럼 삼키면 소화 기관 속으로 들어가 의사들이 비디오 화면이나 컴퓨터 모니터를 통해 내장의 장거나 체강의 내부를 직접 살필 수 있게 만든 캡슐 형태의 초소형 내시경을 말한다. 일반 내시경은 검사에 따르는 고통과 불편감 등으로 많은 환자들이 회피하고 대신 약물 치료를 받으려는 경우가 있는데, 캡슐형 내시경은 이러한 단점을 보완할 수 있으며 특히 소화 기관 가운데 가장 긴 소장 등의 질환 진단에 이용할 목적으로 개발되었다.

초창기에 개발된 캡슐형 내시경은 복용 후 6~8시간 동안 영상을 찍고 인체 밖으로 배출된 뒤, 컴퓨터에서 영상 개선 작업을 거쳐야 하는 단점이 있었다. 그러나 2003년 우리나라의 과학기술부가 공개한 초소형 캡슐형 내시경인 '미로(MIRO)'는 두께 10 mm, 길이 25 mm의 비타민 크기만 한 내시경으로, 입안에서 직장까지 이동하며 소장의 영상을 촬영한다.

이 내시경은 렌즈, 발광 소자, 영상 기록 장치, 배터리, 무선 송신 변환 장치, 안테나로 구성되어 있으며, 배터리 2개로 9~11시간 작동이 가능하다. 1초당 1.4~2.8장의 영상을 촬영하여 전파 송신기를 통해 환자의 허리에 있는 기록 장치로 전송, 8만여 장의 고감도 영상 정보를 저장하고, 검사가 끝나면 기록 장치의 정보가 컴퓨터로 다운로드되어 모니터에서 영상 정보를 보며 진단한다. 일반 내시경으로는 극히 일부분 외에는 검사할 수 없고, 소장 조영술 역시 10% 이하의 낮은 진단율을 보이는 반면, 캡슐형 내시경은 소장에 나타난 질환을 65~70% 이상 식별할 수 있다.

5 | X선 촬영 |

X선은 뢰트겐에 의해 최초로 발견되었으며, 과학과 의학 및 공학 등 여러 분야에 많은 편의를 가져다 주었다. X선은 사진과 형광 작용이 있고 불투명한 물질을 투과하는 성질이 있다. 특히, 의학 분야에서 X선 영상은 외과적 수술 없이 인체 내부를 볼 수 있기 때문에 임상 의료에 꼭 필요한 요소로 자리잡아 왔다.

6 | 초음파 진단기 |

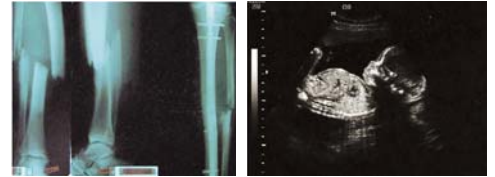
사람의 귀로 들을 수 있는 소리는 사람마다 다소 차이가 있지만 대략 20~20,000 Hz 정도의 주파수 범위이다. 인간이 들을 수 있는 소리를 기준으로 하여 가청 음역 이상의 높은 주파수를 갖는 소리를 초음파라고 한다.

뢰트겐(Röntgen, W. K., 1845~1923) 독일의 물리학자로, X선을 발견한 공로를 인정받아 1901년에 노벨 물리학상을 수상하였다.

1895년, 뢰트겐이 X선을 발견하기 전까지는 외과적 수술 없이 몸속을 들여다 볼 수 있으리라고는 누구도 생각하지 못했다. 그러나 그 이후 컴퓨터의 발달과 더불어 초음파 진단기, CT, MRI 등 첨단 영상 진단 기기의 개발이 활발하게 이루어졌다.

5 X선 촬영은 X선의 강한 투과력을 이용한다. X선을 조사한 물질의 뒤쪽에 필름을 두면 밀도가 높은 부분일수록 X선이 투과하지 못하여 밝게 나타나므로 내장 기관의 형태를 관찰할 수 있다. 결핵, 골절 등의 진단에 이용한다.

6 초음파 진단기는 체내에서 초음파의 투과 속도 차이를 영상화하여 보여 주는 장치로, 자궁 내 태아의 상태, 관절, 근육 등을 검사하는 데 이용된다. 최근에는 입체적인 3차원 영상을 실시간으로 보여 주는 4차원 초음파 진단기도 사용되고 있다.



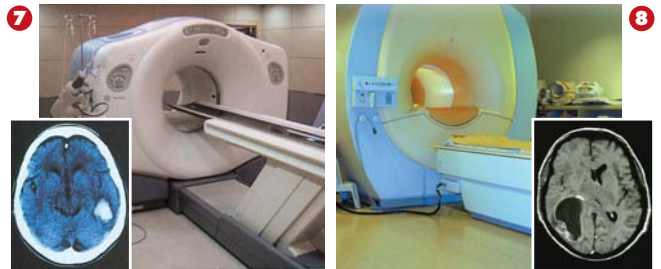
▲ 그림 85_다리 골절 X선 사진

▲ 그림 86_자궁 내 태아의 초음파 영상

CT(Computed Tomography) 컴퓨터 단층 촬영기

CT와 MRI는 체내 조직을 해부한 듯 여러 장의 단층 사진으로 보여 준다. 공통점이 있다. CT는 X선을 이용하는 방사선 진단 기기로 1972년에 개발되었고, 기본 원리는 X선 촬영기와 같다. MRI는 1970년대 후반에 개발된 것으로, 방사선 없이 자기장과 고주파를 이용하여 체내 수소 원자핵이 발생하는 신호를 영상화하는 기구이다. 인체에 해가 없고 모든 방향과 각도에서 해상도가 뛰어난 영상을 얻을 수 있다.

MRI(Magnetic Resonance Imaging) 핵자기 공명 장치



▲ 그림 87_뇌 CT 영상과 CT 촬영기

▲ 그림 88_MRI 장치와 뇌 MRI 영상

움직이고 있는 물체에 음파를 보내면 반사된 음파의 주파수는 그 물체의 속도에 비례하여 변화하는 도플러 효과의 원리를 이용하여 운동하는 장기, 즉 심장과 태아의 진단 등에 사용한다.

7 | CT |

CT는 X선 장치에 컴퓨터를 조합시켜 생체의 단층을 촬영하는 영상 기술로서, 피사체를 서로 다른 각도에서 X선 조사하여 각 조직의 투영 데이터를 검출기로 수집한 다음에 컴퓨터 연산 처리로 영상을 재구성하여 사용한다. CT 영상은 종래의 X선 촬영으로는 불가능했던 인체의 단층상을 선명한 대조와 분해로 나타내어 영상 진단의 질을 증가시켰다.

8 | MRI |

MRI는 자기장 내에서 원자핵이 방출한 전자파를 공명 흡수하여 컴퓨터로 영상화한 것으로, 원자핵을 써서 물질에 대해 자기 공명을 관측하면 이들 물질 내부의 미세적인 성질을 알 수 있는 진단 기구이다. 현재는 생체 조직에 가장 많이 포함되어 있고 영상화에 감도가 좋은 수소 원자의 자기적 성질을 이용한다.

창의력 키우기

그림 87의 CT 영상과 그림 88의 MRI 영상에서 명암이 의미하는 것이 무엇인지 추려해 보자.

9 심전계는 심장이 박동할 때 생성되는 전기적 변화를 측정하는 기기로, 심근경색, 협심증, 부정맥 등 스트레스와 운동 부족 등으로 발병률이 증가하고 있는 순환계 질병을 진단하는 데 매우 유용하다. 그림 89와 같이 그래프로 나타나는 심전도를 분석하여 심장 기능의 이상 유무를 판단한다.

순환계 질병
심근경색은 심장에 분포하는 혈관에 혈류 이동이 원활하지 않아서 산소와 영양소가 공급되지 못하여 심장 근육 세포와 조직이 파괴되는 질병이다. 협심증은 심근경색과 원인은 유사하나 다소 경미한 질병이다. 부정맥은 심장 박동이 불규칙한 질병이다.



◀ 그림 89 _ 심전계와 심전도 그래프

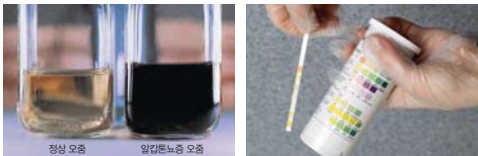
화학적 진단 원리

화학적 검사는 혈액과 대소변 및 타액에 포함된 화학 물질을 분석하여 질병으로 나타나는 증상을 발견하기 위한 것이다.

혈액 검사는 소량의 혈액을 채취하여 백혈구, 지질, 철분 함량 등을 측정함으로써 간염, 고지혈증, 빈혈, 동맥 경화, 면역 결핍 등 매우 광범위한 이상 징후를 검진할 수 있는 방법이다.

소변 검사는 요 검사지에 오줌을 묻혀서 나타나는 색 변화로 당뇨, 단백뇨 등의 여부를 검진할 수 있는 간단한 방법이 있고, 오줌 성분을 분리하여 농도를 측정하는 정밀한 방법이 있다. 또 오줌의 색을 눈으로 확인하거나 냄새를 맡아 보는 방법으로 몸의 대사 이상 여부를 알 수 있는 경우도 있다.

고지혈증
혈액에 필요 이상으로 많은 지방 성분이 포함되어 있어 나타나는 증세로, 혈관 내벽에 지방 성분이 쌓여 염증을 일으키거나 동맥 경화 등 순환계 질병을 유발할 가능성이 있다.



◀ 그림 90 _ 소변 검사의 예
알칼리뇨증은 이미노산 중 페닐알라닌과 타이로신을 분해하는 효소가 결핍되어 나타나는 대사 이상 질병으로 유전자 이상이 원인이다. 오줌에 당이 섞여 나오면 당뇨, 단백뇨가 섞여 나오면 당뇨, 혈당이 섞여 나오면 요당뇨이다.

물리적 증상 검사: 소변의 육안적 색조 및 혼탁도, 냄새 등을 검사
화학적 검사: 요 검사지를 이용하여 당뇨, 단백뇨, 요당뇨 등을 검출

창의력 키우기

CT 영상은 장기 내부가 어둡게 보이고 뼈가 밝게 보이는 반면, MRI 영상은 장기 내부가 밝게 보이고 뼈가 어둡게 보인다.

9 | 심전계 |

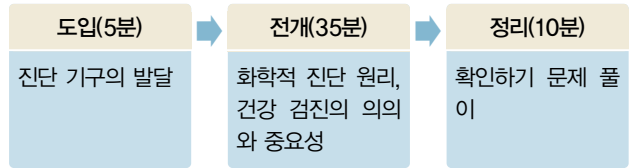
사람의 혈액이 몸 전체를 순환할 수 있는 것은 심장 박동에 의하여 혈액이 지속적으로 펌프질되기 때문이다. 사람의 심장은 심방 2개와 심실 2개로 나누어져 있으며, 심장의 오른쪽은 혈액을 폐로 펌프질하고 왼쪽은 혈액을 몸 전체로 펌프질하여 순환시킨다.

심장의 펌프 작용은 수축과 이완을 되풀이하면서 진행되며, 이와 같은 작용은 심장이 자체적으로 주기적인 전기 신호를 전달할 수 있는 동방 결절, 방실 결절, 푸르키네 섬유 등을 갖추고 있기 때문에 가능하다. 동방 결절에서 내보낸 자극에 의해 심방이 수축하고, 이 자극은 계속해서 방실 결절과 푸르키네 섬유로 전달되어 심실을 수축시킨다.

심전계는 심장이 박동할 때 심근층에서 일어나는 전기적 변화를 기록하는 장치로서, 심장 박동 상태의 정상 여부를 기록하고 판단하여 심혈관계 질환 진단을 할 수 있다. 심장 박동 주기 동안에 일어나는 전기적 변화가 인쇄기로 보내지고 간단한 그래프가 그려지게 되는데, 이 그래프 양상으로 심장 박동의 정상 여부를 판단한다.

17차시

331~333 쪽



★ | 동기 유발을 위한 제안 |

- 혈액 검사를 받아 본 경험에 대해 이야기해 보도록 한다. 혈액 검사 결과지를 자료로 활용하여 각각의 수치가 무엇을 의미하는지 생각해 보도록 하는 것도 좋은 방법이다.
- 오줌의 생성 과정과 배설을 해야 하는 이유에 대해 이야기해 보도록 한다.

★ | 지도상의 유의점 |

1. 혈액의 구성과 인체 내에서 혈액의 여러 가지 기능을 설명하고, 혈액이 함유하고 있는 여러 가지 물질들을 화학적 방법으로 측정하여 질병의 진단에 사용하는 원리를 설명한다.
2. 오줌의 생성 과정과 구성을 간략하게 설명하고, 대사 노폐물을 포함하여 여러 가지 독성 물질을 체외로 배출해야 하는 이유를 설명한다. 또 이러한 물질들을 화학적 방법으로 검출하여 질병 진단에 사용하는 원리를 설명한다.
3. Ⅲ단원의 '유전자 발현 조절'과 관련지어 바이오 칩의 원리를 설명하고 다양한 활용에 대해 이해하도록 한다.

★ | 보충 자료 |

● 화학적 진단

화학적 검사는 혈액과 대·소변 및 타액에서 어떤 질병의 증상을 나타내는 화학 불균형과 혈액 장애 및 효소나 호르몬 등의 수치를 측정하고 분석하여 질병을 조기에 발견하는 데 도움을 준다. 화학적 검사 방법 중 소변 검사는 손쉽고 매우 간단한 검사 방법으로, 우리 몸속 노폐물이 걸러져 배설되는 소변을 분석하여 다양한 질병 여부를 확인하는 기초 검사이다.

☆ | 보충 자료 |

● 혈액 검사

소량의 혈액을 채취하여 여러 성분 농도를 표준치와 비교함으로써 건강 상태를 파악하는 검사이다. 혈액에는 면역에 관련된 백혈구와 항체, 산소 운반 기능과 관련된 적혈구와 헤모글로빈, 포도당, 지질 등 여러 영양소, 체내 물질대사와 관련된 효소와 호르몬 등 매우 다양한 성분 물질이 포함되어 있다. 따라서 빈혈, 고지혈증, 동맥경화 등 광범위한 질병 여부를 알아낼 수 있다. 이와 같은 이유로 혈액 검사는 건강 검진의 가장 기본적인 항목에 해당하며, 이것을 기초로 필요한 추가 검사를 실시하여 정확한 결과를 얻을 수 있다.

