

## 2023학년도 논술고사

# 자연계열(의학과)



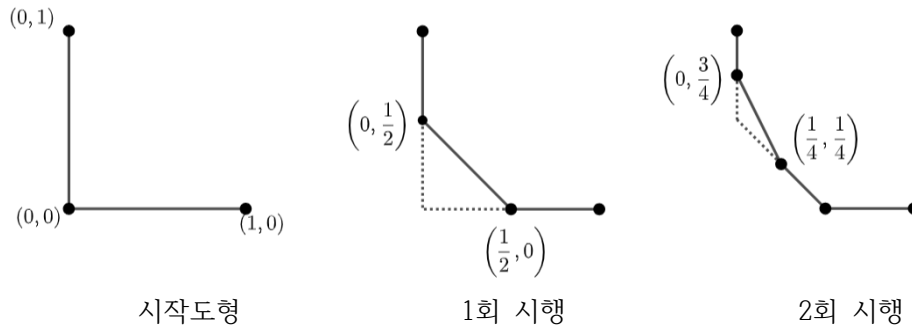
성명	
전형	
수험번호	

표지를 제외한 페이지 수 : 7

[문항 1] (50점) 다음 제시문을 읽고 논제에 답하라.

(가) 한 직선 위에 있지 않은 서로 다른 세 점  $P, Q, R$ 에 대하여, 두 선분  $PQ$ 와  $QR$ 은 점  $Q$ 에서 인접하다고 하며 점  $Q$ 를 두 선분의 교점이라 하자. 두 개 이상의 선분으로 이루어진 도형의 인접한 선분들의 교점을 **도형의 교점**이라 하자. 도형의 교점  $Q$ 에서 인접한 두 선분  $PQ$ 와  $QR$ 의 중점을 각각  $M$ 과  $N$ 이라 할 때, 원래 도형에서 선분  $PQ$ 와  $QR$ 을 세 선분  $PM, MN, NR$ 로 대체하여 만든 도형을 **교점  $Q$ 에서 깎아 만든 도형**이라 하고 선분  $MN$ 을 **새로 생긴 선분**이라 하자.

점  $(0,1)$ 과 원점을 이은 선분, 그리고 원점과 점  $(1,0)$ 을 이은 선분으로 이루어진 도형을 시작도형이라 하자. 시작도형으로부터  $y$ 축 위에 있는 도형의 교점에서 깎아 만든 도형을 얻는 시행을  $n$ 회 반복하여 얻은 도형을 생각하자. [그림 1]은 이런 시행을 2회 반복하여 도형을 얻는 과정을 표현한 것으로 이전 도형에 포함되었으나 새로운 도형에서 빠진 부분은 점선으로 표시하였다.



[그림 1]

각 시행 후 새로 생긴 선분의 양 끝점 중  $y$ 축 위에 있는 점의  $y$ 좌표를  $1-a$ 라 하면 다른 끝점의  $x$ 좌표는  $a$ 이다.

(나) 함수  $y=f(x)$ 에 대하여  $y=|f(x)|$ 와  $y=f(|x|)$ 의 그래프는  $y=f(x)$ 의 그래프의 일부를 대칭시켜 얻을 수 있다. 예를 들어  $y=e^{-|x|}$ 의 그래프는  $x>0$ 에서의  $y=e^{-x}$ 의 그래프를  $y$ 축에 대칭시켜 얻을 수 있다.



[문제 1-1] (30점) 제시문 (가)를 읽고 물음에 답하라.

(1) 한 직선 위에 있지 않은 서로 다른 세 점 P, Q, R에 대하여 두 선분 PQ, QR의 중점을 각각 M, N이라 하자.  $\overline{PM}^2 + \overline{MN}^2 + \overline{NR}^2$ 과  $\overline{PQ}^2 + \overline{QR}^2$ 의 값의 크기를 비교하라.

(2) [그림 1]과 같이 시작도형으로부터  $y$ 축 위에 있는 도형의 교점에서 깎아 만든 도형을 얻는 시행을 10회 반복하여 얻은 도형과 직선  $y = -x + 1$ 로 둘러싸인 영역의 넓이를 구하라.

