부록 4 문항카드(자연계열 - II)

[문항카드 자연계열 Ⅱ / 1번]

1. 일반정보

유형	☑ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	논술(AAT)전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열 Ⅱ / 1번	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	수학, 수학Ⅱ, 미적분
	핵심개념 및 용어	일대일함수, 명제와 그 대우의 참,거짓, 함수의 극한에 대한 성질, 함수의 연속, 평균값 정리, 극값과 미분계수 사이의 관계
예상 소요 시간	전체 시험시간 100분 중 35분	

2. 문항 및 제시문

[제시문]

(가) 함수 $f: X \to Y$에서 정의역 X의 임의의 두 원소 x_1, x_2에 대하여

$$x_1 \neq x_2 \text{이면 } f(x_1) \neq f(x_2)$$

가 성립할 때, 이 함수 f를 일대일함수라고 한다.

(나) 함수 $f(x)$가 닫힌구간 $[a, b]$에서 연속이고 열린구간 (a, b)에서 미분가능하면

$$\frac{f(b)-f(a)}{b-a} = f'(c)$$

인 c가 열린구간 (a, b)에 적어도 하나 존재한다.

(다) $\lim_{x \to a} f(x) = \alpha$, $\lim_{x \to a} g(x) = \beta$ (α, β는 실수)일 때,

(ⅰ) $\lim_{x \to a}\{f(x)+g(x)\} = \lim_{x \to a} f(x) + \lim_{x \to a} g(x) = \alpha + \beta$

(ⅱ) $\lim_{x \to a}\{f(x)-g(x)\} = \lim_{x \to a} f(x) - \lim_{x \to a} g(x) = \alpha - \beta$

(ⅲ) $\lim_{x \to a} cf(x) = c\lim_{x \to a} f(x) = c\alpha$ (c는 상수)

(ⅳ) $\lim_{x \to a} f(x)g(x) = \lim_{x \to a} f(x) \times \lim_{x \to a} g(x) = \alpha\beta$

이다.

(라) 명제 $p \to q$와 그 대우 $\sim q \to \sim p$의 참, 거짓은 일치한다.

(마) 미분가능한 함수 $f(x)$가 $x=a$에서 극값을 가지면

$$f'(a)=0$$

이다.

(바) 함수 $f(x)$가 실수 a에 대하여 다음 세 조건을 만족시킬 때, 함수 $f(x)$는 $x=a$에서 연속이라고 한다.

(ⅰ) $f(x)$가 $x=a$에서 정의되어 있다.

(ⅱ) 극한값 $\lim_{x \to a} f(x)$가 존재한다.

(ⅲ) $\lim_{x \to a} f(x) = f(a)$

[문항]

【1-1】함수 $f(x)$가 실수 전체의 집합에서 미분가능하고, 모든 실수 x에 대하여 $f'(x) \neq 0$이면 함수 $f(x)$가 일대일함수임을 제시문 **(나)**를 이용하여 보이시오. (30점)

최고차항의 계수가 양수인 사차함수 $p(x)$가 다음 조건을 만족시킨다.

(ㄱ) 실수 전체의 집합에서 정의된 함수

$$f(x)=p\left(\frac{(k-1)e^{-x}+2|k|-|k-1|+|k-2|+1}{e^{-x}+1}\right)$$

이 일대일함수가 되도록 하는 모든 실수 k의 집합 A는

$$A=\{k \mid 1 \le k \le 2 \text{ 또는 } k \ge 9\} \quad \text{이다.}$$

(ㄴ) $k=1$일 때, $\lim_{x \to -\infty} f(x) = 4$이다.

다음 물음에 답하시오.

【1-2】$p(0)$의 값을 구하시오. (15점)

【1-3】방정식 $p'(x)=0$의 실근이 각각의 열린구간 $(-1,2)$, $(2,6)$, $(6,14)$에 적어도 하나씩 존재함을 보이시오. (45점)

【1-4】실수 m에 대하여 x에 대한 방정식 $p(x)-mx-4=0$의 서로 다른 실근의 개수를 $h(m)$이라 하자. 함수 $h(m)$이 $m=64$에서 불연속일 때, $p(x)$의 최고차항의 계수를 구하시오.

(50점)

3. 출제 의도

1. 평균값정리를 이용하여 일대일함수를 보일 수 있는지 평가한다.
2. 함수의 극한에 대한 성질을 이해하고 극한값을 계산할 수 있는지 평가한다.
3. 명제와 그 대우의 참, 거짓과 합성함수의 미분을 이용하여 방정식을 만족하는 실근이 존재함을 보일 수 있는지 평가한다.
4. 극값과 미분계수 사이의 관계를 이용하여 다항함수 $p(x)$의 개형을 찾고, 함수의 연속을 이용하여 함수 $h(m)$이 $m=64$에서 불연속이 되도록 하는 $p(x)$의 최고차항의 계수를 구할 수 있는지 평가한다.

4. 출제 근거

가) 교육과정 및 관련 성취기준

문항 및 제시문		관련 성취기준
제시문(가)	교육과정	[수학] - (4) 함수 - (가) 함수
	성취기준·성취수준	[10수학04-01] 함수의 개념을 이해하고, 그 그래프를 이해한다.
제시문(나)	교육과정	[수학Ⅱ] - (2) 미분 - (다) 도함수의 활용
	성취기준·성취수준	[12수학Ⅱ02-07] 함수에 대한 평균값 정리를 이해한다.
제시문(다)	교육과정	[수학Ⅱ] - (1) 함수의 극한과 연속 - (가) 함수의 극한
	성취기준·성취수준	[12수학Ⅱ01-02] 함수의 극한에 대한 성질을 이해하고, 함수의 극한값을 구할 수 있다.
제시문(라)	교육과정	[수학] - (3) 수와 연산 - (나) 명제
	성취기준·성취수준	[10수학03-05] 명제의 역과 대우를 이해한다.
제시문(마)	교육과정	[수학Ⅱ] - (2) 미분 - (다) 도함수의 활용
	성취기준·성취수준	[12수학Ⅱ02-08] 함수의 증가와 감소, 극대와 극소를 판정하고 설명할 수 있다.
제시문(바)	교육과정	[수학Ⅱ] - (1) 함수의 극한과 연속 - (나) 함수의 연속
	성취기준·성취수준	[12수학Ⅱ01-03] 함수의 연속의 뜻을 안다.
문항1	교육과정	[수학] - (4) 함수 - (가) 함수 [수학Ⅱ] - (2) 미분 - (다) 도함수의 활용
	성취기준·성취수준	[10수학04-01] 함수의 개념을 이해하고, 그 그래프를 이해한다. [12수학Ⅱ02-07] 함수의 개념을 이해하고, 그 그래프를 이해한다.
문항2	교육과정	[수학Ⅱ] - (1) 함수의 극한과 연속 - (가) 함수의 극한 [미적분] - (2) 미분법 - (가) 여러 가지 함수의 미분
	성취기준·성취수준	[12수학Ⅱ01-02] 함수의 극한에 대한 성질을 이해하고, 함수의 극한값을 구할 수 있다. [12미적02-02] 지수함수와 로그함수를 미분할 수 있다.
문항3	교육과정	[수학] - (3) 수와 연산 - (나) 명제 [미적분] - (2) 미분법 - (나) 여러 가지 미분법
	성취기준·성취수준	[10수학03-05] 명제의 역과 대우를 이해한다. [12미적02-07] 합성함수를 미분할 수 있다.
문항4	교육과정	[수학Ⅱ] - (2) 미분 - (다) 도함수의 활용