10 | 바이오 칩 |

바이오 칩은 특수 처리된 유리 또는 실리콘 등의 재질로 된 작은 기관 위에 수백 개~수십만 개의 특정 유전자(DNA 또는 RNA) 또는 단백질 등의 물질들을 고밀도로 배열해 놓은 것이다. 바이오 칩 기술은 생명 공학 연구에 사용되어 왔던 유전자 검색 등을 쉽게 대신할 수 있으며, 한 번의 실험으로 동시에 많은 개수의 유전자 발현 양상을 검색할 수 있어 유전자의 발현 해석, 유전자 진단, 유전자 돌연변이 검출, 의약품 탐색, 질병 진단 등에 광범위하게 응용될 수 있는 새로운 유전자 분석 방법이다. 바이오 칩 기술은 치료 목적의 의료 용도 외에 임상 병리학, 미생물의 동정, 식품 안전성 검사, 약제 내성 진단, 법의학, 고생물학 분야 등에도 적용이 가능하다.

📖 과학 마당

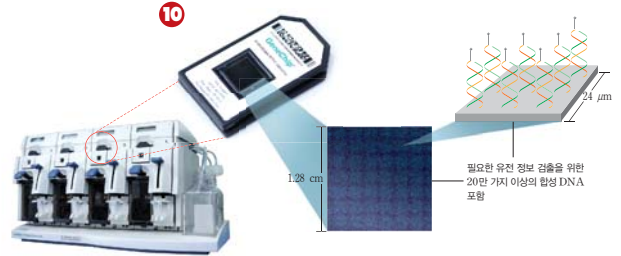
생검

피부를 절개하지 않고 미세관을 생체 내 기관에 찔러 넣어 병리 조직학적 검사용으로 조직 일부를 채취하는 검사법을 말한다. 또한 생검이라는 용어는 부검이나 시검(屍檢)과는 대어가 된다. 초기에는 신장, 간 등의 실질 장기나 골수가 대상이었으나, 그후 내시경이나 조직편 채취 장치를 조합하여 소화관, 요로, 기도 등의 관강 기관 혹은 관강이 있는 장기에 대해서도 널리 시행하게 되었다.

골수 검사 시 하는 흡인 생검, 간이나 콩팥 등의 기관 검사에 실시하는 침생검, 자궁 질부, 소화관, 기관지 등의 검사에 실시하는 점제 생검도 포함된다.

최근에는 유전자 정보와 단백질 분자를 이용한 바이오 칩이 개발되어 이를 이용하는 분자 진단법이 실시되고 있다. 바이오 칩은 유리 또는 실리콘 등의 재질로 된 작은 기관 위에 특정 DNA, 단백질 등의 물질을 결합시켜 유전자 발현 양상, 유전자 결합, 단백질 분포, 반응 양상 등을 분석할 수 있도록 고안된 생물학적 마이크로 칩이다.

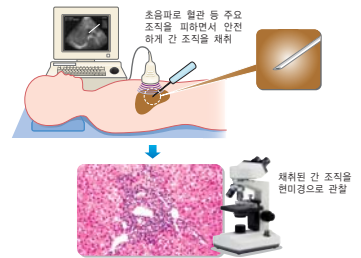
바이오 칩을 이용한 분자 진단법은 질병에 대한 보다 빠르고 정확한 정보를 주며, 극소량의 혈액 혹은 타액으로도 진단할 수 있으므로, 환자와 의사 모두에게 편리한 방법이다.



▲ 그림 91. 바이오 칩의 일종인 유전자 칩의 구조(우측) 및 칩 조装机(좌측) 유전자 칩을 이용하면 세포의 유전자 발현 정보 및 이상을 신속하게 파악할 수 있다.

📖 과학 마당 | 조직 검사

조직 검사는 특수한 바늘을 몸에 찔러 넣어 체내 조직을 채취한 후 현미경을 통해 조직을 구성하는 세포를 관찰하는 검사 방법이다. 이때 각 조직을 구성하는 세포들의 형태와 크기, 핵의 이상 등을 관찰한다. 필요에 따라 세포 내에서 생성된 여러 단백질의 생성 양상 등을 조사할 수도 있어 여러 조직에 발생하는 종양을 진단하는 데 유용하고 확실한 검사 방법이다. 또 이를 통해서 질병의 원인, 치료 가능성, 손상 정도, 장기 예후 등을 추정할 수도 있다.



▶ 그림 92. 조직 검사 과정

☆ | 보충 자료 |

● 사람 유전체와 질병 치료

사람의 핵 속에 있는 DNA는 약 30억 개의 염기쌍으로 되어 있으며, 현재 이들의 염기 서열이 밝혀져 있다. 과학자들은 사람 유전체 사업이 많은 질병의 원인을 밝히고 질병 치료에 도움이 될 것으로 기대한다.

유전 질환을 감식하는 대부분의 검사는 염색체 상의 유전자 지도에 근거하고 있으며, 유전자 지도로 염색체 상의 돌연변이 유전자의 위치를 파악할 수 있다.

개개인의 유전자 지도를 분석하면 같은 환경 조건의 사람들 중에 왜 어떤 사람은 특정 병에 걸리고 다른 사람은 정상인지를 밝힐 수 있다. 또한, 각종 유전 질환, 성인병, 대사 질환, 정신 질환 등의 유전적 차이를 밝힐 수 있을 것으로 기대하고 있으며, 미래에는 개인에 적합한 맞춤형 치료가 가능해질 것이다.

유전자 치료는 사람의 세포에 유전 물질을 삽입하여 유전적 이상에 의한 질환을 치료하는 것을 의미하는 것으로 과학 기술의 발달에 의한 현대 의학 치료법의 예이다.

일 상 검 사 항 목														
신 장(cm)		체 중(kg)		허리둘레(cm)		시 력		혈 압(mmHg)						
참 고 치				남<90, 여<85		좌 우		수축기/확장기						
급 측		164 74		84		1.0 1.0		120/80 미만						
소변검사		Blood	Bilirubin	Urobilin	Ketones	Protein	Nitrite	Glucose	PH	S-G	Leucocytes			
		-	-	-	-	-	-	-	6	-	-			
간기능검사(mU/L)														
		이상지질혈증(mg/dl)				혈 액 검 사				간 효 소 검 사				
GOT	GPT	γ-GTP	TC	TG	HDL	LDL	Hb	Hct	FBS	Crea	HbSAg	일반	음성	2. 양성
참: 11-63	참: 11-63	참: 11-63	200	150	60	100	남: 13-16.5	남: 41-53	남: 120	남: 1.5 이하	HbSAb	일반	음성	2. 양성
40 이하	35 이하	예: 8-35	미만	미만	이상	미만	여: 12-15.5	여: 36-47	100 미만	1.5 이하		일반	음성	2. 양성
24	24	40	285	188	54	186.4	16	44	95	1.5	검사결과	1. 간염보균자	2. 면역자	3. 활동대상자

▲ 그림 93. 건강 검진 기록지

물음 위 건강 검진을 받은 남성은 건강에 이상이 있는가? 이상이 있다면 어떤 주의가 필요하겠는가?

조기 진단의 중요성

감염성 질병의 조기 발견과 처방은 환자 개인뿐 아니라 대중의 건강과 공중 보건에 중대한 영향을 미친다. 최근 전염성이 강한 신종 플루 바이러스 검사에 환자의 콧물 속에 있는 유전자를 증폭시킨 후 바이러스 유전자의 존재를 확인하여 최종 감염 여부를 결정하는 방법이 이용되었다. 이것은 불과 3시간 만에 확진 판정을 내릴 수 있을 정도로 신속한 검사 방법이다.

그러나 진단 속도가 아무리 빨라졌다고 해도 증상이 나타난 후에 검사를 의뢰하면 이미 병에 걸린 후가 되므로 병에 따라서는 치료 시기를 놓치게 될 수도 있다. 그러므로 증상이 나타나기 전에 미리 발병 조짐을 알아내는 것이 중요하다. 우리나라에서는 비사무직 근로자는 1년에 1번, 사무직 근로자는 2년에 1번, 학생은 취학 후 3년에 1번씩 종합 건강 검진을 의무화하고 있다. 또 국민 건강 보험 공단에서는 영유아부터 노인에게 이르기까지 연령에 따라 다양한 방법으로 일반 국민들의 건강 검진을 무료로 실시하고 있다. 정기적인 건강 검진은 잠재하고 있거나 진행이 미미한 질병을 조기에 발견하여 치료의 발판을 마련할 수 있다는 점에서 그 의미가 크다.

국민 건강 보험 공단

<http://www.nhic.or.kr>

확인하기

- 이해 1. CT와 MRI의 차이는 무엇인가?
- 적용 2. 소변 검사를 통해 알 수 있는 질병의 종류에는 어떤 것들이 있는가?
- 침의 3. 질병 진단 외에 바이오 칩의 용도를 생각해 써 보자.

2. 감염성 질병의 조기 진단: 감염성 질병의 조기 발견과 신속한 처치 및 대처는 대중의 건강과 밀접한 관계가 있다. 환자로부 터 원인이 되는 병원체를 분리하여 확인하기까지는 다소의 시간이 걸리고, 이러한 시간적 소요는 대중으로 전염과 확산을 증가시키는 결과를 낳게 될 수 있다. 최근에는 과학 기술의 발달로 각 병원체들이 생성하는 특정 물질을 인지하는 화학적 진단 또는 유전자 존재를 확인하는 진단법 등이 개발되어 감염성 질병의 정확하고 신속한 진단과 처치가 가능해짐으로써 대중의 건강을 지키는 데 기여하고 있다.

건강 검진

조기 진단으로 질병의 발병 여부를 일찍 발견할 수는 있지만, 증상이 나타난 후 진단을 의뢰하면 때로는 질병의 종류에 따라 치료 시기가 늦을 수도 있다. 그러므로 질병의 발병 가능성에 대하여 미리 알고 예방하며 대처하는 것도 아주 중요하다. 건강 검진은 개인의 체격 조건, 건강 상태, 혈통에 의한 유전적 체질 등의 다양한 방법과 요소들을 종합적으로 알아내고 개인의 건강과 질병에 대한 저항성이나 민감성 여부 등을 판단하여 질병의 발생을 예방하거나 조기 발견을 위한 자료로 활용하여 치료의 발판을 마련하게 해 준다.

물음 이상지질혈증 수치 가운데 트리글리세라이드(TG)와 LDL 콜레스테롤 수치가 정상보다 높고, 따라서 총 콜레스테롤(TC) 수치도 높게 나왔다. 이 사람은 고지혈증 증세를 보일 수 있으며, 지방이 적은 저열량식 식이요법과 규칙적인 운동이 필요하다.

보충 자료

조기 진단

1. 조기 진단의 중요성: 초기에 질병을 발견하게 되는 조기 진단은 의사가 질병의 진행에 대하여 일찍 개입하여 질병의 진행 속도를 감소시키거나 멈추게 함으로써 환자에게 질병 치료를 위한 기회를 빨리 제공하게 된다. 조기 진단에 의한 빠른 치료로 질병 치료에 대한 성공 확률을 높이거나 질병의 해로운 영향을 감소시킬 수 있으므로 조기 진단은 건강한 생활을 위한 중요한 요소가 된다. 조기 진단의 중요성은 감염성 병원체에 의한 질병, 암, 당뇨병과 같은 비감염성 질병 등 어떤 종류의 질병에나 해당되는 사항이다.

확인하기

1. CT는 방사선을 이용하는 단층 촬영기로 검사 부위의 단면을 보여 주고, MRI는 자기장과 고주파를 이용하는 진단기로 검사 부위의 총횡단면을 3차원 입체 영상으로 보여 준다.
2. 당뇨병, 사구체염, 단백뇨, 알칼토뇨증 등을 진단할 수 있다. 소변 검사는 오줌의 양, 색, 혼탁도, 산성도 등과 당, 단백뇨, 세균, 혈구 따위가 있고 없음을 검사하는 것으로, 대사성 질병인 당뇨를 포함하여 신장 및 비뇨기계 질병 여부, 탈수, 방광염과 같은 조직 장기에서의 염증, 세균성 감염 질환, 약물성 질병 등을 알 수 있다.
3. 바이오 칩은 질병 진단 외에도, 유전자 검색 및 판별, 병원균 검출 및 치료 물질 탐색을 비롯하여 진단 시약의 개발 등에 응용될 수 있다. 예를 들면, 유전자 판별은 과학 수사에서 범인 검거에 이용하고 있다. 즉 범행 현장에서 발견되는 타액, 머리카락, 혈흔 등을 이용하여 범인의 유전자를 채취할 수 있다면 바이오 칩을 이용하여 용의자와 범인의 일치 여부를 가려낼 수 있다.

2. 과학적 치료

☆ | 소단원의 학습 목표 |

1. 천연 의약품과 합성 의약품의 중요성을 이해한다.
2. 생물 다양성이 의약품 개발에 미치는 영향을 이해한다.

🕒 | 18차시

334~337쪽

도입(5분)	전개(45분)	정리(5분)
이순신 장군의 일화	현대 의약품의 개발, 의약품 개발과 생물 다양성, 신약 개발의 과정	질병 치료를 위한 신약 개발의 중요성

☆ | 동기 유발을 위한 제안 |

- 우리가 섭취하는 대부분의 채소와 과일은 여러 가지 유효 성분을 함유하고 있다. 배앓이에 좋은 매실, 기관지염에 좋은 도라지, 면역력 증강에 좋은 홍삼 등 두 종류 이상의 다른 식물을 정하여 어떤 유효 성분이 있는지 조사하여 발표해 보도록 한다.
- 임상 시험과 관련된 인권 문제에 관하여 이와 같은 소재를 다루는 영화나 소설, 보도 자료나 판례 등을 자료로 준비하여 이에 관한 의견을 발표해 보도록 한다.