(3) [그림 1]과 같이 시작도형으로부터  $y$ 축 위에 있는 도형의 교점에서 깎아 만든 도형을 얻는 시행을 반복할 때  $n$ 번째 시행에서 새로 생긴 선분을 포함하는 직선의 기울기가  $-n$ 임을 증명하라.

[문제 1-2] (20점) 제시문 (나)를 읽고 물음에 답하라.

(1) 최고차항의 계수가  $\frac{2}{25}$  이고  $f(0) = 0$ ,  $f(5) = 1$ ,  $f'(0) = f'(7)$ 인 삼차함수  $f(x)$ 에 대하여 다음 <조건>을 만족하는 모든 양수  $r$ 의 합을 구하라.

< 조 건 >

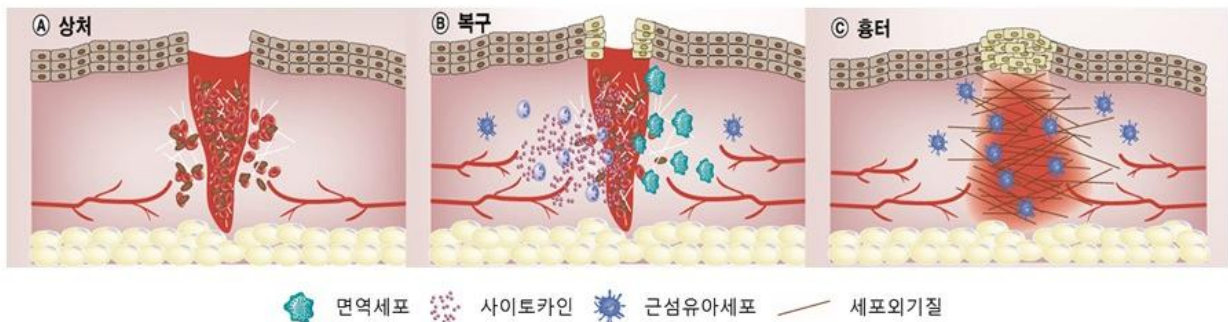
서로 다른 세 점  $P(2, f(2))$ ,  $Q(0, -\frac{2}{25})$ ,  $R(r, f(r))$ 에 대하여 선분 PQ의 중점과 선분 QR의 중점을 지나는 직선과  $y = |f(x)|$ 의 그래프의 교점의 개수가 3이다. (단,  $r \neq 2, r > 0$ )

(2) 함수  $y = -\frac{|x|}{\sqrt{e}} + k$ 와  $y = e^{-|x|}$ 의 그래프의 교점의 개수가 2이고 그때의 교점을 P, R이라 하자. 점 Q(0, 1)에 대해서 선분 PQ의 중점과 선분 QR의 중점을 지나는 직선과  $y = e^{-|x|}$ 의 그래프의 두 교점의  $x$ 좌표를 각각  $\alpha, \beta$ 라 할 때,  $\int_{\alpha}^{\beta} e^{-|x|} dx$ 의 최솟값을 구하라. (단,  $k$ 는 실수,  $\alpha < \beta$ )

[문항 2] (50점) 다음 제시문을 읽고 논제에 답하라.