문항 및 제시문		관련 성취기준
		[수학Ⅱ] - (1) 함수의 극한과 연속 - (나) 함수의 연속
	성취기준· 성취수준	[12수학Ⅱ02-08] 함수의 증가와 감소, 극대와 극소를 판정하고 설명할 수 있다. [12수학Ⅱ01-03] 함수의 연속의 뜻을 안다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행 연도	쪽수
고등학교 교과서	수학	권오남 외	교학사	2018	189-192, 210-218
	수학Ⅱ	황선욱 외	미래엔	2018	18-24, 31-34, 76-80, 82-88

5. 문항 해설

【1-1】 평균값정리를 이용하여 일대일함수를 보이도록 함.
【1-2】 함수의 극한에 대한 성질을 이해하고 극한값을 계산하도록 함.
【1-3】 명제와 그 대우의 참, 거짓과 합성함수의 미분을 이용하여 방정식을 만족하는 실근이 존재함을 보이도록 함.
【1-4】 극값과 미분계수 사이의 관계를 이용하여 다항함수 $p(x)$의 개형을 찾고, 함수의 연속을 이용하여 함수 $h(m)$이 $m=64$에서 불연속이 되도록 하는 $p(x)$의 최고차항의 계수를 구하도록 함.

6. 채점 기준

하위문항	채점 기준	배점
【1-1】	$f(a)=f(b)$를 만족하는 서로 다른 두 실수 $a, b(a<b)$가 존재함을 찾으면	10
	제시문 (나)에 의하여, $0=\dfrac{f(b)-f(a)}{b-a}=f'(c)$를 만족하는 c가 열린구간 (a, b)에 적어도 하나 존재함을 찾으면	10
	가정에 모순이 되어 함수 $f(x)$는 일대일 함수임을 보이면	10
【1-2】	$k=1$일 때, $f(x)=p\left(\dfrac{4}{e^{-x}+1}\right)$임을 찾으면	5
	$\displaystyle\lim_{x\to-\infty}\left(\frac{4}{e^{-x}+1}\right)=0$을 이용하여 $4=\displaystyle\lim_{x\to-\infty}f(x)=e=p(0)$임을 찾으면	10

【1-3】	$g'(x)=\dfrac{(2\|k\|-\|k-1\|+\|k-2\|-k+2)e^{-x}}{(e^{-x}+1)^2}>0$이므로 함수 $g(x)$는 증가하며 일대일함수임을 찾으면	5
	함수 $y=g(x)$의 치역은 $\{y\|k-1<y<2\|k\|-\|k-1\|+\|k-2\|+1\}$임을 찾으면	10
	$f(x)=p(g(x))$가 일대일함수가 아니면, $p'(x)=0$을 만족하는 실수 x가 열린구간 $(k-1, 2\|k\|-\|k-1\|+\|k-2\|+1)$에 적어도 하나 존재함을 찾으면	15
	$k=0,\quad k=3$ 또는 $k=7$일 때, $p'(x)=0$을 만족하는 실수 x가 각각의 열린구간 $(-1,2)$, $(2,6)$와 $(6,14)$에 적어도 하나 존재함을 찾으면	15
【1-4】	$p'(x)=4ax(x-4)(x-8)=4ax^3-48ax^2+128ax$임을 찾으면	30
	$p(x)-mx-4=x(ax^3-16ax^2+64ax-m)$를 찾으면	5
	$h(m)$은 $m=0$ 또는 $m=q\left(\dfrac{8}{3}\right)$에서 불연속임을 찾으면	5
	$a=\dfrac{27}{32}$을 찾으면	10

7. 예시 답안

【1-1】 함수 $f(x)$가 일대일 함수가 아니라고 가정하면, $f(a)=f(b)$를 만족하는 서로 다른 두 실수 $a, b(a<b)$가 존재한다. 제시문 (나)에 의하여, $0=\dfrac{f(b)-f(a)}{b-a}=f'(c)$를 만족하는 c가 열린구간 (a,b)에 적어도 하나 존재하므로 가정에 모순이 되어 함수 $f(x)$는 일대일 함수이다.

【1-2】 $k=1$일 때, $f(x)=p\left(\dfrac{4}{e^{-x}+1}\right)$이다. 사차함수 $p(x)=ax^4+bx^3+cx^2+dx+e\ (a>0)$라 하면, $f(x)=a\left(\dfrac{4}{e^{-x}+1}\right)^4+b\left(\dfrac{4}{e^{-x}+1}\right)^3+c\left(\dfrac{4}{e^{-x}+1}\right)^2+d\left(\dfrac{4}{e^{-x}+1}\right)+e$이다.

$\lim\limits_{x\to-\infty}\left(\dfrac{4}{e^{-x}+1}\right)=0$이므로 $4=\lim\limits_{x\to-\infty}f(x)=e=p(0)$이다.

【1-3】 실수 k에 대하여 $g(x)=\dfrac{(k-1)e^{-x}+2|k|-|k-1|+|k-2|+1}{e^{-x}+1}$라 하자.

모든 실수 x에 대하여, $g'(x)=\dfrac{(2|k|-|k-1|+|k-2|-k+2)e^{-x}}{(e^{-x}+1)^2}>0$이므로 함수 $g(x)$는 증가하며 일대일함수가 된다.

$\lim_{x\to\infty} g(x)=2|k|-|k-1|+|k-2|+1$이고 $g(x)<2|k|-|k-1|+|k-2|+1$이다.

또한, $\lim_{x\to-\infty} g(x)=k-1$이고 $g(x)>k-1$이다.

그러므로, 함수 $y=g(x)$의 치역은 $\{y\,|\,k-1<y<2|k|-|k-1|+|k-2|+1\}$이다.

