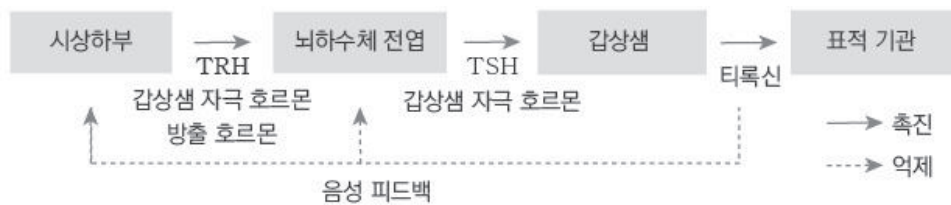


(6) 티록신의 음성 피드백

티록신의 음성 피드백은 자주 출제되는 주제 중 하나다. 티록신의 구체적인 기능은 간과 근육 세포에서 세포 호흡을 촉진하는 것으로, 세포 호흡의 결과로 열이 함께 발생하여 체온이 상승한다.

티록신의 조절 과정은 음성 피드백으로 조절되는데, 시상 하부와 뇌하수체 전엽은 티록신의 표적 기관으로 티록신의 양을 일정하게 조절하는 역할을 한다. 각 기관이 분비하는 호르몬과 각 기관에 존재하는 수용체에 대해 정리하자.

구분	분비하는 호르몬	존재하는 수용체
시상 하부	TRH	티록신
뇌하수체 전엽	TSH	TRH, 티록신
갑상샘	티록신	TSH
간	없음	티록신



주의해야 할 점은 티록신의 수용체는 간뿐만 아니라 시상 하부와 뇌하수체 전엽에도 있다는 점이다. 아직 문항에서 직접 물어본 적은 없지만, 충분히 출제 가능한 선지이므로 주의하자.

METHOD. 【음성 피드백과 호르몬 분비 조절 이상】

21학년도 수능 19번 [211119]에서 가볍게 관련 내용을 다룬 적이 있으나 기존 기출에서는 아직 제대로 다뤄진 내용은 아니다.

다만, 수능 특강과 다른 생명과학 Contents들에서는 자주 접할 수 있는 유형이다. 관련해서 참고할 만한 많은 문항이 시중에 존재하므로 앞으로 평가원에서도 주요 자료해석형 문제로 힘주어 출제할 수 있다고 판단했다.

그래서, 이번 METHOD에서는 기출에서 이미 다뤄진 내용과 아직 다뤄지지 않았지만 앞으로 다뤄질 수 있는 주요 내용들을 포괄하여 다루겠다. 자료해석의 순서와 방법에 대해 숙지하고 예시 문항으로 연습하자.

(1) METHOD # 1. 【음성 피드백과 호르몬 분비 조절 이상】 유형 확인

다음과 같은 문항 구성을 확인하여 유형을 확인하자.

- ❶ 시상 하부, 뇌하수체 전엽, 갑상샘 중 어느 한 기관에 이상이 있는 환자 3-4명
- ❷ TRH, TSH, 티록신이 정상보다 많음(+) 혹은 적음(-)을 자료로 제시

→ 각 환자가 어느 부위에 이상이 있는지 결정

(2) METHOD # 2. 발문 확인

【음성 피드백과 호르몬 분비 조절 이상】 유형이라고 확인했다면 가장 먼저 해야 할 것은 **문제의 발문으로부터 환자의 상황 파악**이다.

다음 세 종류 중 어떤 상황인지 확인하자.

Case 1. ‘호르몬 분비가 적게 되는 환자’인 상황 (OR 호르몬 분비샘을 제거한 상황, 211119)

Case 2. ‘호르몬 분비가 많이 되는 환자’인 상황

Case 3. ‘호르몬 분비에 이상이 있는 환자’인 상황

발문에서 “티록신이 정상인보다 적게 분비되는” “호르몬 분비샘을 제거한” 등을 확인했다면 Case 1이다.

발문에서 “티록신이 정상인보다 많이 분비되는” 등을 확인했다면 Case 2다.

발문에서 “분비 기관에 이상이 있는” 등 어떤 이상인지 결정되지 않았음을 확인했다면 Case 3이다.

한 번 더 강조하는데, 반드시 발문을 먼저 확인하자. 발문 제대로 안 읽고 휘둘리기 쉽다.

