

2021학년도 일반논술 전형 의예논술(생명과학)

=====

【문제 1】 아래 제시문을 읽고 문제에 답하시오.(20점)

(가) 사람의 몸을 구성하는 여러 기관들은 신호를 주고받아 각 기관의 기능을 조절하고 적절하게 반응하는데, 이 과정에 내분비계가 관여한다. 내분비계는 호르몬을 생성하고 분비하는 내분비샘들의 모임이고, 내분비샘에서 생성된 호르몬은 혈액을 통해 이동하다가 표적세포에 작용하여 생리작용을 조절한다. 표적세포는 특정 호르몬을 인식하고 결합하는 수용체를 가지고 있어 그 호르몬에 반응한다.

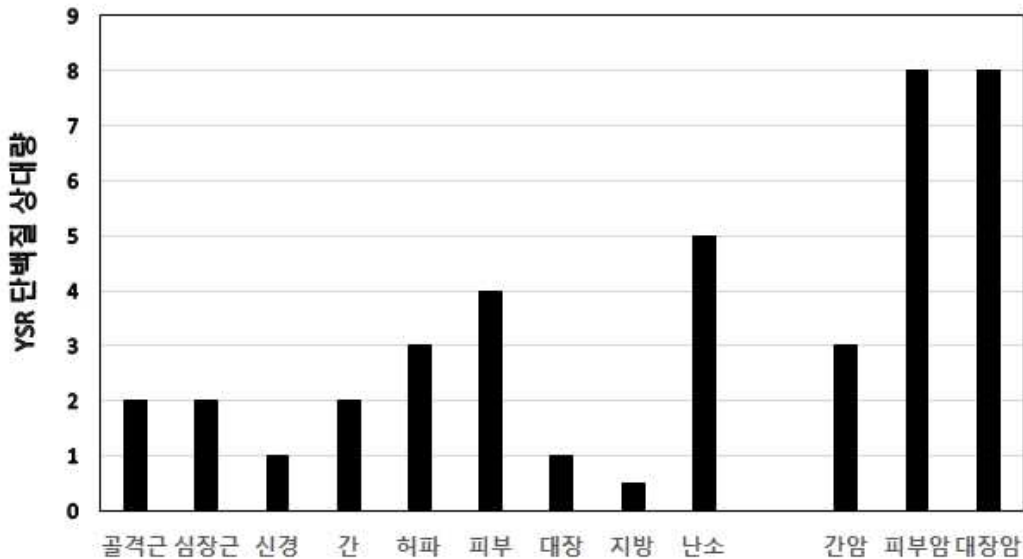
(나) 생물의 발생과 성장, 생식은 모두 세포분열을 통해 이루어지는데, 세포가 분열할 때 염색분체는 분리되어 두 개의 딸세포로 나뉘어 들어간다. 체세포에서 분열을 마친 딸세포가 성장하여 다시 분열할 때까지의 기간을 세포주기라고 한다. 세포주기는 간기와 분열기로 나뉘며, 간기에는 세포가 성장하고 DNA가 복제되며 분열기에는 염색분체가 두 개의 딸세포로 분리된다.

(다) 발생은 다세포생물이 하나의 세포인 수정란에서 시작하여 세포분열과 일련의 분화과정을 거쳐 완전한 성체로 되는 과정이다. 이 과정은 수정란의 세포분열과정인 난할, 하나의 세포로부터 구조와 기능이 다른 여러 가지 세포가 생성되는 분화, 분화된 조직을 특이한 구조로 체계화해 나가는 형태형성과정을 통해 진행된다. 발생과정에서 분화된 세포는 형태뿐만 아니라 기능면에서도 큰 차이를 보인다. 한 개체에 존재하는 모든 세포는 모든 종류의 단백질 합성에 필요한 유전자를 전부 가지고 있지만, 각각의 세포는 이들 유전자를 모두 발현시키는 것이 아니라 발생 단계의 특정 시점에서 일부만을 발현시켜 세포의 발생 운명과 분화의 방향을 결정한다.

(라) 면양은 일반적으로 한두 개의 난자만을 배란하는데, 특정 품종의 면양은 많은 수의 난포를 배란하여 여러 마리의 새끼면양을 출산하는 것이 관찰되었다. 이 품종의 면양에서 다배란을 유도하는 원인유전자를 분석한 결과, 호르몬 YS의 수용체(YSR)를 생성하는 YSR 유전자에 돌연변이가 발생, 난소에서 많은 난포세포의 증식을 유도하여 난포발육에 영향을 미쳤음을 확인하였다. 또한, YSR 유전자에 돌연변이가 발생한 면양의 난포세포에 호르몬 YS를 처리하면 여포자극호르몬수용체 유전자발현이 증가됨을 확인하였다.