$f(x)=p(g(x))$가 일대일함수가 아니면, **【1-1】**에 의하여 $f'(x)=p'(g(x))g'(x)=0$을 만족하는 실수 x가 적어도 하나 존재하므로, $p'(x)=0$을 만족하는 실수 x가 열린구간 $(k-1,2|k|-|k-1|+|k-2|+1)$에 적어도 하나 존재한다.

$k=0$일 때, $f(x)$는 일대일함수가 아니므로, $p'(x)=0$을 만족하는 실수 x가 열린구간 $(-1,2)$에 적어도 하나 존재한다. $k=3$ 또는 $k=7$일 때, 비슷하게 $p'(x)=0$을 만족하는 실수 x가 열린구간 $(2,6)$와 $(6,14)$에 각각 적어도 하나 존재한다.

【1-4】 삼차 방정식 $p'(x)=0$의 서로 다른 세 실근을 $\alpha,\beta,\gamma\,(\alpha<\beta<\gamma)$라 하자.

$\gamma<8$이면, 실수 $\gamma'\,(\gamma<\gamma'<8)$에 대하여 열린구간 (γ',∞)에서 $p(x)$는 증가하며 일대일함수가 되므로, $\gamma'+1\in A$이다. 하지만, $2<\gamma'+1<9$이므로 $\gamma'+1\not\in A$이다. 그러므로 $\gamma\geq 8$이다.

비슷하게, $\gamma>8$이면 $9\not\in A$이므로 $\gamma=8$이다.

만약 $\beta\in\{x\,|\,0<x<4\}$이면, 열린구간 (β_1,β)에서 $p(x)$는 증가하고 열린구간 (β,β_2)에서 $p(x)$는 감소하는 실수 $\beta_1,\beta_2(0<\beta_1<\beta<\beta_2<4)$가 존재하여 열린구간 $(0,4)$에서 $p(x)$는 일대일함수가 아니고 $1\not\in A$이다. 하지만, $1\in A$이므로, $\beta\not\in(0,4)$이고 $\beta\geq 4$이다. 비슷하게, $\alpha\not\in\{x\,|\,0<x<4\}$이고 $\alpha\leq 0$을 구할 수 있다.

$\beta>4$이면, $\beta'(0<\beta'<\dfrac{\beta-4}{2})$에 대하여 열린구간 $(0,4+2\beta')$[또는 $(1+\beta',4+2\beta')$]에서 $p(x)$는 증가하며 일대일함수가 되므로, $2+\beta'\in A$이다. $\beta<\gamma=8$이므로 $2<2+\beta'<4$이다. 즉, $2+\beta'\not\in A$이다.

그러므로, $\beta=4$이다. 비슷하게, $\alpha=0$을 구할 수 있으며

$p'(x)=4ax(x-4)(x-8)=4ax^3-48ax^2+128ax$이다.

한편, $p(x)=ax^4+bx^3+cx^2+dx+4\,(a>0)$이므로 $p'(x)=4ax^3+3bx^2+2cx+d$이다.

그러므로 $p(x)=ax^4-16ax^3+64ax^2+4$이다.

$p(x)-mx-4=x(ax^3-16ax^2+64ax-m)$이므로 $h(m)$의 값은 함수

$q(x)=ax^3-16ax^2+64ax$의 그래프와 직선 $y=m$의 교점의 개수보다 1 크다.

$q(x)=ax(x-8)^2$이고 $q'(x)=a(x-8)(3x-8)$이므로 함수 $h(m)$은 $m=0$ 또는 $m=q\left(\dfrac{8}{3}\right)$에서 불연속이다. 함수 $h(m)$이 $m=64$에서 불연속이므로 $64=q\left(\dfrac{8}{3}\right)=\dfrac{2048}{27}a$를 만족한다. 그러므로 $a=\dfrac{27}{32}$이다.

[경북대학교 문항정보: 논술]

[문항카드 자연계열Ⅱ / 2번]

1. 일반정보

유형	☑ 논술고사 □ 면접 및 구술고사	
전형명	논술(AAT)전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열Ⅱ / 2번	
출제 범위	수학과 교육과정 과목명	수학Ⅱ, 미적분
	핵심개념 및 용어	삼각함수, 적분, 넓이
예상 소요 시간	전체 시험시간 100분 중 35분	

2. 문항 및 제시문

[제시문]

(가) 삼각함수의 덧셈정리

$$\sin(\alpha+\beta)=\sin\alpha\cos\beta+\cos\alpha\sin\beta$$
$$\sin(\alpha-\beta)=\sin\alpha\cos\beta-\cos\alpha\sin\beta$$
$$\cos(\alpha+\beta)=\cos\alpha\cos\beta-\sin\alpha\sin\beta$$
$$\cos(\alpha-\beta)=\cos\alpha\cos\beta+\sin\alpha\sin\beta$$
$$\tan(\alpha+\beta)=\frac{\tan\alpha+\tan\beta}{1-\tan\alpha\tan\beta}$$
$$\tan(\alpha-\beta)=\frac{\tan\alpha-\tan\beta}{1+\tan\alpha\tan\beta}$$

(나) 두 함수 $f(x)$, $g(x)$가 닫힌구간 $[a,b]$에서 연속일 때, 두 곡선 $y=f(x)$, $y=g(x)$ 및 두 직선 $x=a$, $x=b$로 둘러싸인 도형의 넓이 S는 다음과 같다.

$$S=\int_a^b |f(x)-g(x)|\,dx$$

(다) 함수 $f(x)$가 세 실수 a, b, c를 포함하는 닫힌구간에서 연속일 때,

$$\int_a^b f(x)\,dx+\int_b^c f(x)\,dx=\int_a^c f(x)\,dx$$

이다.

(라) 함수 $f(x)$가 닫힌구간 $[a,b]$에서 연속이고 미분가능한 함수 $x=g(t)$에 대하여 $a=g(\alpha)$, $b=g(\beta)$일 때, 도함수 $g'(t)$가 α, β를 포함하는 구간에서 연속이면

$$\int_a^b f(x)\,dx=\int_\alpha^\beta f(g(t))\,g'(t)\,dt$$

이다.

[문항]

좌표평면 위에 원점 $O(0,0)$과 세 점 $A(0,1)$, $B(1,1)$, $C(1,0)$이 있다. 세 점 P, Q, R는 다음과 같은 규칙으로 움직인다.

(ㄱ) 선분 PQ의 길이는 항상 1이다.
(ㄴ) 두 점 P와 Q는 각각 점 O와 점 C에서 출발하여 정사각형 OABC의 변을 따라 시계 방향으로 움직인다.
(ㄷ) 점 R는 정사각형 OABC의 내부 또는 변 위에 있고, 삼각형 PQR가 정삼각형이 되도록 움직인다.