(3) METHOD #3-1. Case 1 자료해석

Case 1으로 판단되었다면 반드시 다음 사실을 암기하고, 보자마자 기계적으로 떠올리자.

호르몬 분비가 적게 되는 상황에서는 이상이 있는 기관 이후로는 (-), 이전으로는 (+)다.

- 시상 하부 이상 = (-) 3개
- 뇌하수체 전엽 이상 = (-) 2개, (+) 1개
- 갑상샘 이상 = (-) 1개, (+) 2개

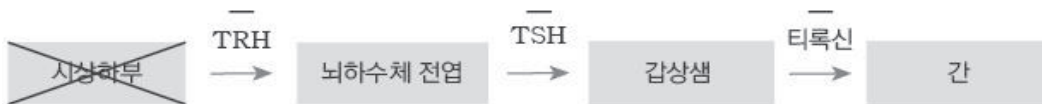
즉, (-)개수가 많을수록 더 이전의 내분비샘에 이상이 있다. (-)와 (+)의 개수로 이상이 있는 기관을 파악한다.

기계적 판단을 강조하는 이유는 쓸데없는 시간 낭비를 줄이기 위해서다.
 생명과학1에서는 시간을 10초라도 줄일 수 있으면 훌륭한 풀이다.

티록신의 음성 피드백 조절에는 3개의 내분비샘과 3개의 호르몬이 관여하고 있다.



Case 1에서 시상 하부에 문제가 생겼다면 시상 하부 이후로는 호르몬 분비가 적음(-)이므로 (-) 3개다



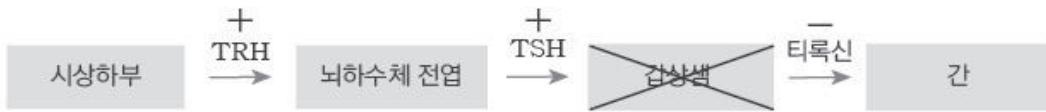
구분	TRH	TSH	티록신
시상 하부에 이상이 있는 사람	(-)	(-)	(-)

Case 1에서 뇌하수체 전엽에 문제가 생겼다면 뇌하수체 전엽이 두 번째 기관이므로 (-)는 2개다.



구분	TRH	TSH	티록신
뇌하수체 전엽에 이상이 있는 사람	(+)	(-)	(-)

Case 1에서 갑상샘에 문제가 생겼다면 (-)는 1개다.



구분	TRH	TSH	티록신
갑상샘에 이상이 있는 사람	(+)	(+)	(-)

(-)개수가 많을수록 이전의 내분비샘에 이상이 있다.
이상이 있는 기관 이후는 (-), 이전은 (+)다.

이 명제를 바탕으로 다음 자료를 해석해보자.

Case 1 예시 문항

표는 시상 하부, 뇌하수체 전엽, 갑상샘 중 서로 다른 하나에 각각 이상이 생겨 티록신이 정상인보다 적게 분비되는 환자 (가)~(다)의 혈중 ㉠~㉣ 농도를 정상인과 비교하여 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 각각 TRH, TSH, 티록신을 순서 없이 나타낸 것이다.

	㉠	㉡	㉢
(가)	-	-	+
(나)	+	?	?
(다)	?	?	-

〈보 기〉

- ㄱ. (가)는 뇌하수체 전엽에 이상이 생긴 사람이다.
- ㄴ. ㉣은 TSH이다.



METHOD #1. 유형 확인

호르몬의 분비에 이상이 있는 환자가 제시됨을 확인하였고, 호르몬의 분비량이 (+)와 (-)로 제시되어 있다. 【음성 피드백과 호르몬 분비 조절 이상】 유형이다.

METHOD #2. 발문 확인

발문을 통해 '티록신이 정상인보다 적게 분비되는' 환자임을 확인한다. 티록신이 정상인보다 적게 분비되는 경우는 Case 1이다.

METHOD #3-1. Case 1 자료해석

(가)는 (-) 2개, (+) 1개. **기계적으로** 두 번째 내분비샘인 뇌하수체 전엽이 이상하다고 판단하자. 뇌하수체 전엽 이전은 (+), 이후는 (-). 즉 (+)인 ㉠이 TRH다.