[문제 1-1] 제시문 (라)에서 호르몬 YS가 1) 정상수용체 YSR과 결합하여 나타나는 작용과, 2) 돌연변이수용체 YSR을 통해 나타나는 작용의 변화를 제시문 (가), (나)와 관련지어 설명하시오. (10점)

[문제 1-2] 사람의 여러 조직에서 YSR 단백질의 상대량을 분석하여 아래 그림(가상의 자료임)과 같은 데이터를 얻었다. 제시문 (가), (나), (다)와 연관지어 조직별 YSR 단백질 발현 패턴에 차이가 나는 이유와 암세포에서의 YSR의 기능을 추론하시오. (10점)



[문항해설]

(문제 1-1)

호르몬과 호르몬수용체의 작용으로 표적세포의 생리활성에 변화가 일어남을 파악한다. 본 문제에서는 YS와 YSR의 작용으로 세포주기의 진행으로 세포증식이 이루어지고 세포내 유전자발현의 증가의 생리작용 변화를 유추할 수 있다.

(문제 1-2)

진핵생물에서 유전자가 발현되어 단백질이 합성되기까지 전사, 전사후과정, 번역, 번역후가공, 단백질 분해 등의 단계에서 조절이 이루어진다. 따라서, 조직별, 세포별 유전자 발현 조절과정에 차이가 있을 수 있으므로 조직별, 세포별 특정 단백질의 상대량에 차이가 생길 수 있다. 따라서 조직별로 YSR의 발현에 차이가 생기게 된다.

암세포는 비정상적인 세포증식으로 인해 유발된다. 제시된 암세포에서 YSR의 발현이 정상조직보다 높게 나타나므로 비정상적으로 높아진 YSR의 발현으로 YS와 YSR의 작용이 세포주기를 변화시켜 암세포의 증식을 유도하게 할 수 있음을 파악한다.

[예시답안])

(문제 1-1)

1) YSR에 돌연변이가 일어나면 난포세포의 세포증식이 일어난다고 하였으므로 호르몬 YS는 난포세포의 YSR과 작용하여 세포주기의 진행을 억제함으로써 세포분열을 조절(억제)하는 기능을 할 수도 있고, 세포주기 진행에 아무런 영향을 주지 않을 수도 있을 것으로 생각된다. YS를 돌연변이 YSR을 가진 난포세포에 처리 시 여포자극호르몬 수용체 유전자의 발현을 증가시키므로 YS는 난포세포에서 여포자극호르몬 수용체 유전자의 발현을 억제하거나 여포자극호

르몬 수용체 유전자의 발현 조절에 관여하지 않을 것으로 생각된다.

2) YSR의 돌연변이로 인해 YS에 의한 난포세포의 세포분열 억제작용이 없어지거나 약화되어 세포주기의 진행이 유도되고 세포분열이 증가하는 것으로 여겨진다. YS와 돌연변이 수용체 YSR의 상호작용은 난포세포 내에서 여포자극호르몬 수용체 유전자의 발현을 유도하여 여포자극호르몬에 대한 수용성을 증가시키는 결과를 초래할 것으로 생각된다.

(문제 1-2)

1) 진핵생물에서 유전자가 발현되어 단백질이 합성되기까지 전사, 전사후과정, 번역, 번역후가공, 단백질 분해 등의 단계에서 조절이 이루어진다. 따라서, 조직별, 세포별 유전자 발현 조절 과정에 차이가 있을 수 있으므로 조직별, 세포별 특정 단백질의 상대량에 차이가 생길 수 있다.

2) 하나의 수정란으로부터 개체가 발생하면서 세포가 분열하고 증식 및 발달한다. 각기 다른 세포에서 각각 다른 유전자 세트의 발현이 이루어지고 기능적으로 전문화가 일어나게 된다. 따라서 이러한 분화과정에서 각기 다른 조직에서 서로 다른 유전자의 발현이 이루어지고 그 결과 YSR의 발현도 조직별로 차이가 발생하게 된다.

3) 암세포는 비정상적인 세포증식으로 인해 유발된다. 제시된 암세포에서 간암, 피부암과 대장암세포에서 YSR의 발현이 정상조직보다 높게 나타나는데 이렇게 높은 YSR의 발현은 YS의 작용에 대한 수용성을 높이게 될 것이다. 따라서 암세포에서 비정상적으로 높아진 YSR의 발현으로 YS와 YSR의 작용이 세포주기를 변화시켜 암세포의 증식을 유도하게 할 것으로 추정된다.

