

개념 정리 노트

족보 2019-2025 (배옥남 교수님) · 주제별 개념, 기출 빈도, 연결 포인트, 예상 문제

- ★★★★ 최빈출 — 기출 문항 수 상위 30% 주제
- ★★★ 자주 출제 — 상위 30~70%
- ★★★ 그 밖에 출제된 주제
- ★★★ 출제 없음 (자료 범위)

암기 주제마다 외울 포인트

연결 다른 단원과 이어지는 지점 (누르면 이동)

예상 나올 수 있는 객관식 · 서술형과 정답

기출 수는 2025 기말 족보 PDF에 함께 묶인 2019-2020-2021(19학번)-2022(20학번)-2023(21학번)-2024(22학번)-2025(23학번) 기말 복기 중 내용이 남아 있는 문항을 번호대로 센 값이며(TF 1-45 / 객 46-60 → 객 1-15 / 주 61-70 → 주 1-10), 번호만 있고 내용이 빈 문항, 23의 중복 TOD 문항, 범위 밖 문항(위해도평가·토양·소음·식품위생·무기질·건강기능식품·식품·약물 상호작용·지질 변성)은 제외했다.

목차

1. 환경인자와 건강 4.1 환경인자와 건강 · 질병부담·기후변화 (족보 TF 1-4)

- | | | |
|-----|-----------------------|-----|
| 1-1 | 환경인자와 질병부담 · 기여분율 | ★★★ |
| 1-2 | 기후변화와 건강 (지구온난화·파리협정) | ★★★ |

2. 대기와 건강 4.2 대기와 건강 · p.473 그림 5-14 (TF 5·6·11, 객 1, 주 1-3)

- | | | |
|-----|--------------------------------|------|
| 2-1 | 대기오염물질 분류 · EPA 6대 물질 · 가스상 물질 | ★★★★ |
| 2-2 | 광화학 스모그 · 하루 중 대기오염물질 변화 | ★★★ |
| 2-3 | 입자상 물질 (PM10 · PM2.5) | ★★★ |
| 2-4 | 실내공기 라돈 · 담배 발암물질 NNN/NNK | ★★★ |

3. 방사선 4.5.4 방사선 (방사능은 범위 포함) · TF 7-10, 객 3

- | | | |
|-----|---|-----|
| 3-1 | 방사선의 종류 (α · β · γ) | ★★★ |
| 3-2 | 방사선량 단위 · 내부조사 | ★★★ |

4. 물과 건강 4.3 물과 건강 · p.502 그림 5-29 불연속점 (TF 12-21, 객 4, 주 5)

- | | | |
|-----|--------------------------------------|------|
| 4-1 | 수질오염 지표 (BOD · COD · TOC/TOD · NBOD) | ★★★ |
| 4-2 | 수질오염과 건강 (부영양화 · microcystin · 수계감염) | ★★★★ |
| 4-3 | 염소소독 · 불연속점 · THM | ★★★★ |
| 4-4 | PPCP (잔류의약품) | ★★★ |

5. 영양소 · 탄수화물 5.1 영양소와 섭취기준 · 5.2 탄수화물 p.614-630

- | | | |
|-----|-------------------------|------|
| 5-1 | 필수영양소 · 영양불량 | ★★★ |
| 5-2 | 탄수화물 흡수 · 대사 · 과다섭취 | ★★★★ |
| 5-3 | 식이섬유 (점도 · 흡수능 · 양이온교환) | ★★★ |

6. 지질 5.2 지질 p.632-643 (TF 29-38, 객 7, 주 4-7)

6-1	지질의 기능 · 지방산 표기	★★★
6-2	지질의 소화 · 흡수 · 지단백 운반	★★★★
6-3	콜레스테롤 vs 콜레스테롤 에스터 (LCAT)	★★★
6-4	필수지방산 · 에이코사노이드 · n-3 심혈관 예방	★★★★

7. 단백질 5.2 단백질 (TF 39-43, 객 8-9, 주 8)

7-1	단백질 대사 · 질소균형 · 요소	★★★★
7-2	단백질 질 평가 (생물가 · NPU · 화학가 · 제한아미노산)	★★★★

8. 비타민 5.2 비타민 A·D·K·C·B (TF 24·44·45, 객 10-15)

8-1	비타민 A (레티놀 · 레티날 · 레티노산)	★★★
8-2	비타민 D (calcitriol 활성화)	★★★
8-3	비타민 K 순환 · 와파린	★★★
8-4	비타민 C (괴혈병) · 비타민 E	★★★
8-5	비타민 B군 (B1·B2·B3·B6·B12)	★★★

기출 빈도 순위

기출 수는 2025 기말 족보 PDF에 함께 묶인 2019·2020·2021(19학번)·2022(20학번)·2023(21학번)·2024(22학번)·2025(23학번) 기말 복기 중 내용이 남아 있는 문항을 번호대로 센 값이며(TF 1-45 / 객 46-60 → 객 1-15 / 주 61-70 → 주 1-10), 번호만 있고 내용이 빈 문항, 23의 중복 TOD 문항, 범위 밖 문항(위해도평가·토양·소음·식품위생·무기질·건강기능식품·식품·약물 상호작용·지질 변성)은 제외했다.

#	주제	중요도	문항	연도
1	6-4 필수지방산 · 에이코사노이드 · n-3 심혈관 예방	★★★★	22	19 20 21 22 23 24 25
2	7-1 단백질 대사 · 질소균형 · 요소	★★★★	22	19 20 21 22 23 24 25
3	4-3 염소소독 · 불연속점 · THM	★★★★	20	19 20 21 22 23 24 25
4	5-2 탄수화물 흡수 · 대사 · 과다섭취	★★★★	19	19 20 21 22 23 24 25
5	7-2 단백질 질 평가 (생물가 · NPU · 화학가 · 제한아미노산)	★★★★	16	19 20 21 22 23 24 25
6	4-2 수질오염과 건강 (부영양화 · microcystin · 수계감염)	★★★★	16	19 20 21 22 23 24 25
7	6-2 지질의 소화 · 흡수 · 지단백 운반	★★★★	15	19 20 21 22 23 24 25
8	8-1 비타민 A (레티놀 · 레티날 · 레티노산)	★★★	15	19 20 21 22 23 24 25
9	2-1 대기오염물질 분류 · EPA 6대 물질 · 가스상 물질	★★★★	15	19 20 21 22 23 24 25
10	1-1 환경인자와 질병부담 · 기여분율	★★★	12	19 20 21 22 23 24 25
11	2-3 입자상 물질 (PM10 · PM2.5)	★★★	12	19 20 21 22 23 24 25
12	8-4 비타민 C (괴혈병) · 비타민 E	★★★	11	19 20 21 22 23 24 25
13	6-1 지질의 기능 · 지방산 표기	★★★	11	19 20 21 22 23 24 25
14	8-5 비타민 B군 (B1·B2·B3·B6·B12)	★★★	10	19 20 21 22 23 24 25
15	4-1 수질오염 지표 (BOD · COD · TOC/TOD · NBOD)	★★★	10	19 20 21 22 23 24 25
16	5-3 식이섬유 (점도 · 흡수능 · 양이온교환)	★★★	10	19 20 21 22 23 24 25
17	8-3 비타민 K 순환 · 와파린	★★	9	19 20 21 22 23 24 25
18	2-4 실내공기 라돈 · 담배 발암물질 NNN/NNK	★★★	9	19 20 21 22 23 24 25
19	3-1 방사선의 종류 (α · β · γ)	★★★	9	19 20 21 22 23 24 25
20	3-2 방사선량 단위 · 내부조사	★★	8	19 20 21 22 23 24 25
21	5-1 필수영양소 · 영양불량	★★	7	19 20 21 22 23 24 25

22	6-3 콜레스테롤 vs 콜레스테롤 에스터 (LCAT)	★☆☆	7	19	20	21	22	23	24	25
23	4-4 PPCP (잔류의약품)	★☆☆	7	19	20	21	22	23	24	25
24	2-2 광화학 스모그 · 하루 중 대기오염물질 변화	★☆☆	5	19	20	21	22	23	24	25
25	1-2 기후변화와 건강 (지구온난화·파리협정)	★☆☆	5	19	20	21	22	23	24	25
26	8-2 비타민 D (calcitriol 활성화)	★☆☆	4	19	20	21	22	23	24	25

1-1 환경인자와 질병부담 · 기여분율



중요도



기출

12 문항

출제 연도

6 / 7년

연도별

19

20

21

22

23

24

25

25 TF 1 · 25 TF 2 · 25 TF 3 · 24 TF 1 · 24 TF 2 · 24 TF 4 · 23 TF 1 · 23 TF 2 · 23 TF 4 · 22 2 · 21 2 · 20 1

개념

기여분율 (attributable fraction)

- 환경인자의 감소 정도에 비례하여 질병·사망(치명률)이 변하는 정도 = 기여분율
- = 환경인자가 줄어들면 사망·질병부담이 얼마나 줄어드는가 → TF 1번 T (족보 정답 표기 없음 — 추정)
- 환경인자 → 질병부담(DALY) 중 '예방 가능한 몫'을 보여주는 지표

질병부담의 지역차 · 환경 개선 효과

- 환경인자에 의한 질병부담이 지역별로 가장 극심한 차이 = 감염성 질환 (설사·하기도감염·말라리아 등 저소득 지역 집중) → T
- 환경인자 개선 vs 의학적 치료: 족보에 '단기적으로 효과가 나타난다'가 매년 출제 — 정답 표기는 없음
- 환경 개선은 인구 전체에 장기적·지속적으로 작용 → '단기적' 보기는 F로 추정 (교과서 문장 확인 권장)

시험 핵심 비교

환경인자와 건강 TF 단골 4문장

문장	판정 (족보 정답 표기 없음 → 추정)
환경인자 감소에 비례해 치명률·사망이 변하는 것 = 기여분율	T
질병부담 지역차가 극심한 질환 = 감염성 질환	T
환경인자 개선이 의학적 치료보다 단기적으로 효과	F (장기적)
지구온난화로 서식지 변경 → 감염성 질환 감소	F (증가)

암기

- 기여분율 = 환경인자 ↓ 비례 사망 ↓ / 지역차 최대 = 감염성 질환

연결 포인트

1-2

기후변화와 건강 (지구온난화·파리협정)

같은 TF 묶음 — 온난화와 감염성 질환

이동 →

예상 문제

객관식 Q1. 환경과 질환에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 환경인자의 감소 정도에 비례하여 치명률·사망 정도가 변하는 것을 기여분율이라 한다
- ② 환경인자에 의한 질병부담이 지역별로 극심한 차이를 보이는 것은 감염성 질환이다
- ③ 지구온난화로 매개체의 서식지가 변경되면서 감염성 질환이 감소한다
- ④ 어린이는 성인보다 단위 체중당 흡입 공기량이 많아 대기오염에 취약하다

정답 3 온난화 → 매개체 서식지 확대 → 감염성 질환은 '증가'

서술형 Q2. 기여분율의 개념을 설명하고, 환경인자에 의한 질병부담이 지역별로 가장 큰 차이를 보이는 질환군을 쓰시오.