∴ (가) = 뇌하수체 전엽 이상, ㉠ = TRH

나머지 (나)와 (다) 중 시상 하부가 이상한 환자는 (-)가 3개일 것이고 갑상샘이 이상한 환자는 (-)가 1개일 것이다.

(나)는 이미 (+)가 하나 있으므로 시상 하부가 이상한 경우는 될 수가 없다.

∴ (나) = 갑상샘 이상, (다)=시상 하부 이상

∴ ㉡ = TSH, ㉢ = 티록신

구분	㉡ TSH	㉢ 티록신	㉠ TRH
(가) 뇌하수체	-	-	+
(나) 갑상샘	+	-	+
(다) 시상 하부	-	-	-

선지 판단

ㄱ. (가)는 뇌하수체 전엽에 이상이 생긴 사람이다. (○)

ㄴ. ㉠은 TRH이다.

정답 : ㄱ

(4) METHOD #3-2. Case 2 자료해석

호르몬 분비가 많이 되는 상황에서는 이상이 있는 기관 이후로의 호르몬은 (+), 이전으로는 (-)다. 즉, (+)개수가 많을수록 이전의 내분비샘에 이상이 있다.

(+)개수가 많을수록 이전의 내분비샘에 이상이 있다.
이상이 있는 기관 이후는 (+), 이전은 (-)다.

이후의 내용은 Case 1과 정확히 반대다.

마찬가지로 (+)와 (-) 개수를 보고 기계적으로 판단할 수 있게끔 연습하자.

다음 표는 각 기관에서 호르몬이 많이(+) 혹은 적게(-) 분비되는 경우의 FULL SET이다. 참고하자.

구분	TRH	TSH	티록신
A. 시상 하부 +	+	+	+
B. 시상 하부 -	-	-	-
C. 뇌하수체 전엽 +	-	+	+
D. 뇌하수체 전엽 -	+	-	-
E. 갑상샘 +	-	-	+
F. 갑상샘 -	+	+	-

(5) METHOD # 3-3. Case 3 자료해석

환자들의 호르몬 분비에 어떤 이상이 있는지 모르는 상황은 조금 다르다.

기출로는 제시된 적이 없지만 2022 수능특강에서 Case 3형태로 문항이 출제된 적이 있고, 앞으로 충분히 평가원에서 다룰 수 있는 형태라고 판단한다.

기본적으로 이전의 Case보다 경우의 수가 많다.

호르몬 분비에 어떤 이상이 있는지 모르는 경우에서는 다음 6가지 경우가 모두 나올 수 있다.

구분	TRH	TSH	티록신
A. 시상 하부 +	+	+	+
B. 시상 하부 -	-	-	-
C. 뇌하수체 전엽 +	-	+	+
D. 뇌하수체 전엽 -	+	-	-
E. 갑상샘 +	-	-	+
F. 갑상샘 -	+	+	-

평소 보던 문항보다 추론의 난도가 높아서 시험지에서 만날 경우 학습자에게 복병이 될 수 있다.

METHOD #2에서 Case 3로 판단했다면, 다음 사실들을 꼭 기억하자.

Case 3에서 TRH와 티록신은 추가적인 정보 없이는 절대 구분할 수 없다.

- TRH와 티록신의 구분이 불가능하면 문제를 풀 수 없으므로, 출제자는 반드시 TRH와 티록신 중 하나를 어떤 형태로든 결정해줄 수밖에 없다.
- TSH는 유일하게 추가 조건 없이 결정할 수 있는 경우가 있지만 많은 정보를 (?) 형태로 숨긴다면 이것도 결정할 수 없어 출제자는 정보를 많이 숨길 수도 없다. 또 반드시 결정할 수 있는 것도 아니다. 그래도 출제가 된다면 결정할 수 있게끔 출제할 것이다.

다음 사실들을 이해해야 문제를 빠르게 풀 수 있다.

- 1) 위의 FULL SET에서 A와 B는 제시되어도 호르몬끼리 구분할 수 없으므로 도움이 안 된다.
- 2) 나머지 C, D, E, F는 각각 (-)와 (+)가 2개 OR 1개인 경우인데, 이 때 (+)와 (-) 중 1개인 쪽은 반드시 TRH OR 티록신이다.
- 3) C, D, E, F 간의 비교를 통해 TRH OR 티록신인 호르몬 두 개를 구별하면, 나머지 하나가 TSH로 결정된다.
- 4) 문항의 추가 정보를 통해 TRH와 티록신 중 하나가 결정되면 자료가 완벽하게 해석된다.