【2-1】 두 점 P와 Q가 각각 정사각형 OABC의 변 OA와 변 OC 위에 있을 때, 점 P의 y좌표를 a라 하자. 아래 물음에 답하시오.

(1) 점 R의 좌표 (x, y)를 a를 이용하여 나타내시오. (30점)

(2) $0 \le a \le \dfrac{\sqrt{3}}{2}$일 때, 점 R의 좌표 (x, y)에 대하여

$$y = c_1 x + c_2 \sqrt{c_3 - x^2}$$

이 성립한다. 세 실수 c_1, c_2, c_3을 각각 구하시오. (40점)

【2-2】 세 점 P, Q, R가 모두 정사각형 OABC의 변 위에 있을 때, 가능한 점 R의 좌표를 모두 구하시오. (25점)

【2-3】 점 P가 정사각형 OABC의 변을 따라 한 바퀴 돌 때, 점 R가 나타내는 도형의 넓이를 구하시오. (45점)

3. 출제 의도

1-(1). 정삼각형의 성질 및 삼각함수의 덧셈정리를 활용하여 점의 좌표를 구할 수 있는지를 평가한다.

1-(2). 삼각함수의 덧셈정리를 활용하여 식을 정리함으로써 함수를 구할 수 있는지를 평가한다.

2. 삼각함수의 성질을 활용하여 점의 좌표를 구할 수 있는지를 평가한다.

3. 함수의 그래프의 개형을 이해하고, 정적분을 활용하여 도형의 넓이를 구할 수 있는지를 평가한다.

4. 출제 근거

가) 교육과정 및 관련 성취기준

문항 및 제시문		관련 성취기준
제시문(가)	교육과정	[미적분] - (2) 미분법 - (가) 여러 가지 함수의 미분
	성취기준·성취수준	[12미적02-03] 삼각함수의 덧셈정리를 이해한다.
제시문(나)	교육과정	[수학Ⅱ] - (3) 적분 - (다) 정적분의 활용
	성취기준·성취수준	[12수학Ⅱ03-05] 곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이를 구할 수 있다.
제시문(다)	교육과정	[수학Ⅱ] - (3) 적분 - (나) 정적분
	성취기준·성취수준	[12수학Ⅱ03-03] 정적분의 뜻을 안다.
제시문(라)	교육과정	[미적분] - (3) 적분법 - (다) 여러 가지 적분법
	성취기준·성취수준	[12미적03-01] 치환적분법을 이해하고, 이를 활용할 수 있다.
문항1	교육과정	[수학Ⅰ] - (2) 삼각함수 - (가) 삼각함수 [미적분] - (2) 미분법 - (가) 여러 가지 함수의 미분
	성취기준·성취수준	[12수학Ⅰ02-02] 삼각함수의 뜻을 알고, 사인함수, 코사인함수, 탄젠트함수의 그래프를 그릴 수 있다. [12미적02-03] 삼각함수의 덧셈정리를 이해한다.
문항2	교육과정	[수학Ⅰ] - (2) 삼각함수 - (가) 삼각함수 [미적분] - (2) 미분법 - (가) 여러 가지 함수의 미분
	성취기준·성취수준	[12수학Ⅰ02-02] 삼각함수의 뜻을 알고, 사인함수, 코사인함수, 탄젠트함수의 그래프를 그릴 수 있다. [12미적02-03] 삼각함수의 덧셈정리를 이해한다.
문항3	교육과정	[수학Ⅱ] - (3) 적분 - (다) 정적분의 활용 [수학Ⅱ] - (3) 적분 - (나) 정적분 [미적분] - (3) 적분법 - (다) 여러 가지 적분법
	성취기준·성취수준	[12수학Ⅱ03-05] 곡선으로 둘러싸인 도형의 넓이를 구할 수 있다. [12수학Ⅱ03-03] 정적분의 뜻을 안다. [12미적03-01] 치환적분법을 이해하고, 이를 활용할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행 연도	쪽수
고등학교 교과서	수학 Ⅱ	홍성복 외 10인	㈜지학사	2018년	p125-p139, p141-p147
	미적분	홍성복 외 10인	㈜지학사	2019년	p61-p66, p144-p147

5. 문항 해설

1-(1). 정삼각형의 성질 및 삼각함수의 덧셈정리를 활용하여 점의 좌표를 구하도록 함.

1-(2). 삼각함수의 덧셈정리를 활용하여 식을 정리함으로써 함수를 구하도록 함.

2. 주어진 조건과 삼각함수의 성질을 활용하여 점의 좌표를 구하도록 함.

3. 함수의 그래프의 개형을 이해하고, 정적분을 활용하여 도형의 넓이를 구하도록 함.

6. 채점 기준

하위문항	채점 기준	배점
1-1	각 PQO의 크기를 θ라고 두었을 때, $x=\sin\left(\theta+\frac{\pi}{6}\right)$, $y=\sin\left(\theta+\frac{\pi}{3}\right)$임을 구한다.	10
	$x=\frac{\sqrt{3}a+\sqrt{1-a^2}}{2}$ 을 구한다.	10
	$y=\frac{a+\sqrt{3(1-a^2)}}{2}$ 을 구한다.	10
1-2	$0\le a\le\frac{\sqrt{3}}{2}$일 때, θ의 범위 $0\le\theta\le\frac{\pi}{3}$를 구한다.	10
	$c_1=\frac{\sqrt{3}}{2}$을 구한다.	10
	$c_2=\frac{1}{2}$을 구한다.	10
	$c_3=1$을 구한다.	10
2	점 P가 변 OA 위에 있을 때, $x=\sin\left(\theta+\frac{\pi}{6}\right)=1$ 또는 $y=\sin\left(\theta+\frac{\pi}{3}\right)=1$로 부터 $\theta=\frac{\pi}{3}$ 또는 $\theta=\frac{\pi}{6}$를 구한다.	9
	가능한 점 R의 좌표 $\left(1,\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$, $\left(\frac{\sqrt{3}}{2},1\right)$, $\left(1,1-\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$, $\left(\frac{\sqrt{3}}{2},0\right)$, $\left(1-\frac{\sqrt{3}}{2},0\right)$, $\left(0,1-\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$, $\left(0,\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$, $\left(1-\frac{\sqrt{3}}{2},1\right)$를 구한다.	16
3	직선 $x=\frac{1}{2}$, $y=1$과 곡선 $y=\frac{\sqrt{3}}{2}x+\frac{\sqrt{1-x^2}}{2}$으로 둘러싸인 영역의 넓이를 S_1이라 하고, 직선 $x=1$, $y=1$과 곡선 $y=\frac{\sqrt{3}}{2}x+\frac{\sqrt{1-x^2}}{2}$으로 둘러싸인 영역의 넓이를 S_2라 할 때, 점 R가 나타내는 도형의 넓이 S는 $1-8S_1-4S_2$임을 구한다.	10
	$S_1=\frac{3\sqrt{3}}{8}-\frac{1}{2}-\frac{\pi}{24}$를 구한다.	10
	$S_2=1-\frac{\sqrt{3}}{2}-\frac{\pi}{24}$를 구한다.	10
	$S=1+\frac{\pi}{2}-\sqrt{3}$을 구한다.	15

