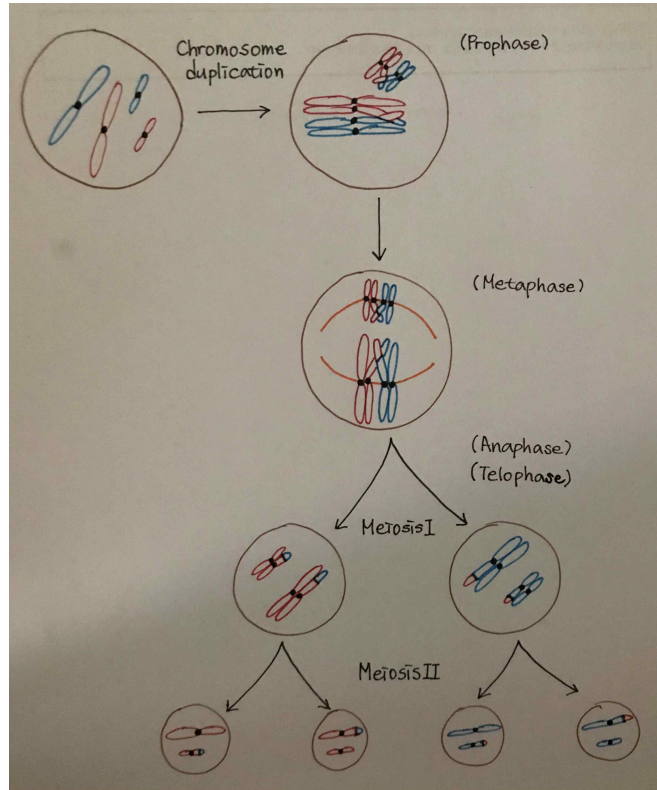


1.

세포는 세포 주기 사이에 간기 (Interphase)를 거치며 감수분열을 위한 준비 작업을 한다. G1 단계에서는 단백질과 같은 세포 구성 물질이 합성되고 세포의 생장이 이루어진다. S 단계에서는 DNA가 복제되어 양적으로 2배 증가하며, G2기에서는 염색분체가 복제되어 2배가 된다. 이때 여기서도 단백질과 세포막 구성 물질이 합성된다.

이렇게 간기를 거치고 나면 세포는 감수 1분열 (Meiosis I)에 돌입한다. 전기 (Prophase)에서는 앞서 합성했던 단백질로 구성된 방추사가 형성되며, 핵막과 인이 사라진다. 그리고 상동 염색체가 쌍을 이루어 2가 염색체를 형성하게 된다. 이때 오른쪽 그림과 같이 염색체 교차가 발생하기도 한다. 중기(Metaphase)에서는 2가 염색체들이 세포의 중앙에 배열된다. 후기(Anaphase)에서는 상동 염색체가 다시 분리되어 방추사에 의해 세포의 양 끝으로 이동한다. 말기(Telophase)에서는 방추사가 사라지고 핵막이 다시 나타난다. 그리고 세포질 분열이 일어나 딸세포 2개가 탄생한다. 여기서 한 세포 당 DNA의 분자 수는 반감되지만, 이전에 복제해두었던 DNA로 인해 양적으로는 처음과 동일하다는 것을 알 수 있다.



다음으로는 감수 2분열 (Meiosis II)이 일어난다. 감수 1분열 말기에 나타났던 핵막은 이 시점에 다시 사라지며, 세포 하나 당 상동 염색체 쌍 중 하나씩만을 가지고 있는 상태이다. 그리고 또다시 앞서 거쳤던 과정들을 그대로 거치게 된다. 염색체들은 세포 중앙에 배열되었다가 염색분체가 분리되면서 방추사에 의해 세포 내의 양극으로 이동하며, 세포질 분열이 또 한번 일어나 총 4개의 딸세포가 탄생하게 된다. 즉, 이렇게 감수분열을 끝까지 마치게 되면 DNA의 분자 수는 딸세포가 가장 처음 모세포의 절반이라는 것을 알 수 있다.

2(1)

답 : 46개

인간의 한 세포가 G1 단계 때 가지고 있는 염색분체의 수는 46개이다. 우선 G1 단계는 세포 분열의 본격적인 시작 전 준비 과정인 간기(Interphase)의 시작 단계이다. 세포는 일정한 세포 주기가 끝나게 되면, 또다시 새로운 세포 주기를 시작하거나 혹은 세포 증식을 멈추고 휴지기에 돌입하게 된다. 만약 휴지기에 들어가지 않고 계속해서 세포 증식을 하게 되면 세포는 바로 G1 단계에 돌입한다. 이 단계에서 세포는 효소와 세포 소기관의 수를 증가시키고 세포분열에 필요한 물질들을 합성한다. 이는 세포의 크기가 커지는 결과를 낳는다. 다시 말해, G1 단계는 단순히 이후에 있을 세포분열을 준비하는 단계이나, 세포 주기 전체의 약 90%나 차지하는 매우 중요한 과정인 간기의 시작이라고 할 수 있다. 이 단계에서 염색분체의 수는 결과적으로 증가하거나 감소하지 않으므로 여전히 46개이다.