(가) 섬유증은 장기의 구성 세포들이 섬유조직으로 대체되어가는 질환으로, 전 세계적으로 약 45%의 사망자들이 섬유증 및 관련 질환들로 사망할 정도로 매우 심각한 질환이다. 섬유증은 우리 몸의 자연 치유 능력에 문제가 생겨 발생한다. 장기에 상처<sup>1</sup>가 발생하면 우리 몸은 염증반응의 일부로 섬유아세포를 보내 상처의 복구를 돕는다. 섬유아세포<sup>2</sup>는 활성화된 형태인 근섬유아세포로 전환되어, 세포외기질<sup>3</sup>을 분비하여 상처를 봉합한 후 사라진다. 그러나 근섬유아세포가 과도하게 활성화되면 상처의 봉합 후에도 사라지지 않고 과도한 치유를 유도하고 결과적으로 과도한 흉터<sup>4</sup>가 생기기도 한다. 이렇게 형성된 흉터는 사라지지 않고 중요 장기에 축적될 수 있는데, 이것은 치명적인 질환을 일으킬 수 있다. 이렇게 장기에 흉터 조직이 축적되는 현상을 섬유화라고하며, 이로 인하여 발생하는 질환을 섬유증이라 정의한다. 섬유화가 폐에 발생한 경우를 폐섬유증이라고 한다. 폐는 수백만 개의 폐포와 모세혈관으로 이루어져 있다. 폐포의 얇은 벽에 반복적인 상처로 흉터 조직이 쌓이면, 호흡을 통해 유입된 산소가 혈류 속으로 확산(diffusion)되기 어려워질 수 있다. 또한 흉터 조직은 폐를 뻗뻗하게 만들어 폐포의 확장 능력을 저하시킨다. 결과적으로, 폐의 섬유화는 우리 몸으로의 산소공급을 어렵게 만들어, 생명유지에 치명적일 수 있다. 심장섬유증은 여러 요인으로 인하여 심장의 근육세포가 손상되었을 때 유발될 수 있다. 심장에 섬유증이 발생하면 심장 근육이 경직되어 심부전<sup>5</sup>을 일으킨다. 이외에도 신장과 간에 섬유증이 발생하면 각각 신부전과 간기능부전을 초래할 수 있다.

(나) 상처의 복구 메카니즘은 상처의 발생, 복구, 흉터 형성의 3단계를 거친다. A. 상처의 발생 단계에서 상처부위의 상피세포 또는 내피세포는 화학 신호물질을 분비한다. B. 복구 단계에서는 화학 신호물질에 의해 모세혈관이 확장되며 면역세포와 섬유아세포가 상처부위로 침투한다. 이 단계에서 면역세포들은 사이토카인<sup>6</sup>들을 분비하여 섬유아세포의 증식 및 근섬유아세포로의 전환을 도와준다. C. 흉터의 형성 단계에서는 근섬유아세포에서 분비된 세포외기질로 인해 정상적인 조직구조가 복원되고 손상된 세포가 정상세포로 대체된다. 흉터 조직에 존재하는 근섬유아세포와 세포외기질은 시간이 지나면서 사라지고 결과적으로 흉터가 사라지지만, 섬유증에서는 근섬유아세포와 세포외기질이 사라지지 않아 과도한 흉터를 남긴다.



주<sup>1</sup>. 상처 : 조직의 절단, 조직 구성 세포의 사멸 등으로 조직의 구조가 변형된 상태

주<sup>2</sup>. 섬유아세포(Fibroblast) : 세포외기질을 분비하는 세포

주<sup>3</sup>. 세포외기질(Extracellular matrix) : 피브로넥틴, 콜라겐 등 장기의 구조유지를 담당하는 결합물질

주<sup>4</sup>. 흉터 : 상처가 아문 후에 남은 자국. 주로 결합조직으로 구성됨

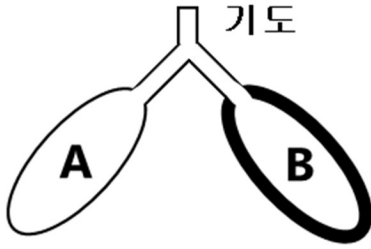
주<sup>5</sup>. 심부전 : 심장의 구조적 혹은 기능적 이상으로 말초 기관에 필요한 만큼의 산소를 전달하지 못하는 상태

주<sup>6</sup>. 사이토카인 : 주로 면역세포에서 분비되는 단백질로 호르몬과 유사하게 세포 간의 정보교환에 사용됨

[문제 2-1] (8점) 폐섬유증은 환자 발생비율이 높은 섬유증의 하나로 심각한 호흡 장애를 불러일으키는 호흡기 질환이다. 폐섬유증은 COVID-19 감염으로 발생하는 여러 후유증 중 하나이며, COVID-19 감염으로 입원한 환자의 약 1/3에서 발생하는 것으로 추정된다. 다음의 질문에 답하시오.

