

[Knowledge type]

- 01-02. 정자와 난자와 같은 배우자는 세포주기가 없다. 유전자 발현(단백질 합성)은 G1기에 가장 활발하게 일어나며, 세포주기 중 대부분은 시 간은 간기에 놓여 있다. 세포 생장에 필요한 대부분의 단백질 합성은 G1기에 일어나지만 히스톤 단백질의 합성 DNA 복제와 함께 S기에 일어나고 방추사(미세소관)를 구성하는 튜불린 단백질의 합성은 G2기에 일어난다. 전기, 중기, 후기, 말기는 분열기의 핵 분열 시기를 순차 적으로 나타낸 것이다.
03. G1는 염색체 1개가 염색분체 1개로 되어 있는 시기(DNA 상대량 1)이 고, G2기와 M기는 염색체 1개가 염색분체 2개로 되어 있는 시기 (DNA 상대량 2)이며, S기는 DNA 복제 시기(DNA 상대량 1과 2 사 이)이다.
04. 이배체($2n=46$)인 인간의 체세포는 유사분열을 통해 형성되며, 보통 직 경이 $10\mu\text{m}$ 이상으로서, 직경이 $10\mu\text{m}$ 미만의 세포보다 크기가 크다.
05. 인간의 분화된 근육이나 신경세포는 G0기에 놓여 있어 더 이상 세포 주기를 진행하지 않는다. 피부의 상피나 장 상피(엄밀히 말하면 상피 의 줄기세포 및 전구세포)는 활발한 분열이 일어나는 세포이며, 배아 줄기세포는 암세포는 이보다 더욱 활발한 분열능력을 지닌다. 분열 능 력이 좋은 세포는 그렇지 않은 세포보다 telomerase 활성이 높다.
06. 원핵세포는 진핵세포와는 달리 미세섬유, 미세소관, 중간섬유와 같은 세포골격이 없다. 원핵세포는 핵이 존재하지 않기 때문에 핵분열과 세 포질 분열의 구분이 없으며, 원핵세포의 염색체 분리에는 원형질막의 함입구조인 메소좀이 관여한다. 진핵세포의 핵분열에는 염색체 분리에 미세소관(방추사)이 필요하며, 미세섬유는 오히려 동물의 세포질분열 시에 나타나는 수축환 형성에 기여한다. 진핵세포의 유사분열 과정에 서는 염색분체의 분리가 일어나므로 염색체 수가 반감되지 않으며, 감 수1분열 과정에서 상동염색체 분리로 인해 염색체 수가 반감된다. 원 핵세포는 감수분열을 하지 않는다.
07. 전기(세부적으로 구분하면 전기 및 전중기)에는 염색체가 응축되고(전 기 및 전중기), 핵막이 사라지며(전중기), 방추사가 형성된다(전기). 형 성된 방추사는 염색체에 결합하고(전중기), 방추사는 적도판에 배열된 다(중기). 염색체에 결합한 동원체 미세소관은 짧아지고, 극성 미세소 관을 길어지면서 염색분체 분리가 일어나게 되고(후기), 응축된 염색체 가 탈응축되고, 핵막이 재생되며, 방추사가 해체된다(말기). 분열기의 염색체 두께는 염색분체 당 700nm 이다.
08. 세포판의 형성은 식물세포의 세포질분열에서 나타나며, 핵막의 붕괴는 전중기에 일어난다. 사람의 체세포에는 중심체가 존재한다. 사람의 세 포 중 난모세포는 형성과정에서 중심체를 소실하기 때문에 중심체가 존재하지 않는다. 따라서 수정란의 중심체의 기원은 정자의 편모 기저 체가 된다.
- 09-10. 감수분열은 감수1분열(상동염색체의 분리)과 감수2분열(염색분체의 분리)이 DNA 복제 없이 연속적으로 일어난다. 감수1분열 전기에 2가 염색체의 두 상동염색체의 비자매염색분체 간에 교차가 일어난다.
11. 자매 염색분체는 S기의 DNA 복제를 통해 형성된 한 염색체의 동일한 염색분체이다. 자매 염색분체의 분리는 유사분열이나 감수2분열에서 일어나게 되며, 교차는 상동염색체의 비자매염색분체 간의 염색체 조 각 교환을 가리킨다.
12. 감수2분열 전기의 세포는 감수1분열(상동염색체 분리)을 이제 막 완료 한 세포로서 $2n=200$ 인 세포가 감수1분열을 완료한 상태는 $n=100$ 인 세 포로서, 한 염색체는 2개의 염색분체로 이루어져 있다.
13. 염색체가 적도판에 배열되는 것은 중기이다. G1기는 세포합유물이 거 의 2배로 증가하는 시기로서 유전자 발현이 가장 왕성하다.