【문제 2】 아래 제시문을 읽고 문제에 답하시오.(20점)

(가) 유전정보는 DNA에서 mRNA로 전달되고 mRNA로부터 단백질이 만들어진다. 이러한 유전정보의 흐름을 중심원리라고 한다. DNA에서 mRNA가 만들어지는 과정을 전사라고 하며, DNA에서 mRNA로 전달된 유전정보에 따라 단백질이 합성되는 과정을 번역이라고 한다. DNA에서 전사되는 RNA에는 mRNA, rRNA, tRNA가 있으며 이들은 모두 단백질 합성에 관여한다. 단백질은 아미노산이 일정한 순서에 따라 결합된 고분자화합물로 아미노산의 순서는 DNA염기서열에 의해 결정된다.

(나) 코돈표

		두 번째 염기					
		U	C	A	G		
첫 번째 염기	U	UUU } 페닐알라닌(Phc) UUC } UUA } 류신(Leu) UUG }	UCU } UCC } 세린(Ser) UCA } UCG }	UAU } 타이로신(Tyr) UAC } UAA } 종결 코돈 UAG } 종결 코돈	UGU } 시스테인(Cys) UGC } UGA } 종결 코돈 UGG } 트립토판(Trp)	U C A G	세 번째 염기
	C	CUU } 류신(Leu) CUC } CUA } CUG }	CCU } CCC } 프롤린(Pro) CCA } CCG }	CAU } 히스티딘(His) CAC } CAA } 글루타민(Gln) CAG }	CGU } CGC } 아르지닌(Arg) CGA } CGG }	U C A G	
	A	AUU } 아이소류신(Ile) AUC } AUA } AUG } 메싸이오닌(Met) 개시 코돈	ACU } ACC } 트레오닌(Thr) ACA } ACG }	AAU } 아스파라진(Asn) AAC } AAA } 라이신(Lys) AAG }	AGU } 세린(Ser) AGC } AGA } 아르지닌(Arg) AGG }	U C A G	
	G	GUU } 발린(Val) GUC } GUA } GUG }	GCU } GCC } 알라닌(Ala) GCA } GCG }	GAU } 아스파르트산(Asp) GAC } GAA } 글루탐산(Glu) GAG }	GGU } GGC } 글리신(Gly) GGA } GGG }	U C A G	

(다) 생명공학은 유용한 생명체나 생산물을 얻기 위해 생명체의 기능과 특성을 이용하는 기술이나 학문분야를 말한다. 인류는 예로부터 미생물을 이용한 발효식품이나 농작물과 가축의 품종개량 등에 생명체의 기능과 특성을 이용해 왔고, 현대에는 다양한 기술을 이용하여 유전자를 직접 다루고 있다. 여러 분야에 활용되고 있는 핵심적인 생명공학 기술에는 유전자재조합 기술, 핵이식(핵치환), 조직배양, 세포융합 등이 있다.

【문제 2-1】

어떤 유전자 YSR의 한쪽 DNA 가닥 서열 일부가 아래와 같다고 한다.

5'-CTG CTC GGC TGT AAC TGA ATG CCG-3'(주형가닥)

유전정보를 담고 있는 이 DNA서열이 제시문 (가)에 따라 모두 전사 및 번역된다고 할 때, 이 정보를 바탕으로 1) 합성되는 mRNA 서열, 2) mRNA 코돈 순서에 따라 번역과정에 참여하는 각 tRNA들의 안티코돈 서열, 3) 합성된 펩타이드 서열[제시문 (나) 참조]을 쓰시오. 단, 제시된 서열의 첫 번째 뉴클레오타이드로부터 어떤 코돈이 시작된다. (10점)

【문제 2-2】

한 생명공학자가, 장기이식을 원하는 사람들에게 장기를 공급하고, 장기이식 때 면역거부반응을 막아주는 돌연변이 GT 유전자를 가진 '형질전환 핵이식복제 돼지'를 생산하기 위한 연구를

계획하였다. 제시문 (다)와 같은 현재의 생명공학기술을 이용할 때, 돌연변이 GT 유전자를 가진 '형질전환 핵이식복제 돼지'를 얻기 위한 실험과정을 기술하시오. 그리고 '형질전환 핵이식복제 돼지' 생산기술의 적용이 야기할 수 있는 문제를 생명윤리적 관점에서 논하시오. (10점)

[문항해설]

(문제 2-1)

중심이론에 따르면 유전정보는 DNA에서 mRNA로 전달되고 mRNA로부터 단백질이 만들어진다. 이 과정을 각각 전사와 번역이라고 하며 mRNA, rRNA, tRNA가 관여한다. 전사와 번역이 이루어지는 과정에서 핵산과 핵산의 결합은 서로 상보적으로 이루어진다. 그리고, 단백질 합성 과정에서 펩타이드의 아미노산의 순서는 mRNA의 코돈 순서에 의해 결정된다.