(1) (4점) 중증의 폐섬유증 환자가 응급실에 입원하였다. 환자의 혈중 산소농도가 위험할 수준으로 떨어지고 있다. 인공호흡기를 통하여 강제로 공기의 호흡 횟수를 늘려도 혈중 산소의 농도가 위험한 수준에 머무르고 있다면, 어떠한 처치를 시행해야할지 제안하시오. 단, 약물의 투여는 고려하지 않는다고 가정한다. 인공호흡기는 강제로 폐에 기체를 넣고 빼주는 장치이다.

(2) (4점) 폐섬유증 환자의 폐에는 정상적인 폐포와 섬유화된 폐포가 모두 존재한다. 아래에 제시된 그림과 같이 정상적인 폐포(A) 한 개와 섬유화된 폐포(B) 한 개가 기도에 연결되어 있다고 가정한다면, 공기를 들이 마실 때 섬유화된 폐포(B)로 공기가 잘 들어가지 않는 이유를 보일의 법칙을 이용하여 설명하시오.



기도

A                      B

정상 폐포                  섬유화 폐포

**보일의 법칙 :**

온도와 기체의 양이 일정한 닫힌 계 내에서 일정한 질량의 이상 기체가 가하는 절대 압력은 그것이 차지하고 있는 부피에 반비례한다.

$PV = \kappa$  ( $P$  : 기체의 압력,  $V$  : 기체의 부피,  $\kappa$  : 상수)

[문제 2-2] (8점) 경증의 폐섬유증 환자의 신진대사를 확인하기 위하여, 정상인군과 폐섬유증 환자군을 인공호흡기를 통하여 호흡 횟수를 동일하게 유지하며 걷기운동을 30분간 수행시켰다. 운동 직후 인체성분을 검사하였다. 검사결과에 대한 질문에 답하시오.

(1) (4점) 인체성분 분석 결과 인체 수분함량이 낮은 군을 예상하고 그 이유를 기술하시오. 단, 땀의 분비와 신장을 통한 수분의 유출에 있어 정상인군과 환자군의 차이가 없다고 가정한다.

(2) (4점) 혈액의 성분 분석 결과 pH가 낮은 군을 예상하고 그 이유를 기술하시오.



# 2023학년도 자연계열(의학과) 논술고사

자연계열  
(의학과)

[문제 2-3] (4점) 폐섬유증 환자는 폐포에서 산소 흡수가 어려워 혈중 산소의 농도가 정상인보다 낮아진다. 환자의 몸은 이를 만회하기 위하여 무의식적으로 호흡 횟수를 증가시킨다. 혈액중 산소농도가 낮다는 자극은 혈관에 존재하는 산소 농도 변화 수용기가 감지한다고 할 때, 자극으로부터 폐까지 반사가 일어나는 반응경로를 순차적으로 기술하고, 각 경로를 담당하는 기관을 기술하시오.

[문제 2-4] (6점) Eeyarestatin은 새로 생성되는 폴리펩타이드가 소포체로 이동하는 과정을 저해하는 약물로 알려져 있다. 연구실에서 실험한 결과, Eeyarestatin을 주입하였을 때 실험동물모델에서 폐섬유증의 발생이 감소되는 것을 발견하였다. 이러한 연구 결과를 바탕으로 Eeyarestatin을 폐섬유증 치료제로 개발하려 하였으나, Eeyarestatin이 실험동물모델에서 당뇨병을 유발하는 것으로 밝혀져 결국 치료제로서의 개발이 실패하였다. 다음의 질문에 답하시오.

(1) (4점) Eeyarestatin이 주입된 실험동물모델에서 폐섬유증의 발생 감소가 가능한 원리를 자세히 설명하시오.

(2) (2점) Eeyarestatin이 주입된 실험동물모델에서 당뇨병이 발생하는 원리를 설명하시오.

