<2023학년도 대학수학능력시험>

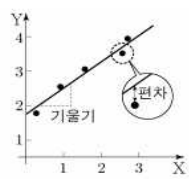
*다음 글을 읽고 물음에 답하시오.

하루에 필요한 에너지의 양은 하루 동안의 총 열량 소모량인 대사량으로 구한다. 그중 기초 대사량은 생존에 필수적인 에너지로, 쾌적한 온도에서 편히 쉬는 동물이 공복 상태에서 생성하는 열량으로 정의된다. 이때 체내에서 생성한 열량은 일정한 체온에서 체외로 발산되는 열량과 같다. 기초 대사량은 개체에 따라 대사량의 60~75%를 차지하고, 근육량이 많을수록 증가한다.

기초 대사량은 직접법 또는 간접법으로 구한다. ㉠ **직접법**은 온도가 일정하게 유지되고 공기의 출입량을 알고 있는 호흡실에서 동물이 발산하는 열량을 열량계를 이용해 측정하는 방법이다. ㉡ **간접법**은 호흡 측정 장치를 이용해 동물의 산소 소비량과 이산화 탄소 배출량을 측정하고, 이를 기준으로 체내에서 생성된 열량을 추정하는 방법이다.

19세기의 초기 연구는 체외로 발산되는 열량이 체표 면적에 비례한다고 보았다. 즉 그 둘이 항상 일정한 비(比)를 갖는다는 것이다. 체표 면적은 $(체중)^{0.67}$에 비례하므로, 기초 대사량은 체중이 아닌 $(체중)^{0.67}$에 비례한다고 하였다. 어떤 변수의 증가율은 증가 후 값을 증가 전 값으로 나눈 값이므로, 체중이 W에서 2W로 커지면 체중의 증가율은 (2W) / (W) = 2 이다. 이 경우에 기초 대사량의 증가율은 (2W) / (W) = $2^{0.67}$, 즉 약 1.6이 된다.

1930년대에 클라이버는 생쥐부터 코끼리까지 다양한 크기의 동물의 기초 대사량 측정 결과를 분석했다. 그래프의 가로축 변수로 동물의 체중을, 세로축 변수로 기초 대사량을 두고, 각 동물별 체중과 기초 대사량의 순서쌍을 점으로 나타냈다.



〈그림〉

가로축과 세로축 두 변수의 증가율이 서로 다를 경우, 그 둘의 증가율이 같을 때와 달리, ‘일반적인 그래프’에서 이 점들은 직선이 아닌 어떤 곡선의 주변에 분포한다. 그런데 순서쌍의 값에 상용로그를 취해 새로운 순서쌍을 만들어서 이를 <그림>과 같이 그래프에 표시하면, 어떤 직선의 주변에 점들이 분포하는 것으로 나타난다. 그러면 그 직선의 기울기를 이용해 두 변수의 증가율을 비교할 수 있다. <그림>에서 X와 Y는 각각 체중과 기초 대사량에 상용로그를 취한 값이다. 이런 방식으로 표현한 그래프를 ‘L-그래프’라 하자.

체중이 증가율에 비해, 기초 대사량의 증가율이 작다면 L-그래프에서 직선의 기울기는 1보다 작으며 기초 대사량의 증가율이 작을수록 기울기도 작아진다. 만약 체중의 증가율과 기초 대사량의 증가율이 같다면 L-그래프에서 직선의 기울기는 1이 된다.

이렇듯 L-그래프와 같은 방식으로 표현할 때, 생물의 어떤 형질이 체중 또는 몸 크기와 직선의 관계를 보이며 함께 증가하는 경우 그 형질은 ‘상대 성장’을 한다고 한다. 동일 종에서의 심장, 두뇌와 같은 신체 기관의 크기도 상대 성장을 따른다.

한편, 그래프에서 가로축과 세로축 두 변수의 관계를 대변하는 최적의 직선의 기울기와 절편은 최소 제곱법으로 구할 수 있다. 우선, 그래프에 두 변수의 순서쌍을 나타낸 점들 사이를 지나는 임의의 직선을 그린다. 각 점에서 가로축에 수직 방향으로 직선까지의 거리인 편차의 절댓값을 구하고 이들을 각각 제곱하여 모두 합한 것이 ‘편차 제곱 합’이며, 편차 제곱 합이 가장 작은 직선을 구하는 것이 최소 제곱법이다.