모범답안

기여분율은 환경인자의 노출이 감소하는 정도에 비례하여 질병이나 사망(치명률)이 변하는 정도, 즉 환경인자를 줄였을 때 감소시킬 수 있는 질병부담의 비율이다. 환경인자에 의한 질병부담이 지역별로 가장 극심한 차이를 보이는 것은 감염성 질환으로, 위생·상수도가 열악한 저소득 지역에 집중된다.

환경인자 감소 비례 · 사망 변화 · 감염성 질환

1-2 기후변화와 건강 (지구온난화·파리협정)



중요도



기출

5 문항

출제 연도

4 / 7년

연도별

19

20

21

22

23

24

25

25 TF 4 · 24 TF 3 · 23 TF 3 · 20 1 · 20 2

개념

지구온난화 → 감염성 질환

- 기온 상승 → 모기·진드기 등 매개체 서식지 확대·복상 → 말라리아·뎅기열 등 감염성 질환 증가
- '서식지 변경으로 감염성 질환이 감소한다' → F (25·24·23 TF 반복)
- 그 밖에: 폭염 → 열관련 질환·사망 ↑, 오존 생성 ↑, 홍수·가뭄 → 수인성 질환 ↑

파리협정 (2020 족보 '틀린 것')

- 2015년 채택 — 산업화 이전 대비 2°C보다 훨씬 낮게, 1.5°C 이내 노력
- 모든 당사국이 감축목표(NDC) 제출 (교토의정서는 선진국만 의무)
- (교과서 배경 — 족보에는 '틀린 것 고르기'라는 기록만 있음)

암기

- 온난화 → 매개체 서식지 확대 → 감염성 질환 증가 (감소 = F)

연결 포인트

1-1

환경인자와 질병부담 · 기여분율

환경인자 TF 1-4번이 한 세트로 출제

이동 →

2-2

광화학 스모그 · 하루 중 대기오염물질 변화

기온 상승 → 광화학 반응(오존) 증가

이동 →

예상 문제

객관식 Q1. 지구온난화와 건강에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 매개체의 서식지가 확대되어 감염성 질환이 감소한다
- ② 폭염으로 인한 열관련 질환과 사망이 증가한다
- ③ 기온 상승은 광화학 반응을 촉진해 오존 농도를 높인다
- ④ 홍수 등 극한 기상은 수인성 감염병 위험을 높인다

정답 1 서식지 변경·확대 → 감염성 질환은 증가

서술형 Q2. 지구온난화가 감염성 질환에 미치는 영향을 서술하십시오.

모범답안

지구온난화로 기온이 상승하면 모기·진드기 등 질병 매개체의 서식지가 확대되고 고위도로 이동한다. 이에 따라 말라리아, 뎅기열 등 매개체 감염병의 발생 지역과 발생률이 증가한다. 또한 홍수·가뭄 같은 극한 기상은 수인성 감염병의 위험도 높인다.

서식지 확대 → 감염성 질환 증가

2-1 대기오염물질 분류 · EPA 6대 물질 · 가스상 물질



중요도



기출

15 문항

출제 연도

6 / 7년

연도별

19

20

21

22

23

24

25

25 TF 5 · 25 TF 6 · 24 TF 5 · 24 TF 6 · 23 TF 6 · 25 주 1 · 23 주 2 · 23 주 9 · 22 3 · 22 32 · 22 39 · 21 3 · 21 12 · 21 주 3 · 20 주 2

개념

1차 vs 2차 오염물질

- **1차**: 배출원에서 직접 배출 (SO₂, NO, CO, 매연·먼지)
- **2차**: 대기 중 광화학 반응으로 생성 (O₃, PAN, 알데히드, 2차 미세먼지)
- '1차 = 입자상, 2차 = 가스상' → F — 분류 기준은 상태가 아니라 **생성 방식** (22·21 족보 '틀린 것' 정답)

EPA 지정 6대 대기오염물질 (주관식 단골)

- CO, Pb, NO₂, O₃, PM(PM₁₀·PM_{2.5}), SO₂
- 메트헤모글로빈 생성 → NO₂ (질소산화물)
- 산화력이 커서 지질을 산화 → O₃ (오존) (25 주 1)
- 어린이는 성인보다 단위 체중당 흡입 공기량이 많아 호흡기 질환에 취약 → T

가스상 물질의 수용성과 침착 부위 (23 주 9 · 22 39)

- 수용성 높음 (NH₃ 암모니아, SO₂) → 상기도에서 흡수·자극
- 수용성 낮음 (NO₂, O₃) → 하기도·폐포까지 도달
- NO, CO = 비자극성 → 자극 증상 없이 흡입

시험 핵심 비교

가스상 오염물질 한눈에

물질	수용성	주 표적·특징
NH ₃ , SO ₂	높음	상기도 자극
NO ₂	낮음	폐포, 메트헤모글로빈
O ₃	낮음	강한 산화력 → 지질 과산화
NO, CO	—	비자극성 (CO는 COHb)

암기

- EPA 6 = CO·Pb·NO₂·O₃·PM·SO₂ / metHb = NO₂ / 지질 산화 = O₃
- 1차·2차 = 직접 배출 vs 2차 생성 (입자·가스 구분 아님)

연결 포인트

2-2

광화학 스모그 · 하루 중 대기오염물질 변화

2차 오염물질 O₃·PAN의 하루 변화 그래프

[이동 →](#)

2-3

입자상 물질 (PM₁₀ · PM_{2.5})

PM도 6대 물질 — 2차 생성 PM_{2.5}

[이동 →](#)

예상 문제

객관식

Q1. 대기와 건강에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 1차 오염물질은 입자상 물질, 2차 오염물질은 가스상 물질이다
- ② O₃는 산화력이 커서 지질을 산화시킨다
- ③ 어린이는 단위 체중당 흡입하는 공기량이 많아 호흡기 질환에 취약하다
- ④ 수용성이 큰 암모니아는 주로 상기도를 자극한다

정답 1 1·2차는 배출원에서 직접 나오느냐(1차), 대기 중 반응으로 생기느냐(2차)로 구분

서술형

Q2. 미국 EPA가 지정한 6가지 대기오염물질을 쓰고, 그중 메트헤모글로빈을 만드는 물질과 산화력이 커서 지질을 산화시키는 물질을 쓰시오.

모범답안

EPA 지정 6대 대기오염물질은 일산화탄소(CO), 납(Pb), 이산화질소(NO₂), 오존(O₃), 입자상 물질(PM₁₀·PM_{2.5}), 이산화황(SO₂)이다. 이 중 메트헤모글로빈을 생성하는 물질은 이산화질소(NO₂)이고, 산화력이 커서 지질을 산화시키는 물질은 오존(O₃)이다.

CO·Pb·NO₂·O₃·PM·SO₂ / NO₂ / O₃

2-2 광화학 스모그 · 하루 중 대기오염물질 변화



중요도



기출

5 문항

출제 연도

5 / 7년

연도별

19 20 21 22 23 24 25

23 객 2 · 24 주 1 · 22 4 · 21 4 · 20 5

개념

그림 5-14 (p.473) 읽는 법

- 새벽~오전 8시 출근시간: 자동차 배출 NO 피크 → 곧 NO₂ 피크
- 비메탄성 탄화수소 + NO₂ + 햇빛 → 알데히드류
- 정오~오후: 자외선 최대 → 옥시단트(O₃, PAN) 피크 = 그래프 'A'
- 밤: 햇빛 없음 → 옥시단트 감소

족보 정답

- 객관식(23 객 2 · 22 4번): 보기 SO₂·N₂O·CO·PAN 중 A = PAN
- 주관식(24 주 1): '2개 이상 쓰시오' → O₃, PAN (옥시단트)
- PAN = peroxyacetyl nitrate, 눈 자극·식물 피해, 대표적 2차 오염물질

시험 핵심 비교

하루 중 피크 순서

시간	피크 물질	이유
오전 6-8시	NO	출근 차량 배출 (1차)
오전 8-10시	NO ₂	NO 산화
정오-오후	O ₃ , PAN (옥시단트)	햇빛 → 광화학 반응 (2차)

암기

- NO → NO₂ → (햇빛) → O₃·PAN : 오전 → 정오 → 오후 순 피크

연결 포인트

2-1

대기오염물질 분류 · EPA 6대 물질 · 가스상 물질

O₃·PAN = 2차 오염물질의 대표

이동 →

예상 문제

객관식

Q1. 하루 중 대기오염물질 농도 그래프에서 정오~오후에 최고 농도를 보이는 곡선 A에 해당하는 물질은?

- ① SO₂
- ② N₂O
- ③ CO
- ④ PAN

정답 4 햇빛이 강한 정오~오후에 광화학 반응으로 생기는 옥시단트(O₃·PAN)가 피크

서술형

Q2. 광화학 스모그에서 NO, NO₂, 옥시단트의 하루 중 농도 변화를 설명하시오.

모범답안

출근 시간대인 오전에 자동차에서 배출된 NO가 먼저 최고 농도를 보이고, NO가 산화되면서 곧이어 NO₂가 증가한다. 이후 햇빛이 강해지는 정오~오후에 NO₂와 탄화수소가 광화학 반응을 일으켜 O₃, PAN 같은 옥시단트가 최고 농도에 이른다. 햇빛이 없는 밤에는 옥시단트 농도가 감소한다.

