

2023학년도 연세대학교 미래캠퍼스 논술시험 문제지

[창의인재-의예과(생명과학)]

【문제 1】 아래 제시문을 읽고 문제에 답하십시오.(20점)

- (가) 질병은 비감염성 질병과 감염성 질병으로 나눌 수 있다. 감염성 질병은 병원체에 감염되어 발병하는 질병으로 결핵, 독감 등이 있다. 바이러스는 유전 물질과 유전 물질을 둘러싼 껍질로 구성되고 감염성 질병의 원인이 된다.
- (나) 우리 몸에는 이물질이나 병원체가 침입하면 방어 작용이 일어나 우리 몸을 보호한다. 방어 작용은 감염 부위에서 신속하고 광범위하게 일어나는 염증 반응과 림프구에서 생성된 세포에 의한 면역 반응이 있다.

[문제1-1~문제1-3] 다음은 우리 몸의 방어 작용에 대해 연구한 자료이다.

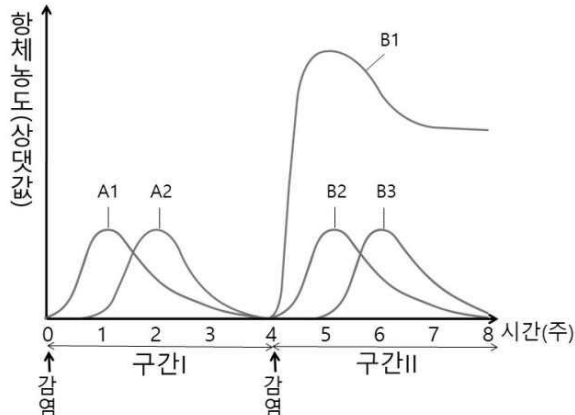
2019년 1월 1일, 바이러스 X와 바이러스 Y에 노출된 적이 없는 정상인이 ㉠바이러스 X에 감염되었다. 그리고 4주 후, 다시 ㉡어떤 바이러스에 감염되었다.

<표1-1>은 바이러스 X와 바이러스 Y의 전사 주형 가닥 유전 정보 일부를 나타낸 것이다. 각 유전 정보는 껍질 성분을 암호화하며, 껍질은 감염 시 항원으로 작용한다.

바이러스 종류	전사 주형 가닥 유전 정보
바이러스 X	5'-GGTTGTGGTGTGGTTGGG-3'
바이러스 Y	5'-CGAGAGTCTTTTAAACGA-3'

<표1-1>

<그림1-1>은 바이러스 감염 후 정상인에서 일어난 면역 반응을 분석하기 위해, 시간에 따른 혈중 항체 농도를 구간 I과 구간 II로 나누어 나타낸 것이다. 구간 I은 2019년 1월 1일 바이러스 X에 의한 감염 즉시부터 4주간의 기간이며, 구간 II는 2019년 1월 29일 2번째 바이러스에 의한 감염 즉시부터 4주간의 기간이다.



<그림1-1>

		두 번째 염기								
		U		C		A		G		
첫 번째 염기	U	UUU	페닐알라닌	UCU	세린	UAU	타이로신	UGU	시스테인	U
		UUC		UCC		UAC		UGC	시스테인	C
		UUA	류신	UCA		UAA	종결 코돈	UGA	종결 코돈	A
		UUG		UCG		UAG	종결 코돈	UGG	트립토판	G
	C	CUU	류신	CCU	프롤린	CAU	히스티딘	CGU		U
		CUC		CCC		CAC		CGC	아르지닌	C
		CUA		CCA		CAA	글루타민	CGA		A
		CUG		CCG		CAG		CGG		G
	A	AUU	아이소류신	ACU	트레오닌	AAU	아스파라진	AGU	세린	U
		AUC		ACC		AAC	아스파라진	AGC		C
		AUA		ACA		AAA	라이신	AGA	아르지닌	A
		AUG		ACG		AAG		AGG	아르지닌	G
G	GUU	발린	GCU	알라닌	GAU	아스파르트산	GGU		U	
	GUC		GCC		GAC		GGC		C	
	GUA		GCA		GAA	글루탐산	GGA	글리신	A	
	GUG		GCG		GAG		GGG		G	

<표1-2>

〈표1-2〉는 유전부호(코돈표)이다.