따라서, 본 문제에 제시된 DNA서열에 따라 5'-CGG CAU UCA GUU ACA GCC GAG CAG-3'의 mRNA서열이 합성되고, tRNA는 5'-CCG-3' ==> 5'-AUG-3' ==> 5' - U G A - 3' ==> 5'-AAC-3' ==> 5'-UGU-3' ==> 5'-GGC-3' ==> 5'-CUC-3'==> 5'-CUG-3'의 순서로 안티코돈을 지닌 tRNA들이 번역에 참여한다. 합성되는 펩타이드 서열: 아르지닌-히스티딘-세린-발린-트레오닌-알라닌-글루탐산-글루타민 (Arg-His-Ser-Val-Thr-Ala-Glu-Gln)의 순서로 이루어진다.

(문제 2-2)

최근 개발되고 있는 생명공학기술에는 유전자재조합기술, 핵이식, 조직배양, 세포융합, 줄기세포 기술 등이 있다. 형질전환핵이식복제돼지의 생산은 아래와 같은 단계로 이루어진다.

1. 체세포 획득, 유전자재조합 및 형질전환 과정
 - 돼지로부터 체세포(섬유아세포, 피부세포, 유선세포 등) 획득
 - 유전자재조합 과정을 통한 GT 유전자의 돌연변이 유도 (유전자가위, 바이러스벡터, 상동재조합과정 등 이용)
 - GT 유전자에 돌연변이가 유도된 체세포 선별 및 획득
2. 체세포핵이식 복제 과정
 - 돼지의 미수정 난자 회수
 - 돼지 미수정 난자의 세포핵 제거
 - 형질전환된 체세포와 제핵된 난자와 세포융합으로 핵이식
3. 복제란의 대리모이식 및 출산
4. 유전자분석
 - 출생한 돼지의 유전자 분석하여 돌연변이 GT 발현여부 확인

[예시답안]

(문제 2-1)

1) mRNA 서열

5'-CGG CAU UCA GUU ACA GCC GAG CAG-3'

2) 번역에 참여하는 tRNA 순서

5'-CCG-3' ==> 5'-AUG-3' ==> 5'-UGA-3' ==> 5'-AAC-3' ==> 5'-UGU-3' ==> 5' - G G C - 3'
==> 5'-CUC-3'==> 5'-CUG-3'

3) 합성되는 펩타이드 서열:

아르지닌-히스티딘-세린-발린-트레오닌-알라닌-글루탐산-글루타민

(Arg-His-Ser-Val-Thr-Ala-Glu-Gln)

(문제 2-2)

1) 형질전환핵이식복제 돼지 생산 실험과정은 아래와 같은 단계로 이루어진다.

1. 체세포 획득, 유전자재조합 및 형질전환 과정

- 돼지로부터 체세포(섬유아세포, 피부세포, 유선세포 등) 획득
- 유전자재조합 과정을 통한 GT 유전자의 돌연변이 유도
(유전자가위, 바이러스벡터, 상동재조합과정 등 이용)
- GT 유전자에 돌연변이가 유도된 체세포 선별 및 획득

2. 체세포핵이식 복제 과정

돼지의 미수정 난자 회수

돼지 미수정 난자의 세포핵 제거

형질전환된 체세포와 제핵된 난자와 세포융합으로 핵이식

3. 복제란의 대리모이식 및 출산

4. 유전자분석

출생한 돼지의 유전자 분석하여 돌연변이 GT 발현여부 확인

2) 형질전환핵이식복제돼지 생산기술 적용의 생명윤리적 측면의 문제점

'형질전환 핵이식 복제동물'을 생산하는 생명공학기술은 각종 장기부족으로 생명을 잃을 수도 있는 환자가 이종장기를 공급받을 수 있어 생명을 유지할 수 있게 해 주는 매우 좋은 기술이라고 볼 수 있다. 또한 이종장기이식으로 해결이 가능한 난치병 환자의 고통도 줄여줄 수 있을 것으로 기대된다.

그렇지만 이러한 기술의 적용은 여러가지 생명윤리적 측면에서 문제점도 야기할 수 있다. 1) 생명체인 돼지를 사람의 생명연장을 위해 희생시킨다는 점이다. 장기공급을 위해 많은 동물들이 사육되고 유전자재조합기술을 통해 유전적변형을 겪으면서 이에 따른 고통을 수반할 수 있다. 2) 형질전환복제돼지 생산기술은 인간배아에 적용 가능해진다. 이러한 생명공학기술은 거의 모든 동물에 적용이 가능하므로 사람에서 적용시 인간의 복제 등을 통해 생명 경시, 인간의 존엄성 훼손 등을 유발할 수 있다. 3) 이러한 생명공학기술은 매우 정교하고 복잡하므로 특정 기업이나 집단에서 기술을 독점하게 되어 막대한 비용을 지불할 수 있는 사람들에게만 혜택이 돌아갈 수도 있다.