NO → NO₂ → O₃·PAN

2-3 입자상 물질 (PM10 · PM2.5)



중요도



기출

12 문항

출제 연도

6 / 7년

연도별

19

20

21

22

23

24

25

25 TF 11 · 24 TF 11 · 23 TF 11 · 25 객 1 · 24 객 1 · 23 객 1 · 25 주 2 · 22 1 · 22 6 · 21 6 · 20 4 · 20 7

개념

PM10 vs PM2.5

- PM10 $\leq 10 \mu\text{m}$, PM2.5 $\leq 2.5 \mu\text{m}$ (초미세먼지)
- PM2.5가 NOx·SOx를 전구체로 대기 중 반응해 2차 생성** — 'PM10이 전구체로 생성' → F (21 족보 정답; 22 6 ㉠·23 TF 11 반복)
- 0.1~2.5 μm 크기가 **폐 침착이 가장 큼**, 석면·중금속·PAH 등이 건강장해 유발

PM2.5가 더 유해한 이유 (25 주 2 신출)

- 크기가 작아 **폐포 깊숙이 침착** → 혈액으로 이동, 전신(심혈관) 영향
- 같은 질량에서 **표면적이 넓어** 중금속·PAH 등 유해물질 흡착·접촉이 큼 → T
- 제거(섬모운동·기침)가 어려워 체내 체류 시간이 김

폐-심장순환 영향 (객관식 단골)

- PM → **염증반응, 응고작용** 항진, **자율신경계 이상**(심박변이) → 심혈관 질환
- '영향이 먼 것' 정답 = ㉠ **죽종붕괴** (25 객 1 정답 굵게 표시, 24 동일)

시험 핵심 비교

PM10 vs PM2.5

	PM10	PM2.5
크기	$\leq 10 \mu\text{m}$	$\leq 2.5 \mu\text{m}$
침착 부위	상·하기도	폐포 → 혈류
생성	주로 1차 (비산먼지)	2차 생성 多 (NOx·SOx 전구체)
표면적·흡착	작음	넓음 → 유해물질 접촉 ↑

암기

- 2.5 = 폐포·표면적↑·2차 생성 / 폐-심장 영향 아닌 것 = 죽종붕괴**

연결 포인트

2-1

대기오염물질 분류 · EPA 6대 물질 · 가스상 물질

PM = EPA 6대 물질, 전구체 NO_x·SO_x

이동 →

6-4

필수지방산 · 에이코사노이드 · n-3 심혈관 예방

심혈관 질환 예방(n-3)과 같은 표적 장기

이동 →

예상 문제

객관식

Q1. 입자상 오염물질의 건강영향에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 0.1~2.5 μm 크기의 입자가 폐에 침착되는 정도가 가장 크다
- ② 석면, 중금속, PAH 등에 의해 건강장해가 유발된다
- ③ PM10은 질소산화물·황산화물이 전구체로 작용하여 반응에 의해 생성된다
- ④ PM2.5는 PM10보다 표면적이 넓어 유해물질과의 접촉이 크다

정답 ③ 전구체(NO_x·SO_x)에서 2차 생성되는 것은 PM2.5

서술형

Q2. PM2.5가 PM10보다 더 큰 건강영향을 보이는 이유를 2가지 쓰시오.

모범답안

첫째, PM2.5는 입자가 작아 상기도에서 걸러지지 않고 폐포 깊숙이 침착되며, 일부는 혈액으로 들어가 심혈관계 등 전신에 영향을 준다. 둘째, 같은 질량일 때 표면적이 훨씬 넓어 중금속·PAH 같은 유해물질을 많이 흡착하고 조직과의 접촉이 크다.

폐포 침착·혈류 이동 / 넓은 표면적

2-4

실내공기 라돈 · 담배 발암물질 NNN/NNK



중요도



기출

9 문항

출제 연도

6 / 7년

연도별

19

20

21

22

23

24

25

25 주 3 · 24 객 6 · 23 주 4 · 22 33 · 22 34 · 21 주 4 · 21 주 5 · 20 주 3 · 20 주 4

개념

라돈 (Rn-222)

- 라듐(Ra)의 붕괴로 생성되는 방사성 기체 — 토양·건축자재에서 실내로 유입
- 실내(indoor) 대기오염물질, 흡입 → 폐에 α 선 조사 → 폐암
- 최근 우리나라에서 관심 (라돈 침대 등) → 주관식 정답 라돈

담배 특이 니트로사민 (TSNA)

- 니코틴(알칼로이드) 유래 → NNN(N'-nitrosonornicotine), NNK
- CYP에 의해 대사활성화 → DNA 부가체 → 발암성
- 24 객 6 정답 NNN / 23·22·21·20 주관식 'NNN, NNK 쓰기'

암기

- 라듐 붕괴 → 라돈 (실내·폐암) / 니코틴 → NNN·NNK (CYP 활성화)

연결 포인트

3-1

방사선의 종류 ($\alpha \cdot \beta \cdot \gamma$)라돈의 폐 손상 = α 선 내부피폭

이동 →

3-2

방사선량 단위 · 내부조사

흡입 = 내부조사

이동 →

예상 문제

객관식

Q1. 라듐의 붕괴로 생성되며, 실내 대기오염물질로서 흡입 시 폐에 영향을 주어 최근 우리나라에서 관심을 받는 물질은?

- ① 포름알데히드
- ② 라돈
- ③ 석면
- ④ 일산화탄소

정답 ② 라듐 → 라돈(방사성 기체) — 실내 흡입 → 폐암

서술형

Q2. 담배에 포함된 니코틴 유래 발암물질 2가지를 쓰고 발암 기전을 간단히 설명하시오.

모범답안

담배의 니코틴 등 알칼로이드로부터 담배 특이 니트로사민인 NNN과 NNK가 생성된다. 이들은 그 자체보다 체내에서 CYP에 의해 대사활성화되어 반응성 대사체를 만들고, 이것이 DNA와 결합해 발암성을 나타낸다.

NNN · NNK · CYP 대사활성화

3-1 방사선의 종류 ($\alpha \cdot \beta \cdot \gamma$)

중요도



기출

9 문항

출제 연도

5 / 7년

연도별

19 20 21 22 23 24 25

25 TF 7 · 25 TF 8 · 25 TF 9 · 24 TF 7 · 24 TF 8 · 23 TF 7 · 23 TF 9 · 22 5 · 20 15

개념

 $\alpha \cdot \beta \cdot \gamma$ 비교

- α 선 = 양성자 2 + 중성자 2 (헬륨핵), (+) 전하, 전리작용 가장 강함, 투과력 최악 → 종이로 차폐 → TF T
- β 선 = 전자, (-) 전하, 투과력 중간 → 종이 투과, 알루미늄·플라스틱으로 차폐
- γ 선 = 전자기파, 전하 없음, 투과력 최대 → 납·콘크리트 차폐, 외부피폭 시 문제
- ' γ 선은 투과력이 가장 크므로 내부피폭 시 장해' → F (내부피폭 장해 최대 = α)

헛갈리게 내는 포인트

- ' β 선은 양성자와 중성자로 이루어져 종이를 투과' (24 TF 8) → F — 양성자+중성자는 α
- ' β 선은 종이를 막을 수 있다' (22 5번 L) → F
- 전리작용 $\alpha > \beta > \gamma$ / 투과력 $\gamma > \beta > \alpha$ — β 선 '강한 전리작용' 문장은 α 와 비교해 판단

시험 핵심 비교

방사선 3종

	α	β	γ
본체	He 핵 ($p2+n2$)	전자	전자기파
전하	+2	-1	없음
전리작용	가장 강함	중간	약함
투과력·차폐	종이	알루미늄	납·콘크리트
위험 피폭	내부피폭	내·외부	외부피폭

암기

- α = 헬륨핵·종이·전리 최강·내부피폭 / γ = 투과 최강·외부피폭

연결 포인트

3-2

방사선량 단위 · 내부조사

방사선 가중치: α 20, $\beta \cdot \gamma$ 1 → 등가선량

이동 →

2-4

실내공기 라돈 · 담배 발암물질 NNN/NNK

라돈 = α 방출 → 폐 내부피폭

이동 →

예상 문제

객관식

Q1. 방사선에 관한 설명으로 옳은 것은?

- ① β 선은 양성자와 중성자로 이루어져 있으며 종이를 투과할 수 있다
- ② α 선은 양성자와 중성자로 이루어져 있으며 종이를 차폐 가능하다
- ③ γ 선은 투과력이 가장 크므로 내부피폭 시 장해가 가장 크다
- ④ β 선은 종이를 막을 수 있다

정답 ② α = 헬륨핵(양성자 2·중성자 2), 투과력이 약해 종이를 차폐

서술형

Q2. α 선, β 선, γ 선의 구성, 투과력, 피폭 시 주요 위험을 비교하여 서술하시오.

모범답안

α 선은 양성자 2개와 중성자 2개로 된 헬륨핵으로 전리작용이 가장 강하지만 투과력이 약해 종이를 차폐되며, 체내에 들어온 내부피폭 시 장해가 크다. β 선은 전자로 투과력이 중간이어서 종이는 투과하고 알루미늄 등으로 차폐된다. γ 선은 전하가 없는 전자기파로 투과력이 가장 커 납·콘크리트로 차폐해야 하며 외부피폭이 주로 문제가 된다.

α 내부피폭 · γ 외부피폭

3-2 방사선량 단위 · 내부조사



중요도



기출

8 문항

출제 연도

5 / 7년

연도별

19

20

21

22

23

24

25

25 TF 10 · 24 TF 10 · 23 TF 10 · 25 객 3 · 24 객 3 · 23 객 3 · 22 9 · 20 15

개념

선량 단위

- 흡수선량 = 물질 1 kg에 흡수된 에너지 → 단위 **Gy (그레이)**
- 등가선량 = 흡수선량 × 방사선 가중치(α 20, β · γ 1) → '방사선이 인체에 흡수되어 영향을 끼치는 정도' → 단위 **Sv (시버트)**
- 정답: ㉔ 등가선량 - 시버트 (25·24·23·22 반복)
- (교과서: 유효선량 = 등가선량 × 조직가중치, 단위 Sv)

내부조사 (내부피폭)

- 식품오염으로 인한 장애 → 방사성 물질 섭취 → 내부조사 유발
- 체내에 머물며 상호작용이 많은 장기(축적 장기)에 지속적으로 영향 → TF T
- 예: I-131 → 갑상선, Sr-90 → 뼈, Cs-137 → 근육(전신)

시험 핵심 비교

선량 짝 맞추기

개념	의미	단위
흡수선량	물질에 흡수된 에너지	Gy
등가선량	인체 영향 정도 (가중치 반영)	Sv

암기

- 인체 영향 = 등가선량 = Sv / 흡수 에너지 = 흡수선량 = Gy
- 식품오염 → 내부조사 → 상호작용 많은 장기

연결 포인트

3-1

방사선의 종류 (α · β · γ)방사선 가중치 차이 = α 의 전리작용이 강하기 때문

이동 →

예상 문제

객관식 Q1. '방사선이 인체에 흡수되어 영향을 끼치는 정도'를 나타내는 용어와 단위가 바르게 짝지어진 것은?

- ① 흡수선량 - 그레이
- ② 등가선량 - 시버트
- ③ 흡수선량 - 시버트
- ④ 등가선량 - 그레이

정답 ② 인체 영향(방사선 가중치 반영) = 등가선량, 단위 Sv

서술형 Q2. 흡수선량과 등가선량을 단위와 함께 구분하여 설명하시오.

모범답안

흡수선량은 방사선이 물질 1 kg에 전달한 에너지의 양으로 단위는 그레이(Gy)이다. 등가선량은 흡수선량에 방사선의 종류별 가중치(α 선 20, β - γ 선 1)를 곱하여 방사선이 인체에 흡수되어 영향을 끼치는 정도를 나타낸 값으로 단위는 시버트(Sv)이다.