☆ | 지도상의 유의점 |

1. 생물 다양성의 의의와 연관하여 천연물 추출물의 의의를 설명한다.
2. 페니실린 계열의 항생제가 세균의 세포벽 형성을 저해하여 세균의 증식을 막는 기전을 설명하고 항생제 내성에 대한 심각성을 설명한다.
3. 임상 시험의 필요성과 윤리적 문제에 대해 신약이 필요한 난치병 환자와 임상 시험 대상자의 입장에서 각자의 의견을 말해 보도록 한다.

☆ | 보충 자료 |

● 모르핀

인류 역사에서 의학의 발전에 큰 역할을 한 3가지 의약품으로 모르핀, 아스피린, 페니실린을 들 수 있으며, 이 중에서 모르핀은 인류 역사 최초의 현대 의약품으로 알려져 있다. 모르핀은 독일의 약제사 제르튀르너(Sertürner, F. W. A., 1783~1841)가 양귀비 열매에서 추출한 성분으로 진통 효과가 있다.

2

과학적 치료

- 학습 목표**
- 천연 의약품과 합성 의약품의 중요성을 이해한다.
 - 생물 다양성이 의약품 개발에 미치는 영향을 이해한다.



▲ 그림 94 버드나무 가지로 부목을 대는 이순신 장군

이순신 장군이 무과 시험을 치를 때 말에서 떨어져 다리를 다쳤는데 버드나무 가지로 부목을 대고 다시 말에 올라 시험을 계속 치렀다는 일화가 있다. 버드나무 가지의 껍질은 해열, 진통에 효능이 있는 것으로 전해져 예부터 우리 선조들이 약재로 이용했다고 하는데, 버드나무 껍질은 오늘날 널리 쓰이는 아스피린의 원료로 사용되고 있다.

이와 같이 많은 의약품 개발에 식물, 미생물, 곤충 등이 이용되어 왔고, 현대에는 생명 공학의 원리를 기반으로 한 약물 개발도 활발하게 이루어지고 있다. 의약품 개발의 원리는 무엇이며, 이와 같이 개발된 의약품들은 질병 치료에 어떻게 이용되는지 알아보자.

현대 의약품의 개발

1805년 독일의 한 약제사는 양귀비 열매에서 추출한 성분으로 진통 효과가 있는 **모르핀**을 만들었는데, 이것이 최초의 현대 의약품이 되었다. 모르핀이 만들어지기 전까지는 식물이나 동물, 광물 등 자연계의 여러 가지 물질을 약간 가공하여 만든 의약품을 그대로 사용하였다.

이와 같은 천연물 추출물은 약효가 있더라도 계절이나 지역에 따라 공급, 운반, 보관이 원활하지 못한 문제가 있었으며, 무엇보다 알려지지 않은 여러 성분 때문에 부작용을 일으킬 위험이 아주 컸다. 반면, 모르핀은 약효가 있는 성분만을 따로 분리하여 그 효능과 안전성, 그리고 부작용을 체계적으로 연구하고 사용한 것이기 때문에 최초의 현대 의약품으로 분류된다.

에를리히(Ehrlich, P., 1854~1915)
염색법을 고안하였고 면역에 대한 연구로 1908년 노벨 생리 의학상을 수상하였다.

1910년, 독일의 에를리히는 비소를 사용하여 매독 치료에 효과적인 살바르산을 개발하였다. 또 1932년에는 독일의 한 의학자가 프론토질인 병원성 미생물에 의한 질병 치료에 효능이 있는 것을 발견하고 프론토질의 체내 활성화 형태인 실린아미드를 합성하였다.

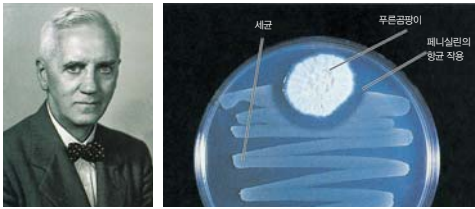
왁스만(Waksman, S. A., 1888~1973)
스트렙토마이신을 발견한 공로로 1943년 노벨 생리 의학상을 수상하였다.

1928년에는 플레밍이 푸른곰팡이에서 생성되는 항생 물질인 페니실린을 발견하였으며, 이는 치료 의학의 새로운 시대를 연 획기적인 발견이었다. 페니실린은 세균의 세포벽 합성을 억제하여 사멸시키는 효능이 있어 세균 감염으로 발생하는 염증 치료에 사용되었다. 또 1943년에 왁스만은 토양 미생물인 방선균에서 스트렙토마이신을 발견하여 결핵 치료제로 사용하였다.

● 현대 의약품 개발

인류 역사 초기의 의약품은 모두 천연 의약품으로서, 자연계의 식물이나 동물, 광물 등 여러 가지 물질들을 약간의 가공만 거친 후 그대로 사용하였다. 이러한 천연 의약품들은 비록 약으로서 효과는 충분하였을지라도 몇 가지 문제점들이 있었다.

먼저, 식물이나 동물을 이용하는 경우에는 계절이나 서식지에 따라 공급이 원활하지 못했고, 광물의 경우에는 지리적 분포에 따라 채취하여 얻을 수 있는 기회가 달랐으며, 이들 재료들을 다른 지역으로 운반하여야 하는 경우와 장기간 보관이 필요한 경우에는 재료의 안정성 등이 문제가 되어 변질되는 경우도 허다하였다. 그리고 무엇보다도 천연 재료 안에 약효 성분 이외에 함유된 알려지지 않은 여러 가지 화학 물질 때문에 예상하지 못한 부작용 또는 과민 반응 등이 일어날 수 있었다. 이와 같은 문제점들을 보완하기 위해 천연 재료들로부터 약효가 있는 성분만을 분리하여 그 효능과 안전성을 확보하고 부작용을 제거하기 위한 연구 결과들이 쌓여서 현대 의약품들이 개발되어 사용되고 있으며, 현재에도 신약 개발을 위한 연구가 진행되고 있다.



▲ 그림 95 _ 플레밍(Fleming, A., 1881 ~ 1955)과 페니실린의 작용 푸른곰팡이에서 생성되는 페니실린의 항생 작용으로 푸른곰팡이 주변에는 세균이 증식하지 못하였다. 페니실린은 세균의 세포벽 합성을 저해한다.

1 최초의 항생제인 페니실린이 개발된 이후, 현재 다양한 종류의 항생제가 개발되어 사용되고 있다. 이에 대한 세균의 내성도 증가하였지만, 인류는 또다시 내성균에 효과가 있는 항생제를 개발해 내었고, 지금도 새로운 항생제를 개발하고 있다. 항생제가 개발되어 병원성 미생물 감염에 의한 대부분의 전염병 퇴치가 가능해졌고, 이는 사망률 격감, 인류의 평균 수명 연장이라는 성과로 이어졌다.

1763년 영국의 한 목사가 버드나무 껍질의 추출물이 해열에 효과가 있다는 것을 왕립 학회에 발표하였고, 약 100년이 지난 후 버드나무 껍질에서 해열과 진통 효과가 있는 살리실산을 추출하여 의약품으로 개발하게 되었다. 그러나 살리실산은 약효가 우수한 반면 신맛이 강하고 자극성이 있어 복용이 불편하였다. 이 때문에 부작용이 적고 복용이 편리한 해열 진통제인 아세틸살리실산과 소염 진통제로 쓰이는 메틸살리실산이 개발되었다. 2

우리가 흔히 사용하는 아스피린은 아세틸살리실산의 상품명으로 독일의 한 제약 회사가 개발한 최초의 합성 의약품이다. 아스피린 이전의 약은 천연 약재를 약간 가공하거나 천연물에서 추출하여 정제한 것들이며, 화학적 합성이 가능했더라도 대량 생산이 힘들거나 안전성에 문제가 있어서 널리 사용되지 못했다. 오늘날 아스피린의 아세틸살리실산은 해열, 진통뿐 아니라 심장병, 뇌졸중, 관절염, 고혈압, 위암 등의 예방과 치료에도 효능이 있는 것으로 밝혀졌다.

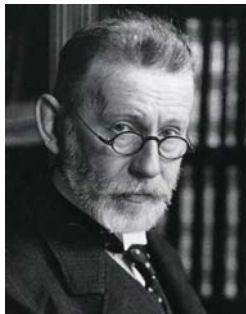
신약 개발과 생물 다양성

모든 식물 식물은 각각 고유 물질을 농축 함유하고 있어서 이들 물질을 잘 활용하면 질병 예방과 치료에 크게 기여할 신약을 개발할 수 있다. 그래서 지금도 과일, 채소 등에 함유된 천연 색소 또는 화합물의 추출 방법과 각 물질의 구조, 인체 내에서의 기능 등을 연구하고 있으며, 질병의 예방과 치료에 관련된 연구 결과도 계속해서 발표되고 있다.

● 화학 요법제

현미경의 발명으로 질병의 원인이 병원성 미생물의 감염과 전파에 의한 것임을 알게 되었지만, 대부분의 감염성 질병은 천연 물질의 사용만으로 치료되지 않았다.

17세기경 화학의 발달과 함께 질병 치료에 화학 물질이 사용되는 화학 요법제가 대두하였으며, 실질적이고 체계적인 화학 요법의 사용은 에를리히가 매독 치료를 위하여 개발한 살바르산이 합성되면서 부터이다. 살바르산은 '세상을 구원하는 비소'라는 의미이고 비소를 이용하여 개발한 것으로, 에를리히가 606번째로 얻은 물질이라는 의미의 '살바르산 606'이라고도 부른다.



▲ 에를리히

화학 요법에 사용되는 물질은 무엇보다도 환자의 몸에는 무해하나 병원체에 대해서는 강하게 작용하는 치료 효과가 중요하였다.

1 | 항생제 |

항생제는 병원성 세균의 증식을 억제하여 인류를 질병의 고통으로부터 지켜 주는 중요한 의약품이 되었다. 최초의 항생제는 푸른곰팡이가 생산하는 항생 물질을 플레밍이 추출하여 페니실린이라는 이름을 붙여 사용한 것이다. 이후로 각종 항생제가 계속 개발되고 있으며, 인류를 병원성 세균의 감염과 전파에 의한 질병으로부터 지켜 주고 있다.

항생제는 세균의 세포벽을 구성하는 데 필요한 효소의 작용을 방해하여 세균의 성장과 증식을 억제한다. 그러나 항생제의 오남용과 장기 복용으로 항생 물질에 대하여 내성을 가지는 새로운 내성균들이 출현하게 되어 인류는 더 강력한 항생 물질을 개발해야 하는 문제점을 안게 되었다. 이와 같은 문제를 해결하기 위해서는 항생제의 정확한 처방과 사용 방법 등을 준수하고 의사의 지시에 따라야 한다.

2 | 아스피린 |

화학적으로 합성하여 널리 사용된 최초의 의약품은 해열 진통제로 사용되는 아스피린이며, 아스피린을 합성하여 판매를 시작한 한 제약 회사의 상품명인 일반 명사화되어 해열 진통제를 뜻하는 말이 되었다. 버드나무 껍질로부터 살리실산을 추출하게 되어 그 성분의 효과가 알려지게 되었고, 1861년 살리실산이 나트륨페녹시드와 이산화탄소 반응에 의하여 인공적으로 합성되었으며, 1897년에 살리실산을 아세틸화한 순수한 상태의 아세틸살리실산이 합성되어 오늘날 아스피린으로 사용되고 있다.

아스피린의 화학적 합성의 성공은 천연 물질에서만 추출이 가능했던 성분들을 화학적으로 합성하려는 유기 화학 분야를 발전시키는 계기가 되었다. 오늘날 아스피린은 해열 진통제로서의 효과뿐만 아니라 혈액 응고 억제 작용 등에도 효능이 있는 것이 밝혀져 심혈관 질환 등을 포함한 여러 종류의 질병 치료 연구에도 사용되고 있다.



▲ 아스피린

☆ | 보충 자료 |

● 신약 개발과 생물 다양성

새로운 치료법 가운데 대부분은 식물, 미생물, 곤충 그리고 다른 동물에 의해 합성되거나 생산되는 자연 물질을 이용한다. 즉 살아 있는 생명체는 사람에게 발생하는 많은 질병에 대하여 치료 효과가 있는 물질들을 만들어 낸다. 가장 흔한 예로써, 푸른 곰팡이에서 추출한 페니실린은 사람에게 유용한 항생 물질로 사용되고 있다. 한 물질을 대량 생산하고자 과학자들은 새로운 약의 근원으로 많은 식물과 동물을 조사하여 왔으며, 최근에는 매우 다양한 해양 생태계에 관심을 가지기 시작하였다. 이러한 연구의 성공을 위하여 생물 종의 다양성을 보존하는 것은 아주 중요하다고 할 수 있다.

● 여러 가지 천연 의약품

생명 공학, 유전 공학 분야와 같은 과학 기술의 진보는 기존의 치료법을 개선하고 있을 뿐만 아니라, 과학 기술의 발달 없이는 불가능한 치료법을 만들어 내고 있다. 이러한 예로, 당뇨병 환자들을 위해 돼지 인슐린에서 사람의 인슐린을 개발한 것, 주목 나무 껍질을 구성하는 세포의 배양을 통해 유방암과 난소암의 치료약인 택솔을 개발한 사례를 들 수 있다.

천연 의약품에는 인삼, 녹용, 사향, 옹담 등 자연에서 얻은 식물이나 동물, 광물의 특정 성분을 천연물 그대로 이용하거나 간단한 가공을 거쳐 생약을 사용하는 경우와 과학 기술을 이용하여 특정 성분을 추출하여 사용하는 경우가 있다. 동물성 생약을 얻는 과정에서는 동물의 희생, 제한적인 재료, 독성에 의한 부작용 등의 문제점이 있고, 병원균과 세균이 포함되어 있을 가능성도 배제할 수 없다.

1. 약용 식물: 의약품의 원료로 사용되는 식물로, 식물에서 약리 작용이 있는 물질을 적당한 용매로 추출하여 이용한다.