10) 글로 쓰는 것의 한계로 문장이 어려울 수 있다. 차분하게 이해하려고 노력해보고, 대략적으로 이해했다면 뒤의 예시 문항으로 연습해보자.

METHOD #3-3에서 구체적 풀이의 순서는 다음과 같다.

- ① (+),(-)가 2개, 1개로 나뉜 환자의 비교를 통한 TSH의 결정
- ② 추가 조건을 통해 티록신과 TRH 구분 지어 호르몬 매칭
- ③ 환자의 호르몬 상태와 발문의 정보(서로 다른 기관에 이상이 있다 등)를 통해 각 환자를 A~F 중 하나로 각각 결정

METHOD #3-3의 순서를 대략적으로 이해했다면, 다음 예시 문항으로 연습해보자.

Case 3 예시 문항

표는 시상 하부, 뇌하수체 전엽, 갑상샘 중 서로 다른 하나에 각각 이상이 있는 환자 (가)~(다)의 혈중 ㉠~㉣ 농도를 정상인과 비교하여 나타낸 것이다. ㉠~㉣은 각각 TRH, TSH, 티록신을 순서 없이 나타낸 것이다. (나)는 티록신 분비가 정상인보다 증가한 환자이다.

	㉠	㉡	㉢
(가)	+	-	-
(나)	+	-	+
(다)	?	-	?

〈보 기〉

- ㄱ. (가)는 뇌하수체 전엽에 이상이 생긴 사람이다.
- ㄴ. ㉢은 TSH이다.
- ㄷ. (다)는 정상인보다 티록신이 더 많이 분비된다.



METHOD #1. 유형 확인

호르몬의 분비에 이상이 있는 환자가 제시됨을 확인하였고, 호르몬의 분비량이 (+)와 (-)로 제시되어 있다. 【음성 피드백과 호르몬 분비 조절 이상】 유형이다.

METHOD #2. 발문 확인

발문을 통해 ‘호르몬 분비에 이상이 있지만 어떤 이상인지 결정되지 않은’ 환자임을 확인한다. Case 3이다. (가)~(다)가 서로 다른 기관에 이상이 있다는 조건도 확인하자.

(나)의 티록신이 정상인보다 많다(+)는 조건에서 표를 통해 티록신은 ㉠ or ㉡임을 확인하자.
→ TRH와 티록신을 구분 짓기 위한 추가 정보이다. 앞서 이런 추가 정보 없이는 TRH와 티록신을 구별할 수 없다고 설명했다.

METHOD #3-3. Case 3 자료해석

앞서 표로 결정할 수 있는 건 TSH뿐이라고 설명했다.
(가)에서 (+)가 ㉠ 1개이므로 ㉠은 TRH or 티록신이다.
(나)에서 (-)가 ㉡ 1개이므로 ㉡은 TRH or 티록신이다.
∴ ㉠, ㉡ ↔ TRH, 티록신.
∴ ㉢ = TSH

발문 확인 단계에서 티록신은 ㉠ or ㉡임을 확인했고 ㉢은 TSH로 결정되었으므로, 티록신은 ㉠으로 확정된다.
∴ ㉠ = 티록신, ㉡ = TRH

호르몬을 결정했으므로 호르몬의 (+), (-)를 바탕으로 각 환자의 상태를 판단해보자.
(가)는 갑상샘에서 분비량이 증가한 환자이다.
(나)는 뇌하수체 전엽에서 분비량이 증가한 환자이다.
발문에서 ‘서로 다른 기관에 이상이 있다’고 하였고 (다)의 TRH가 (-)이므로, (다)는 시상 하부에서 분비량이 감소한 환자이다
11). ∴ (가) = E, (나) = C, (다) = B

	㉠ 티록신	㉡ TRH	㉢ TSH
(가) E	+	-	-
(나) C	+	-	+
(다) B	-	-	-

- ㄱ. (가)는 갑상샘에 이상이 생긴 환자이다, (X)
- ㄴ. ㉢은 TSH이다. (O)
- ㄷ. (다)는 정상인보다 티록신이 더 적게 분비된다. (X)

11) METHOD #3-3의 표 참고