흡수선량 Gy · 등가선량 Sv

4-1

수질오염 지표 (BOD · COD · TOC/TOD · NBOD)



중요도



기출

10 문항

출제 연도

6 / 7년

연도별

19

20

21

22

23

24

25

25 객 4 · 24 객 2 · 24 객 4 · 23 객 4 · 23 주 1 · 22 11 · 22 31 · 21 11 · 21 주 2 · 20 주 1

개념

유기물 지표

- **BOD**: 미생물이 유기물을 분해할 때 소비하는 산소량 (20°C, 5일)
- **COD**: 화학적 산화제로 산화할 때 소비 산소량 — 우리나라는 **KMnO4**
- **TOD**: 유기물을 연소시킬 때 소비되는 산소량 / **TOC**: 유기탄소 총량
- TOC·TOD는 기기 측정 → **BOD, COD에 비해 재현성이 좋다** = 객관식 정답 ☺

BOD 곡선 — A·B 구간 (주관식 단골)

- 1단계 **B = CBOD** (탄소계 BOD): 탄소 유기물 분해, 초기에 상승 후 평형
- 2단계 **A = NBOD** (질소계 BOD): 약 7~10일 후 **질산화**($\text{NH}_3 \rightarrow \text{NO}_2^- \rightarrow \text{NO}_3^-$)로 추가 산소 소비
- 그래프에서 아래 큰 구간 = CBOD, 나중에 위로 더해지는 구간 = NBOD

시험 핵심 비교

수질 지표 비교

지표	측정 원리	특징
BOD	미생물 산소 소비 (5일)	느림, 생분해성만
COD	화학적 산화 (KMnO4)	빠름
TOD / TOC	연소 산소 / 유기탄소	재현성 가장 좋음

암기

- **TOC·TOD = 재현성 좋음 / 그래프 아래 B = CBOD, 위 A = NBOD (질산화)**

연결 포인트

4-2

수질오염과 건강 (부영양화 · microcystin · 수계감염)

유기물 ↑ → BOD ↑ → DO ↓ → 부영양화

이동 →

예상 문제

객관식 Q1. TOC(TOD)에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 미생물이 유기물을 분해할 때 소비하는 산소량이다
- ② 용존산소량에 비례한다
- ③ 우리나라에서는 KMnO_4 로 측정하여 산출한다
- ④ BOD, COD에 비해 재현성이 좋다

정답 4 기기로 연소·측정하므로 재현성 우수 (KMnO_4 는 COD)

서술형 Q2. 시간에 따른 BOD 곡선에서 A(후반 추가 상승)와 B(초기 상승) 구간의 명칭과 의미를 쓰시오.**모범답안**

B 구간은 탄소계 BOD(CBOD)로, 미생물이 탄소계 유기물을 분해하면서 초기에 소비하는 산소량이다. A 구간은 질소계 BOD(NBOD)로, 약 7~10일 이후 질산화 세균이 암모니아를 아질산·질산으로 산화하면서 추가로 소비하는 산소량이다.

$$B = \text{CBOD} \cdot A = \text{NBOD}(\text{질산화})$$

4-2 수질오염과 건강 (부영양화 · microcystin · 수계감염)

★★★★

중요도

★★★★

기출

16 문항

출제 연도

6 / 7년

연도별

19

20

21

22

23

24

25

25 TF 12 · 24 TF 12 · 24 TF 13 · 24 TF 14 · 23 TF 13 · 23 TF 14 · 25 주 5 · 23 주 5 · 22 7 · 22 8 · 22 35 · 21 7 · 21 주 6 · 20 8 · 20 9 · 20 주 5

개념

부영양화 · 남조류

- 부영양화 주요 원소 = 질소(N)와 인(P) → 'P와 S' → F
- 조류 대량 번식 → 사멸·분해 → 용존산소 ↓ → 어류 폐사
- 남조류 독소 **microcystin** = 간독성(간장애) → '신경독성' → F (24·23·22·21 반복)

생물농축 · 수계감염

- 중금속, 잔류 유기염소계 농약 → 먹이사슬을 통해 농축 → 사람 건강영향 → T
- 수계감염병: 경구-분변 경로, 여름철 다발
- 주관식: (A) **Cryptosporidium** — 낭포체(oocyst)로 전파, (B) 염소 소독에 대한 저항성이 강함

암기

- 부영양화 = N·P / microcystin = 간독성 / Cryptosporidium = 낭포체·염소 저항

연결 포인트

4-1

수질오염 지표 (BOD · COD · TOC/TOD · NBOD)

유기물 증가 → BOD ↑ · DO ↓

이동 →

4-3

염소소독 · 불연속점 · THM

염소소독으로도 제거 안 되는 원충

이동 →

1-1

환경인자와 질병부담 · 기여분율

수계감염 = 지역차 큰 감염성 질환

이동 →

예상 문제

객관식 Q1. 수질오염과 건강에 관한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 수계성 감염병은 주로 경구-분변 경로를 통해 전파된다
- ② 수계성 감염병은 여름철에 더 많이 발생한다
- ③ 중금속과 잔류 유기염소계 농약은 먹이사슬을 통해 농축된다
- ④ 남조류가 생산하는 microcystin은 신경독성을 일으킨다

정답 ④ microcystin은 간독성(간장애)

서술형 Q2. 부영양화의 원인 원소 2가지를 쓰고, 남조류 독소의 주된 독성 표적을 쓰시오.

모범답안

부영양화의 주요 원인 원소는 질소(N)와 인(P)으로, 이들이 과잉 유입되면 조류가 대량 번식한다. 번식한 조류가 죽어 분해되면서 용존산소가 고갈되어 수질이 악화된다. 남조류가 생산하는 microcystin은 신경이 아니라 간에 독성을 나타낸다.

N · P / microcystin → 간

4-3 염소소독 · 불연속점 · THM



중요도



기출

20 문항

출제 연도

6 / 7년

연도별

19 20 21 22 23 24 25

25 TF 15 · 25 TF 16 · 25 TF 18 · 25 TF 19 · 24 TF 15 · 24 TF 16 · 24 TF 17 · 24 TF 18 · 24 TF 19 · 23 TF 15 · 23 TF 16 · 23 TF 17 · 23 TF 18 · 24 주 10 · 22 10 · 22 40 · 21 9 · 21 10 · 20 10 · 20 11

개념

잔류염소의 종류

- $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HOCl} + \text{HCl}$, $\text{HOCl} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{OCl}^-$ (pH 낮을수록 HOCl ↑)
- **유리잔류염소** = 차아염소산(HOCl), 차아염소산이온(OCl^-) / **결합잔류염소** = chloramine → T
- **살균력: HOCl** >> OCl^- (약 80배) > chloramine / 잔류성: chloramine이 큼
- '살균력은 차아염소산이온이 높고 잔류성은 차아염소산이 높다' → F

불연속점 염소처리 (그림 5-29, p.502)

- 순수한 물: 염소요구량 0 → 주입한 염소 = 잔류염소 → T
- 암모니아·유기성 질소 함유 물: 주입 ↑ → NH_2Cl 생성(증가) → $\text{NHCl}_2 \cdot \text{N}_2$ 로 분해(감소) → 불연속점
- 불연속점의 염소주입량 = 염소요구량 → 족보 T
- 불연속점 이후 증가 구간 = HOCl, NCl_3 , N_2 (그림 박스 표기) → 가·르·모

THM (트리할로메탄)

- 염소 + 유기물(휴믹산 등 전구물질) → **소독부산물**, 발암 의심 물질
- 'THM은 살균력과 잔류력이 강해 물의 청정도 유지에 중요' → F

시험 핵심 비교

불연속점 곡선 구간

구간	주 생성물	잔류염소
1 (상승)	NH_2Cl	결합잔류염소 증가
2 (감소)	NH_2Cl , NHCl_2 , N_2	분해되어 감소
불연속점	—	최저 (여기까지 주입량 = 염소요구량)
3 (재상승)	HOCl, NCl_3 , N_2	유리잔류염소 증가

암기

- 유리 = $\text{HOCl} \cdot \text{OCl}^-$ / 결합 = chloramine / 살균력 $\text{HOCl} > \text{OCl}^-$
- 불연속점 주입량 = 염소요구량 / 이후 증가 = $\text{HOCl} \cdot \text{NCl}_3 \cdot \text{N}_2$

연결 포인트

4-4

PPCP (잔류의약품)

염소 산화로도 PPCP는 남는다

이동 →

4-2

수질오염과 건강 (부영양화 · microcystin · 수계감염)

Cryptosporidium = 염소 저항성

이동 →

예상 문제

객관식

Q1. 염소소독과 THM에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 순수한 물에서는 주입한 염소량만큼 잔류염소가 증가한다
- ② 유리잔류염소는 HOCl 과 OCl^- , 결합잔류염소는 chloramine이다
- ③ 살균력은 차아염소산이온이 높고 잔류성은 차아염소산이 높다
- ④ 유기성 질소가 함유된 물에서 불연속점의 염소주입량이 염소요구량이다

정답 ③ 살균력은 HOCl 이 OCl^- 보다 훨씬 강함

서술형

Q2. 불연속점 곡선에서 불연속점 이후 잔류염소가 증가하는 구간에 포함되는 물질을 쓰고, 유리잔류염소와 결합잔류염소를 구분하시오.

모범답안

불연속점 이후 증가 구간에는 HOCl , NCl_3 , N_2 가 포함되며 이 구간의 잔류염소는 주로 유리잔류염소이다. 유리잔류염소는 차아염소산(HOCl)과 차아염소산이온(OCl^-)이고, 결합잔류염소는 암모니아와 결합한 chloramine이다. 살균력은 HOCl 이 가장 강하고 chloramine은 약하지만 잔류성이 크다.

$\text{HOCl} \cdot \text{NCl}_3 \cdot \text{N}_2$ / 유리 vs chloramine

4-4 PPCP (잔류의약품)



중요도



기출

7 문항

출제 연도

5 / 7년

연도별

19

20

21

22

23

24

25

25 TF 21 · 24 TF 20 · 24 TF 21 · 23 TF 20 · 23 TF 21 · 22 12 · 20 13

개념

PPCP = 의약품·개인위생용품

- 의약품은 저농도에서도 생리활성을 나타내도록 만들어짐
- 개인적·산발적·매일 사용 → 하수·환경으로 지속 유입
- 염소 산화 후에도 잔존량 있음 → '잔류의약품은 거의 없다' → F
- '약은 체내 대사 후 잔류가 없다' (25 TF 21) → F — 미변화체·대사체가 배설되어 환경에 남음

암기

- PPCP = 저농도 활성 · 매일 유입 · 염소로도 남는다

연결 포인트

4-3

염소소독 · 불연속점 · THM

염소 산화로 완전 제거 안 됨

이동 →

예상 문제

객관식

Q1. PPCP(잔류의약품)에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 의약품은 인체를 위해 만들어졌으므로 염소 산화 후 잔류량이 거의 없다
- ② 약은 체내에서 모두 대사되므로 환경 잔류가 없다
- ③ 염소에 의한 처리 후에도 잔존량이 있다
- ④ 고농도에서만 생리활성을 나타낸다

정답 ③ 정수 염소 산화로 완전히 제거되지 않음

서술형

Q2. PPCP가 수계에 잔류하여 문제가 되는 이유를 서술하시오.

모범답안

PPCP는 의약품과 개인위생용품으로, 저농도에서도 생리활성을 나타내도록 만들어졌다. 개인이 매일 산발적으로 사용하므로 미변화체와 대사체가 하수로 지속 유입되며, 정수 과정의 염소 산화 후에도 잔존량이 남아 생태계와 사람에게 장기 노출될 수 있다.