약용 식물	효능
인삼	강장, 항암 작용
구기자	이노, 해열 작용
도라지	진해, 가래 제거, 해열 작용
작약	진통 작용
감초	진통, 이노, 중화, 해독 작용, 가래 제거
오가피	자양, 빈혈 치료
더덕	가래 제거, 폐열 제거, 건위제
쑥	지혈 작용, 복통·설사 치료
영지버섯	자양 강장제, 진정·진통, 불면증, 소화 장애, 불면증, 기관지염, 관절염 치료

연결 학습 생물 다양성 → 298쪽
 신약 연구에 있어 또 다시 중요성이 부각되는 것이 생물 다양성이다. 다양한 생물 유전자는 다양한 의약품의 원료가 되므로 생물 다양성 보존은 인류의 존속을 위해서도 필요하다.



우리는 생활하면서 종종 병이나 약국을 찾는다. 환절기에는 감기에 걸려 병원에 가기도 하고, 넘어져서 골절이나 찰과상으로 치료를 받기도 한다. 그런데 병원에서 치료를 받거나 처방해 주는 약을 먹으면서, 그 약이 누군가를 대상으로 실시된 임상 시험을 통과한 결과물이란 생각을 해 본 적이 있는가? 시술 및 약품은 임상 시험을 통해 신체에 피해를 끼치지 않는 것이 밝혀져야 합법적인 행위 및 약품이 될 수 있다. 다음 활동을 통해 시험 대상자의 피해를 최소화할 수 있는 방법에 대해 알아보자.

2. 특정 성분을 추출하여 이용하는 경우: 한 예로, 알칼로이드는 질소 원자를 포함하는 고리 모양의 화합물로 염기성을 나타내며 식물 염기라고도 하는데, 식물에서 추출한 물질 중에서 아주 적은 양으로도 강력한 약리 작용을 나타낸다.

식물	추출물	약리 작용
키나나무 껍질	퀴논	말라리아 치료제
커피나무, 홍차	카페인	각성제, 흥분제
양귀비	모르핀	진통제
담배	니코틴	살충제
코카나무	코카인	마취제
이질풀	타닌	정장제

창의인성 활동의 이해

활동 12 신약 개발을 위한 임상 시험은 어떻게 해야 할까?

목표

- 임상 시험 과정에서 발생할 수 있는 인권 문제에 대하여 의사 결정을 할 수 있다.

과정

다음은 어느 종합 병원에서 임상 시험을 하기 위하여 피험자를 모집하는 공고문이다.

○○ 대학교 ○○ 병원 ○○과에서는
다음과 같이 임상 시험에 참여할 자원을 모집합니다.

1. 임상 시험 내용

천식 치료제의 유효성 및 안전성을 평가하기 위한 임상 시험입니다.

2. 참여 대상

- 15세 이상의 남성 또는 여성으로 지속성 천식 증상을 가진 분
- 최근 1년 이내 흡연 경험이 없는 분
- 천식 이외에 건강상으로 유의한 합병증이 없는 분(예: 악성 종양, 우울증, 정신 분열증 등)
- 여성 환자의 경우, 폐경 또는 불임 상태이거나 피임이 가능한 분
- ※ 본 임상 시험에 참여하실 분에 대해서는 시험 목적과 방법을 상세히 설명하고 서면 동의를 받은 후 검사를 거쳐 시험 참여에 적합한 분을 선정합니다.

3. 참여에 따른 혜택

- ○○과 전문의의 진료 및 폐 기능, 혈액, 심전도 검사 무료 실시
- 최대 호기 유속 측정기 무료 공급 및 14주 동안 천식 증상 완화제 무료 공급
- 때 방문 시마다 교통비 제공

4. 참여 기간

○○ 대학교 ○○ 병원 의 국내 총 9개 기관에서 본 임상 시험을 실시합니다.

최대 호기 유속 측정기
폐 기능을 측정할 수 있는 휴대용
기구로 천식 환자에게 유용한 도구
이다.

협동 무동별로 충분한 토의 과정
을 거쳐 필요한 자료를 선정하고
나누어 조사한 후 함께 법조문을
작성하도록 한다.

정리

1. 새로 개발된 신약이 사람에게 약품으로 사용되기 전에 반드시 거쳐야 하는 과정에 대하여 조사해 보자.
2. 제시된 사례는 천식을 치료하는 신약을 개발하고 의약품으로 승인받기 위하여 임상 시험을 진행하기 위한 단계이다. 모집을 통하여 선정된 시험 대상자가 임상 시험에 참여하는 동안, 피험자에게 발생할 수 있는 의학적 결과와 윤리적 문제를 이야기해 보자.
3. **핵심인상** 임상 시험이 진행되는 동안 피험자에게 발생할 수 있는 윤리적 문제를 예방하고 피험자의 인권을 보호하기 위한 법조문을 작성해 보자.

정리

1. 임상 시험은 신약 개발 과정 중의 한 단계이며 사람을 대상으로 실시하는 시험 또는 연구이다. 임상 시험에 사용되는 의약품의 안전성과 유효성을 증명하기 위해 실시하며, 임상 시험 결과를 토대로 약리적 작용과 효과가 반드시 승인되어야 환자에게 치료를 위한 신약으로서 판매 및 사용될 수 있다. 항암 치료제 개발을 예로 들어 일반적인 신약 개발 과정을 살펴 보자.

- ① 인체에 알맞은 형태로 추출: 어떤 물질이 항암 효과가 있다고 알려지면, 그 물질을 추출하게 되는데, 인체에 맞는 형태로 바꾸어야 한다. 아무리 효과가 있어도 인체에 들어가면 변질된다든가, 불순물로 인해 과민 반응 등이 생길 수 있기 때문에 인체가 받아들일 수 있는 형태로 추출해 내는 과정은 중요하다.
- ② 전임상 단계: 복잡한 화학 과정을 거쳐 추출에 성공하면 그 다음으로 세포 실험과 동물 시험을 하는 전임상 단계를 거친다. 즉 추출된 물질의 효능을 검사하는 과정을 거친다.

이 결과를 토대로 하여 사람에게 투여해 보는 임상 시험 단계로 진행된다.

③ 임상 시험 단계: 4단계로 나눈다.

- 제1상: 건강한 사람에게 투여하여 약의 용량을 조사한다.
 - 제2상: 정해진 용량을 토대로 약의 효과를 평가하는 임상 시험이다.
 - 제3상: 기존의 표준 치료(가장 효과적이라고 알려진 치료)와 신약을 비교하는 임상 시험으로, 어느 치료가 더 효과적 인지를 직접 비교하는 것이다. 이 단계를 통과하면 새로운 약이 표준 치료로 인정받게 되어 식약청 등으로부터 신약의 판매를 허가받게 된다.
 - 제4상: 시판 후 시장 조사를 하여 팔리고 난 후 몰랐던 부작용 발생 여부 등을 관찰하는 단계이다.
2. 임상 시험은 신약과 새로운 치료법의 효능을 알아보기 위한 것이며, 사람에게 직접 시험하는 것이므로 치료 이외의 부작용 또는 과민 반응 등 안전성에 관련한 심각한 문제가 발생할 수 있고, 시험한 신약의 효능이 기존 치료보다 나쁜 치료가 될 경우에는 윤리적으로 문제가 발생할 수도 있다. 즉 시험에 참여하는 환자 등 피험자의 권익과 안전 및 복지를 보장하고 시험 결과에 대한 신뢰성이 확보되어야 한다. 또한, 임상 시험에 참여하는 참여자의 동의를 구하는 절차가 있어야 하며 발생 가능한 부작용이나 위험성에 대하여 충분한 사전 설명이 있어야 한다.
3. 임상 시험을 통한 신약의 사용은 식약청과 같은 관계 기관에 보고하고 승인을 받은 후에 가능하도록 법으로 제정되어 있으며, 우리나라에서는 임상 시험이 진행되는 동안 참여자나 피험자에 대한 보호를 위하여 약사법과 같은 관계 법령을 제정하여 시행하고 있다. 법조문에는 다음과 같은 내용들이 포함된다.
- 임상 시험의 목적과 연구 배경을 관계 기관에 보고하고 승인을 받아야 한다.
 - 임상 시험에 참여하는 피험자에게 임상 시험에 사용되는 신약에 대한 안전성 및 유효성 등에 관한 내용을 충분히 설명하고 이해하도록 해야 하며, 반드시 자발적인 동의와 참여이어야 한다.
 - 임상 시험 중 알지 못했던 문제가 발생하면 시험을 중단하고, 피해 보상 및 피험자의 정신적, 육체적 안녕을 보장할 수 있는 대책을 강구하여야 한다.

19차시

338~339쪽

도입(5분)	전개(35분)	정리(10분)
질병의 치료	백신의 개발, 미래의 치료법	확인하기 문제 풀이

★ | 동기 유발을 위한 제안 |

- 줄기 세포를 이용한 치료법에 대한 기사 내용을 읽어 보고, 윤리적 문제에 대처할 수 있는 방안을 강구하는 토론을 해 보도록 한다.

☆ | 지도상의 유의점 |

1. 백신 개발의 원리를 2단원의 면역 내용과 연관하여 설명하고, 우리 백신 개발의 중요성을 이해하도록 한다.
2. 배아 줄기 세포와 성체 줄기 세포를 이용한 치료의 원리를 설명하고, 이들을 이용하여 치료 가능한 질병들의 종류를 들어 설명한다.
3. 유전자 치료법의 원리를 설명하고, 줄기 세포를 이용한 치료법과 비교해 본다.

3 | 백신 개발 |

질병의 예방을 위하여 병원성이 제거되었거나 병원성이 감소된 병원체 또는 병원체의 일부 구조물을 혼합하여 주사하는 약품을 백신이라고 하며, 치료약 못지 않게 질병을 예방하여 없애는 최고의 방법이다.

생명 공학 분야와 같은 과학 기술의 발달로 기존 백신의 효능이 많이 향상되었고, 새로운 백신의 생산도 활발하게 이루어지고 있다. 현대 의료계에서는 잘 알려진 감염성 질병의 원인균 외에도 암을 일으키는 바이러스에 대항하는 백신도 개발하여 사용하고 있으며, 백신의 개념을 감염성 생물체로부터 방어하는 것에서 범위를 넓혀 당뇨, 만성 염증성 질병, 알츠하이머병 같은 질병과 여러 종류의 암에 대항할 수 있는 다양한 백신에 대해 활발하게 연구하고 있다.

4 | 줄기 세포를 이용한 치료 |

줄기 세포는 생체 조직을 복구하고 재생할 수 있는 능력을 가진 세포로서, 줄기 세포를 이용하면 신경 질환과 퇴행성 질환 등 난치병을 치료할 수 있어 훌륭한 치료용 도구로 활용될 가치가 매우 높다.

3 백신 개발

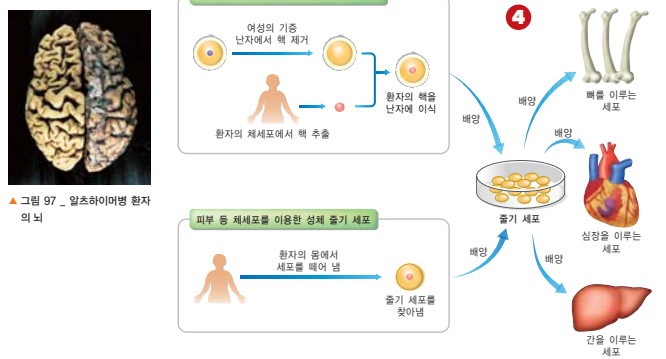
질병의 발병을 사전에 예방할 수 있는 백신의 개발은 치료약 개발 못지않게 중요하다. 역사상 최악의 역병이었던 천연두는 거의 백신 개발로 1978년 이후 지구 상에서 사라졌으며, 파스퇴르는 탄저균 백신을 개발하여 가축을 탄저병으로부터 보호하였다. 또 1954년에는 소아마비 백신이 개발되었고, 1950년대 후반에는 홍역 백신이 개발되어 어린이에게 투여할 수 있게 되었다. 이밖에 간염, 장티푸스, 파상풍, 디프테리아, 풍진 등 많은 백신이 개발되어 있으며, 현재 후천성 면역 결핍 증후군에 대한 백신도 개발 중이다.

미래의 치료법

배아 줄기 세포는 초기 배아를 구성하는 세포로, 어떤 종류의 세포로도 분화할 수 있으며 무한대의 자기 재생 능력이 있다. 그러므로 치료제로서의 가치가 뛰어나지만, 잠재적 생명체를 훼손한다는 점에서 윤리적 문제를 수반한다. 한편, 성체의 골수나 피부에서 얻을 수 있는 성체 줄기 세포는 이와 같은 윤리적 문제가 적은 반면, 배아 줄기 세포와 비교할 때 다양한 세포로의 분화능이 약한 한계점이 있다. 줄기 세포를 이용하면 내 몸에 맞는 장기를 만들어 낼 수 있고 혈구 생산도 가능하므로, 미래에는 뇌졸중 환자의 뇌 기능 회복, 당뇨병 치료, 손상된 척수나 뇌 조직의 재생, 알츠하이머병과 같은 노화 관련 질병의 치료에 줄기 세포가 널리 이용될 것이다.

알츠하이머병

뇌세포의 퇴화, 뇌의 크기 축소 등이 원인이 되어 발생하는 퇴행성 뇌 질환으로 치매의 주된 요인이며 노인에게 많이 나타난다.

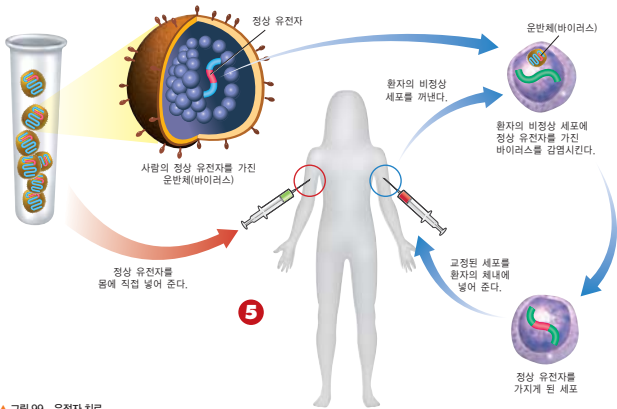


줄기 세포는 사람의 난자에서 핵을 제거하고 환자의 체세포 핵을 이식하여 발생시킨 배아 줄기 세포와 환자의 몸에서 분리한 체세포를 이용하여 줄기 세포로 발생시킨 성체 줄기 세포가 있다. 배아 줄기 세포는 몸에 있는 어떤 종류의 세포로도 분화할 수 있는 만능 세포로서 치료제로서의 가치가 아주 높지만 잠재적 생명체를 인위적으로 훼손하여 사용한다는 윤리적 문제를 수반하고 있다.