2(2)

답 : 원래 수의 1/2

인간의 한 세포가 감수분열 말기에 가지고 있는 DNA 분자의 수는 원래 수의 1/2이다. 감수분열의 S기에서 DNA가 복제되어 양적으로 2배 증가한다. 이때 DNA는 염색사로 존재한다. 감수 1분열 말기에는 전기에 형성되었던 방추사가 사라짐과 함께 세포질 분열이 일어나 하나의 모세포에서 2개의 딸세포가 형성된다. 따라서 한 세포 당 지니고 있는 염색체 수 또한 2배로 감소한다. 여기서 DNA는 대부분 염색체 상태로 존재하게 된다. 이후 감수 2분열 말기에 또다시 세포질 분열이 발생하여 가장 초기의 모세포 하나에서 총 4개의 딸세포가 형성된다. 따라서 한 세포에 존재하는 DNA의 분자 수도 동시에 2배로 줄어든다. 즉, 이렇게 감수분열이 모두 진행되고 나면 인간의 한 세포가 가지고 있는 DNA 분자 수는 감수분열 이전과 비교했을 때 절반으로 측정된다.

2(3)

답 : 92개

여성의 난소에 있는 난모세포가 G2기에 가지고 있는 염색분체의 수는 기존 46개의 2배인 92개이다. 우선, 난모세포는 난원세포의 분열이 모두 끝나면 형성되는 세포로, 감수분열을 통해 난자를 생성하는 역할을 한다. 감수분열의 간기는 G1기, S기, G2기로 나누어지는데, 여기서 G1기, S기까지는 세포의 성장과 DNA 복제가 이루어진다. 이후 돌입하는 G2기는 세포 분열을 본격적으로 준비하는 시기로, 중심체가 복제되어 양적으로 2배 증가하게 된다. 또한 다음 단계에서 형성될 방추사를 구성하는 단백질 등이 합성되기도 한다. 따라서 G1기, S기와 함께 G2기는 세포 분열을 준비하는 단계이지만 S기까지는 염색분체가 처음 그대로 46개, G2기에는 염색분체가 하나 당 2개로 복제되어 총 92개인 것이다.

2(4)

답 : 염색체 교차 (Chromosomal crossover)

한 남성이 만들 수 있는 정자의 종류는 무한하며, 이는 염색체 교차에 의한 결과이다. 염색체 교차란 감수분열 전기에 상동 염색체가 서로 유전자를 교환함으로써 나타나는 일종의 유전자 재조합으로, 유전자 다양성을 보존하는 데 매우 큰 역할을 하는 도구이다. 감수분열 전기에서 유전자가 교환된 상동 염색체들은 감수분열이 진행되면서 서로 다른 유전 형질을 갖게 된다. 이러한 유전자 교차는 세대를 거치며 유전자 다양성이 발생한다. 한 개인의 한 세포 한 세포 각각에서 발생하는 현상이기 때문에 같은 유전 형질을 가질 확률은 감수분열이 많이 진행됨에 따라, 세대를 많이 거침에 따라 기하급수적으로 증가한다. 따라서 이렇게 확률이 무한대에 이르게 되면 각각의 남성이 만들 수 있는 정자의 종류는 일치할 가능성이 매우 희박해진다. 다시 말해, 염색체 교차는 유전적 다양성의 보존을 위한 최고의 장치라고 할 수 있다.

2(5)

답 : 악성종양이란, 체세포에서 유전자 변이로 인해 세포 분열의 자가 중단 능력이 부재되어 발생한 세포덩어리이다.

2(1)에서 언급했듯 우리 몸은 세포 주기가 끝나고 나면 새로운 세포 주기를 시작할지 혹은 휴지기에 돌입할지 결정하게 된다. 이는 세포가 세포 분열 시에 자가 중단 능력이 있다는 것을 내포한다. 하지만 우리 몸에 이상이 생겨 이러한 자가 중단 능력의 부재가 발생하면 세포의 분열 및 생장에 대한 통제가 정상적으로 이루어지지 못해, 정상 상태보다 과도하게 증식된 세포덩어리를 이루게 되며 이것을 종양이라고 부른다. 이때 과정 중 체세포에서 유전자 변이로 인한 이상이 발생했다면 그 종양은 악성종양으로 취급되며, 이것을 소위 암이라 일컫는다. 유전자 변이에는 유전자 결실(deletion), 중복(duplication), 역위(inversion), 전위(translocation)가 포함된다.