저농도 활성 · 지속 유입 · 염소 후 잔존

5-1 필수영양소 · 영양불량



중요도



기출

7 문항

출제 연도

7 / 7년

연도별

19 20 21 22 23 24 25

25 TF 22 · 24 TF 22 · 23 TF 22 · 22 13 · 21 14 · 20 17 · 19 OX(1)

개념

필수영양소 (p.614)

- 족보 문장: '인체가 **필수로 필요로 하는** 것으로 **식이 섭취하거나 체내에서 합성하여 사용**' → 25·24·19 족보 T
- (교과서 일반 정의: 체내에서 합성되지 않거나 부족해 **반드시 식이로** 섭취 — 22 족보 메모엔 이 보기에 X 표시, 주의)
- **영양불량** = 특정 영양소가 (장기간) **부족하거나 과잉**인 상태 — 결핍만이 아님
- 생체에서 주로 이용되는 단당류는 **D형**, **L형**은 대체 감미료로 사용

암기

- 필수영양소 = 필수로 필요 · 식이 또는 체내 합성 (족보 T) / 영양불량 = 부족 + 과잉

연결 포인트

5-2

탄수화물 흡수 · 대사 · 과다섭취

같은 객관식 보기 묶음 — 포도당·갈락토스 수송체

이동 →

6-4

필수지방산 · 에이코사노이드 · n-3 심혈관 예방

필수지방산 = 체내 합성 불가

이동 →

7-2

단백질 질 평가 (생물가 · NPU · 화학가 · 제한아미노산)

필수아미노산과 제한아미노산

이동 →

예상 문제

객관식

Q1. 영양에 대한 설명으로 타당하지 않은 것은?

- ① 영양불량이란 특정 영양소가 부족하거나 과잉되는 현상이다
- ② 생체에서 주로 이용되는 형태는 D형 단당류이며 L형은 감미료로 사용된다
- ③ 포도당과 갈락토스는 수송체를 공유하므로 경쟁적으로 흡수된다
- ④ 영양불량은 특정 영양소의 결핍만을 의미한다

정답 ④ 영양불량 = 결핍과 과잉을 모두 포함

서술형 Q2. 필수영양소와 영양불량의 개념을 설명하시오.

모범답안

필수영양소는 인체가 생명 유지와 성장에 필수적으로 필요로 하는 영양소로, 족보 기준 식이로 섭취하거나 체내에서 합성하여 사용한다. 영양불량은 특정 영양소가 부족하거나 반대로 과잉된 상태를 모두 포함하는 개념이다.

필수 · 식이/합성 · 부족+과잉

5-2 탄수화물 흡수 · 대사 · 과다섭취



중요도



기출

19 문항

출제 연도

6 / 7년

연도별

19

20

21

22

23

24

25

25 TF 23 · 25 TF 26 · 25 TF 27 · 25 TF 28 · 24 TF 23 · 24 TF 25 · 24 TF 26 · 24 TF 27 · 24 TF 28 · 23 TF 23 · 23 TF 25 · 23 TF 27 · 23 TF 28 · 22 14 · 21 15 · 21 16 · 20 18 · 20 19 · 20 20

개념

소화·흡수 (p.618-621)

- 포도당·갈락토스 → **SGLT1**(Na⁺ 공동수송) 공유 → **경쟁적 흡수** → 기저막 **GLUT2** → T
- 셀룰로오스** = **β(1→4)** 결합 → 족보 판정: '인간 소화효소로 분해할 수 있다' = T (25 TF 28), '분해할 수 없다' = F (24·23 TF 28) (교과서: 사람은 β1→4 분해효소가 없어 분해 불가)
- 전분·글리코겐은 α 결합 → 아밀라아제로 분해
- 유당불내증**: lactase 부족 → 유당이 대장에서 발효 → 가스·설사

혈당 조절 (p.621-622)

- 인슐린**: glucose → **glycogen**으로 저장
- 에피네프린·글루카곤**: 글리코겐 분해 → 혈당 ↑ = 인슐린 **길항** → '에피네프린이 인슐린을 도와 glucose를 glucagon으로 저장' → F
- Incretin**(GLP-1, GIP): 같은 양이면 **경구 포도당**이 정맥주사보다 인슐린 분비 ↑ → '정맥주사가 더 크다' F / '경구에 더 민감' T
- 당신생**: 아미노산(alanine 등) → 포도당

과다섭취 (p.627)

- 단기적으로 **고지혈증**(TG ↑), **Na⁺ 저류** → 심혈관질환 위험 → 족보 T

시험 핵심 비교

탄수화물 TF 정리

문장	판정
포도당·갈락토스 수송체 공유 → 경쟁 흡수	T
셀룰로오스 $\beta 1 \rightarrow 4$, 사람이 분해 가능	T (죽보; 교과서는 분해 불가)
에피네프린이 인슐린을 도와 glucagon으로 저장	F
Incretin: 정맥 포도당이 경구보다 인슐린 작용 큼	F
과다섭취 → 단기 고지혈증· Na^+ 저류	T

암기

- SGLT1 공유(Glc·Gal) / 셀룰로오스 $\beta 1 \rightarrow 4$ (죽보: 분해 가능 T) / 저장형 = glycogen (glucagon 아님)
- Incretin → 경구 > 정맥

연결 포인트

5-3

식이섬유 (점도 · 함수능 · 양이온교환)

셀룰로오스 = 불용성 식이섬유

이동 →

7-1

단백질 대사 · 질소균형 · 요소

아미노산 → 포도당(당신생)

이동 →

6-2

지질의 소화 · 흡수 · 지단백 운반

과다 탄수화물 → TG·VLDL ↑

이동 →

예상 문제

객관식

Q1. 탄수화물에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 포도당과 갈락토스는 수송체를 공유하므로 경쟁적으로 흡수된다
- ② 에피네프린은 인슐린의 작용을 도와 glucose를 glucagon으로 저장한다
- ③ 셀룰로오스는 포도당이 $\beta(1 \rightarrow 4)$ 결합으로 연결된 다당류이다
- ④ Incretin 작용으로 경구 포도당이 정맥 포도당보다 인슐린 분비를 더 크게 일으킨다

정답 ② 에피네프린은 인슐린과 길항, 저장 형태는 glycogen

서술형 Q2. Incretin 효과를 설명하고, 탄수화물 과다섭취 시 단기적인 심혈관계 위험을 서술하시오.

모범답안

Incretin은 음식 섭취 시 장에서 분비되는 GLP-1, GIP 등의 호르몬으로, 같은 양의 포도당이라도 정맥주사보다 경구섭취 시 인슐린 분비를 더 크게 일으킨다. 탄수화물을 과도하게 섭취하면 단기적으로 중성지방이 증가하는 고지혈증이 나타나고 Na^+ 저류가 일어나 심혈관질환의 위험이 커진다.

경구 > 정맥 · 고지혈증 · Na^+ 저류

5-3 식이섬유 (점도 · 함수능 · 양이온교환)

★★★

중요도
★★★

기출
10 문항

출제 연도
5 /7년

연도별
19 20 21 22 23 24 25

24 객 5 · 25 주 6 · 24 주 6 · 22 15 · 22 36 · 21 5 · 21 17 · 21 주 7 · 20 21 · 20 주 6

개념

(A) 이행을 느리게 = 점도 (수용성)

- 펙틴·검·β-glucan → 점도 ↑ → 위 배출·소장 이행 지연
- 당뇨 환자: 점도 높은 섬유 섭취 → 혈중 포도당 ↓, 체내 합성 케톤체 ↓ (25 족보 모범답안; 교과서 배경: 혈중 콜레스테롤도 ↓)

(B) 이행을 빠르게 = 함수능 (불용성)

- 셀룰로오스·리그닌 → 물을 흡수(함수능) → 변 부피 증가 → 이행 촉진
- 배설 속도 증가 → 변비 개선, 궤양 회복에 효과 (25 족보 모범답안; 교과서 배경: 게실증 예방)

양이온교환능 — 알긴산칼륨

- 알긴산칼륨염이 장에서 K⁺를 내놓고 Na⁺와 교환 → Na⁺ 배설 ↑
- 고혈압 완화 (그림 주고 고르기, 24 객 5 · 22 15 · 21 17)

시험 핵심 비교

섬유질의 성질과 임상적용

성질	대표	작용	임상
점도 (A)	펙틴, 검	이행 지연	당뇨(혈당·케톤체↓)
함수능 (B)	셀룰로오스	변 부피↑, 이행 촉진	변비, 궤양 회복
양이온교환	알긴산칼륨	K ⁺ ↔ Na ⁺	고혈압

암기

- 느리게 = 점도 = 당뇨(혈당·케톤체↓) / 빠르게 = 함수능 = 변비·궤양 / 알긴산칼륨 = Na 교환 = 고혈압

연결 포인트

5-2

탄수화물 흡수 · 대사 · 과다섭취

셀룰로오스 = 불용성 섬유(함수능)

이동 →

6-2

지질의 소화 · 흡수 · 지단백 운반

점도 섬유 → 콜레스테롤 감소

이동 →

예상 문제

객관식

Q1. 알긴산칼륨염의 구조와 작용 그림이 주어졌다. 이 식이섬유의 성질과 임상적용이 바르게 연결된 것은?

- ① 점도 - 당뇨 환자의 식후 혈당 감소
- ② 함수능 - 변비 개선
- ③ 양이온교환 - 고혈압 완화
- ④ 흡착능 - 담석 예방

정답 ③ 알긴산칼륨은 K⁺를 내주고 Na⁺와 교환해 배설 → 혈압 저하

서술형

Q2. 섬유질은 입에서 회장으로 이행되는 속도를 (A) 느리게 하는, (B) 빠르게 하는 상반된 작용을 한다. (A), (B)에 맞는 섬유질의 특성과 임상적용을 쓰시오.

모범답안

(A)는 점도로, 점도가 높은 수용성 섬유질은 위 배출과 소장 이행을 늦춘다. 당뇨 환자에게 점도가 높은 섬유질을 섭취시키면 혈중 포도당과 체내 합성 케톤체가 감소한다. (B)는 함수능으로, 불용성 섬유질이 물을 흡수해 내용물의 부피를 늘리고 배설 속도를 증가시키므로 변비를 개선하고 궤양 회복에 효과가 있다.