14. 유성생식의 유전적 다양성은 감수1분열 시의 상동염색체의 독립적(무 작위적) 분리, 감수1분열 전기의 상동염색체 간의 교차, 무작위적 수정 에서 비롯된다. 발생과정에서 낭배는 배엽(분화된 일련의 조직)이 형성 된 배아로서 낭배의 각각의 세포는 전능성(totipotency)을 이미 상실했 으므로 배아줄기세포를 얻을 수 없다. $2n=8$ 인 생물의 체세포는 $2n=8$ 이 고, $2n=16$ 인 생물의 감수2분열 단계의 세포는 $n=8$ 이므로 염색체 수 자 체는 동일하다.
15. 미세섬유는 마이오신과 함께 동물세포의 세포질분열 과정에서 나타나 는 수축환을 구성한다. 핵분열 시의 염색체 분리에는 방추사를 구성하 는 미세소관이 필요하고, 염색체 응축에는 콘덴신(condensin) 단백질 이 필요하다.
16. 세포판 구성물질은 골지체에서 유래하며, 세포벽 성분과 세포막 성분 을 모두 함유한다. 말기에 골지체에서 떨어져 나온 소낭은 핵분열에 이용되고 남은 극성 미세소관의 잔재물 위체 배열되어 세포판이 형성 된다.
17. $2n=6$ 인 생물은 2가 염색체가 3개이므로 배우자의 염색체 조합은 $2^3=8$ 가지이다.
18. $2n=8$ 인 생물은 2가 염색체가 4개이므로 배우자의 염색체 조합은 $2^4=16$ 이고, 무작위적인 수정을 통해 유전적 구성이 서로 다른 개체는 $16^2=256$ 가지이다.
19. AABbccDdEeFFGg인 개체에서 배우자의 유전자형 가지수는 $1 \times 2 \times 1 \times 2 \times 2 \times 1 \times 2 = 16$ 이다. 임의의 유전자형을 갖는 배우자와 동일한 유 전자형을 갖는 배우자가 형성될 확률은 $1/16$ 이다.
20. DNA 복제는 유전적 다양성의 증가 요인이 되지 않는다. 감수1분열 시의 상동염색체의 독립적(무작위적) 분리, 감수1분열 전기의 상동염색 체 간의 교차, 무작위적 수정은 유성생식과정에서의 유전적 다양성 증 가요인이 되며, 돌연변이는 유성생식 유무와 관계없이 유전적 다양성 을 증가시키는 요인이 된다.
21. 갈색(BB) 쥐와 흰색(bb) 쥐의 교배를 통해 나온 모든 자손(F1)이 갈색 (Bb) 쥐이므로, 갈색은 흰색에 대해 우성이다. 이 F1 갈색(Bb) 쥐를 교배했을 때 흰색(bb) 자손(F2)가 나올 확률은 $1/4=25\%$ 이다.
22. 붉은색 꽃을 지닌 금어초와 흰 색 꽃을 지닌 금어초를 교배했더니 분 홍색 꽃을 지닌 금어초가 나온다는 것은 붉은색은 흰 색에 대해 불완 전우성이기 때문이다. 공동우성이란 ABO 식 혈액형에서 I^A 와 I^B 대립 유전자를 모두 지니는 개체의 표현형이 AB인 경우에서처럼 두 가지 대립인자의 표현형이 모두 나타나게 되는 경우를 가리키며, 열성 치사 (낭포성 섬유증)는 열성동형접합인 경우 치사하는 것을 가리키고, 우성 치사(헌팅틴병)는 우성대립유전자를 하나라도 지닐 때 치사하는 경유 를 가리키며, 상위(불배이 O형)는 한 유전자(H/h)의 발현여부가 다른 유전자(I^A/I^B)의 발현여부에 영향을 미치는 것을 가리킨다.
23. 유전자형이 $I^A I^A$ 인 개체는 IA를 지니는 배우자만 형성하고, 유전자형이 $I^A i$ 인 개체는 I^B 를 지니는 배우자와 i 를 지니는 배우자를 형성하므로 자손 중 유전자형이 $I^A I^B$ (AB형)이 나올 확률은 $1/2$, $I^A i$ (A형)이 나올 확률은 $1/2$ 이다.
24. 키나 피부색과 같이 양적인 형질(키가 크고 작고, 피부색이 어둡고 밝 고 등의 형질)에서 나타나는 다인자 유전(양적 유전)은 대립 유전자 간의 우열 관계가 뚜렷하지 않고 대립 형질의 구분이 뚜렷하지 않 으며, 다른 유전에 비해 환경의 영향을 많이 받는 편이다. AaBbCc인 개 체와 AABbcc인 개체는 대문자 대립유전자의 수가 같으므로 표현형도 같다.
25. 다면발현이란 한 가지 유전자가 여러 가지 표현형과 관계되어 있는 경 우, 해당 유전자형의 변화가 여러 가지 표현형의 변화를 유발한다는

