

공통 x축 상에서 두 개의 변수 비교하기

어떻게 면역계는 자신의 모습을 바꾸는 병원균에 대응하는가? 자연선택은 숙주에 심한 손해를 입히지 않는 상태에 오랫동안 감염을 유지하는 기생체를 선호한다. 수면병을 일으키는 단세포 기생충 트리파노좀(*Trypanosome*)이 한 예이다. 트리파노좀 유전체에는 그의 표면 당단백질을 암호화하는 유전자 1,000여 개가 있으며 각각은 조금씩 다르다. 트리파노좀은 이들 유전자를 주기적으로 바꿈으로써 다른 분자 구조를 가진 여러 종류의 표면 당단백질을 발현할 수 있다. 이번 연습에서는 두 종류의 실험 자료를 분석함으로써 트리파노좀의 표면 당단백질 바뀌치기가 숙주의 면역반응에 대하여 어떠한 이점을 가져다주는지에 대한 가설을 살펴볼 것이다.



A 자료: 기생충 수준 연구에서 얻은 자료 트리파노좀 만성 감염 후 몇 주 동안 환자의 혈액에서 나온 기생충의 수

날짜	혈액 mL당 기생충의 수(백만)
4	0.1
6	0.3
8	1.2
10	0.2
12	0.2
14	0.9
16	0.6
18	0.1
20	0.7
22	1.2
24	0.2

A 자료: 실험 결과의 해석

1. 위 표의 자료로 선그래프 그리기. 어느 열이 독립변수이며 어느 열이 종속변수인가? 독립변수를 x축으로 하여라. (그래프 그리기에 대한 추가 자료는 부록 F를 참고하여라.)
2. 자료를 그래프화하면 자료의 변화 패턴이 쉽게 나타난다. 어떤 패턴이 보이는가를 설명하라.

3. 기생충 수의 감소는 숙주의 효과적인 면역반응 때문이라고 한다면 2번 연습에서 얻은 기생충 수 변화 추이를 설명하기 위한 가설을 제시하라.

B 자료: 항체의 양을 측정하여 얻은 자료 감염 기간에 따른 트리파노좀 수의 변화 양상을 관찰한 지 수십 년이 지난 후에 과학자들은 기생충의 여러 표면 당단백질 형태 각각 대한 항체들을 찾아낼 수 있었다. 아래 표는 만성 감염 초기에 시간에 따라 나타나는 두 종류 항체의 상대적인 양을 0에서 1의 척도로 나타냈다.

날짜	당단백질 변형 A에 특이적인 항체	당단백질 변형 B에 특이적인 항체
4	0	0
6	0	0
8	0.2	0
10	0.5	0
12	1	0
14	1	0.1
16	1	0.3
18	1	0.9
20	1	1
22	1	1
24	1	1

B 자료: 실험 결과의 해석

4. 항체량 변화 자료는 A의 기생충 수의 변화 자료와 같은 시간대(감염 후 4~24일 사이)에서 얻었다. 따라서 먼저 그린 그래프와 같은 x축을 쓰기 때문에 합쳐서 그릴 수 있다. 그러나 항체 수준은 기생충 수와는 다른 방법으로 측정했기 때문에 그래프의 오른쪽에 y축을 새로이 만드는 데 단위도 달라야 한다. 두 종류의 항체에 대해 다른 색깔과 기호를 사용하여 그래프를 그려라. y축의 표시 단위를 다르게 함으로써 공통의 독립변수에 대하여 두 개의 종속변수가 어떻게 변하는지를 비교할 수 있다.
5. 두 자료 세트를 같은 시간대에서 비교함으로써 나타나는 변화 추이에 대해 설명하라. 이러한 변화 양상이 A에서 추론한 가설에 부합하는가? 결국 당신의 가설이 맞는가 혹은 틀리는가에 대해 설명하라.
6. 현재 과학자들은 A형 항체가 잡아내는 기생충과 B형 항체가 잡아내는 기생충을 구별할 수 있다. 그러한 정보를 그래프에 넣으려면 어떻게 표시할 것인가?

참고문헌 L. J. Morrison, et al., Probabilistic order in antigenic variation of *Trypanosoma brucei*, *International Journal for Parasitology* 35:961-972 (2005) and L. J. Morrison, et al., Antigenic variation in the African trypanosome: molecular mechanisms and phenotypic complexity, *Cellular Microbiology* 1: 1724-1734 (2009).