A 점도 - 당뇨(혈당·케톤체↓) / B 함수능 - 변비·궤양

6-1 지질의 기능 · 지방산 표기



중요도



기출

11 문항

출제 연도

6 / 7년

연도별

19

20

21

22

23

24

25

25 TF 31 · 25 TF 32 · 24 TF 29 · 24 TF 32 · 23 TF 29 · 23 TF 31 · 23 TF 32 · 22 16 · 20 22 · 19 OX(2) · 19 3

개념

지질의 기능·분포

- 에너지원, 세포막 성분, 호르몬·비타민의 전구체 → 성장에 관여 → T
- 식이지질 중 가장 많은 것 = 중성지방(TG) → '세포막 구성 인지질' → F (족보 메모 '중성')
- 포화지방산은 실온에서 고체 (액체 → F), 불포화지방산은 액체

지방산 표기 (p.634)

- 리놀레산 = C18:2, n-6,9 → 탄소 18개, 이중결합 2개
- 메틸(ω) 말단 탄소부터 세어 6번째, 9번째에 이중결합 → T (25·23·22·20·19 반복)
- n-6 첫 이중결합 위치 = 메틸 말단에서 6번째 / n-3는 3번째

시험 핵심 비교

주요 지방산

지방산	표기	계열
리놀레산	C18:2	n-6
γ -리놀렌산(GLA)	C18:3	n-6
아라키돈산	C20:4	n-6
α -리놀렌산	C18:3	n-3
EPA	C20:5	n-3
DHA	C22:6	n-3

암기

- C18:2 n-6,9 = 탄소18·이중결합2·메틸 말단 6·9번 / 식이지질 최다 = TG

연결 포인트

6-4

필수지방산 · 에이코사노이드 · n-3 심혈관 예방

리놀레산 → 아라키돈산 (n-6 계열)

이동 →

6-3

콜레스테롤 vs 콜레스테롤 에스터 (LCAT)

호르몬 전구체 = 콜레스테롤

이동 →

예상 문제

객관식

Q1. 지질에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 식이지질 중 가장 많은 비율을 차지하는 것은 세포막을 구성하는 인지질이다
- ② 포화지방산은 실온에서 액체로 존재한다
- ③ 리놀레산(C18:2, n-6,9)은 메틸 말단 탄소부터 6번째, 9번째에 이중결합을 가진다
- ④ 지질은 호르몬이나 비타민의 전구체가 되지 않는다

정답 ③ n 표기는 메틸(ω) 말단 기준 — 리놀레산은 6·9번째 이중결합

서술형

Q2. 리놀레산의 표기 (C18:2, n-6,9)가 의미하는 바를 설명하시오.

모범답안

C18:2는 탄소 18개로 이루어져 있고 이중결합이 2개 있다는 뜻이다. n-6,9는 메틸 말단 탄소를 1번으로 세었을 때 6번째와 9번째 탄소에 이중결합이 있음을 나타낸다. 첫 이중결합이 메틸 말단에서 6번째에 있으므로 n-6 계열 필수지방산이다.

탄소 18 · 이중결합 2 · 메틸 말단 6·9

6-2 지질의 소화 · 흡수 · 지단백 운반



중요도

★★★★

기출

15 문항

출제 연도

7 / 7년

연도별

19

20

21

22

23

24

25

25 TF 30 · 25 TF 33 · 25 TF 34 · 25 TF 35 · 24 TF 30 · 24 TF 33 · 24 TF 34 · 24 TF 35 · 23 TF 33 · 23 TF 35 · 22 18 · 21 20 · 20 24 · 19 13.1 · 19 13.2

개념

소화·흡수 (p.636)

- 담즙산염 + 2-MAG(+유리지방산)로 이뤄진 **micelle** 형태로 흡수
- '담즙산염은 지단백질의 주요 구성성분' → F — 담즙산염은 장간순환으로 재흡수
- 장세포에서 TG 재합성 → **chylomicron**

지단백 운반 (p.639)

- 외인성 지질 → **chylomicron** → 림프 → **지방대사 세포**(지방·근육)로 이동 → T
- 내인성: 간에서 **VLDL** 구성·방출 → 모세혈관 **LPL**이 TG 가수분해 → 유리 지방산이 세포로 → T
- VLDL → IDL → **LDL**(말초로 콜레스테롤) / **HDL**(역수송)
- 혈중 과도한 LDL(족보 표기 '**reduced LDL**') → **플라크·동맥경화** → 24·25 족보 T 표시 (교과서/일반: 플라크 형성 = 산화 LDL; 21 메모엔 '틀린 보기'로 기록 — 주의)

지단백 구조

- core**(소수성): TG, 콜레스테롤 에스터 / **표면**(친수성): 인지질, 유리 콜레스테롤, apoprotein

시험 핵심 비교

지단백 종류

지단백	생성	운반
Chylomicron	소장	외인성 TG → 지방·근육
VLDL	간	내인성 TG
LDL	VLDL 대사	콜레스테롤 → 말초
HDL	간·소장	말초 콜레스테롤 → 간

암기

- micelle = 담즙산염 + 2-MAG (담즙산염은 지단백 성분 X)
- 외인성 = CM / 내인성 = VLDL → LPL → FFA

연결 포인트

6-3

콜레스테롤 vs 콜레스테롤 에스터 (LCAT)

지단백 core의 콜레스테롤 에스터, HDL의 LCAT

이동 →

8-1

비타민 A (레티놀 · 레티날 · 레티노산)

지용성 비타민도 micelle·CM으로 흡수

이동 →

예상 문제

객관식

Q1. 지질의 소화·흡수와 운반에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 지질은 담즙산염과 2-MAG로 이뤄진 micelle 형태로 흡수된다
- ② 담즙산염은 지단백질의 주요 구성성분이다
- ③ 소장에서 흡수된 외인성 지질은 주로 chylomicron을 생성하여 지방대사 세포로 이동한다
- ④ 간에서 VLDL을 구성하여 방출하고 LPL에 의해 유리된 지방산이 지방대사 세포로 들어간다

정답 ② 담즙산염은 micelle 형성 후 장간순환 — 지단백 구성성분 아님

서술형

Q2. 외인성 지질과 내인성 지질이 운반되는 과정을 지단백 중심으로 서술하시오.

모범답안

식이로 섭취한 외인성 지질은 담즙산염과 2-MAG로 된 micelle로 흡수된 뒤 장세포에서 중성지방으로 재합성되어 chylomicron을 이루고, 림프를 거쳐 지방·근육 등 지방대사 세포로 이동한다. 간에서 합성된 내인성 지질은 VLDL로 방출되며, 모세혈관의 LPL이 중성지방을 분해해 유리 지방산이 세포로 들어간다. VLDL은 IDL을 거쳐 LDL이 되어 콜레스테롤을 말초로 운반한다.

micelle → CM / VLDL → LPL → LDL

6-3 콜레스테롤 vs 콜레스테롤 에스터 (LCAT)



중요도



기출

7 문항

출제 연도

7 / 7년

연도별

19 20 21 22 23 24 25

25 객 7 · 24 객 7 · 23 객 7 · 22 20 · 21 22 · 20 26 · 19 OX(4)

개념

구조 그림 문제 (A = OH, B = ester)

- A 콜레스테롤 (3β -OH): 양친매성 → 세포막에 끼어 막 유동성 조절
- B 콜레스테롤 에스터: OH에 지방산 ester → 소수성 → 식이 후 주요 수송(저장) 형태 (지단백 core)
- 성호르몬, 부신피질호르몬(adrenocorticoid), 담즙산, 비타민 D의 전구체

틀린 보기 (매년 정답)

- 'A는 LCAT에 의해 DAG로 분해' → 틀림
- LCAT = lecithin:cholesterol acyltransferase → 레시틴의 지방산을 콜레스테롤에 옮겨 콜레스테롤 에스터 생성 (HDL에서)

시험 핵심 비교

A vs B

	콜레스테롤 (A)	콜레스테롤 에스터 (B)
작용기	3β -OH	지방산 ester
성질	양친매성	소수성
역할	막 유동성, 호르몬 전구체	흡수 후 주요 수송·저장형

암기

- LCAT = 콜레스테롤 → 에스터화 (DAG로 분해 X)

연결 포인트

6-2

지질의 소화 · 흡수 · 지단백 운반

ChE = 지단백 core 성분

이동 →

8-2

비타민 D (calcitriol 활성화)

콜레스테롤 → 비타민 D 전구체

이동 →

예상 문제

객관식 Q1. A(cholesterol)와 B(cholesterol ester)의 구조가 주어졌다. 틀린 것은?

- ① A는 양친매성이며 세포막 유동성에 관여한다
- ② B는 ester 형태로식이 후 주요 수송 형태이다
- ③ 성호르몬, adrenocorticoid 등의 전구체이다
- ④ A는 LCAT에 의해 DAG로 분해된다

정답 ④ LCAT는 콜레스테롤을 에스터화하는 효소

서술형 Q2. 콜레스테롤과 콜레스테롤 에스터의 구조적 차이와 기능을 비교하고 LCAT의 역할을 쓰시오.

모범답안

콜레스테롤은 3번 탄소에 OH기를 가진 양친매성 분자로 세포막에 들어가 막 유동성을 조절하고, 성호르몬·부신피질호르몬·담즙산·비타민 D의 전구체가 된다. 콜레스테롤 에스터는 이 OH기에 지방산이 ester 결합한 소수성 분자로,식이 후 지단백 core에 실려 운반되는 주요 수송 형태이다. LCAT는 레시틴의 지방산을 콜레스테롤에 옮겨 콜레스테롤 에스터를 만드는 효소이다.

OH 양친매성 vs ester 수송형 · LCAT = 에스터화

6-4

필수지방산 · 에이코사노이드 · n-3 심혈관 예방

★★★

중요도

★★★

기출

22 문항

출제 연도

7 / 7년

연도별

19 20 21 22 23 24 25

25 TF 36 · 25 TF 38 · 24 TF 36 · 24 TF 38 · 23 TF 36 · 23 TF 38 · 23 객 6 · 25 주 4 · 25 주 7 · 24 주 4 · 24 주 7 · 23 주 7 · 22 17 · 22 19 · 22 37 · 21 19 · 21 21 · 21 주 8 · 20 23 · 20 25 · 19 2 · 19 5

개념

n-6 계열 → 아라키돈산

- 리놀레산(C18:2) → GLA → DGLA → 아라키돈산 (C20:4)
- 아라키돈산 = COX 기질 → 2-series PG·thromboxane, LOX → 4-series LT (eicosanoid 전구체) → 주관식 정답 아라키돈산
- n-6 결핍: 피부 투과성 증가(피부염), 성장 속도 저해 → T (p.642)

n-3 계열 → EPA

- α-리놀렌산(C18:3) → EPA (C20:5) → DHA
- EPA → 3-series PG·TX, 5-series LT → 'EPA에서 2-series PG, 4-series LT 합성' → F

n-3의 심혈관 질환 예방 기작 (서술 단골, p.643)

- ① EPA 유래 3-series PG(TXA3) → 혈소판 응집 억제 → 혈전증 예방
- ② EPA 유래 5-series LT → 염증반응 억제 → 동맥경화·고지혈증 예방
- (교과서 배경: 혈중 TG 감소, 아라키돈산과 COX 기질 경쟁)

시험 핵심 비교

n-6 vs n-3 에이코사노이드

	n-6	n-3
전구체	아라키돈산 C20:4	EPA C20:5
COX 산물	2-series PG·TX	3-series PG·TX
LOX 산물	4-series LT	5-series LT
작용	응집·염증 촉진	응집·염증 억제

암기

- AA(20:4) → 2·4 series / EPA(20:5) → 3·5 series
- n-3 예방 = 3-series 혈소판 응집 ↓ + 5-series 염증 ↓

연결 포인트

6-1

지질의 기능 · 지방산 표기

C18:2 n-6 표기 → 아라키돈산 C20:4

이동 →

2-3

입자상 물질 (PM10 · PM2.5)

PM의 심혈관 영향 = 염증·응고 — n-3는 반대 방향

이동 →

8-3

비타민 K 순환 · 와파린

혈전 예방 = 와파린과 다른 기전(혈소판 vs 응고인자)

이동 →

예상 문제

객관식

Q1. 필수지방산에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 아라키돈산(C20:4)은 COX의 기질로 prostaglandin, thromboxane의 전구체이다
- ② EPA에서 2-series prostaglandin, 4-series leukotriene이 합성된다
- ③ n-6 계열 지방산이 부족하면 피부 투과성이 증가하고 성장 속도가 저해된다
- ④ 리놀레산은 n-6 계열 필수지방산이다

정답

② EPA → 3-series PG, 5-series LT (2·4 series는 아라키돈산 유래)

서술형

Q2. N-3 필수지방산의 심혈관계 질환 예방 기작을 2가지 이상 서술하시오.