7. 예시 답안

【2-1】 (1) 정삼각형 PQR의 한 변의 길이가 1이므로 점 Q의 좌표는 $\left(\sqrt{1-a^2}, 0\right)$이다. 각 PQO의 크기를 θ라 고 두면, 정삼각형 PQR의 한 변의 길이가 1이므로 $x=\sin\left(\theta+\frac{\pi}{6}\right)$, $y=\sin\left(\theta+\frac{\pi}{3}\right)$임을 알 수 있다. 또한, $\sin\theta=a$, $\cos\theta=\sqrt{1-a^2}$이 성립한다. 삼각함수의 덧셈정리를 이용하면

$$x=\sin\left(\theta+\frac{\pi}{6}\right)=\sin\theta\cos\frac{\pi}{6}+\cos\theta\sin\frac{\pi}{6}=\frac{\sqrt{3}a+\sqrt{1-a^2}}{2}$$

$$y=\sin\left(\theta+\frac{\pi}{3}\right)=\sin\theta\cos\frac{\pi}{3}+\cos\theta\sin\frac{\pi}{3}=\frac{a+\sqrt{3(1-a^2)}}{2}$$

이다.

【2-1】 (2) 문제 (1)에서 $y=\sin\left(\theta+\frac{\pi}{3}\right)=\sin\left(\left(\theta+\frac{\pi}{6}\right)+\frac{\pi}{6}\right)$이므로, 삼각함수의 덧셈정리를 이용하면

$y=\sin\left(\left(\theta+\frac{\pi}{6}\right)+\frac{\pi}{6}\right)=\sin\left(\theta+\frac{\pi}{6}\right)\cos\frac{\pi}{6}+\cos\left(\theta+\frac{\pi}{6}\right)\sin\frac{\pi}{6}$이다.

한편, $0\le a\le\frac{\sqrt{3}}{2}$이면 $0\le\theta\le\frac{\pi}{3}$이므로 $\frac{\pi}{6}\le\theta+\frac{\pi}{6}\le\frac{\pi}{2}$이고, 따라서 $\cos\left(\theta+\frac{\pi}{6}\right)\ge 0$이다.

$x=\sin\left(\theta+\frac{\pi}{6}\right)$, $\sin^2\left(\theta+\frac{\pi}{6}\right)+\cos^2\left(\theta+\frac{\pi}{6}\right)=1$이므로,

$$y=\sin\left(\theta+\frac{\pi}{6}\right)\cos\frac{\pi}{6}+\cos\left(\theta+\frac{\pi}{6}\right)\sin\frac{\pi}{6}=\frac{\sqrt{3}}{2}x+\frac{1}{2}\sqrt{1-x^2}$$

이다. 그러므로 $c_1=\frac{\sqrt{3}}{2}$, $c_2=\frac{1}{2}$, $c_3=1$이다.

【2-2】 점 P가 변 OA 위에 있을 때, 문제 【2-1】에서 $0\le\theta\le\frac{\pi}{2}$ (단, $\theta=\frac{\pi}{2}$는 $P=A$, $Q=O$일 때로 정의)이므로 점 R가 정사각형 OABC의 변 위에 있다면 $x=\sin\left(\theta+\frac{\pi}{6}\right)=1$ 또는 $y=\sin\left(\theta+\frac{\pi}{3}\right)=1$이 되어야 한다.

따라서, $\theta=\frac{\pi}{3}$ 또는 $\theta=\frac{\pi}{6}$이어야 하고 이때 가능한 점 R의 좌표는 $\left(1, \frac{\sqrt{3}}{2}\right)$, $\left(\frac{\sqrt{3}}{2}, 1\right)$이다. 점 P가 변 AB, 변 BC, 변 CO 위에 있을 때도 가능한 점 R의 좌표를 모두 구하면

$\left(1, 1-\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$, $\left(\frac{\sqrt{3}}{2}, 0\right)$, $\left(1-\frac{\sqrt{3}}{2}, 0\right)$, $\left(0, 1-\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$, $\left(0, \frac{\sqrt{3}}{2}\right)$, $\left(1-\frac{\sqrt{3}}{2}, 1\right)$이다.

따라서, 구하고자 하는 점 R의 좌표를 모두 구하면

$\left(1, \frac{\sqrt{3}}{2}\right)$, $\left(\frac{\sqrt{3}}{2}, 1\right)$, $\left(1, 1-\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$, $\left(\frac{\sqrt{3}}{2}, 0\right)$, $\left(1-\frac{\sqrt{3}}{2}, 0\right)$, $\left(0, 1-\frac{\sqrt{3}}{2}\right)$, $\left(0, \frac{\sqrt{3}}{2}\right)$, $\left(1-\frac{\sqrt{3}}{2}, 1\right)$이다.

【2-3】 정사각형 OABC에서 점 R가 그리는 도형의 바깥 부분의 면적을 계산하자.

직선 $x=\frac{1}{2}$, $y=1$과 곡선 $y=\frac{\sqrt{3}}{2}x+\frac{\sqrt{1-x^2}}{2}$으로 둘러싸인 영역의 넓이를 S_1이라 하고, 직선 $x=1$, $y=1$과 곡선 $y=\frac{\sqrt{3}}{2}x+\frac{\sqrt{1-x^2}}{2}$으로 둘러싸인 영역의 넓이를 S_2라 하자.