것을 의미한다. 낭포성 섬유증이 이에 해당한 예이다. 서로 다른 인자가 동일한 염색체에 존재한다는 것은 단순히 연관되어 있다는 것을 의미하는 것이며, 동그란 완두와 쭈글한 완두를 교배하면 항상 동그란 완두가 나타난다는 것은 멘델유전의 우열의 법칙을 가리킨다. 밀의 낱알 색깔이 여러 인자에 의해 결정된다는 것은 다인자 유전을 가리키며 I^A 와 I^B 대립 유전자를 모두 지니는 개체가 AB형의 혈액형을 나타낸다는 것은 I^A 와 I^B 대립 유전자가 공동우성(co-dominance)이라는 것을 의미한다.

26. 뿔이 없는 수컷(hh)와 뿔이 있는 암컷(h+h+) 사이에서 태어난 h+h의 F1을 자매교배하였을 때 F2 중 뿔이 있는 수컷이 나올 확률은 수컷이었을 경우 뿔이 있을 확률 $\times$ 수컷일 확률 = $3/4 \times 1/2 = 3/8$ 이고, 뿔이 없는 암컷이 나올 확률은 암컷이었을 경우 뿔이 없을 확률 $\times$ 암컷일 확률 = $3/4 \times 1/2 = 3/8$ 이다.
27. AAbb(A와 b 연관)인 개체와 aaBB(a와 B 연관)인 개체 사이에서 태어난 유전자형이 AaBb인 자손은 A와 b가 연관되어 있고, a는 B와 연관되어 있고, 교차율이 12%이기 때문에 생식세포의 유전자형 분리비 $AB : Ab : aB : ab = 3 : 22 : 22 : 3$ 이다.(여기서 AB와 ab 생식세포가 교차를 통해서 나타난 재조합 배우자임)
28. 두 어버이(P세대)의 교배를 통해 나온 자손의 표현형 분리비가 수컷과 암컷이 현저히 다르므로 X염색체 연관 유전으로 추정된다. 그렇다면 P세대의 수컷은 회Y이고, 자손의 표현형 분리비를 미루어 짐작한 부모세대의 암컷은 회노이다. 따라서 F1 수컷은 회Y와 노Y가 약 1 : 1로 나타나고, F1 암컷은 회회, 회노인데, 모두 회색이다. 따라서 회색이 노란색에 대해 우성이다.
29. 색맹은 X 염색체 연관 유전이다. 색맹이 아닌 부부에서 태어난 아이가 색맹이라면 색맹은 열성 유전이 된다. 따라서 아빠는 +Y이며, 엄마는 +*이다.(+는 정상 대립유전자, *은 색맹 대립유전자) 따라서 자식이 색맹이 다시 나올 확률은 $1/4 = 25\%$ 가 된다.
30. 한 염색체의 일부분이 뒤집힌 것은 역위(inversion)이라고 하며, 염색체의 일부분이 상동염색체가 아닌 다른 염색체로 옮겨가는 것을 전좌(translocation)이라고 한다. 중복(duplication)은 염색체 일부분이 반복되는 것을 의미한다. 염색체의 구조 이상이나 수적 이상은 핵형 분석을 통해 확인이 가능하다.
31. 터너 증후군은 성염색체의 핵형이 XO이며, 다운증후군은 21번 염색체가 3개인 경우를 말한다. 정상인에 비해 키가 작고 심장 질환과 호흡기 질환에 걸릴 가능성이 높고 정신지체가 나타난다.
32. 성염색체 핵형이 XXY(클라펠터증후군)인 개체는 남성의 생식기관을 지니지만 발달이 제대로 안되어 있어서 생식능력이 보통 없다. 키가 큰 편이며 보통 정상 범위의 지능을 보인다. 터너 증후군은 성염색체 조성이 XO인 개체이다.