클라이버는 이런 방법에 근거하여 L-그래프에 나타난 최적의 직선의 기울기로 0.75를 얻었고, 이에 따라 동물의 $(체중)^{0.75}$에 기초 대사량이 비례한다고 결론지었다. 이것을 ‘클라이버의 법칙’이라 하며, $(체중)^{0.75}$을 대사 체중이라 부른다. 대사 체중은 치료제 허용량의 결정에도 이용되는데, 이때 그 양은 대사 체중에 비례하여 정한다. 이는 치료제 허용량이 체내 대사와 밀접한 관련이 있기 때문이다.

1. 윗글의 내용과 일치하지 않는 것은?

① 클라이버의 법칙은 동물의 기초 대사량이 대사 체중에 비례한다고 본다.

② 어떤 개체가 체중이 늘 때 다른 변화 없이 근육량이 늘면 기초 대사량이 증가한다.

③ ‘L-그래프’에서 직선의 기울기는 가로축과 세로축 두 변수의 증가율의 차이와 동일하다.

④ 최소 제곱법은 두 변수 간의 관계를 나타내는 최적의 직선의 기울기와 절편을 알게 해 준다.

⑤ 동물의 신체 기관인 심장과 두뇌의 크기는 몸무게나 몸의 크기에 상대 성장을 하며 발달한다.

2. 윗글을 읽고 추론한 내용으로 적절하지 않은 것은?

① 일반적인 경우 기초 대사량은 하루에 소모되는 총 열량 중에 가장 큰 비중을 차지하겠군.

② 클라이버의 결론에 따르면, 기초 대사량이 동물의 체표 면적에 비례한다고 볼 수 없겠군.

③ 19세기의 초기 연구자들은 체중의 증가율보다 기초 대사량의 증가율이 작다고 생각했겠군.

④ 코끼리에게 적용하는 치료제 허용량을 기준으로, 체중에 비례하여 생쥐에게 적용할 허용량을 정한 후 먹이면 과다 복용이 될 수 있겠군.

⑤ 클라이버의 법칙에 따르면, 동물의 체중이 증가함에 따라 함께 늘어나는 에너지의 필요량이 이전 초기 연구에서 생각했던 양보다 많겠군.

3. ㉠, ㉡에 대한 이해로 가장 적절한 것은?

① ㉠은 체온을 환경 온도에 따라 조정하는 변온 동물이 체외로 발산하는 열량을 측정할 수 없다.

② ㉡은 동물이 호흡에 이용한 산소의 양을 알 필요가 없다.

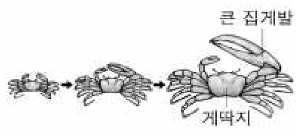
③ ㉠은 ㉡과 달리 격한 움직임이 제한된 편하게 쉬는 상태에서 기초 대사량을 구한다.

④ ㉠과 ㉡은 모두 일정한 체온에서 동물이 체외로 발산하는 열량을 구할 수 있다.

⑤ ㉠과 ㉡은 모두 생존에 필수적인 최소한의 에너지를 공급하면서 기초 대사량을 구한다.

4. 윗글을 바탕으로 <보기>를 탐구한 내용으로 가장 적절한 것은? [3점]

<보기>




농게의 수컷은 집게발 하나가 매우 큰데, 큰 집게발의 길이는 게딱지의 폭에 ‘상대 성장’을 한다. 농게의 ⓐ 게딱지 폭을 이용해 ⓑ 큰 집게발의 길이를 추정하기 위해, 다양한 크기의 농게의 게딱지 폭과 큰 집게발의 길이를 측정하여 다수의 순서쌍을 확보했다. 그리고 ‘L-그래프’와 같은 방식으로, 그래프의 가로축과 세로축에 각각 게딱지 폭과 큰 집게발의 길이에 해당하는 값을 놓고 분석을 실시했다.