모범답안

첫째, n-3 계열 PUFA인 EPA에서 유도된 3-series prostaglandin(thromboxane A3)은 혈소판의 활성화와 응집을 억제하여 혈전증을 예방한다. 둘째, EPA에서 유도된 5-series leukotriene은 염증반응을 억제하여 동맥경화와 고지혈증의 예방에 효과가 있다. 또한 EPA는 아라키돈산과 COX 기질을 경쟁하여 2-series 에이코사노이드 생성을 줄인다.

3-series 혈소판 응집 억제 · 5-series 염증 억제

7-1 단백질 대사 · 질소균형 · 요소



중요도



기출

22 문항

출제 연도

7 / 7년

연도별

19 20 21 22 23 24 25

25 TF 39 · 25 TF 40 · 24 TF 39 · 24 TF 40 · 23 TF 39 · 23 TF 40 · 25 객 8 · 25 객 9 · 24 객 9 · 23 객 8 · 23 객 9 · 22 21 · 22 22 · 21 23 · 21 24 · 21 26 · 20 27 · 20 28 · 20 30 · 19 OX(6) · 19 OX(9) · 19 OX(10)

개념

단백질 재생과 아미노산

- 단백질 재생률(turnover)은 단백질 종류와 조직마다 다름 → '항상 일정' → F
- 아미노산은 저장되지 않음 → 필요 이상은 간에서 빠르게 제거(탈아미노 → 에너지·당신생) → '간에 저장' → F
- 실무율 법칙(all-or-none): 필수아미노산 1종이라도 부족하면 단백질 합성 제한 (19 OX (o))
- 아미노산 산화 최종 산물: 암모니아 → 간 요소회로 → urea (뇨 질소 중 최다)

질소균형 (B)

- $B = I - F - U - S$ (I 섭취 N, F 변, U 뇨, S 피부 손실) → 정답 ㉔
- 양(+): 성장기·임신·회복기 — 유소년기는 양성 유지
- 0: 질소 평형(건강한 성인) / 음(-): 기아·질병·화상

시험 핵심 비교

질소균형 판정

상태	B	예
양성	$I > F + U + S$	성장, 임신, 회복
평형	0	건강한 성인
음성	$I < F + U + S$	기아, 소모성 질환

암기

- $B = I - F - U - S$ / 아미노산은 저장 X / 최종 산물 = urea

연결 포인트

7-2

단백질 질 평가 (생물가 · NPU · 화학가 · 제한아미노산)

같은 I·F·U로 NPU·생물가 계산

이동 →

예상 문제

객관식

Q1. 질소균형이 양성이면 주로 성장을 나타내고 0이면 평형 상태이다. 질소균형(B)을 섭취량 I, 변 F, 뇨 U, 피부 손실 S로 바르게 나타낸 것은?

- ① $B = I/U$
- ② $B = I - F - U - S$
- ③ $B = S + F + U$
- ④ $B = S + F + U - I$

정답 ② 섭취 질소에서 모든 배설·손실 질소를 뺀 값

서술형

Q2. 단백질 재생률과 아미노산 저장에 대한 다음 진술의 오류를 바로잡으시오: '단백질 재생률은 항상 일정하며, 여분 아미노산은 간에 저장된다.'

모범답안

단백질 재생률은 단백질의 종류와 조직의 특성에 따라 다르며 일정하지 않다. 아미노산은 체내에 저장되지 않으므로 필요량 이상 섭취한 아미노산은 간에서 빠르게 탈아미노되어 에너지원이나 포도당 합성에 쓰이고, 질소는 요소(urea)로 배설된다.

재생률 다름 · 저장 X · urea

7-2

단백질 질 평가 (생물가 · NPU · 화학가 · 제한아미노산)



중요도



기출

16 문항

출제 연도

7 / 7년

연도별

[19](#) [20](#) [21](#) [22](#) [23](#) [24](#) [25](#)

25 TF 41 · 25 TF 42 · 25 TF 43 · 24 TF 42 · 24 TF 43 · 23 TF 42 · 23 TF 43 · 25 주 8 · 24 주 8 · 23 주 8 · 22 23 · 22 38 · 21 25 · 20 29 · 20 주 7 · 19 20

개념

생물가 · NPU

- 생물가(BV) = 보유 N / 흡수 N × 100 = $(I - F - U) / (I - F) \times 100$
- → 흡수 후 '이용 과정'만 반영, 소화흡수율은 고려하지 않음
- NPU (정미단백질이용률) = 보유 N / 섭취 N × 100 = $(I - F - U) / I \times 100 = BV \times \text{소화흡수율}$
- (교과서: 내인성 손실 보정 시 $I - (F - F_0) - (U - U_0)$)

화학가 · 제한아미노산

- 화학가 = 식품 단백질의 제한아미노산 함량 ÷ 기준 단백질(전란, 계란)의 같은 아미노산 × 100 → '우유 기준' → F (매년)
- 제한아미노산 = 기준에 비해 가장 부족한 필수아미노산 (제1 제한아미노산) → 족보 T
- 곡류 = lysine, 콩류 = methionine 제한 / 필요량이 가장 적은 필수아미노산 = tryptophan

시험 핵심 비교

단백질 질 지표

지표	식	분모
생물가 BV	$(I - F - U) / (I - F)$	흡수 N
NPU	$(I - F - U) / I$	섭취 N
화학가	제한 AA / 전란 AA	기준 = 계란

암기

- $NPU = (I - F - U) / I \times 100 = BV \times \text{소화율} / \text{화학가 기준} = \text{계란 (우유 X)}$

연결 포인트

7-1

단백질 대사 · 질소균형 · 요소

질소균형과 같은 I·F·U 기호

이동 →

예상 문제

객관식 Q1. 단백질의 질 평가에 대한 설명으로 옳지 않은 것은?

- ① 생물가는 흡수된 질소 중 체내 보유 질소의 비율이다
- ② NPU는 생물가에 소화흡수율을 곱한 값과 같다
- ③ 단백질의 화학가는 우유 단백질을 기준으로 산출한다
- ④ 가장 부족한 필수아미노산을 제한아미노산이라 한다

정답 ③ 화학가 기준 단백질 = 전란(계란)

서술형 Q2. NPU를 섭취 질소(I), 변 질소(F), 뇨 질소(U)를 이용하여 식으로 나타내고 생물가와와의 차이를 쓰시오.**모범답안**

$NPU = (I - F - U) / I \times 100$ 으로, 섭취한 질소 중 체내에 보유된 질소의 비율이다. 생물가는 $(I - F - U) / (I - F) \times 100$ 으로 흡수된 질소를 분모로 하므로 소화흡수율을 반영하지 않는다. 따라서 NPU는 생물가에 소화흡수율을 곱한 값이다.

$(I - F - U) / I \cdot BV \times \text{소화율}$

8-1

비타민 A (레티놀 · 레티날 · 레티노산)



중요도



기출

15 문항

출제 연도

7 / 7년

연도별

19 20 21 22 23 24 25

25 TF 45 · 24 TF 45 · 23 TF 45 · 25 객 12 · 24 객 12 · 23 객 12 · 23 #비타민A 생식구조(73) · 22 27 · 22 29 · 21 29 · 21 31 · 20 33 · 20 35 · 19 OX(16) · 19 15

개념

세 가지 형태 (구조 고르기 단골)

- 레티놀(alcohol form) — 동물성 식품의 retinyl ester로 섭취 → 생식 조절 (24 객 12 그림에 retinol 표시; 25 객 12·23·22 29 같은 문항)
- 레티날(aldehyde form) — β-카로틴(식물성) 유래 → 시각 (rhodopsin)
- 레티노산(acid form) — 생장·세포분화 조절 (21 31 '세포 생장에 중요' 정답)
- 레티놀 ↔ 레티날 가역, 레티날 → 레티노산은 비가역

저장 · 항암

- 지방산 에스터(retinyl palmitate) 형태로 간에 저장 → T
- 항암 활성: 세포 분화 촉진(레티노산), 산소 라디칼 제거(β-카로틴), DNA 수선 유도
- 타당하지 않은 것 = 과산화수소(H₂O₂) 생성 (21 족보 정답; 24·23·22·20 반복)

시험 핵심 비교

비타민 A 형태별 기능

형태	작용기	주 기능
레티놀	-OH (alcohol)	생식
레티날	-CHO (aldehyde)	시각
레티노산	-COOH (acid)	생장·세포분화

암기

- 레티놀 = 생식 / 레티날 = 시각 / 레티노산 = 생장·분화
- 저장 = 지방산 에스터·간 / 항암 아닌 것 = H₂O₂ 생성

연결 포인트

8-4

비타민 C (괴혈병) · 비타민 E

항산화(라디칼 제거) = 비타민 C·E와 공통

[이동 →](#)

6-2

지질의 소화 · 흡수 · 지단백 운반

지용성 → micelle·chylomicron으로 흡수

[이동 →](#)

예상 문제

객관식

Q1. 비타민 A의 항암 활성 중 가장 타당하지 않은 것은?

- ① 세포 분화 촉진
- ② 산소 라디칼 제거
- ③ 과산화수소 생성
- ④ DNA 수선 유도

정답 ③ 비타민 A(β -카로틴)는 활성산소를 없애는 쪽 — H_2O_2 생성은 반대

서술형

Q2. 비타민 A의 세 가지 활성형을 쓰고 각각의 주된 생리기능을 설명하시오.

모범답안

비타민 A의 활성형은 레티놀, 레티날, 레티노산이다. 레티놀은 알코올형으로 생식 기능에 관여하며 간에서 지방산 에스터 형태로 저장된다. 레티날은 알데히드형으로 로돕신을 이루어 시각에 관여하고, 레티노산은 산형으로 세포의 성장과 분화를 조절한다.

