

2019-2 교육공학 (임철일 교수님) 교안 개발 과제

<사람의 빛 인지 과정> 수업

2018-10690 교육학과 권유빈

I. 개요

■ **주제:** 시각

■ **학습 목표:** 사람의 빛 인지 과정에 대해 설명할 수 있다.

1. 망막의 층 구조를 설명할 수 있다.
2. 망막에서 일어나는 광신호 변환 과정을 설명할 수 있다.

■ **대상 학습자:** 대학교 생물학 교양 수업 수강생

■ **수업 시간:** 1시간

■ **선수 학습 조건:**

1. 휴지기 막전압, 활동전압, 과분극 등의 개념에 대해 설명할 수 있어야 한다
2. 이온채널과 G 단백질 연결 수용체 등 신호 전달 과정에 관여하는 단백질에 대해 설명할 수 있어야 한다.
3. 눈의 기본 구조에 대해 설명할 수 있어야 한다.

■ **환경분석:**

1. PPT를 통해 그림 자료 및 영상 자료를 제시/재생할 수 있어야 한다
2. 학생들이 개인별 노트북/태블릿 PC 등을 활용하여 수시로 원하는 PPT 페이지로 돌아가거나, Socratic을 통한 수행 활동에 참여할 수 있어야 한다.
3. PPT 자료가 게시판에 업로드 되어 있어야 하며, 평가 유형이 안내된 학습지는 미리 프린트되어 있어야 한다.

표. 교안 개발의 논리

본 수업은 대학생을 대상으로 한 생물학 교양 강좌의 단위 수업으로, 사람의 빛 인지 과정 학습을 위해 개발되었다. 학생들은 본 수업을 포함한 수업 전차시를 통하여 인간의 뉴런을 포함한 신경계의 기본 기전을 학습하고, 이를 토대로 여러 감각의 인지 과정에 대해 설명할 수 있게 된다. 학생들은 총 3차시의 수업에 걸쳐 시각에 대해 학습하며, 본 수업을 통해서는 망막에서의 '광신호 변환 과정'에 초점을 두어 빛 자극이 어떻게 우리 두뇌가 인지할 수 있는 전기 신호로 변환되는지를 학습하게 된다.

수업은 가네의 수업의 사태 모형을 토대로 설계되었으며, 주의 획득 단계, 학습 목표 제시 단계, 두 세트의 선수 학습 회상, 변별 자극 제시, 학습 안내 단계와, 수행과 이에 대한 피드백 제공 단계, 평가 유형 소개 단계, 마지막으로 파지와 전이 증진 단계로 구성되어 있다.

주의 획득 단계에서는 심봉사를 언급함으로써 '본다'는 개념에 대해 학생들이 흥미를 가지도록 하였다. 다음으로, 눈을 감은 경우와 뜬 경우를 비교하여 본다는 것은 곧 빛을 인지하는 과정임을 이해하도록 하였다.

선수 학습 회상, 변별 자극 제시, 학습 안내 단계는 본 수업에서 각각 두 번씩 편성되었는데, 이는 생물학 과목의 특성상 특정 기전의 단계마다 회상해야 하는 선수 학습이 다르기 때문이다. 같은 이유로 두 번째 학습 안내 단계에서도 선수 학습 회상을 위한 질문을 하나 포함하였다. 본 수업에서는 빛 인지 과정에 있어서 중요한 역할을 하는 망막의 층 구조에 대해 먼저 설명하고, 다음 단계에서 망막에서 일어나는 광신호 변환 과정을 설명하고자 하였다. 이에 따라 첫 번째 선수 학습 회상 단계에서는 전반적인 눈의 구조에 대한 지난 시간의 수업을 언급하였고, 두 번째 선수 학습 회상 단계에서는 광신호 변환 과정에 포함되는 G단백질 연결 수용체의 기본 원리를 언급하였다. 이러한 선수 학습 회상 단계에서는 3D 모형과 애니메이션을 활용하여 회상이 효과적으로 이루어지도록 하였고, 학습 안내 단계에서도 교수자가 설명하고 있는 대상의 그림 자료를 제시함으로써 학생들의 이해를 돕고자 하였다.