성체 줄기 세포는 부분적으로 분화된 다른 세포를 발생시킬 수 있는 세포이다. 그러나 성체 줄기 세포가 신호를 받아 처음 세포 분열하여 둘로 생성된 딸세포 중 하나는 분화하고 다른 하나는 분화하지 않은 채 그대로의 줄기 세포로 남는다. 그리고 분화하는 딸세포는 성체 줄기 세포의 조직 기원에 따라 다른 조직을 구성하는 세포로는 분화되지 않는다.

성체 줄기 세포 또는 배아 줄기 세포를 사용한 치료법은 손상되거나 죽은 세포를 교체함으로써 뇌졸중, 알츠하이머병과 같은 퇴행성 신경 질환이나 당뇨, 심혈관계 질환 등에 사용될 수 있을 것이다.

지금까지 우리가 복용해 온 약들이 질병의 증상 치료에 초점을 맞춰 왔다면, 많은 질병이 유전자의 결합으로 발생한다는 원리에서 출발한 **유전자 치료**는 질병에 대항하는 신무기가 될 것이다. 유전자 치료는 질병의 원인을 유전자 차원에서 분석하거나, 치료 유전자 또는 유전자를 집어 넣은 세포를 인체에 투여하는 근본적인 치료이기 때문에 더 큰 위력을 발휘할 것으로 기대된다. 투입된 유전자는 비정상 유전자를 대체하거나, 그 부위에 치료용 단백질을 만들게 하여 질병을 치료한다.



▶ 그림 99_ 유전자 치료

인류 문명이 시작되면서부터 인간은 생명을 위협하는 질병과 싸워 왔다. 각종 병원균에 대항하기 위한 면역 체계를 진화시켰고, 병원균을 직접적으로 공격하기 위해 약품을 개발하였다. 그렇지만 병원균 역시 약품에 내성을 기르는 등 진화하고 있다. 인간과 질병의 싸움은 앞으로도 계속될 것이므로, 과학 기술의 발달이 병원균의 진화를 앞질러 줄 수 있도록 노력해야 할 것이다.

확인하기

- 이해 1. 모르핀, 페니실린, 아스피린은 각각 어떤 생물로부터 얻은 것인가?
 2. 생물 다양성이 신약 개발에 미치는 영향은 무엇인가?
 인식 3. 배아 줄기 세포를 질병 치료에 이용할 때 발생할 수 있는 윤리적 문제는 무엇인가?

5 | 유전자 치료 |

유전자 치료의 원리는 치료에 필요한 유전자를 질병 부위 조직의 세포에 투입함으로써 병이 생긴 유전자를 대체하거나 그 부위에 치료용 단백질을 만들게 하여 질병을 치료하는 것이다. 즉, 치료용 유전자를 환자의 몸에 넣어 건강한 유전자의 형질이 발현되게 하는 것이다. 유전자 치료는 주로 혈액병, 혈액소 병, 근위축증 등과 같은 유전 질환과 간암, 전립선암, 폐암, 난소암 등과 같은 암 질환에 이용되고 있다. 또한, 동맥 경화 등의 원인 때문에 혈관이 좁아지거나 막혀서 혈액의 흐름이 원활하지 않아 발생하는 심혈관 질환 등에도 사용되는데, 혈관 신생 유전자를 이용하여 혈관의 생성을 유도함으로써 혈액의 흐름을 회복하도록 한다. 유전자 치료가 사용되기 시작한 초기에는 악성 뇌종양, 백혈병 등 극히 일부 질병에 제한되었지만, 점차 각종 암, 자가 면역 질환, 에이즈, 심혈관계 질환 등 다양한 질병에 사용되기 시작했으며, 사람 유전체의 서열과 질병에 관련한 주요 유전자들의 기능이 밝혀지면서 유전자 치료제의 개발 속도는 계속 증가하고 있다.

유전자 치료제는 질병의 원인을 유전자 차원에서 분석하여 치료 유전자가 도입된 세포나 바이러스를 인체에 투여하여 사용하는 것이므로, 안전성에 대한 문제는 아직 해결 과제로 남아 있다. 즉 치료용 유전자를 환자의 세포 내로 운반하기 위해 주로 바이러스를 사용하는데, 운반체에 의한 독성이나 면역 반응의 부작용이 동반되거나, 치료용 유전자가 목표했던 환자의 염색체 특정 위치에 삽입되지 못하는 문제점이 야기될 수 있다.

우리나라에서는 유전자 치료제를 유전성 질환, 에이즈 및 기타 생명을 위협하거나 심각한 장애가 초래되는 질환 또는 현재 이용 가능한 치료법이 없는 질환 등에 사용하게 하는 제한을 두고 있다.

확인하기

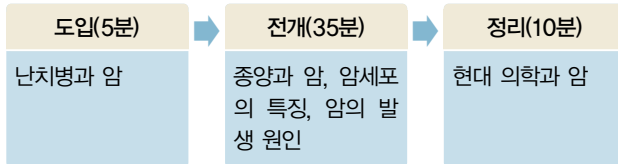
- 1. 모르핀-양귀비, 페니실린-푸른곰팡이, 아스피린-버드나무**
 모르핀은 역사상 최초의 현대 의약품으로 양귀비의 열매에서 추출하였으며, 진통, 진정 등의 효과가 있고, 마취제의 개발을 촉진시켜 수술을 발전시킨 의약품이다. 페니실린은 푸른곰팡이에서 얻은 물질로, 세균의 세포벽 형성을 저해하는 기능이 있어 세균에 감염된 질환을 치료하는 데 사용되는 항생제의 일종이다. 아스피린은 독일의 제약 회사에서 개발한 진통제로 아세틸살리실산의 상품명이다. 아세틸살리실산은 버드나무의 껍질에서 추출하여 사용하였는데, 현대 의학의 발달로 합성하여 사용하고 있다.
- 2. 대부분의 약품은 생물에서 얻어진 것이다. 생물 다양성이 높으면 신약 개발에 이용할 수 있는 유전자원도 풍부하다는 의미이므로, 생물 다양성 보존은 신약 개발을 위해서도 반드시 필요하다.**
- 3. 배아 줄기 세포는 배아에서 얻은 줄기 세포로, 뇌, 혈관, 근육 등 우리 몸에 있는 모든 세포로 분화할 수 있어 난치병을 치료할 수 있는 만능 세포로 불린다. 그러나 과학자들이 실험실에서 배아 줄기 세포를 만들어 내기 위해서는 난자를 제공받아야 하고, 이에 따라 여성들은 질병 치료를 위한 난자 착취의 대상이 될 수 있다. 또 사람의 체세포 유전자를 난자에 주입하여 배양한 배아는 잠재적 생명체이므로 줄기 세포를 얻기 위해 배아를 파괴하는 것은 생명 윤리에 위배될 수 있다.**

3. 생명을 위협하는 암

☆ | 소단원의 학습 목표 |

1. 암의 발생 원인을 유전적·환경적 요인과 관련지어 설명할 수 있다.
2. 암의 진단과 치료에 활용되는 신약의 원리를 설명할 수 있다.

🕒 20차시 | 340~342쪽



☆ | 동기 유발을 위한 제안 |

- 암 발생률과 사망률 또는 치료에 대한 신문 기사를 읽어 보고, 암의 심각성에 대하여 이야기해 보도록 한다.

☆ | 지도상의 유의점 |

1. 종양의 발생 원인을 유전학적 관점에서 설명하고, 양성 종양과 악성 종양의 생물학적 특징을 설명한다.
2. 악성 종양의 전이 과정을 설명한다.

1 | 종양 |

우리의 몸을 구성하는 세포는 유전자 신호에 따라 증식과 사멸의 과정이 적절히 조절된다. 우리는 생존하는 동안 수많은 생물학적, 물리학적, 화학적 자극에 노출되어 있으며 이러한 자극들은 세포에 영향을 주어 유전자에 돌연변이를 초래하게 된다. 이런 손상이나 돌연변이는 그것을 복구하고 회복하는 유전자의 신호를 받아 치유되어 정상적인 세포 활동을 영위하게 된다. 그러나 이러한 치유 과정에 관련된 유전자에 돌연변이가 축적되면 세포의 증식이 조절되지 않아 세포 덩어리가 생기게 되는데, 이를 종양이라고 한다.

종양은 생명을 위협을 초래하지 않는 양성 종양과 빠른 속도로 증식하여 생명을 위협하는 악성 종양으로 구분하며, 악성 종양을 암이라고도 한다.

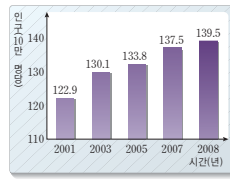
☆ | 보충 자료 |

● 양성 종양과 악성 종양의 특징 비교

1. 양성 종양은 수년에 걸쳐 서서히 성장하나, 악성 종양은 아주 빨리 성장한다.

3 생명을 위협하는 암

- 학습 목표**
- 암의 발생 원인을 유전적·환경적 요인과 관련지어 설명할 수 있다.
 - 암의 진단과 치료에 활용되는 신약의 원리를 설명할 수 있다.

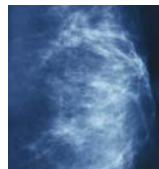


암은 한국인의 사망 원인 1위에 해당한다. 최근에는 의학의 발달로 수술을 통한 종양 제거뿐 아니라 방사선 치료, 화학 요법 등 종양의 위치와 진행 정도, 환자의 특성에 맞추어 보다 효과적인 치료를 시행하고 있다. 또 유전학적 원리를 기초로 하는 환자 맞춤형 유전자 치료를 시행하기도 한다. 그러나 완치율의 증가와 더불어 암 발생 건수 역시 늘어가고 있어 80세 수명을 기준으로 성인 3명 중 1명이 일생 중에 1번은 암을 앓게 된다는 통계가 있다. 암을 치료하고 예방하기 위해서는 어떻게 해야 할까?

암세포와 종양

세포의 증식과 사멸 과정은 계획된 신호에 따라 적절히 조절된다. 세포는 주변 환경으로부터 수많은 물리적, 화학적 자극을 받게 되는데, 이러한 자극에 의해 유전자가 손상되면 돌연변이가 초래되기도 한다. 유전자의 손상이나 돌연변이가 이것을 치유하는 유전자의 신호를 받아 정상으로 복구되면 다시 정상적인 세포 활동을 하게 되지만, 치유나 복구에 관여하는 유전자가 손상되어 정상으로 복구되지 않으면 세포 주기에 이상이 생겨서 비정상적 조직인 종양을 형성하게 된다.

1. 종양은 일반적으로 생명을 위협을 초래하지 않고 주변의 정상 세포들을 압박하며 밀어내듯이 천천히 성장하는 양성 종양과 빠른 속도로 증식하여 정상 세포들 사이로 침투하면서 정상 세포들을 파괴하여 생명을 위협하는 악성 종양으로 구분되는데, 이 중에서 악성 종양을 흔히 암이라고 부른다. 즉 암은 우리 몸에서 무제한 증식하여 주변의 정상 세포들을 죽이며 형성된 세포들의 집단이다.



▲ 그림 101. 유방암 X선 사진



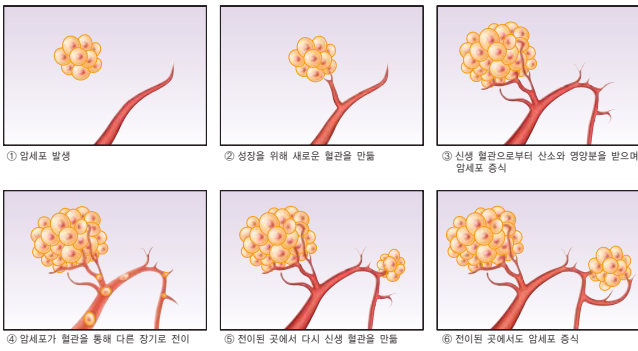
▲ 그림 102. 대장암 내시경 사진

암세포는 분화되지 않으므로 암세포의 축적된 종양은 더 이상 조직으로서의 기능을 하지 못한다. 또 암세포의 핵은 비정상적으로 크고 핵 내의 염색체 수 역시 비정상일 수 있으며, 세포 주기가 조절되지 않는다. 정상 세포는 DNA가 복구하지 못할 정도로 손상되면 세포 스스로 사멸되지만, 암세포는 스스로 없어지지 않으므로 결국 성장을 계속하여 종양을 형성하게 된다.

2. 대부분의 양성 종양은 섬유성 피막으로 둘러싸여 있고 발생 부위에 국한되어 팽창성 종괴로 성장하지만, 악성 종양은 식물의 뿌리가 땅을 파고 들듯이 주위로의 침윤성 성장 및 파괴적 성장 양상을 보이며 정상 조직과의 경계가 불분명하다.
3. 악성 종양은 발생한 조직 부위에서 멀리 떨어진 다른 장소로 이주하는 전이가 흔하게 일어난다. 양성 종양은 전이하지 않기 때문에 전이 현상은 양성 종양과 악성 종양인 암을 감별하는 데 아주 중요한 소견이다.

● 암세포의 특징

우리 몸을 구성하는 세포는 발생과 성장 및 분열을 통한 세포 증식을 하는 동안에 분화를 한다. 모든 세포는 모양과 기능이 유전자의 신호에 따라 조직의 특이성을 가지도록 분화하여, 세포들은 체내에서 그들이 수행하는 역할에 맞는 특수한 형태와 기능을 갖고 있다. 예를 들면, 세포는 위치하고 있는 조직에서의 기능과 구조에 맞게 분화하기 때문에 간 조직을 구성하는 세포는 간의 기능을 수행하는 세포의 구조로 발달되며, 콩팥의 기능은 수행할 수 없다.