[문제 1-1] ㉠ 이후 X에 의해 생성되는 혈중 항체 농도 변화를 〈그림1-1〉의 A1과 A2 중에서 선택하고 그 이유를 서술하시오. ㉡에서 X에 감염되었다고 가정하였을 때, X에 의해 생성되는 혈중 항체 농도 변화를 〈그림1-1〉의 B1~B3 중에서 선택하고 그 이유를 서술하시오.(5점)

[문제 1-2] ㉡에서 Y에 감염되었다고 가정하였을 때, Y에 의해 생성되는 혈중 항체 농도 변화를 〈그림1-1〉의 B1~B3 중에서 선택하고 그 이유를 서술하시오. 〈표1-1〉의 유전 정보를 〈표1-2〉의 유전부호(코돈표)를 이용하여 6개의 아미노산으로 전사 및 번역되는 과정을 서술하시오. (단, 개시 코돈과 종결 코돈은 고려하지 않는다.)(10점)

[문제 1-3] 〈그림1-1〉의 면역 반응 결과를 고려할 때, 바이러스에 노출된 적 없는 김연세 연구원이 바이러스 X에 의한 감염성 질병을 예방할 수 있는 방법과 방법을 적용할 시기를 서술하시오.(5점)

[문항해설]

- 1) 바이러스 침입으로 항체를 생산하는 특이적 1차 면역 반응과 2차 면역 반응에 대한 이해를 평가하고자 함.
- 2) 코돈표를 이용한 전사와 번역 과정을 통해 유전 정보의 흐름에 대한 이해를 평가하고자 함.

[예시답안]

[문제 1-1] 예시답안

㉠의 그래프는 **A2**, 정상인은 과거 바이러스 X에 노출된 적이 없다. 따라서 바이러스 X의 감염이 일어나면 항원 특이적인 1차 면역 반응이 일어나게 된다. 해당 문제에서는 정상인이 처음 X에 감염되었고, X에 대한 특이적 항체를 생산하는 체액성 면역 반응을 항체 농도로 측정하였다. X가 항원으로 인식되고 B림프구가 활성화되어 형질 세포와 기억세포로 분화된다. 이 과정에서 세포의 증식과 분화가 필요하므로 형질세포가 A1처럼 즉시 항체를 생산할 수 없기 때문에 ㉠의 그래프는 A2이다.

㉡의 그래프는 **B1**, 정상인은 과거 (4주전) X에 감염이 되었다. 1차 면역 반응으로 생산된 기억세포는 같은 항원이 재침입하면 빠르게 증식하고 형질세포로 분화하여 많은 항체를 생성한다. 따라서 X 항원에 대한 기억 세포가 남아 있어 2차 면역 반응이 일어나고 2차 면역 반응은 1차 면역 반응보다 빠르게 많은 양의 항체를 생성하기 때문에 ㉡의 그래프는 B1이다.

[문제 1-2] 예시답안

㉢의 그래프는 **B3**, 정상인이 처음 항원(바이러스 Y에 특이적 1차 면역 반응이 없기) 감염되었기 때문에, Y 항원에 특이적인 1차 면역 반응이 일어나야 하기 때문이다 (활성화된 B림프구가 증식하고 분화하여 형질세포가 만들어져 형질세포가 항체를 생성하기 때문에 시간이 필요하다). 따라서 **B2**처럼 즉시 항체를 생산할 수 없고, 또한 바이러스 Y 항원에 대한 기억세포가 없어서 **B1**처럼 즉시, 많은 양을 생산할 수도 없다.

바이러스 X와 Y의 전사 주형 가닥 유전 정보는 전사에 의해 방향성을 가지고 mRNA로 전사되고 아미노산으로 번역된다.

X와 Y의 주형 가닥 유전 정보가 전사된 것은 아래와 같다.

X의 mRNA: 3'-CCA ACA CCA CAC CAA CCC-5'

Y의 mRNA: 3'-GCU CUC AGA AAA UUU GCU-5'

그리고 전사된 것(mRNA)은 6개의 아미노산으로 번역으로 번역된다.

X의 항원: 프롤린-아스파라진-히스트딘-트레오닌-트레오닌-트레오닌

Y의 항원: 세린-페닐알라닌-라이신-아르지닌-류신-세린

[문제 1-3] 예시답안

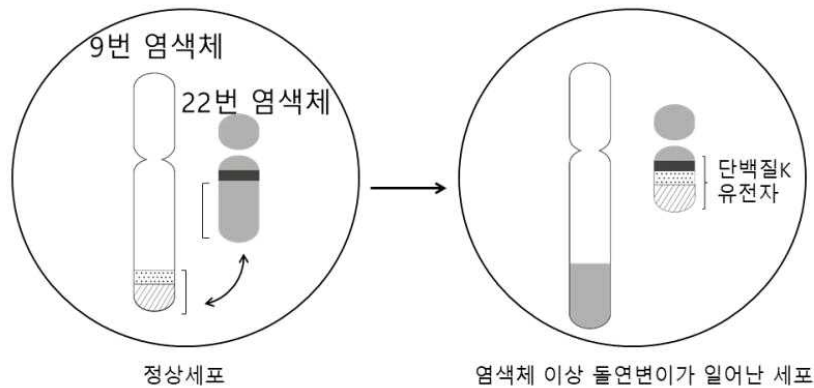
<그림1-1>을 고려할 때 특이적인 면역 반응은 1차 면역이 있는 경우, 같은 항원의 재침입은 2차 면역 반응으로 빠르게 많은 양의 항체를 생산한다. 따라서 김연세 연구원이 바이러스 X 의한 감염성 질병을 항체 생성을 통해 예방하고자 한다면, 바이러스 X의 특이적인 1차 면역 반응을 인위적으로 생성하는 방법으로 바이러스 X를 함유한 백신을 접종할 수 있다.