수행 및 피드백 단계에서는 학생들이 헛갈릴 수 있는 개념과 원리에 대한 문제 풀이 활동에 참여하도록 하였다. 이 과정에서 Socratic.com을 활용하여 수강 중인 학생들의 이해도를 즉각적으로 확인하고자 하였다. 평가 단계에서는 추후에 이루어질 평가의 예시 문항을 미리 안내함으로써 학생들이 평가에 효과적으로 대비할 수 있게끔 하였다. 마지막으로 파지와 전이 단계에서는 수업 내용을 간략하게 정리한 후, 실명을 유발하는 망막 질환에 대한 개별 조사를 요청함으로써 수업 내용을 실생활과 관련하여 이해할 수 있게끔 하였다.

본 수업의 개념적 전개는 2018-2학기에 개설된 '두뇌의 이해' 과목을 기반으로 하며, 교수설계안 작성은 스마트 교육지원시스템 sess.ac.kr에 업로드 된 자료와 2019-2학기 '교육공학' 수업 교재(박성익 외, 2015)의 부록을 참고하였다.

Ⅲ. 수업 청사진

수업 사태	실행	시간
주의 획득	<ul style="list-style-type: none"> - 심청이에 등장하는 심봉사에 대해 질문 - 직접 눈을 가리거나 감았다 떠보는 수행 유도 - '본다'는 것은 빛을 인지하는 과정임을 설명 	3
학습 목표 제시	<ul style="list-style-type: none"> - 빛 정보가 뇌에 도달하기까지의 과정을 배워 볼 것임을 설명 1) 망막의 층 구조를 설명할 수 있다 2) 망막에서 일어나는 광신호 변환 과정을 설명할 수 있다 	2
선수 학습 회상 (1)	<ul style="list-style-type: none"> - 지난 수업에서 학습한 눈의 구조 언급 - 안구와 시신경 3D Model (https://sketchfab.com/3d-models/eye-anatomy-5dac474887174eb78cb7ffce6bd9ce3a) 제시하기 	3
변별적 자극 제시 (1)	<ul style="list-style-type: none"> - 눈의 구조 중 빛을 처음 감지하는 곳은 망막임을 설명 - 망막의 층 구조 이미지 제시하여 망막을 구성하는 세포들의 이름과 기능에 대해 유추해보도록 하기 	4
학습안내 제공 (1)	<ul style="list-style-type: none"> - 광수용기 세포, 양극 세포, 신경절 세포 설명하기 - 광수용기 세포 내 로돕신 소개하기 - 빛 인지과정의 경로 대략적으로 소개하기 	10
선수 학습 회상 (2)	<ul style="list-style-type: none"> - 빛 자극이 입자와 파동 형태로 뇌에 도달할 수 없음을 설명하기 - 광신호 변환 과정이 포함하는 기전인 'G단백질 연결 수용체'를 다루는 애니메이션을 통해 선수 학습 회상을 돕기 https://www.youtube.com/watch?v=b9EG9YXIR9o 	7
변별적 자극 제시 (2)	<ul style="list-style-type: none"> - 일반적으로 G단백질 연결 수용체가 활성화되면 2차 전달 물질이 증가하는 것과 달리, 광신호 변환 과정에서는 2차 전달 물질이 감소함을 소개하기 - 본격적으로 광 신호 변환 과정에 대해 학습할 것임을 안내 	6
학습안내 제공 (2)	<ul style="list-style-type: none"> - 빛 감지 이후 로돕신의 구조 변화 설명하기 - G단백질 연결 수용체의 활성화가 광수용기 세포 내에 야기하는 변화 설명하기 - 억제성 시냅스 신호 전달에 대한 회상 유도하기 - 광수용기 세포의 과분극과 양극 세포의 탈분극 간의 관 	10