① 최적의 직선을 구한다고 할 때, 최적의 직선의 기울기가 1보다 작다면 ⓐ에 ⓑ가 비례한다고 할 수 없겠군.

② 최적의 직선을 구하여 ⓐ와 ⓑ의 증가율을 비교하려고 할 때, 점들이 최적의 직선으로부터 가로축에 수직 방향으로 멀리 떨어질수록 편차 제곱 합은 더 작겠군.

③ ⓐ의 증가율보다 ⓑ의 증가율이 크다면, 점들의 분포가 직선이 아닌 어떤 곡선의 주변에 분포하겠군.

④ ⓐ의 증가율보다 ⓑ의 증가율이 작다면, 점들 사이를 지나는 최적의 직선의 기울기는 1보다 크겠군.

⑤ ⓐ의 증가율과 ⓑ의 증가율이 같고 ‘일반적인 그래프’에서 순서쌍을 점으로 표시한다면, 점들은 직선이 아닌 어떤 곡선의 주변에 분포하겠군.

# 문단 핵심 구조 파악하기

▶ 1문단

**하루에 필요한 에너지의 양**은 **하루 동안의 총 열량 소모량인 대사량**으로 구한다. 그중 **기초 대사량**은 생존에 필수적인 에너지로, 쾌적한 온도에서 편히 쉬는 동물이 **공복 상태에서 생성하는 열량**으로 정의된다.

⇨ 화제 파악 및 개념 서술 범주 파악하기

-> 대사량(하루 동안의 총 열량 소모량)으로 '하루에 필요한 에너지의 양'을 구할 수 있음

기초 대사량: 생존에 필수적 에너지 / 쾌적한 온도에서 편히 쉬는 동물이 공복 상태에서 생성하는 열량

-> '하루에 필요한 에너지의 양' 중에 '기초 대사량'에 대한 개념이 서술되었다. '기초 대사량'이 글의 전개에 핵심이 되는 화제임을 파악할 수 있다.

이때 **체내에서 생성한 열량**은 **일정한 체온에서 체외로 발산되는 열량과 같다.** 기초 대사량은 개체에 따라 대사량의 **60~75%를 차지**하고, **근육량이 많을수록 증가**한다.

⇨ 개념 범주 확인

체내에서 생성한 열량 = 일정 체온에서 체외로 발산되는 열량

⇨ 개념 추가 정보

기초대사량은
대사량의 60~75% / 근육량이 증가하면, 기초대사량도 증가 (비례 관계)

▶ 2문단

기초 대사량은 **직접법** 또는 **간접법**으로 구한다.

⇨ 분류 point

-> 기초 대사량을 구하는 방법으로 '직접법'과 '간접법'이 제시되었다. 화제와 관련된 세부 내용이 분류될 때는 항상 '공통점'을 파악하는 데 주안점을 두자. 차이점보다 공통점이 눈에 잘 들어오지 않기 때문이다. 평가원 지문에서 세부 내용을 분류하여 설명할 때는 '공통점'을 선지에 출제하는 경우가 많다. (예: 23학년도 6평 비타민 K 지문에서 '비타민 K-1 / K-2' 분류, 문항 3번 관련)

**직접법**은 온도가 일정하게 유지되고 공기의 출입량을 알고 있는 **호흡실**에서 **동물이 발산하는 열량을 열량계를 이용해 측정하는 방법**이다. **간접법**은 **호흡 측정 장치**를 이용해 **동물의 산소 소비량과 이산화 탄소 배출량을 측정**하고, 이를 **기준**으로 **체내에서 생성된 열량을 추정**하는 방법이다.

⇨ 개념 정리

직접법: 온도가 일정하고 공기 출입량을 하는 '호흡실'에서 동물이 발산하는 열량을 열량계로 측정
간접법: 호흡 측정 장치로 산소 소비량과 이산화 탄소 배출량을 측정하고, 이를 기준으로 체내에서 생성된 열량을 추정

-> 직접법과 간접법에 대한 서술을 잘 보면서, 이 둘이 가지고 있는 공통점을 찾도록 하자. 공통점은 반복되거나 재진술되는 어휘를 통해 추론할 수 있다. 이 두 방법의 목표는 우선 '기초 대사량'을 구하는 것이다. 그를 위해 무엇을? 바로 동물의 '열량'을 측정하고 있다.