[문제 2-5] (6점) 폐섬유증 발생의 원인을 규명하기 위하여 폐섬유증 환자의 폐 조직을 약간 잘라 폐 조직에 존재하는 mRNA의 양을 분석하였다. 환자 폐 조직에 존재하는 mRNA의 양과 혈중 CCL-18 단백질의 양이 아래 표와 같을 때, 폐섬유증과 관련이 있을 것으로 예상되는 유전자를 모두 제시하고 그 이유를 설명하시오. 단, 폐섬유증 증상의 중증도를 대변하는 생체지표는 혈액에 존재하는 CCL-18 단백질의 양이라 가정한다. 혈중 CCL-18 단백질의 양이 많을수록 폐섬유증 증상이 심화된다.

	환자1	환자2	환자3	환자4	환자5	환자6
CCL-18 단백질 양	20	15	10	25	35	30
Gene1 mRNA 양	105	45	75	30	90	105
Gene2 mRNA 양	60	45	30	75	105	90
Gene3 mRNA 양	60	70	80	50	30	40
Gene4 mRNA 양	30	30	30	30	30	30



## 2023학년도 자연계열(의학과) 논술고사

자연계열  
(의학과)

[문제 2-6] (8점) 초미세먼지는 매우 작은 입자로 흔히 공장 배출 오염물질, 자동차 매연 등 세포에 유해한 독성물질과 결합하여 공기 중에 떠돌아다닌다. 초미세먼지는 크기가 작아 호흡할 때 폐를 통하여 우리 몸에 흡수되어 몸 전체로 퍼진다. 오랜 기간 초미세먼지를 포함한 공기를 호흡하면, 세포가 독성물질을 흡수하여 파괴되므로 폐섬유증, 심장섬유증 등의 질환이 발생할 확률이 높아진다. 다음의 질문에 답하시오.

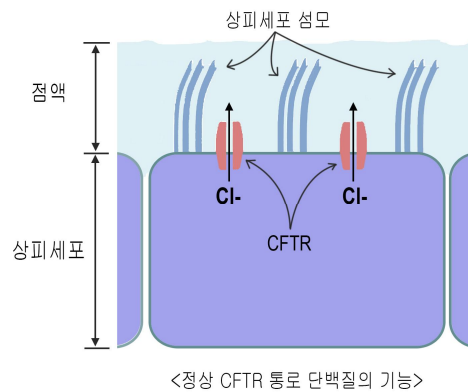
(1) (4점) 심장은 우심방, 우심실, 좌심방, 좌심실로 나뉜다. 우심방은 대정맥에 우심실은 폐동맥에 연결되어 있고, 좌심방은 폐정맥에 좌심실은 대동맥에 각각 연결되어 있다. 초미세먼지에 의하여 유발되는 심장섬유증은 대부분 우심실에 비하여 좌심실에서 심하게 나타난다. 그 이유를 설명하시오.

(2) (4점) 초미세먼지로 인하여 심장섬유증이 발생한 환자들은 폐정맥의 혈압이 정상인보다 높은 경우가 많다. 그 이유를 설명하시오.

[문제 2-7] (10점) 폐의 낭성 섬유증은 폐조직의 상피세포막에서 기관지 내부로 염소이온을 통과시키는 통로단백질인 CFTR의 돌연변이와 이에 따른 기능이상으로 발생하는 유전질환이다.

(1) (2점) 통로단백질을 통한 물질의 이동을 설명하시오.

(2) (4점) 아래의 그림을 참고하여 CFTR의 정상기능을 설명하고 CFTR의 기능 이상이 폐의 섬유증을 유발하는 기전을 설명하시오. 단, 점액의 분비량은 변하지 않는다고 가정한다.



(3) (4점) 아래의 그림은 정상 CFTR 단백질과 돌연변이 CFTR 단백질을 리포솜<sup>1</sup>에 각각 삽입한 후, 리포솜 내부와 외부의 전압 변화에 따른 염소이온 전류를 탐침자<sup>2</sup>로 측정한 그래프이다. 그래프에서 정상 CFTR 단백질과 돌연변이 CFTR 단백질에 의한 염소이온 이동의 특징을 설명하시오. (주<sup>1</sup>: 리포솜, 두층의 인지질로 이루어진 세포막과 유사한 구형체; 주<sup>2</sup>: 탐침자, 국소적인 염소이온 전류를 측정할 수 있는 기구)