	<p>계 설명하기</p> <ul style="list-style-type: none"> - 전기 신호가 일차 시각 피질에 전달되기까지의 과정 추가로 설명하기 	
<p>수행 유도 + 피드백 제공</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Socrative.com을 활용하여 헛갈릴 만한 내용 확인 문제 2개 풀게 하기 - 즉각적인 피드백을 그림 자료와 함께 제공하기 	10
<p>수행 평가</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 망막 층 구조에 대한 문제 1개와 광신호 변환 과정에 대한 문제 1개를 추후 진행될 평가의 예시로 안내하기 	1
<p>파지와 전이 증진</p>	<ul style="list-style-type: none"> - 수업 내용에 대한 정리 진행하기 - 개별적으로 실명을 유발하는 망막 질환에 대해 조사하도록 하여 실생활에 배운 내용을 적용하도록 유도하기 	4

IV. 수업 교안

수업 사태	실행	시간
<p>주의 획득</p>	<p>교사: 여러분, 다들 심청이 이야기 들어본 적 있죠? 심청이가 인당수에 빠지게 된 이유가 무엇이었나요?</p> <p>학생: 앞이 안보이는 아버지의 눈을 뜨게 하려고요.</p> <p>교사: 맞아요. 심봉사 앞을 볼 수 있게 하기 위해서 였죠? 그러면 여러분은 앞을 볼 수 없는 상태에 대해 상상해본 적 있나요? 다들 눈을 한 번 감았다 떴 봅시다. 앞이 컴컴하다가 갑자기 주위에 있는 사물들을 인식하게 되었죠? 왜 눈을 감거나 손으로 눈을 가렸을 때는 아무것도 보이지 않다가, 눈을 뜨면 무언가를 볼 수 있는 것일까요? (눈을 감은 경우와 뜬 경우의 시야를 이미지로 보여준다)</p> <p>학생: 빛이 차단되었다가 유입되어서 그런 것 같아요</p> <p>교사: 맞아요. 우리가 무언가를 잘 보기 위해서는 빛이 필요합니다. 그런데 우리 뇌는 빛이 있다는 것을 어떻게 알게 되는 걸까요? 물체에서 반사된 빛이 바로 우리 뇌에 도착하는 걸까요? (빛이 뇌까지 도달한 이미지를 보여준다)</p>	<p>3</p>
<p>학습 목표 제시</p>	<p>교사: 오늘은, 우리가 어떻게 해서 앞을 볼 수 있는지를 자세하게 알아보기로 해요. 아까 한 학생이 대답해 주었듯이, 우리가 무언가를 보기 위해서는 빛이 필요합니다. 그 다음에는 빛에 대한 정보가 시각에 관여하는 뇌 피질에 도달해야 하는데요. 우리는 오늘 빛 정보가 뇌에 도달하기까지의 구체적인 단계를 알아볼 거예요. 화면을 한 번 볼까요? (학습 목표가 적힌 슬라이드를 보여주며)</p> <p>오늘 수업에서는 먼저, 망막의 층 구조에 대해 간단히 배운 다음, 그 안에서 이루어지는 광신호 변환 과정을 배움으로써 우리의 빛 인지 과정에 대해 알아볼 계획입니다</p>	<p>2</p>

	<p><학습목표></p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 망막의 층 구조를 설명할 수 있다. ■ 망막에서 일어나는 광신호 변환 과정을 설명할 수 있다. ■ 이를 토대로 사람의 빛 인지 과정에 대해 설명할 수 있다. 	
선수 학습 회상 (1)	<p>교사: 지난 시간에 우리는 눈의 구조에 대해 살펴보았는데, 이 3D Model을 같이 보며 복습해봅시다. (안구와 시신경 3D Model https://sketchfab.com/3d-models/eye-anatomy-5dac474887174eb78cb7ffce6bd9ce3a 을 보여준다)</p> <p>교사: 다같이 제가 가리키는 부분의 명칭이 무엇인지 말해 볼까요? (각막, 수정체, 유리체, 망막, 시신경을 각각 가리킨다)</p> <p>학생: (대답한다)</p> <p>교사: 잘 기억하고 있네요.</p>	3
변별적 자극 제시 (1)	<p>교사: 그런데, 우리가 방금 언급한 부분 중에 빛 정보를 처음 인식하는 곳은 어디일지 예상해볼 사람 있나요?</p> <p>학생: (여러 대답 끝에) 망막인 것 같습니다.</p> <p>교사: 네 맞아요. 망막은 시각에 있어서 아주 중요한 역할을 합니다. 망막이 우리 주위 빛과 관련된 초기 정보를 최초로 처리하기 때문이에요. 자, 화면을 한 번 볼까요? (망막 구조 그림을 보여준다) 망막은 그림을 통해 알 수 있듯이 세 개의 세포층으로 구성되는데요. (손가락으로 그림을 가리키며) 이쪽이 눈의 뒤쪽에 가까운 쪽, 이쪽이 동공 쪽에 가까운 쪽이에요. 세 개의 세포층 중에 어느 쪽의 세포가 빛 자극을 가장 먼저 인식할 것 같나요?</p> <p>학생: (눈 뒤쪽 / 동공 쪽 / 중간) 등의 대답이 나온다</p>	4
학습안내 제공 (1)	<p>교사: 동공 쪽 세포라고 답한 학생들이 많은 것 같은데, 정답은 눈 뒤쪽 가까이, 그러니까 우리 눈의 가장 안쪽에 있는 세포에</p>	10