점 P가 정사각형 OABC의 변을 따라 한 바퀴 돌 때, 점 R가 나타내는 도형의 넓이 S는 $1-8S_1-4S_2$이다.
이를 계산하면 아래와 같다.

$$\begin{aligned} S_1 &= \int_{\frac{1}{2}}^{\frac{\sqrt{3}}{2}} \left\{1-\left(\frac{\sqrt{3}}{2}x+\frac{\sqrt{1-x^2}}{2}\right)\right\}dx \\ &= \frac{3\sqrt{3}}{8}-\frac{1}{2}-\frac{1}{2}\int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{3}}\cos^2\theta\, d\theta \\ &= \frac{3\sqrt{3}}{8}-\frac{1}{2}-\frac{1}{2}\int_{\frac{\pi}{6}}^{\frac{\pi}{3}}\frac{\cos 2\theta+1}{2}d\theta \\ &= \frac{3\sqrt{3}}{8}-\frac{1}{2}-\frac{\pi}{24} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} S_2 &= \int_{\frac{\sqrt{3}}{2}}^{1} \left\{1-\left(\frac{\sqrt{3}}{2}x+\frac{\sqrt{1-x^2}}{2}\right)\right\}dx \\ &= 1-\frac{\sqrt{3}}{2}-\frac{\sqrt{3}}{16}-\frac{1}{2}\int_{\frac{\pi}{3}}^{\frac{\pi}{2}}\cos^2\theta\, d\theta \\ &= 1-\frac{9\sqrt{3}}{16}-\frac{1}{2}\int_{\frac{\pi}{3}}^{\frac{\pi}{2}}\frac{\cos 2\theta+1}{2}d\theta \\ &= 1-\frac{\sqrt{3}}{2}-\frac{\pi}{24} \end{aligned}$$

$$\therefore S=1-8S_1-4S_2=1-8\left(\frac{3\sqrt{3}}{8}-\frac{1}{2}-\frac{\pi}{24}\right)-4\left(1-\frac{\sqrt{3}}{2}-\frac{\pi}{24}\right)=1+\frac{\pi}{2}-\sqrt{3}$$

[경북대학교 문항정보: 의학논술]

[문항카드 자연계열Ⅱ / 3번]

1. 일반정보

유형	☑ 논술고사 ☐ 면접 및 구술고사	
전형명	논술(AAT)전형	
해당 대학의 계열(과목) / 문항번호	자연계열Ⅱ / 3번	
출제 범위	교육과정 과목명	생명과학Ⅰ
	핵심개념 및 용어	항상성 유지, 내분비계와 호르몬
예상 소요 시간	전체 시험시간 100분 중 20분	

2. 문항 및 제시문

[제시문]

[3] 다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

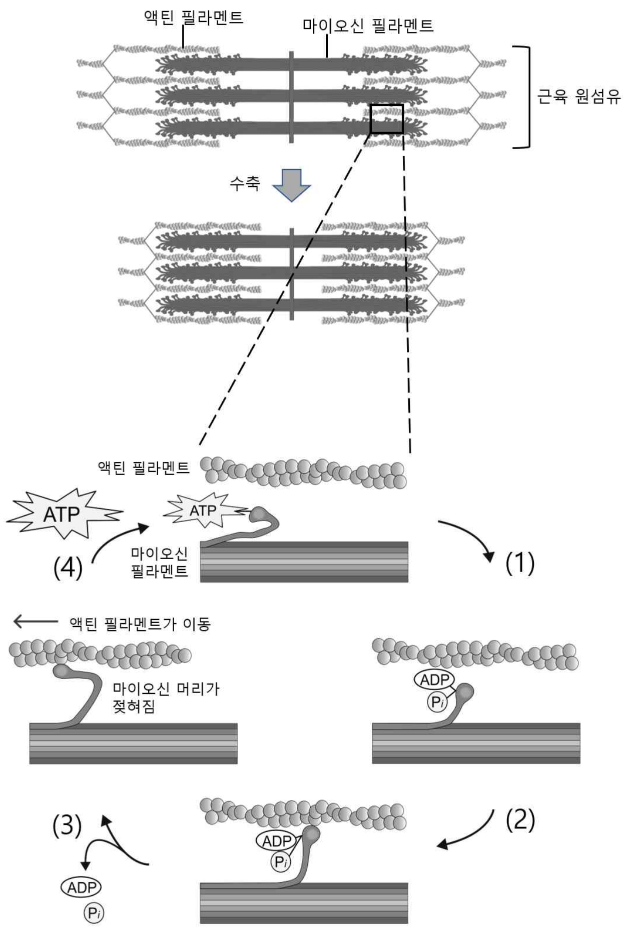
…………………………………………………………………………………………………

(가) 항이뇨 호르몬은 시상 하부의 자극으로 인하여 뇌하수체 후엽에서 분비되는 호르몬의 한 종류로, 뇌하수체 후엽에서 분비가 저하되거나 콩팥에서 작용이 저하되면 요붕증이 발병할 수 있다. 요붕증은 비정상적으로 많은 양의 소변이 생성되고 과도한 갈증이 동반되는 질환이다. 요붕증을 정확하게 진단하기 위해서는 환자가 과도한 수분 섭취로 인해 이차적으로 항이뇨 호르몬 분비가 저하된 상태인 원발성 다음증이 아닌지를 확인할 필요가 있다. 환자가 원발성 다음증이 아니라면 그 이후에는 신성 요붕증인지 중추성 요붕증인지를 판별해야 한다. 신성 요붕증은 항이뇨 호르몬 분비에는 이상이 없으나 콩팥에서 항이뇨 호르몬에 대한 정상적인 반응이 불가능하여 발생하는 질환이다. 반면 중추성 요붕증은 뇌 손상, 뇌 종양, 감염, 또는 선천적 요인 등으로 인하여 뇌하수체 후엽에서의 항이뇨 호르몬 분비 장애로 인해 발생한다.

(나) 원발성 다음증, 신성 요붕증, 중추성 요붕증 구별에 수분 제한 검사를 사용할 수 있다. 수분 제한 검사는 아침부터 수분 섭취를 금지하고 시간마다 체중, 혈중 삼투압, 혈중 나트륨 농도, 소변량, 소변 삼투압의 변화 등을 측정하여 요붕증의 유형을 구별하는 검사이다. 수분 제한 검사에서 소변이 농축되지 않는 경우, 항이뇨 호르몬의 기능을 하는 약물인 데스모프레신을 주사하여 1~2시간 후 소변의 삼투압 변화를 측정한다.

(다) 사람과 동물에서 세포호흡을 통해 생성된 ATP는 필수적인 에너지원으로 사용된다. 조직 세포에서 ATP를 생성하기 위해서는 산소와 영양소의 지속적인 공급이 필요하며, 이를 위해 우리 몸의 소화계, 호흡계, 순환계가 유기적으로 관여해야 한다. ATP는 아데닌과 리보스에 3개의 인산기가 결합된 화합물로 제일 끝부분의 인산기가 끊어져 ADP 한 분자와 무기 인산으로 분해되는 과정에서 에너지가 방출되고, 이렇게 방출된 에너지는 근육 운동, 물질의 합성과 수송 등 다양한 생명 활동에 사용된다.

(라) 근육(골격근)의 수축 원리는 근육 원섬유의 활주설로 설명될 수 있다. 활주설은 얇은 액틴 필라멘트가 굵은 마이오신 필라멘트 사이로 미끄러져 들어가 겹치는 부분이 증가하면서 근육이 수축한다는 이론이다. [그림 2]는 근육 원섬유의 구조 및 수축 과정을 나타낸 것이다.