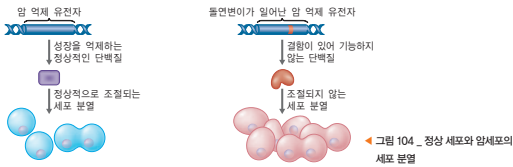


▲ 그림 103_ 암의 발생과 전이

암세포도 증식을 위해서는 영양과 산소가 필요하다. 그림 103과 같이 악성 종양을 이루는 암세포는 근처의 혈관을 이끌어 오도록 하는 신호 물질을 만들어 새로운 혈관이 자라도록 할 수 있다. 이때 생성된 모세 혈관과 혈류에 의해 암세포가 신체의 다른 부위로 옮겨지면서 새로운 종양이 만들어질 수 있는데, 이러한 과정을 전이라고 한다. 일반적으로 암세포가 전이되어 다른 부위로 퍼지기 시작하면 완치가 어렵다. 암으로 인한 사망 대부분이 전이에 의한 것이다.

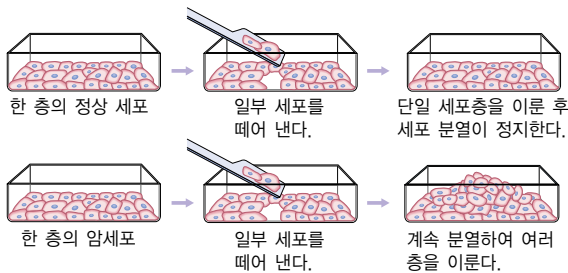
암의 원인

암의 궁극적인 원인은 DNA의 변화이다. DNA에 돌연변이가 생기면 그림 104와 같이 성장을 억제하는 단백질 유전자에 돌연변이가 생기거나 성장과 세포 분열을 촉진하는 단백질을 생성하는 암 유전자에 돌연변이가 생겨 세포가 끊임없이 분열하게 된다. 이제까지 암과 관련이 있는 100개 이상의 유전자가 발견되었으며, 이러한 유전자 정보는 암 치료 연구에 이용되고 있다.



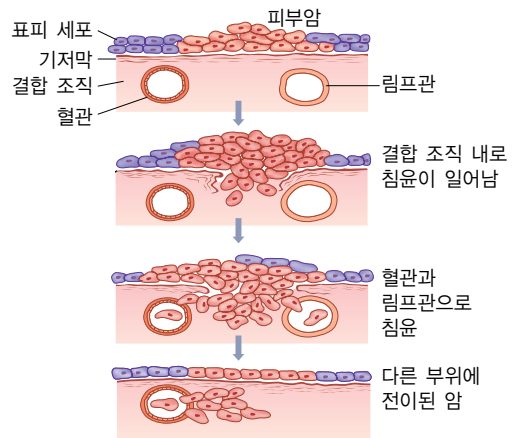
▲ 그림 104_ 정상 세포와 암세포의 세포 분열

1. 악성 종양을 형성하는 암세포는 분화능이 결여되어 특수화되지 않으며, 체내 어느 조직의 기능에도 기여하지 못한다.
2. 암세포의 핵은 비교적 크고 핵 내의 염색체 수는 비정상적일 수 있으며, 염색체에는 돌연변이가 일어난다.
3. 암세포는 종양을 형성한다. 정상 세포들은 세포 증식이 진행되는 동안 접촉 억제를 나타낸다. 즉 이웃 세포들과 접촉하게 되면 분열을 멈춘다. 반면, 암세포들은 이와 같은 조절 능력이 상실되었거나 장애가 발생하여 분열이 계속되므로 서로 쌓아 올리듯이 여러 층으로 겹쳐서 증식한다. 이렇게 하여 종양이 형성된다.



▲ 정상 세포와 암세포의 분열

4. 암세포는 혈관 형성을 유도한다. 암세포들도 산소와 영양을 공급해 주는 발달된 모세 혈관을 가져야 한다. 암세포는 근처 혈관으로부터 새로운 가지의 모세 혈관이 생성되도록 혈관 형성 단백질을 분비한다. 새로이 형성된 모세 혈관은 암세포들에 영양을 공급하여 암세포가 더욱 증식되게 하고 전이되도록 한다.
5. 암세포는 전이를 일으킨다. 암세포는 혈관이나 림프관을 통해 처음 발생한 위치에서 멀리 떨어진 다른 곳으로 이동되어 새로운 종양을 형성하게 되는데, 암세포는 체내 어느 곳에서도 종양을 만들 수 있다.



▲ 암세포의 전이 과정

● 암 발생 원인

종양의 발생 원인으로는 세포가 화학적 발암 물질, 방사선 또는 바이러스의 작용을 받아 돌연변이를 일으켜서 암세포가 되거나, DNA가 손상된 다음 이것을 치유하여 정상으로 되돌리는 기전에 장애가 발생하여 정상 세포로 회복되지 못함으로써 암세포로 된다는 주장이 받아들여지고 있다.

● 암 유전자

세포는 세포 주기를 조절하는 유전자인 원종양 유전자와 종양 억제 유전자를 가지고 있다. 원종양 유전자는 세포 주기를 자극하여 세포 분열이 진행되도록 하는 유전자들을 지칭하며, 종양 억제 유전자는 세포 주기를 억제하는 유전자들을 말한다. 암이 발생할 때는 이 두 종류의 유전자에 돌연변이가 일어나 세포 주기가 정상적으로 조절되지 않는다. 원종양 유전자는 이 유전자의 돌연변이에 의해 암을 유발하는 유전자(암 유전자)로 바뀔 수 있기 때문에 붙여진 이름이다. 종양 억제 유전자에 돌연변이가 일어나면, 세포 분열의 억제는 활성화되지 못하여, 조절 균형은 세포 주기를 자극하는 쪽으로 바뀌게 되므로 암세포들이 형성된다.

21차시 342~345쪽

도입(5분)	전개(30분)	정리(15분)
건강과 암	암의 진단, 암의 치료, 암의 예방	확인하기, 단원 정리 학습 문제 풀이

★ 동기 유발을 위한 제안 |

- 생활 주변에 존재하는 발암 물질의 종류를 들어 이들에게 노출 될 기회를 줄일 수 있는 방법을 이야기해 보도록 한다.

★ 지도상의 유의점 |

중양 표지 검사의 원리를 항원 항체 반응으로 설명한다.

창의인성 과학 글쓰기 |

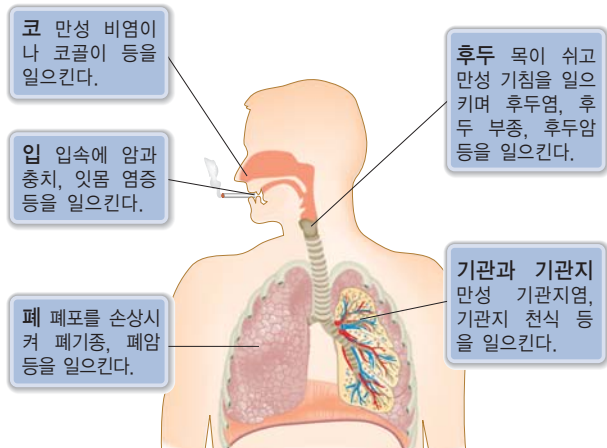
비흡연자를 보호할 의무

담배 연기는 담배를 피우지 않는 사람에게도 피해를 줄 수 있는 발암 물질이므로 흡연자는 공공 장소에서는 흡연을 삼가고 정해진 장소에서 흡연을 하도록 해야 한다. 흡연자의 권리도 중요하지만 여럿이 함께 사는 사회에서 비흡연자의 권리 또한 중요하므로 많은 사람에게 피해를 줄 수 있는 행동은 삼가는 것이 옳다.

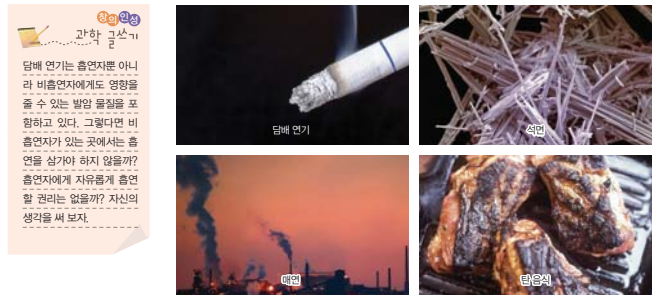
★ 보충 자료 |

● 암의 원인

1. 유전적 요인: 정상 세포의 염색체에 이상이 생겨서 암세포가 되는 경우로, 집안 혈통으로 물려받는 유형이 알려져 있다. 예를 들면, 유방암, 폐암, 그리고 결장암의 발생 위험은 이들 암에 걸렸던 가까운 친척이 있다면 2~3배 증가한다.



▲ 흡연이 호흡 기관에 미치는 영향



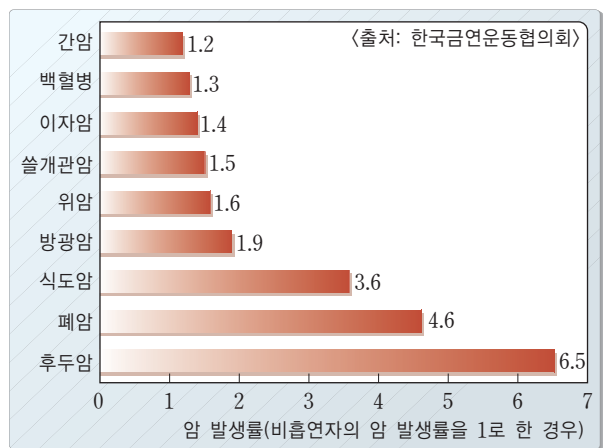
▲ 그림 105. 여러 가지 발암 물질

암의 진단

중양은 체내에서 항체 반응이 일어나도록 자극하는 물질을 방출하므로, 중양 항원과 항체를 이용한 혈액 검사를 통해 검출할 수 있는데, 이를 **중양 표지자 검사**라고 한다. 정확한 암 진단을 위하여 초음파나 CT 등을 사용한 영상 검사와 내시경 등이 이용되며, 중양 표지자 검사는 보조적으로 이용되거나 암 치료 후 재발 등을 알아보는 데 주로 이용된다.

유전자 검사는 유전학적 돌연변이를 검사하여 중양이 발생하기 전에 암 발생 가능성을 진단하는 데 활용된다. 결장, 방광, 유방, 갑상선 암 등의 발생 가능성을 확인할 수 있는데, 예를 들면 유방암 유전자를 물려받은 여성은 유방암의 징조를 확인하기 위하여 자주 검사를 받아야 한다. 이와 같은 유전자 검사를 통해 암 발생 유무와 가능성을 알 수 있으며, 중양 제거 수술 후에도 잔여 암세포의 존재를 확인할 수 있다.

2. 환경성 발암 물질: 돌연변이원은 돌연변이의 가능성을 증가시키는 요인이며, 반면에 발암 물질은 암의 발생을 일으키는 환경적 요인이다. 발암 물질은 일반적으로 돌연변이원의 기능을 한다. 예를 들면, 방사선, 자외선, 담배 연기, 매연, 알코올, 석면, 화학 약물 및 유기 화학 물질, 그리고 바이러스 등이 있다.



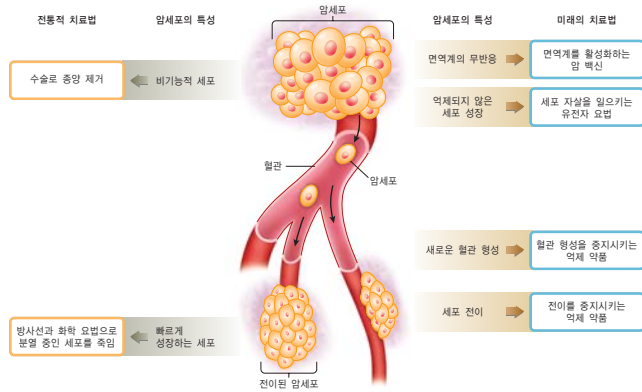
▲ 한국 남성 흡연자의 암 발생률(2003년)

근래에는 큰 외과적 수술 없이 암을 진단할 수 있는 방법이 많이 개발되어 있다. 침생검은 가느다란 바늘을 종양 부위에 찔러 넣어서 세포를 채취하는 방법이며, 복강경 검사는 작은 절개 부위에 내시경을 넣어 체내를 볼 수 있는 방법이다. CT나 MRI를 이용하면 종양의 크기와 위치를 영상으로 확인할 수 있는데, 뇌 또는 척수의 종양과 같이 골격에 둘러싸인 조직의 종양을 분석하는 데 특히 유용하다. 초음파 검사를 하면 고주파를 체내 한 부분에 직접적으로 반향하여 종양의 크기와 모양 그리고 위치를 확인할 수 있다. 위, 전립선, 췌장, 신장, 자궁 그리고 난소의 종양을 확인하는 데 이용된다.

암 치료의 성공률을 높이기 위해 가장 중요한 것은 조기 진단이다. 자궁 경부암의 경우 자궁 경부로부터 세포를 채취한 다음 현미경으로 세포의 이상을 확인하기만 하면 되므로, 비교적 손쉬운 검사를 통해 사망할 수 있는 환자의 90% 이상을 살릴 수 있다. 암 조기 진단을 위해서는 정기적으로 검사를 받는 것이 필요하다.

암의 치료

암을 치료하는 방법은 크게 외과적 수술, 방사선 치료, 화학 요법의 3가지로 분류한다. 외과적 수술은 종양을 직접 제거하는 것으로 가장 효과적인 방법이지만, 일부 세포가 남아 있을 위험성이 있기 때문에 흔히 방사선 치료와 화학 요법을 수술 전후에 함께 시행한다.



▲ 그림 106. 암을 치료하는 여러 가지 방법

● 암 검사

암 검사 방법에는 일반적인 상용 검사법, 종양 표지 검사, 유전학적 검사 등이 있다.

1. 상용 검사법: 과학 기술의 발달은 의료계에도 영향을 미쳐 정확하고 간편한 방법의 암 검사법을 개발하기 위한 연구가 진행되고 있으며, 현재 암의 발생 부위에 따른 암 종류에 따라 일부 암 종류는 간편한 검사법을 통하여 진단되고 있다.