	<p>요. 이 세포의 이름은 광수용기 세포이고, 그 다음 중간에 있는 세포가 양극 세포, 그리고 시신경이 되는 다발인 신경섬유에 연결된 이 부분이 신경절 세포입니다. 방금 말했듯이 빛 자극에 대해서는 광수용기 세포가 제일 먼저 반응하는데, 광수용기 세포는 로돕신이라는 구조를 갖고 있어요. (그림을 제시한다). 다시 이 로돕신은 레티날과 옵신으로 구성이 되어 있는데요. 빛 자극이 있을 때 로돕신에서 생기는 변화가 빛 인지 과정을 시작하게 하는 방아쇠와 같은 역할을 한답니다. 여러분, 광수용기 세포에 연결된 세포는 무엇이었죠?</p> <p>학생: 양극세포요.</p> <p>교사: 맞아요. 그럼 양극세포 다음에 있는 세포는 뭐였죠?</p> <p>학생: 신경절 세포가 연결되어 있어요.</p> <p>교사: 그래요. 광수용기 세포 속 로돕신에서 생긴 변화가 양극세포에 작용하고, 그 변화가 또 신경절 세포에 작용함으로써 우리는 빛을 인지할 수 있게 됩니다. 그런데, 빛 자극은 과연 우리 눈에 처음 도달한 가시광선의 형태 그대로 뇌까지 전달이 되는 걸까요?</p>	
<p>선수 학습 회상 (2)</p>	<p>교사: 안타깝게도, 우리는 입자와 파동 형태를 띠는 빛을 뇌까지 그대로 전달할 수 있는 능력이 없어요. 그래서 빛 신호를 우리 몸 내에서 사용할 수 있는 다른 형태의 신호로 바꿔 줘야 하는데요. 본격적으로 광신호 변환 과정에 대해 배우기 전에, '신호 전달'에 관한 단원에서 배웠던 내용 한 가지를 짚고 넘어가도록 합시다. 혹시, G단백질 연결 수용체, 다들 기억하나요?</p> <p>학생: 대략적으로 기억이 나요.</p> <p>교사: 우리가 배울 광신호 변환 과정의 단계 중 하나는, G단백질 연결 수용체를 통한 신호 전달로 이루어져 있는데요. 같이 그 원리를 빠르게 복습하도록 합시다 (G 단백질 연결 수용체의 원리를 설명하는 애니메이션을 재생한다)</p> <p>https://www.youtube.com/watch?v=b9EG9YXIR9o 1:53 – 3:38)</p>	<p>7</p>