선행 문단인 1문단과 연결하여 보자. 기초 대사량의 정의가 무엇인지를 떠올린다면 쉽게 연결할 수 있다. 기초 대사량은 '동물이 공복 상태에서 생성하는 열량'으로 정의된다. 따라서 직접법과 간접법은 모두 '열량'을 측정하여 이를 통해 기초 대사량을 측정하는 방법임을 알 수 있다.

## ▶ 3문단

**19세기의 초기 연구**는 체외로 발산되는 **열량**이 **체표 면적**에 **비례**한다고 보았다.

⇨ '19세기의 초기 연구'에 주목하자. 평가원 지문에서 '특정 연대 / 시대'가 나타나면 19세기 이외의 다른 시대의 기초 대사량 연구 같은 '대비항'이 나올 수 있다는 점을 생각해야 한다. (18.9월 양자역학 / 19.수능 우주론 등...)

⇨ 19세기의 초기 기초 대사량의 연구에서는 체외로 발산되는 열량이 체표 면적에 비례한다고 보았다. 열량과 체표 면적의 비례 관계에 대한 구체적인 내용이 이어지는 서술에 나올 것이다. 문단의 화제를 잘 끌고 가도록 하자.

즉 그 둘이 항상 일정한 비(比)를 갖는다는 것이다. **체표 면적은 (체중)$^{0.67}$에 비례하므로, 기초 대사량은 체중이 아닌 (체중)$^{0.67}$에 비례**한다고 하였다.

⇨ 체표 면적은 '체중'이 아닌, '(체중)$^{0.67}$'에 비례한다. 평가원 지문에서 이러한 간단한 계산식이 나오면 꼭 집중해서 봐야 한다. 분명 이 식을 어떻게든 활용하는 문제가 나오기 때문이다. (21 수능 BIS 비율)

⇨ '~가(이) 아닌 / ~가 아니라 / ~와 달리' 등 앞 절과 뒷 절을 대조하는 연결어에 주목하자. 연결어의 뒷부분이 문장의 핵심 내용이긴 하지만, 글을 읽을 땐 앞 부분에 나온 내용도 주목해야 한다. 이러한 서술과 관련된 문제가 출제될 가능성이 높기 때문이다.
즉, '기초대사량 = 체중이 아닌 (체중)$^{0.67}$에 비례' 라면, '체중에 비례하는 경우' 라던가, '체중일 때와 (체중)$^{0.67}$일 때의 수치 비교'등으로 선지 구성을 할 수 있다는 것이다. 연결어 앞 절의 내용도 놓치지 말아야 하는 이유이다. (문항 3, 문항 4 관련)

**어떤 변수의 증가율**은 **증가 후 값을 증가 전 값으로 나눈 값**이므로, 체중이 W에서 2W로 커지면 체중의 증가율은 (2W) / (W) = 2 이다. 이 경우에 기초 대사량의 증가율은 (2W) / (W) = $2^{0.67}$, 즉 약 1.6이 된다.

⇨ 앞선 기초 대사량 비례와 관련된 구체적 예시가 나왔다.

어떤 변수의 증가율 = 증가 후 값 / 증가 전 값

체중(변수)이 W -> 2W 증가: (2W) / (W) = 2
이때 기초 대사량의 증가율: (2W) / (W) = $2^{0.67}$ = 약 1.6

⇨ 이 부분은 기초 대사량이 체중이 아닌 체표 면적에 비례하는 구체적 예시를 보여주는 것이다. 체중이 W에서 2W로 증가하면 체중의 증가율은 2가 되지만, 기초 대사량의 증가율은 1.6이 된다. 즉, 기초 대사량은 $(체중)^{0.67}$로, 소수점을 체중에 제곱하는 것이므로, 기초 대사량은 체중에 비해 적게 증가한다.