레티놀 생식 · 레티날 시각 · 레티노산 분화

8-2 비타민 D (calcitriol 활성화)



중요도



기출

4 문항

출제 연도

4 / 7년

연도별

19

20

21

22

23

24

25

25 TF 24 · 24 TF 24 · 23 TF 24 · 19 10

개념

활성화 경로

- 피부 7-dehydrocholesterol + 자외선 → D3 / 식이 D2·D3
- 섭취한 비타민 D는 그 자체로는 활성 없음 → 간(25-수산화) → 신장(1α-수산화) → **calcitriol** [1,25(OH)2D3] → T
- 신장 1α-hydroxylase는 **PTH**가 촉진

Ca²⁺ 조절 (19 10 그림 빈칸)

- calcitriol → 소장 Ca 흡수 ↑, 신장 재흡수 ↑, 뼈에서 Ca 동원 → 혈중 Ca ↑
- PTH ↑ → 혈중 Ca ↑ / calcitonin → 혈중 Ca ↓ (교과서 배경)

암기

- 비타민 D → 간(25-OH) → 신장(1-OH) = calcitriol (활성형)

연결 포인트

6-3

콜레스테롤 vs 콜레스테롤 에스터 (LCAT)

콜레스테롤 유도체(7-dehydrocholesterol)

이동 →

8-1

비타민 A (레티놀 · 레티날 · 레티노산)

같은 지용성 비타민

이동 →

예상 문제

객관식

Q1. 비타민 D에 대한 설명으로 옳은 것은?

- ① 음식물로 섭취한 비타민 D는 그 자체로 활성형이다
- ② 간과 신장에서 calcitriol로 활성화되어 작용한다
- ③ 신장에서 25번 탄소가, 간에서 1번 탄소가 수산화된다
- ④ calcitriol은 소장의 칼슘 흡수를 억제한다

정답 ② 간(25-OH) → 신장(1α-OH) → calcitriol, 소장 Ca 흡수 촉진

서술형

Q2. 섭취한 비타민 D가 활성형으로 전환되는 과정과 그 작용을 서술하시오.

모범답안

음식물로 섭취하거나 피부에서 합성된 비타민 D는 그 자체로는 활성이 없다. 먼저 간에서 25번 탄소가 수산화되어 25(OH)D가 되고, 신장에서 1 α 번 탄소가 수산화되어 활성형인 calcitriol(1,25(OH)₂D₃)이 된다. calcitriol은 소장의 칼슘 흡수와 신장의 재흡수를 늘리고 뼈에서 칼슘을 동원해 혈중 칼슘 농도를 높인다.

간 25-OH → 신장 1-OH → calcitriol

8-3 비타민 K 순환 · 와파린



중요도



기출

9 문항

출제 연도

7 / 7년

연도별

19 20 21 22 23 24 25

25 객 13 · 25 객 15 · 24 객 13 · 23 객 13 · 22 28 · 21 30 · 20 34 · 20 36 · 19 7

개념

비타민 K 순환 (그림 문제)

- 환원형 KH₂ → γ -glutamyl carboxylase가 응고인자(II·VII·IX·X)의 Glu → Gla (descarboxyprothrombin → prothrombin)
- 이때 KH₂ → K epoxide(KO), epoxide reductase (A)가 다시 K → KH₂로 재생

약물 A = 와파린 (VKOR 억제)

- epoxide reductase 억제 → 활성 응고인자 ↓ → **비타민 K 결핍과 유사한 작용**
- 항응고제 → **혈전·심근경색**에 적용, 부작용 **출혈**
- 틀린 보기(매년): 응고단백질 활성화, **fibrin 형성 촉진**, 혈액응고인자 발현 촉진

암기

- 와파린 = epoxide reductase 억제 = Vit K 결핍 유사 → 응고 ↓ (활성화·fibrin 촉진 = 틀림)

연결 포인트

6-4

필수지방산 · 에이코사노이드 · n-3 심혈관 예방

혈전 예방: n-3는 혈소판, 와파린은 응고인자

이동 →

8-2

비타민 D (calcitriol 활성화)

같은 지용성 비타민

이동 →

예상 문제

객관식

Q1. 비타민 K 순환 그림에서 약물 A는 epoxide reductase의 작용을 억제한다. 이에 대한 설명으로 틀린 것은?

- ① 와파린이 해당된다
- ② 비타민 K 결핍과 유사한 작용을 한다
- ③ 심근경색 등 혈전 질환에 적용할 수 있다
- ④ Fibrin 형성을 촉진한다

정답 4 활성 응고인자 감소 → fibrin 형성 억제(항응고)

서술형

Q2. 비타민 K의 혈액응고 작용과 와파린의 작용기전을 서술하시오.

모범답안

환원형 비타민 K(KH₂)는 γ -glutamyl carboxylase의 보조인자로 응고인자 II·VII·IX·X의 글루탐산을 γ -카르복시화하여 활성형으로 만들고, 그 과정에서 비타민 K epoxide가 된다. epoxide reductase가 이를 다시 환원형으로 재생한다. 와파린은 epoxide reductase를 억제해 비타민 K 결핍과 같은 상태를 만들어 활성 응고인자를 줄이므로 항응고 작용을 나타내며, 부작용으로 출혈이 생길 수 있다.

γ -카르복시화 · epoxide reductase 억제

8-4 **비타민 C (괴혈병) · 비타민 E**

중요도



기출

11 문항

출제 연도

7 / 7년

연도별

19

20

21

22

23

24

25

24 TF 44 · 23 TF 44 · 25 객 11 · 24 객 11 · 23 #비타민C 괴혈병 · 22 26 · 21 28 · 20 32 · 19 OX(31) · 19 6 · 19 16

개념

비타민 C

- 괴혈병 예방·치료와 가장 관련 = **콜라겐의 생성 및 유지** (proline-lysine 수산화효소 보조인자) → 정답 ㉠
- 항산화 작용·수용성은 맞는 성질이지만 '괴혈병'과 직결되는 답은 콜라겐
- **사람·원숭이·기니피그**는 합성 불가 (L-gulonolactone oxidase 결여)
- 대부분 동물은 **포도당**에서 합성 → 족보 'vit B1에서 vit C 합성' 문장은 정답 표기 없음 — **F로 추정**

비타민 E · 항산화 네트워크 (19 족보)

- 비타민 E 중 **α-토코페롤**의 생리활성이 가장 큼
- 막 지질의 **과산화 연쇄반응 차단** → 토코페록실 라디칼은 **비타민 C**가 재생

암기

- **비타민 C 괴혈병** = 콜라겐 / 합성 못 하는 동물 = **사람·원숭이·기니피그**

연결 포인트

8-1

비타민 A (레티놀 · 레티날 · 레티노산)

항산화(라디칼 제거)

이동 →

8-5

비타민 B군 (B1·B2·B3·B6·B12)

수용성 비타민 묶음

이동 →

예상 문제

객관식 Q1. 비타민 C의 괴혈병 예방·치료 작용과 가장 관련이 깊은 것은?

- ① 콜라겐의 생성 및 유지
- ② 항산화 작용
- ③ H₂O₂ 분해
- ④ 수용성

정답 1 콜라겐 proline 수산화의 보조인자 → 결핍 시 결합조직 약화(괴혈병)

서술형 Q2. 비타민 C가 괴혈병을 예방하는 원리와 사람이 비타민 C를 반드시 섭취해야 하는 이유를 서술하시오.

모범답안

비타민 C는 콜라겐 합성 과정에서 proline과 lysine을 수산화하는 효소의 보조인자로 작용하여 콜라겐의 생성과 유지에 필요하다. 결핍되면 콜라겐이 약해져 잇몸 출혈 등 괴혈병이 생긴다. 대부분의 동물은 포도당에서 비타민 C를 합성하지만 사람, 원숭이, 기니피그는 합성 효소가 없어 반드시 식이로 섭취해야 한다.

콜라겐 수산화 · 사람·원숭이·기니피그 합성 불가

8-5 **비타민 B군 (B1·B2·B3·B6·B12)**

중요도



기출

10 문항

출제 연도

7 / 7년

연도별

19 20 21 22 23 24 25

25 객 14 · 24 객 10 · 24 객 15 · 23 객 15 · 22 25 · 22 30 · 21 27 · 20 31 · 19 OX(20) · 19 9

개념

이름-조효소-결핍증 표 (객관식 '잘못 대응된 것')

- B1 **thiamin** (TPP) – 각기병 / B2 **riboflavin** (FAD·FMN) – 구각염·설염
- B3 **niacin** (NAD·NADP) – 펠라그라 → 족보에서 결핍증을 '빈혈'로 틀리게 제시 = 정답 B3
- B6 **pyridoxine** (PLP, 아미노기전이) – 피부염·신경염 / **isoniazid(INAH)** 복용 시 결핍 → 'B7은 INAH로 소실' 문장은 F로 추정

비타민 B12 (cobalamin)

- 코발트(Co)가 중심에 있는 corrin 고리 구조 → 구조 고르기 (25 객 14 · 24·23 객 15)
- methyl-THF → THF (homocysteine → **methionine**) → 엽산 재생 → DNA(dTMP) 합성
- 엽산 대사 그림의 빈칸 비타민 = **B12** (22 30번)
- 결핍 → 거대적아구성 빈혈 (교과서 배경)

시험 핵심 비교

비타민 B군

비타민	이름	조효소	결핍증
B1	thiamin	TPP	각기병
B2	riboflavin	FAD, FMN	구각염·설염
B3	niacin	NAD(P)	펠라그라
B6	pyridoxine	PLP	피부염·신경염
B12	cobalamin (Co)	methylcobalamin	거대적아구성 빈혈

암기

- B3 결핍 = 펠라그라 (빈혈 X) / B12 = Co 구조·methionine 합성·엽산 재생

연결 포인트

8-4

비타민 C (괴혈병) · 비타민 E

수용성 비타민

이동 →

7-1

단백질 대사 · 질소균형 · 요소

B6 = 아미노산 대사 조효소

이동 →

예상 문제

객관식

Q1. 비타민 B의 종류-이름-주요 생리활성-결핍증이 잘못 대응된 것은?

- ① B1 – thiamin – TPP 조효소 – 각기병
- ② B2 – riboflavin – FAD 조효소 – 구각염
- ③ B3 – niacin – NAD 조효소 – 빈혈
- ④ B6 – pyridoxine – PLP 조효소 – 피부염

정답 ③ niacin 결핍증은 펠라그라 (24 족보 메모: B3가 빈혈로 틀리게 출제)

서술형

Q2. 엽산 대사에서 비타민 B12의 역할을 서술하시오.

모범답안

비타민 B12는 코발트를 포함한 corrin 고리 구조를 가지며, methionine synthase의 조효소로 methyl-THF의 메틸기를 homocysteine에 넘겨 methionine을 만든다. 이 과정에서 THF가 재생되어 dTMP 등 DNA 합성에 쓰인다. 따라서 B12가 부족하면 엽산이 methyl-THF 형태로 갇혀 DNA 합성이 저해된다.

methyI-THF → THF · homocysteine → methionine