<p>변별적 자극 제시 (2)</p>	<p>교사: 여러분. 보통 G단백질 연결 수용체가 활성화될 때는 2차 전달물질이 증가할까요, 감소할까요?</p> <p>학생: 증가해요.</p> <p>교사: 맞아요. (대조 표를 제시하며) 그런데 광신호 변환 과정에서는 G단백질 연결 수용체가 활성화되면 2차 전달 물질이 억제된다는 것이 특징이니, 기억하도록 합시다.</p> <p>교사: (주의 환기를 위하여 화면에 빛 이미지를 띄운다) 자, 이제 본격적으로 우리 뇌가 이 빛을 어떻게 인지하는지 알아보도록 합시다. 우리의 빛 인지는 로돕신을 구성하는 레티날이 빛에 반응하는 것에서 시작된다고 한 것, 기억나지요?</p>	<p>6</p>
<p>학습안내 제공 (2)</p>	<p>교사: 빛 입자의 에너지를 받은 레티날은 구조 변화가 일어나고, 이 변화는 연결된 옵신에도 변화를 일으킵니다. 활성화된 로돕신은 G단백질이 GDP를 떼어내고 GTP를 장착하도록 만들죠. 광수용기 세포 내에는 원래 cGMP라는 물질이 많이 분포하고 있고 이 물질을 통해 Na⁺이온 채널이 열려서, 빛이 없을 때에 광수용기 세포는 탈분극이 되어 있습니다. 이때, 활성화된 G단백질은 이 cGMP를 분해하는 효소를 만드는 단백질에 작용합니다. 세포 내 cGMP가 줄어들면 Na⁺ 이온 채널이 닫히고, 양이온의 유입이 줄어들어 따라 세포 내부가 상대적으로 과분극이 됩니다.</p> <p>교사: 여기서 잠깐, 혹시 억제성 시냅스 신호 전달에 대해 기억나는 사람, 말해 볼래요?</p> <p>학생: 탈분극 되었을 때 방출된 전달 물질이 시냅스 후 뉴런을 과분극 시킴으로써 신호 전달이 더 이상 진행되지 않게 하는 것입니다.</p> <p>교사: 아주 잘 기억하고 있네요. 광수용기와 양극세포 간 신호 전달은 방금 말한 억제성 시냅스 신호 전달과 비슷합니다. 빛이 없는 경우에 광수용기 세포는 cGMP의 존재로 인해서 탈분극이 되는데, 이때 광수용기 세포는 글루타메이트를 방출하지만 이 글루타메이트는 오히려 양극세포의 탈분극을 억제합니다. 반면,</p>	<p>10</p>

	<p>빛 자극으로 인하여 과분극이 된 광수용기 세포는 글루타메이트를 방출하지 않기에 양극세포를 탈분극 시킬 수 있게 되는 거지요. 양극세포가 탈분극 되면 연결된 신경절 세포에서 활동전위가 발생하고, 이 전기 신호가 신경절 세포에 이어진 신경섬유 다발과 시신경을 거쳐 두뇌 뒤쪽 일차 시각 피질 영역에 도달하면 비로소 우리는 빛 자극을 인지할 수 있게 됩니다. (그림 자료를 자세히 짚어 가며 설명을 제공한다)</p>	
<p>수행 유도 + 피드백 제공</p>	<p>교사: 자 그러면 이제 빛 인지 과정에 대한 이해가 잘 되었는지 확인하기 위해서 Socrative에 접속해 볼까요? Student login 을 누르고 'KWON194'를 입력해주세요. 오늘은 True / False 문제 하나와 4지선다 문제 하나를 풀어보도록 합시다.</p> <p><문제 1> Q: 빛 자극은 망막 층을 구성하는 세 가지 세포를 통과하여 두 뇌로 전달된다. 이때, 최초로 빛 자극을 인지하는 세포는 양극세포이다 A: False</p> <p><문제 2> Q: 사람은 빛 신호를 전기 신호로 변환하는 과정을 통해 빛을 인지할 수 있게 된다. 광신호 변환 과정에 대한 다음 설명 중, 틀린 것은? 1. 빛에 의한 로돕신의 구조 변화에 직접적 영향을 받는 것은 G단백질 연결 수용체이다. 2. 빛 자극이 감지되면 광수용기 세포는 탈분극 된다. 3. 광수용기 세포의 탈분극은 억제성 신호 전달 과정에 해당한다. 4. cGMP의 분해는 광수용기 세포를 과분극 되게 만든다. A: 2번</p> <p>교사: 자, 망막 층을 구성하는 세포는 양극세포, 광수용기 세포, 그리고 신경절 세포가 있었죠. 이중 최초로 빛 자극을 인지하는 세포는 '광수용기 세포' 입니다. 이름에 걸맞는 역할을 담당하고 있지요?</p> <p>교사: 다음으로, 빛 자극이 감지되면 광수용기 세포는 로돕신의 활성화, G단백질 연결 수용체의 활성화, 그리고 cGMP 분해를</p>	<p>10</p>