[그림 2] 근육 원섬유의 구조 및 수축 과정

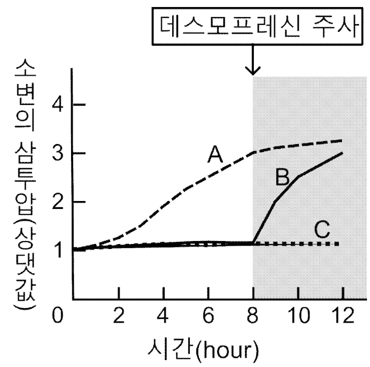
다음은 [그림 2]의 근육 원섬유의 수축 과정을 설명한 자료이다.

(1) 마이오신 머리의 ATP가 ADP와 무기 인산으로 분해되며 마이오신 머리구조가 펴진다.
(2) 액틴 필라멘트의 마이오신 머리 결합 부위가 노출되면, 마이오신 머리 부분이 액틴 필라멘트에 붙어 가교를 형성한다.
(3) 마이오신 머리에서 ADP와 무기 인산이 떨어져 나오면, 마이오신 머리가 뒤로 젖혀지는 구조 변화가 일어남에 따라 액틴 필라멘트가 근육 원섬유 마디의 중앙으로 당겨져 들어간다.
(4) 마이오신 머리에 새로운 ATP가 결합하면서 마이오신 머리가 액틴 필라멘트에서 떨어져 수축 이전의 형태로 복원된다.

[문항]

【3-1】항이뇨 호르몬의 역할을 기술하고, 원발성 다음증에 의해 항이뇨 호르몬 분비가 저하되는 이유를 내분비계의 항상성 유지 측면에서 설명하시오. (10점)

【3-2】[그림 1]은 환자 A, B, C에게 수분 제한 검사를 하고 시간에 따른 소변의 삼투압 변화를 나타낸 것이다. 수분 제한 검사 시작 8시간 후에 각 환자에게 데스모프레신을 주사하였다. A, B, C는 각각 원발성 다음증, 신성 요붕증, 중추성 요붕증 의심 환자를 순서 없이 나타낸 것이다.



[그림 1] 수분 제한 검사 동안 소변의 삼투압 변화

제시문 (가), (나)를 참고하여 A, B, C가 각각 어떤 환자인지 쓰고 그 이유를 설명하시오. (20점)

【3-3】제시문 (다), (라)를 토대로 사람이 사망한 후 수 시간 이내에 근육에서 발생할 수 있는 현상을 쓰고, 발생 원리를 호흡계, 순환계, 세포호흡과 연관지어 설명하시오. (25점)

【3-4】문항【3-3】의 현상이 발생하는데 상대적으로 근육 운동을 심하게 수행한 상태로 사망했을 때와 그렇지 않은 상태로 사망했을 때 시간상 차이가 있다. 어떠한 차이가 있는지와 그 이유를 문항【3-3】과 연관지어 설명하시오. (15점)

3. 출제 의도

【3-1】~【3-2】.
생명과학 Ⅰ 3단원 "항상성과 몸의 조절"에서 내분비계 조절 작용으로 우리 몸 항상성이 유지되는 원리를 이해하고 이를 실제 질환인 요붕증과 연계하였음. 본 문항은 학생들에게 "통합과학, 생명과학 Ⅰ"의 출제 범위 내에서 의학적 자료의 이해/분석/논리적 추론 능력을 평가하고자 출제함.

【3-3】~【3-4】.
생명과학 1의 "사람의 물질대사"와 "항상성과 몸의 조절" 단원을 복합적으로 적용하여 우리 몸의 물질대사, 세포호흡의 개념을 이해하고, 세포호흡이 이루어지기 위한 각 기관계의 역할과 근육 수축 원리를 연계한 복합적 추론이 가능한지 평가하기 위해 출제함.

4. 출제 근거

가) 교육과정 및 관련 성취기준

문항 및 제시문		관련 성취기준
제시문 (가)(나)	교육과정	[생명과학 Ⅰ] - (3) 항상성과 몸의 조절
	성취기준·성취수준	제시된 지문을 바탕으로, 항이뇨 호르몬에 의한 우리 몸의 항상성 조절을 이해하고 있으며, 이러한 이해를 바탕으로 의학적 자료를 이해/분석할 수 있으며, 자료를 바탕으로 논리적 추론을 할 수 있다.
제시문 (다)(라)	교육과정	[생명과학 Ⅰ] - (2)사람의 물질대사(생명활동과 에너지),(3) 항상성과 몸의 조절(근육 수축의 원리)
	성취기준·성취수준	제시된 지문을 바탕으로, 세포호흡 과정을 이해하고, 골격근의 수축 원리에 대하여 설명할 수 있다.
문항【3-1】~【3-2】	교육과정	[생명과학 Ⅰ] - (3) 항상성과 몸의 조절
	성취기준·성취수준	제시된 지문을 바탕으로, 항이뇨 호르몬에 의한 우리 몸의 항상성 조절을 이해하고 있으며, 이러한 이해를 바탕으로 의학적 자료를 이해/분석할 수 있으며, 자료를 바탕으로 논리적 추론을 할 수 있다.
문항【3-3】~【3-4】	교육과정	[생명과학 Ⅰ] - (2)사람의 물질대사(생명활동과 에너지),(3) 항상성과 몸의 조절(근육 수축의 원리)
	성취기준·성취수준	제시된 지문을 바탕으로, 사람이나 동물이 죽음에 이르렀을 때 수 시간 이내에 소화계, 호흡계, 순환계에 발생하는 이상으로 골격근에 어떤 현상이 발생하는지를 도출하고 설명할 수 있다.

나) 자료 출처

참고자료	도서명	저자	발행처	발행 연도	쪽수
고등학교 교과서	생명과학1	심규철 외 4인	비상교육	2023년	p82-90
	생명과학1	오현선 외 4인	미래엔	2023년	p.44-45
	생명과학1		지학사	2023년	p115-124
	생명과학1 지도서		지학사	2023년	p.110~114

5. 문항 해설

【3-1】 항이뇨 호르몬의 역할에 대해 기술하고, 원발성 다음증에서 항이뇨 호르몬 분비 저하 이유를 설명하도록 함
【3-2】 제시문(가),(나)와 【그림 2】 정보를 바탕으로 하여 제시되는 질환에서 수분 제한 검사 시 소변 삼투압이 시간에 따라 어떻게 변화하는지 설명하도록 함
【3-3】 제시문 (다),(라)와 【그림 2】를 바탕으로 근육의 수축 이완에 ATP가 필수적임을 이해하고, 사람이 사망 시 ATP 고갈로 인해 근육에서 발생할 수 있는 현상을 호흡계, 순환계, 세포호흡과 연관지어 설명하도록 함
【3-4】【3-3】의 현상을 이해하고 사망시 심한 운동을 동반한 상태와 그렇지 않은 상태에서 어떠한 차이가 있는지와 관련 원리를 설명하도록 함