대표적인 사례로서, 자궁 경부암을 확인하기 위한 Pap 검사, 유방 자가 검사 및 X선 검사, 결장암 확인을 위한 혈변 검사 또는 결장 내시경, 백혈병을 진단하기 위한 혈액 검사, 방광암 진단을 위한 소변 검사 등이 있다.

2. 종양 표지 검사: 종양은 체내에서 항체 반응을 유도하는 물질을 방출하므로 종양 항원과 항체를 이용한 혈액 검사를 시행하여 특정 종양의 발생 여부를 확인한다.

3. 유전학적 검사: 원종양 유전자와 종양 억제 유전자의 유전학적 돌연변이에 대한 검사로 종양이 발생하기 전에 암의 발병 가능성을 확인할 수 있다.

● 진단의 확인

조기 진단은 완치율과 환자의 생존율을 증가시키는 중요한 요인이다. 앞에서 설명한 암 검사에 대한 결과에 따라, 외과적 수술 없이 암의 진단을 확인하는 방법들이 개발되고 있다.

침생검 방법을 통해 조직의 세포를 분리해 내어 세포의 핵과 특징을 바탕으로 정상 세포 또는 암세포 여부를 확인할 수 있다. 또 초음파 또는 X선 등을 사용하거나, 내시경을 사용하여 인체 내부 조직에 암의 발생 여부를 확인할 수도 있다.

● 암의 치료

현재로서는 부작용 없이 암을 완전히 제거할 수 있는 완벽한 치료 방법이 개발되었다고 할 수 없으나, 다양한 치료법의 개발과 의약품의 개발로 과거에 비하여 꽤 만족할 만한 성과를 보고 있다. 최근에는 사람 유전체 서열의 분석 결과로 암 발생 병기에 따라 다소 차이가 있지만, 정확한 진단 아래 화학적 치료 또는 유전학적 원리를 기초로 하는 환자 맞춤형 유전자 치료를 시행하기도 한다.

외과적 수술은 암이 발생한 조직으로부터 암을 제거하기에는 충분하지만, 일부 암세포가 남아 있을 위험성이 있기 때문에 외과적 수술 후에 방사선 치료와 화학 요법을 병행하는 것은 암 치료의 표준화된 방법들이다. 현대에는 의학 기술이 발달하여 외과적 수술 없이 내시경 또는 초음파 등을 사용하여 조직으로부터 암 조직을 직접 제거하기도 한다. 이와 같은 치료 방법은 환자의 고통을 덜어 줄 뿐만 아니라 시간적, 경제적 소비를 감소시키며 치료의 효과를 높이고 있다.

방사선은 정상 세포의 분열에도 피해를 입힐 수 있기 때문에 신중하게 결정해야 하지만, 방사선 치료는 분열하는 암세포에 자살을 유도하여 암을 완전히 제거하는 방법으로 몸속에 퍼진 암세포의 제거에 효과가 있다.

화학적 요법은 몸속에 퍼진 암세포를 면역학적 항원 항체 반응을 이용하여 제거하는 방법이다. 암세포의 표면이나 암세포의 특이 구조를 인지하는 항체를 개발, 생산하여 이 항체에 암세포의 성장과 증식을 억제할 수 있는 약품을 부착한 후 환자에게 투여하면 항체가 암세포를 인지하여 항체에 결합된 화학 약품으로 암세포 증식을 억제하거나 암세포가 사멸되도록 유도함으로써 암세포를 제거하는 방법이다.

최근에는 암세포의 구조적 특징이나 암의 생리적 기능을 표적으로 하여 암세포의 증식을 억제하고 자살을 유도하는 기전의 여러 치료법들이 개발되고 있다.

2 | 암의 예방 |

현재 알려진 연구 결과를 살펴보면, 어떤 유형의 암은 건강한 생활 습관과 올바른 식이요법으로 발생 위험을 감소시킬 수 있다고 한다.

1. 생활 습관: 흡연을 삼가고 알코올을 섭취하지 않는 것이 좋다. 남녀 폐암 원인의 약 85% 정도가 흡연이며, 같은 흡연자 중에도 흡연 기간이 길수록 폐암 발병률이 증가한다. 담배 연기에는 약 4천여 종의 유해 화학 물질이 포함되어 있는데, 이 중 40여 종이 발암 물질로 분류되어 있으며, 타르와 니코틴은 대표적인 유해 물질이다. 알코올은 입, 목구멍, 식도, 후두, 위장 등을 비롯한 소화 계통의 기관 및 간에 암을 발생시킬 수 있는 발암 물질이다.



▲ 폐암



▲ 기관지암

규칙적인 운동과 유산소 운동은 우리 몸을 구성하는 세포의 기능을 활성화시키고 면역 증진을 일으킴으로써 종양 발생의 위험을 줄여주거나 발생을 예방하는 효과가 있는 것으로 보고 되고 있다.

2. 올바른 식사: 총 지방 섭취량을 줄이고, 고섬유질의 식품을 충분히 섭취하며, 적절한 체중 유지를 하여 비만을 예방해야 한다. 소금에 절이거나 훈제된 또는 아질산염 처리된 음식의 소비를 줄이고, 비타민 A와 C가 풍부한 식품의 섭취량을 늘리도록 하여, 우리 몸의 면역 기능을 증진시키도록 한다.



▲ 비타민 A와 C가 풍부한 식품

암세포처럼 분열하는 세포들은 특히 방사선에 민감하게 반응한다. 방사선은 세포에 돌연변이원으로 작용하는데, 방사선을 이용하면 암세포에 돌연변이를 일으켜 암세포가 자살하도록 유도할 수 있다. 화학 요법은 몸 전체에 퍼져 있는 암세포를 감소시키는 방법으로, 대부분의 화학 요법 약물들은 암세포의 DNA를 손상시키거나 DNA 합성을 방해하여 암세포를 사멸시킨다. 그러나 방사선 치료와 화학 요법은 정상 세포에도 영향을 끼쳐 구토, 탈모 등의 부작용을 동반한다.

암으로 몇 년 내에 각 종양의 유전적 돌연변이에 알맞은 치료법이 시행될 것이다. 사람 유전자의 기능이 새로이 발견됨에 따라 유전자 재조합 기술을 이용한 단백질 치료제의 개발이 더욱 확대될 전망이다. 최근의 암 백신 요법은 암세포에서 생성된 물질에 대해 특이적으로 결합할 수 있는 항체를 생성하도록 면역계를 자극하는 방법인데, 생산된 항체는 치료용으로도 활용되고 있다.

연결 학습
유전자 재조합 기술 → 296쪽
항원 항체 반응 → 316쪽

2 | 암의 예방

암은 세포 한 개의 DNA 손상에 의한 돌연변이로 시작되기 때문에 초기에는 통증이나 증상이 없다. 따라서 어떤 증상으로 암이 발견되었을 때에는 이미 어느 정도 진행된 상태이기 때문에 치료에 어려움도 있고 완치도 쉽지 않아 생명마저 위협받게 된다. 그러므로 암은 예방이 최우선이다.

일차적으로 흡연, 음주, 방사선 노출 등 발암 인자를 제거하는 것과 동시에 충분한 섬유질 식품과 비타민의 섭취 등 암을 예방할 수 있는 식생활이 필요하며, 적당한 휴식과 운동으로 면역력을 증강시키고 건강을 유지해야 한다. 그리고 가족력과 직업 특성 등으로 암에 걸릴 확률이 높은 경우에는 자가 진단이나 정기적인 검진으로 조기에 암을 발견하여 치료할 수 있도록 해야 한다.



▲ 그림 107. 여러 가지 베리 베리는 암 예방에 좋은 식품이다.

확인하기

- 이해 1. 암을 진단하는 방법에는 어떤 것들이 있는가?
2. 암을 치료하는 3가지 방법을 간략하게 설명해 보자.
적용 3. 암을 예방하기 위해 우리가 할 수 있는 일은 무엇인가?

확인하기

1. 종양 표지 검사, 유전자 검사, 침생검, 내시경, 초음파 검사 등이 있다.

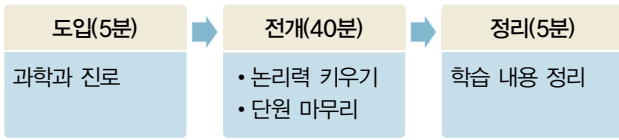
종양 표지 검사는 종양 항원과 항체를 이용한 혈액 검사를 통해 검사하는 방법이며, 유전자 검사는 유전학적 돌연변이를 검사하여 암 발생 가능성과 수술 후 암세포의 잔여 여부 확인에 활용된다. 침생검은 몸속에 특수 바늘을 찔러 넣어 조직을 채취하는 방법으로 채취한 조직을 현미경으로 관찰하여 세포 이상을 검사한다.

2. 장기 조직으로부터 종양을 제거하는 외과적 수술, 암세포의 DNA나 세포 구조를 파괴하여 암세포를 사멸시키는 방사선 치료, DNA 합성을 방해하여 세포 증식을 막음으로써 암세포를 사멸시키는 화학 요법이 있다.

3. 발암 위험 인자를 멀리하고 면역력을 증강시킬 수 있는 음식을 섭취하며, 적당한 운동을 하는 것이 좋다.

대단원 마무리

22차시 346~349쪽



과학과 진로

보충 자료

● 의학 물리학자(Medical Physicist)의 역할

의학 물리학을 기초로 주로 환자 진료를 위한 임상 서비스와 컨설팅, 의료 시행 관련 장비의 성능 관리와 연구 개발, 방사선 등 물리적인 안전 관리 및 의학 물리에 관한 교육 등의 분야에서 활동한다. 특히 방사선 치료 분야에서는 암 환자를 최적 조건으로 치료할 수 있는 방사선 치료 계획과 방사선량 및 분포의 정확한 예측 등에 주도적 역할을 담당한다. 또한, 진단 방사선과에서는 각종 장치에 대한 성능 검사, 영상의 해석, 방사선 장애 관리 등을 담당한다. 특히 디지털 영상화, MRI의 성능 개발과 해석을 위한 컴퓨터 프로그래밍 개발에 있어 의학 물리학자의 역할이 매우 중요하다.

의학 물리학자는 컴퓨터의 의학적인 이용, 정보 이론의 응용, 영상 처리, X선 영상 조작을 위한 전자기적 장치의 사용, CT 촬영 및 MRI 영상과 같은 분야에서 활동한다. 또한, 미래의 의학 물리학자, 의과 대학생, 방사선 관련 기술자들을 교육시키며 여러 가지 과정의 대학생들에게 생물 물리학, 방사선 생물, 보건 물리 및 의료 장치의 원리와 특성 등을 가르치기도 한다.

● 의학 물리학자의 직업적 전망

선진국에서는 진단 방사선, 핵의학 및 방사선 종양학 전공 의사에게 거의 반년 이상 의학 물리학 분야를 이수하도록 규정하고 있으며, 우리나라는 현재 방사선 치료, 진단 전문의 시험에 의학 물리학에 관한 문제가 15% 비중으로 출제되고 있다. 아직은 의학 물리학자가 학부 과정에 개설되어 있지 않아 물리학 전공 후에 의학을 공부하여 이쪽 분야로 진출하는 경향이 많지만, 의학 물리학을 물리학 또는 의학에서 독립시켜 세분화해야 한다는 목소리가 높고, 이쪽 분야의 연구 개발이 앞으로 더욱 각광받을 전망이므로 의학 물리학자의 위상은 더욱 높아질 것이다.

운동하다가 다리를 삐끗하거나 무리하여 허리를 다치면 병원에 가서 X선 촬영을 한다. X선이 없다면 다리를 해부해 보아야 뼈의 상태를 알 수 있을 것이다.

X선은 1895년 뢰트겐이 발견하였다. 뢰트겐이 아내의 손을 찍은 X선 사진을 공개하자, 의사들은 X선으로 몸속을 들여다보기 시작했다. X선은 제1차 세계 대전 때 몸에 박힌 총알을 제거하는 데 큰 공로를 세우면서 널리 알려졌다.

몸속을 촬영하는 장치로는 X선 이외에도 CT와 MRI가 있다. CT는 X선을 이용하여 인체를 해부한 듯 여러 장의 단층 사진으로 보여 주는 장치로, 1972년에 개발되었다.

1970년대 후반에 개발된 MRI(핵자기 공명 장치)는 물리 분야에서 먼저 사용되었지만, 의학 분야에서 널리 사용

되면서 진단 기술의 혁명을 일으키고 있다. MRI는 몸의 70%를 차지하고 있는 물 분자 안의 수소 원자핵이 일으키는 자기 공명을 이용하여 인체의 조직 세포가 정상인지 아닌지를 판별한다.

우리의 몸속을 들여다보는 이러한 장비들의 공통점은 개발자들이 모두 노벨 물리학상이나 생리 의학상을 받았다든 것, 물리학과 의학이 경계를 허물고 손을 잡아 생겨났다는 것이다. 의학과 물리학을 결합한 이들이 바로 의학 물리학자이다.

의학 물리학자들은 현대 의학이 요구하는 첨단 진단 장비의 원리를 연구하여 새로운 진단 장비를 개발하거나 기존 장비의 성능을 향상시키는 일을 한다. 암 치료에 쓰이는 높은 에너지의 X선을 발생시키는 가속기의 상태를 점검하는 일, 뇌파를 이용한 두뇌 컴퓨터 인터페이스 시스템을 만드는 일 등도 이들이 하고 있다. 의학 물리학자들은 다가올 미래 사회에서도 더욱 중요한 역할을 하게 될 것이다.