	<p>통해 Na⁺ 이온 채널을 닫게 됩니다. 양이온의 유입이 줄어들에 따라서 세포 내부는 상대적으로 음(-)의 상태가 되겠지요? 따라서 빛 자극이 감지되면 광수용기 세포는 탈분극이 아니라 '과분극'이 됨을 기억해주세요.</p>	
<p>수행 평가</p>	<p><평가 문항 예시> (연습 문제로 풀어볼 수 있게끔 프린트하여 제공한다)</p> <p>1. 제시된 망막 층 그림을 보고 각 세포의 이름을 기입하십시오.</p> <div data-bbox="598 739 1212 1299" style="text-align: center;"> <p>그림 9.12 망막의 직층 구조. 빛이 망막의 후반부에 있는 광수용세포까지 도달하기 전에 어떻게 몇 가지 세포층을 통과하는지 살펴 보자.</p> </div> <p>2. 다음은 광신호 변환 과정의 일부이다. 변환 과정이 올바른 순서로 배열된 것은? (생략된 과정은 무시한다)</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 옵신 활성화 - 레티날 구조 변화 - 광수용기 세포 과분극 2) 레티날 구조 변화 - G단백질 연결 수용체 활성화 - 광수용기 세포 과분극 3) 로돕신 구조 변화 - 양극세포 탈분극 - 광수용기 세포 내 cGMP 분해 	<p>1</p>
<p>파지와 전이 증진</p>	<p>교사: 오늘은 사람이 어떤 과정을 통해 빛을 인지하게 되는지 알아보았습니다. 눈의 구조 중에서 빛 감지에 중요한 역할을 하는 부분은 망막이었는데요. 망막은 어떤 세포들로 이루어져 있었죠?</p>	<p>4</p>

	<p>학생: 광수용기 세포와 양극세포, 그리고 신경절 세포요.</p> <p>교사: 맞아요. 광신호 변환 과정은 빛 자극이 그 세 가지 세포를 지나 전기신호로 변환되어 두뇌로 전달되는 과정을 말합니다. 빛에 의해 광수용기 세포 내의 로돕신 구조가 변화하면, 연결된 G단백질 연결 수용체도 활성화되어 광수용기 세포 내에 과분극이 발생합니다. 이는 억제된 양극세포와 신경절 세포를 차례로 탈분극 시킴으로써 전기 신호가 뇌의 시각피질까지 전달되는 것을 가능하게 합니다.</p> <p>교사: 오늘 수업을 통해서 빛을 인지하기 위해서는 망막이 굉장히 중요한 역할을 한다는 것을 알게 되었을 거예요. 집에 돌아가서는 실명을 유발하는 망막 질환에 대해서 조사해보면 좋을 것 같습니다. (망막 질환 이미지 제시하기) 우리가 배웠던 광신호 변환 과정 중에 어떤 단계가 영향을 받은 것인지도 확인할 수 있으면 함께 정리하여 게시판에 올려주세요. 다음 시간에는 시각 피질과 시각에 관여하는 두뇌 부위에 대해 알아볼 예정이니, 궁금한 친구들은 미리 교재를 훑어보고 와도 좋습니다. 수고하셨습니다.</p> <p>학생: 감사합니다.</p>	
--	--	--

참고 문헌

박성익, 임철일, 이재경, 최재경(2015). **교육방법의 교육공학적 이해**. 파주: 교육과학사.

Bear, Mark F., Connors, Barry W., Paradiso, Michael A. (2009). **신경과학: 뇌의 탐구**. 감경윤, 권오주, 강봉균 (번역). 서울: 바이오메디북.

기타 url 자료

<https://www.youtube.com/watch?v=b9EG9YXIR9o>

<https://sketchfab.com/3d-models/eye-anatomy-5dac474887174eb78cb7ffce6bd9ce3a>