6. 채점 기준

하위문항	채점 기준	배점
[3-1]	항이뇨 호르몬 역할 - “소변에서 배출되는 수분의 재흡수 촉진”을 적으면	3
	항이뇨 호르몬 역할 - “혈장 삼투압(또는 체액 삼투압 또는 체내 수분량)을 일정하게 조절하는 역할” 또는 “우리 몸의 항상성을 유지하는 역할” 적으면	2
	원발성 다음증에서 항이뇨 호르몬 저하 이유 - “과도한 수분 섭취에 의한 혈장 삼투압 감소(또는 체액 삼투압 증가 또는 체내 수분량 감소)” 적으면	2
	원발성 다음증에서 항이뇨 호르몬 저하 이유 - “감소된 혈장 삼투압(체액 삼투압)을 증가시키기 위해 (또는 체내 수분량을 감소시키기 위해) 항이뇨 호르몬 분비 억제됨” 적으면	3
[3-2]	환자 A가 “원발성 다음증”임을 적으면	3
	“환자 A는 수분 제한 검사 시 혈장 삼투압(체액의 삼투압)이 시간에 따라 증가한다. (또는 체내 수분량이 시간에 따라 감소한다.) 즉, 항이뇨 호르몬의 분비나 작용에는 문제가 없으므로 원발성 다음증 환자이다” 이라고 적으면	3
	환자 B가 “중추성 요붕증”임을 적으면	3
	“환자 B는 데스모프레신 투여 후 소변의 삼투압이 증가되었으므로 콩팥에서의 항이뇨 호르몬 작용에는 문제가 없는 것으로 유추할 수 있기에 중추성 요붕증 환자이다” 이라고 적으면	4
	환자 C가 “신성 요붕증”임을 적으면	3
	“환자 C는 데스모프레신 투여 후 소변의 삼투압 변화가 거의 관찰되지 않는다. 즉, 콩팥에서 항이뇨 호르몬이 제대로 작용하지 않는 것을 유추할 수 있기에 신성 요붕증 환자이다”이라고 적으면	4
[3-3]	호흡이 멈춰 혈액으로 산소 공급이 중단됨을 설명할 수 있다.	5
	혈액 순환 중단으로 인해 근육세포로 산소와 영양소 공급이 중단됨을 설명할 수 있다	5
	근육세포로 영양소와 산소 공급이 중단되어 ATP가 고갈되는 과정을 설명할 수 있다.	5
[3-4]	ATP 고갈로 인한 사후강직(경직) 과정을 설명할 수 있다.	10
	사망시 운동 정도에 따라 사후강직 정도의 상태를 설명할 수 있다.	5
	사망시 운동 정도에 따라 근육세포 내의 ATP양이 달라질 수 있음을 설명할 수 있다.	5
	사망시 운동 정도에 따른 ATP양에 따라 사후강직 발생 시간 연관성을 설명할 수 있다.	5

7. 예시 답안

[3-1]

1. 항이뇨 호르몬 역할

- 항이뇨 호르몬은 소변으로 배출되는 수분의 재흡수를 촉진하고 혈장 삼투압(or 체액의 삼투압 or 체내 수분량)을 일정하게 조절하는 역할 (또는 우리 몸의 항상성을 유지하는 역할)을 하는 호르몬이다.

2. 원발성 다음증에서 항이뇨 호르몬 분비 저하된 이유

- 원발성 다음증에 의한 과도한 수분 섭취는 혈장 삼투압(체액의 삼투압)을 감소시킨다. (또는 체내 수분량을 증가시킨다.) 우리 몸은 감소된 혈장 삼투압(체액의 삼투압)을 증가시키기 위해 (또는 체내 수분량을 감소시키기 위해), 뇌하수체 후엽에서 항이뇨 호르몬의 분비가 억제되고 수분의 재흡수가 감소된다.

[3-2]

1. A 환자 설명

환자 A는 수분 제한 검사 시 혈장 삼투압(체내 삼투압)이 시간에 따라 증가한다. (또는 체내 수분량이 시간에 따라 감소한다.) 즉, 항이뇨 호르몬의 분비나 작용에는 문제가 없으므로 과도한 수분 섭취로 인해 발생할 수 있는 원발성 다음증 환자이다

2. B 환자 설명

환자 B는 데스모프레신 투여 후 소변의 삼투압이 증가되었으므로 콩팥에서의 항이뇨 호르몬 작용에는 문제가 없는 것으로 유추할 수 있기에 중추성 요붕증 환자이다

3. C 환자 설명

환자 C는 데스모프레신 투여 후 소변의 삼투압 변화가 거의 관찰되지 않는다. 즉, 콩팥에서 항이뇨 호르몬이 제대로 작용하지 않는 것을 유추할 수 있기에 신성 요붕증 환자이다.

[3-3]

1) 호흡계: 사람이 사망하게되면 호흡이 멈춰 혈액 내로 산소 공급이 중단된다. (5점)

2) 순환계: 심장 박동이 멈춰 중단된 혈액순환으로 인해 산소와 영양소(포도당, 지방, 단백질)를 근육세포로 공급이 불가능해진다. (5점)

3) 세포호흡: 결론적으로 근육세포 내 세포호흡의 주요 재료인 산소와 영양소 고갈로 세포호흡이 불가하고 ATP 합성이 불가능해 ATP가 급속도로 고갈된다. (5점)

4) ATP가 고갈됨에 따라 그림 2에서 (4)단계가 불가능으로 수축된 근육섬유의 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트 분리가 불가능하게 된다. (5점)

5) 이를 사후강직(경직) 혹은 강직(경직)이라 한다. (5점) 사후강직, 사후경직, 강직, 경직 이란 용어가 없으면 0점

[3-4]

사후강직의 발생 시기는 근육 조직 내의 ATP양에 따라 차이가 난다. 급격한 운동이 동반되며 사망한 경우, 근육

세포의 ATP 소모량이 상대적으로 높기 때문에 ATP가 더 빠르게 고갈되고 그 결과 빠른 시간 내에 마이오신 필라멘트와 액틴 필라멘트 분리가 불가능하게 되면서 사후 강직이 상대적으로 빠르게 나타난다. 반면, 사망시 근육 운동이 심하지 않을 경우, ATP 소모량이 상대적으로 낮아 ATP가 상대적으로 느리게 고갈되고 그 결과 사후 강직이 상대적으로 늦게 나타나게 된다.