바이러스 X를 함유한 백신을 **미리** 접종하면 바이러스 X 항원에 대한 특이적인 항체를 생산할 수 있는 형질 세포로 분화 가능한 **기억 세포**가 1차 면역 반응으로 저장되므로, 바이러스 X에 의한 감염성 질병을 예방할 수 있기 때문이다.

<그림1-1>에 따라 항원 특이적인 1차 면역 반응 생성에 시간이 소요되므로 백신을 예방 접종할 시기는 ~1주이다.

【문제 2】 아래의 제시문을 읽고 문제에 답하시오.(20점)

- (가) 모든 생물은 세포로 이루어져 있으며 생명 현상을 유지하기 위한 물질대사가 끊임없이 일어난다. 세포에는 활성화 에너지를 낮추어 주는 생체 촉매제가 있어 화학 반응이 잘 일어날 수 있다. 효소의 작용을 조절하는 저해제는 효소와의 결합 부위에 따라 경쟁적 저해제와 비경쟁적 저해제로 구분된다.
- (나) 세포는 어느 정도 크기가 되면 성장을 멈추고 분화하거나 세포 분열을 한다. 세포 분열 결과 형성된 딸세포가 성장하여 다시 분열하는 과정을 반복하는데 이렇게 반복되는 일련의 성장과 분열 과정을 세포주기라 한다.
- (다) 생물의 유전 정보를 담고 있는 염색체는 안정한 물질이지만, 간혹 여러 가지 요인으로 손상되면서 정상적인 기능을 하지 못하고 사람의 질병을 유발하기도 한다. 하나의 염색체에는 수많은 유전자가 있으므로 염색체 수 및 구조의 이상은 다양한 유전병을 일으킨다. 대표적인 예로서 다운 증후군, 만성 골수 백혈병 등이 있다. 만성 골수 백혈병은 <그림2-1>과 같이 염색체 이상으로 단백질K의 유전자가 생겨나고 그 결과 백혈구가 과도하게 증식하는 질병이다.



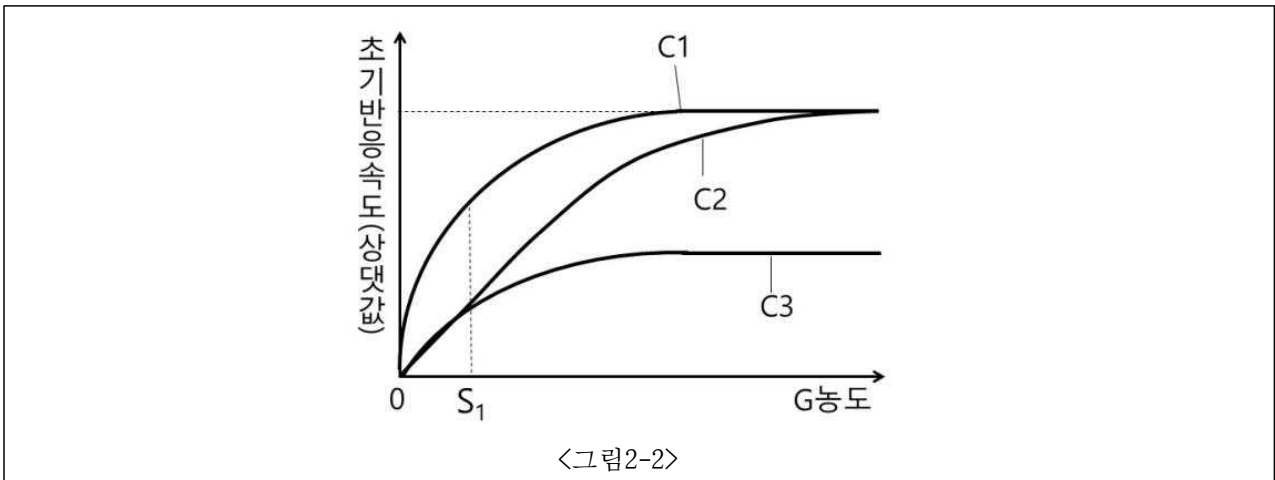
<그림2-1>

[문제 2-1~문제 2-3] 다음은 만성 골수 백혈병 환자로부터 추출한 단백질K를 이용한 실험이다.