▲ 그림 108_MRI와 진단 영상

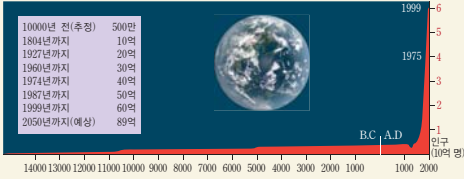
● MRI의 원리

인체 조직의 약 80%는 수분으로 구성되어 있으며 그중 63%가 수소 원자핵인데, 수소 원자핵은 강한 자기장에 놓이면 자석처럼 일자로 늘어서고 팽이가 도는 것과 같은 세차 운동이 일어난다. 이런 상태에서 고주파를 가하면 조직 주변의 수소 원자가 각각의 고유 주파수를 흡수하여 고에너지 상태가 된다. 그러다가 고주파를 끊으면 원래 상태로 돌아가면서 기준에 가했던 고주파와 똑같은 형태의 고주파를 방출하는데, MRI는 이 방출된 고주파 신호를 안테나로 모아 컴퓨터로 분석하여 영상화시킨다. 인체는 부분마다 수소 원자핵의 밀도 차이가 있고 흡수하는 주파수가 달라서 영상에 명암의 차이가 나타나므로 물질에 따른 구분이 가능해지고 이에 따라 인체 내부 영상화가 가능해지는 것이다. 자기장이 강할수록 수소 원자핵의 세차 운동 속도가 빨라지면서 영상의 해상도가 높아진다. MRI 촬영을 할 때는 금속성 물체를 몸에 지니지 말아야 하며, 자기장의 영향을 받는 심장 페이스메이커, 인공 보청물, 뇌동맥류 수술용 클립, 치과용 임플란트 등을 시술한 환자는 촬영할 수 없다.

논리력 키우기

과학 기술의 발달과 인류의 문제

그림은 인류의 역사가 시작된 이래 증가해 온 인구와 인구 생산 곡선 그리고 인공 위성에서 바라본 아름다운 지구의 모습을 함께 보여 주고 있다. 지난 2세기 동안의 인구 증가 양상을 보면 밝은 미래를 그리기가 쉽지 않다.



인구 폭동 원인으로는 크게 3가지를 생각해 볼 수 있다. 첫째, 인류는 새로운 지역과 기후대로의 이주를 꾸준히 진행하여 서식지를 확장하였다. 발달된 지능, 불과 도구의 사용으로 다른 생물 중에 비하여 새로운 서식지에 쉽게 적응할 수 있었기 때문이다. 둘째, 인류는 서식지의 환경 수용력을 증대하였다. 즉 다양한 식물과 동물을 기르게 되어 한 곳에서 무리의 식량을 함께 해결하며 안정된 정착 생활을 할 수 있었다. 따라서 문명이 발전하였고 더불어 과학 기술도 발달하였다. 셋째, 의학의 발달로 각종 질병으로부터 인류를 보호하게 되었고 자연히 수명도 연장되어 인구가 더욱 빠르게 증가하였다.

과학 기술의 발달로 인류가 식량 문제, 질병 문제 등 여러 가지 문제를 해결해 나가고는 있지만, 인구 증가는 그 한계에 이르렀다. 무분별한 자원의 개발은 지구 환경과 생태계를 파괴하는 원인이 되고 있으며, 과학 기술의 발달은 인류에게 뜻하지 않은 문제들로 부메랑이 되어 돌아오고 있다.

- 1 과학 기술의 발달이 인류에게 준 혜택과 폐해를 정리해 보자.
.....
.....
- 2 지구라는 제한된 공간에 증가한 인구를 수용하기 위해 해결해야 할 가장 중요한 과제는 무엇이라고 생각하는가? 그 과제의 해결 방안을 설명해 보자.
.....
.....

논리력 키우기

★ | 평가 목표 |

과학 기술의 발달이 인류 문명에 끼친 긍정적 영향과 부정적 영향을 이해하고, 과학 기술과 인류가 공존하기 위한 방안을 제시할 수 있다.

★ | 예시 답안·평가 기준표 |

1. 과학 기술의 발달은 식량 부족 문제에 해결 실마리를 제공하였고 지금도 미래 식량 에너지 개발을 위한 연구가 계속되고 있다. 또 각종 질병으로부터 인류의 건강을 지키기 위한 의약품과 치료법이 개발되어 왔다. 한편, 과학 기술은 산업을 더욱 발전시켜서 보다 나은 생활의 편리를 제공하였으며, 발달된 교통 수단으로 세계 인류가 협력하여 살아갈 수 있는 길을 열어 주었다. 그러나 과학 기술의 발달에 따른 택지 개발, 농지 개발, 자원 개발 등으로 생태계를 파괴하는 우를 범하였으며, 지구 환경의 파괴로 새로운 질병이 발생하고 지구의 기후가 변화하는 등 심각한 문제가 발생하였다.

평가 기준	배점(%)
과학 기술의 혜택과 폐해를 사례를 들어 충분히 설명한 경우	100
과학 기술의 혜택과 폐해 중 한 가지에 대해서만 충분히 설명한 경우	50

2. 인구 증가로 발생할 수 있는 가장 시급한 사안은 부족해질 수 있는 식량과 거주 지역 문제이다. 이를 해결하기 위하여, 자연 환경에 해가 되지 않는 친환경적 식량의 개발과 서식 문화의 개발을 이루어 자연 생태계가 복원되도록 하고, 변화하는 지구 기후에 적응할 수 있는 작물과 거주 환경을 개발하여야 할 것이다.

평가 기준	배점(%)
문제점을 정확하게 짚어 내고, 그 해결 방안까지 합리적으로 제안한 경우	100
문제점을 정확하게 짚어 냈으나 해결 방안이 다소 합리적이지 못한 경우	50

★ | 지도상의 유의점 |

1. 과학 기술의 발달이 인류에게 많은 혜택을 부여한 반면, 무분별한 개발은 우리의 생활환경을 파괴하여 인류의 생존마저 위협할 수 있다는 것을 인식할 수 있도록 한다.
2. 당면한 문제를 해결할 수 있는 방안에 대해 창의적으로 생각해 볼 수 있도록 한다.

★ | 또 다른 논술 |

■ 논술 문항

현재 인류가 안고 있는 문제를 해결할 수 있을까? 50년 후 지구의 상태와 인류의 상황을 예상해 보고 그 근거를 제시해 보자.

■ 예시 답안

과학 기술은 더욱 발달하여 생산성이 뛰어난 작물을 빠른 시간 안에 재배함으로써 식량 문제를 해결할 수 있을 것이다. 그러나 기상 이변이 계속되어 지구 환경에 변화가 있을 것이고, 그에 적응하여 주거 환경과 식량 수급을 개선해 나가야 할 것이다. 한편, 우주 과학이 발달하여 지구인의 새로운 서식지로 지구 외의 다른 행성에 대한 개발 계획을 세울 수도 있을 것이다.

■ 평가 기준표

평가 기준	배점(%)
긍정적인 상황과 부정적인 상황을 모두 타당하게 예측한 경우	100
긍정적인 상황과 부정적인 상황을 모두 예측하였으나 설명이 타당하지 못한 경우	50

사고력 향상 문제

(3) 유전자 재조합 기술을 이용하여 농약에 강한 식물을 개발함으로써 작물의 생산성 향상에 기여하게 되었지만, 농약에 대한 저항성 유전자가 잡초에게도 전해져서 슈퍼 잡초가 발생할 위험성이 있다. 이와 같은 유전자의 이동은 동물에서도 일어날 수 있으며, 생태계가 파괴되는 사태가 야기될 수도 있다.

1. 다음 <보기>에서 빈칸에 알맞은 말을 골라 써 보자.

● 보기 ●

경제, 품종 개발, 미생물, 환경, 식량, 동물, 생태계, 공해, 온난화

- (1) 세계 인구가 급격히 증가하면서 지구 전체적으로 심각한 (**식량**) 문제가 대두되었다. 현대의 생명 과학 기술을 이용하여 작물의 생산성을 높이는 방법은 이 문제를 해결하는 데 도움이 된다.
- (2) 유전자를 재조합하는 기술의 이용으로 생산성이 높고 해충에 잘 견디는 작물이 개발되었다. 이와 같은 (**품종 개발**)은(는) 경제성 향상 및 건강 증진에도 도움이 될 것으로 예상된다.
- (3) 농약에 강한 식물이 개발되면 장점도 있지만 농약에 강한 잡초가 생겨날 위험도 있다. 유전자가 조작된 특정 식물이나 동물이 많아져서 (**생태계**)의 균형이 파괴되면 더 큰 재앙이 올 수도 있다.

사고력 향상 문제

2. 다음 빈칸에 알맞은 말을 써 보자.

체외로부터 병원체 등 이물질이 들어오면 이것에 대항하는 (㉠)가(이) 만들어지며, 이것을 만들게 하는 원인 물질을 (㉡)라고 한다. 그리고 혈액 속에 (㉠)가(이) 생기면 특정한 병원체나 독소에 저항성을 가지게 됨으로써 다시 병에 걸리지 않게 되는 현상을 (㉢)라고 한다.

㉠ 항체, ㉡ 항원, ㉢ 면역 | 우리 몸을 구성하는 성분이 아니라 외부로부터 유입되어 우리 몸 안에서 소화되거나 분해되지 못하고 여러 생리 작용을 방해하거나 해를 끼치는 물질을 항원이라고 한다. 이 항원을 제거하기 위해 우리 몸 안에서 생성되는 물질이 항체이며, 항체의 작용으로 항원이 제거되고 질병에 저항성을 갖게 되는 것을 면역이라고 한다.

3. 다음은 어떤 영양소에 대한 설명인지 써 보자.

- 항체, 호르몬 등을 구성하는 주요 영양소이다.
- 인체의 주요 구성 성분이며, 에너지원으로도 이용된다.
- 주로 탄소, 수소, 산소, 질소로 구성되지만 황을 함유하는 경우도 있다.

단백질 | 단백질은 인체의 주요 구성 성분이며, 인체에는 분자 구조가 다른 약 2만여 종의 단백질이 존재하고 있다. 이들 단백질은 20종류의 아미노산이 축합 탈수 반응하여 생성된 중합체로 아미노산의 종류와 배열에 따라 단백질의 종류가 결정된다.

사고력 향상 문제

4. 다음 빈칸에 알맞은 말을 써 보자.

- (1) 간염, 식중독, 폐렴 등 병원체가 원인이 되어 걸리는 질병을 (**감염성**) 질병이라고 한다.
세균이나 바이러스가 원인이 되어 발병하는 질병을 감염성 질병이라고 하며, 사람에서 사람으로 전염될 수 있다.
- (2) 최초의 합성 의약품인 (**아스피린**)의 성분은 버드나무에서 추출한 살리실산에서 유래한 것이다.

아스피린은 버드나무 껍질에서 추출한 살리실산을 인위적인 화학 반응을 통하여 생산한 아세틸살리실산의 상품명으로 최초의 합성 의약품이며, 이후 유기 화학 분야의 발전으로 각종 합성 의약품을 생산하게 되었다.

창의력 문제

5. 그림은 배양 중인 줄기 세포를 나타낸 것이다. 노인 인구의 급증으로 치매 환자가 심각한 사회 문제로 인식되고 있는데, 줄기 세포를 이용하여 치매를 치료할 수 있는 방법을 생각하여 써 보자. 치매는 뇌신경 세포의 퇴화 또는 손상이 겹치게 되어 발생하는 현대의 심각한 노인병의 하나로 최근에는 치매의 발생 연령이 낮아지고 있다. 현재 만족할 만한 치료법은 아직 개발되지 않았지만 치료용 줄기 세포를 이용하는 연구와 시도가 활발히 진행되고 있다. 줄기 세포는 여러 종류의 조직을 구성하는 각종 세포로 분화할 수 있으므로, 줄기 세포를 뇌신경 세포로 분화시켜서 퇴화되거나 손상된 뇌 조직을 대체함으로써 치매와 같은 뇌 질환을 치료할 수 있을 것으로 기대하고 있다.



사고력 향상 문제

6. 다음 중 생명 과학 기술이 사회에 미치는 영향에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 사람의 평균 수명이 증가하는 것은 생명 과학 기술의 발달과 관련이 있다.
- ② 우수한 형질을 가진 가축이나 작물들이 개발되면 식량 증산에 도움이 된다.
- ③ 과학 기술로 생산성을 향상시킨 식물은 환경 변화에 잘 적응할 것으로 예상된다.
- ④ 해충에 저항성을 가진 작물은 살충제의 사용을 감소시키는 장점이 있지만 우려할 점도 있다.
- ⑤ DNA 정보가 알려짐에 따라 개인차를 고려한 질병의 예방과 치료가 가능해질 것으로 기대된다.

③ | 생산성을 향상시킨 식물은 현재의 환경에 가장 적합한 형질을 갖도록 개발된 것이므로, 환경이 변화할 경우 멸종할 수도 있다.

사고력 향상 문제

7. 다음 중 암의 원인 및 예방과 치료에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 암의 근본적인 원인은 유전자 돌연변이에 있다.
- ② 최근에는 외과적 수술 없이 종양을 제거하기도 한다.
- ③ 식이요법과 꾸준한 운동은 암의 진행 속도를 완화하는 효과가 있다.
- ④ 암을 예방하기 위해서 가장 중요한 것은 정기적으로 건강 검진을 받는 것이다.
- ⑤ 암으로 인한 사망률이 증가하는 것은 완치율이 낮아지기 때문이 아니라 발병률이 높아지기 때문이다.

④ | 암은 여러 발암 인자에 의해 세포 내 유전자가 일으킨 돌연변이가 주원인이 되어 세포 분열 주기가 조절되지 않는 세포들이 모인 덩어리이다. 건강 검진으로 암을 예방할 수는 없으나 조기 발견으로 완치율을 높일 수는 있다. 암을 예방하려면 건강한 식생활, 규칙적인 운동, 백신 접종 등의 방법을 취해야 한다.

수행 평가 문제

8. 농약은 병충해로 발생하는 농작물의 피해를 최소화하여 생산성을 높이는 효과가 있는데도 농약의 무절제한 사용에 대하여 우려하는 근본적인 이유는 무엇인지 생태계와 식량 개발, 신약 개발 측면에서 조사하여 써 보자.

농약은 작물에 해를 끼치는 생물을 제거하기 위한 것으로, 작물 생산량을 높일 수는 있으나 생물 다양성을 감소시키는 원인이 된다. 품종 개발을 통한 식량 개발과 신약 개발에 가장 핵심이 되는 자원은 다양한 생물의 유전자이다. 생물 다양성 감소는 유전자원의 감소를 초래하여 신물질 개발과 신약 개발에 장애가 된다.