단백질K의 활성화 부위에 세포 성분 물질G가 결합하면 물질W가 생성되고, W는 과도한 세포 분열을 촉진한다. 어떤 식물에서 추출한 물질E와 물질F는 K의 서로 다른 부위에 결합하고, K의 활성을 저해함으로써 과도한 세포의 증식을 억제한다. E는 G와 유사한 입체 구조를 가지고 있으며 K의 활성화 부위에 결합한다. 김연세 연구원은 다음과 같이 3개의 비커에 K와 여러 물질들(E, F, G)을 선택하여 넣고 시간에 따른 W의 생성량(농도)을 측정하였다.

- 비커1: K와 G를 넣었다.
- 비커2: E, K, G를 넣었다.
- 비커3: F, K, G를 넣었다.

<그림2-2>는 G의 농도에 따른 초기 반응 속도를 나타낸 것이다. 비커1~3에서 K의 농도는 일정(동일)하며, 제시된 조건 이외의 다른 조건은 동일하다.



- [문제 2-1] 제시문 (가)를 참고하여 K가 무엇인지 서술하고, 비커1의 반응 결과에 해당하는 그래프를 <그림2-2>에서 선택하고 그 이유를 서술하시오.(5점)
- [문제 2-2] 제시문 (가)를 참고하여 비커2와 3의 반응 결과에 해당하는 그래프를 <그림2-2>에서 선택하고 그 이유를 각각 서술하시오.(10점)
- [문제 2-3] 제시문과 실험결과를 참고하여, 김연세 연구원이 백혈구의 과도한 증식을 효과적으로 저해하고자 할 때, 물질 E와 F 중에서 최상의 효과를 얻을 수 있는 것을 선택하고 그 이유를 서술하시오.(5점)

[문항해설]

- 1) 생명 현상을 유지하기 위한 생물의 특징으로 물질대사에서 화학 반응을 촉매하는 효소와 결합하는 기질과 저해제의 특징을 이해하고 있는지 평가하고자 함.
- 2) 염색체 이상과 유전병을 이해하고 있는지 평가하고자 함.

[예시답안]

[문제 2-1] 예시답안

단백질 K는 기질 G와 결합하여 W를 생산하는 화학 반응을 촉매하는 효소이고 비커1의 반응 결과 그래프는 C1이다. (비커2와 3에는 저해 물질이 포함되어 있으므로) 비커1에는 저해제가 없으므로, 실험 결과는 상대적으로 낮은 농도에서 초기 반응 속도가 높고, 기질의 농도 증가에 따라 빠르게 최대의 초기반응속도에 도달하기 때문이다.

[문제 2-2] 예시답안

비커2의 반응 결과 그래프는 C2이고, 비커3의 반응 결과 그래프는 C3이다.

E는 기질 G와 입체 구조가 유사하고 효소 K의 활성 부위에 결합하고 효소 활성을 저해한다. C1와 C2를 비교하면 낮은 농도의 기질에서 효소의 초기 반응 속도는 C1보다 C2가 낮다. 하지만 기질의 농도가 증가하면 C1와 C2의 (효소 초기) 반응 속도는 같아진다. 즉, C1와 비교하여 C2의 효소 활성(초기 반응 속도)은 기질과 경쟁적으로 저해 효과가 있다. 비커2의 실험은 E를 넣었고, E는 기질과 효소의 활성 부위를 경쟁적으로 결합하는 효소 활성 저해제(경쟁적 저해제)이기 때문에 비커2의 반응 결과 그래프는 C2이다.

F는 K와 효소 활성 부위와 다른 곳에 결합하고 활성을 저해한다 하였다. F는 K의 저해제로서 그래프 C3가 되어 기질의 농도가 높아지더라도 저해 효과는 줄어들지 않기 때문에 비경쟁적 저해제 (또는 기질과 경쟁하지 않는 효소 저해제)이다.

[문제 2-3] 예시답안

제시문 (가)에서 세포의 물질대사가 끊임없이 일어난다는 것을 고려하면, 세포 물질 (기질 포함)의 농도가 변화하고, 기질의 농도는 낮거나 높을 수 있다.

문제의 조건인 기질 농도가 S_1 이상일 때 E와 F의 효소 활성 저해 효과를 비교해보면, C2는 기질 농도가 높아짐에 따라 저해 효과가 줄어들지만, C3는 기질 농도가 높아져도 저해 효과가 줄어들지 않으므로 F가 E와 비교하여 백혈구의 과도한 증식을 억제하는데 더 효과적일 것이다.