⇨ 역추론 point

-> 사실 이러한 역추론은 현장에서 직관적으로 이해하는 것이 옳다. 기초 대사량은 체표 면적에 비례하는데, 체표 면적은 $(체중)^{0.67}$에 비례한다. 그러므로 체중이 증가해도, 기초 대사량은 체중보다 덜 증가하는데, 이를 반대로 생각하면 체중이 감소해도 기초 대사량은 덜 감소하게 된다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

▶ 4문단

**1930년대에 클라이버**는 생쥐부터 코끼리까지 다양한 크기의 동물의 기초 대사량 측정 결과를 분석했다.

⇨ 1930년대에 클라이버는: 앞선 문단에서 19세기 초기 기초 대사량 연구가 나왔는데, 4문단은 1930년대 클라이버의 기초 대사량 연구가 나타났다. 여기서 19세기와 클라이버의 기초 대사량 연구는 대비항으로, 이 둘의 연구에 무엇인가 차이가 있을 것임을 인지하면서 글을 읽었어야 한다.

**그래프의 가로축 변수로 동물의 체중**을, **세로축 변수로 기초 대사량**을 두고, 각 동물별 체중과 기초 대사량의 **순서쌍을 점**으로 나타냈다.

⇨ 그래프에 대한 언급이 나왔다. 지문을 보았다면 알겠지만, 다음 문단에 그래프가 그려져 있는 것을 확인했을 것이다. 따라서 그래프에 대한 해석을 위해서는 위 문장을 정확히 읽고 그래프의 내용을 파악해야 한다.

⇨ 클라이버 연구의 그래프

가로축 변수: 동물의 체중
세로축 변수: 기초 대사량
그래프상의 점: 체중과 기초 대사량의 순서쌍

## ▶ 5문단

가로축과 세로축 두 변수의 **증가율이 서로 다를 경우**, 그 둘의 **증가율이 같을 때와 달리**, **‘일반적인 그래프’**에서 이 점들은 **직선이 아닌 어떤 곡선**의 주변에 분포한다.

⇨ 연결어 앞뒤 절 확인

가로축.세로축 변수의 증가율이 다를 경우 -> 직선이 아닌 곡선에 분포

-> 역추론
가로축.세로축 변수의 증가율이 같을 경우 -> 직선에 분포

⇨ 대비 point

위 내용은 ‘일반적인 그래프’의 경우이다. 이 구절이 굉장히 중요했는데, 일반적인 그래프는 변수 간 증가율이 다를 경우 순서쌍의 점들이 곡선에 분포한다. 이어지는 내용에서는 일반적인 그래프가 아닌 L 그래프가 등장하는데, 이 문장에서 ‘일반적인 그래프’라는 서술에 주목했다면, 뒤이어 등장할 L 그래프가 의미하는 바를 명확하게 이해했을 것이다. (4번 문항 선지 3 관련)

그런데 **순서쌍의 값에 상용로그를 취해 새로운 순서쌍을 만들어서** 이를 <그림>과 같이 그래프에 표시하면, **어떤 직선의 주변에 점들이 분포하는 것**으로 나타난다. 그러면 그 **직선의 기울기를 이용해 두 변수의 증가율을 비교**할 수 있다. <그림>에서 X와 Y는 각각 체중과 기초 대사량에 상용로그를 취한 값이다. **이런 방식으로 표현한 그래프를 ‘L-그래프’**라 하자.

⇨ 순서쌍의 값에 상용로그를 취하면(인) -> 직선 주변에 점들이 분포함(과)

-> 여기서 ‘상용로그’라는 어휘에 긴장할 필요 없다. 지문 전체의 내용과 문항을 확인했을 때, 상용로그가 무엇인지 ‘알고 있어야’ 문제를 풀 수 있는 것은 아니었다. 단지, 순서쌍에 상용로그를 취하면 직선 주변에 점들이 분포한다는 사실만 확인하면 된다. 또한, 여기서 이 그래프에 상용로그를 왜 적용하였는지도 이해할 수 있다. 선행 문단에서, ‘일반적인 그래프’는 변수의 증가율이 다르면 점들이 곡선에 분포한다고 하였다. 그렇다면, 순서쌍에 상용로그를 취해 그래프상 직선을 만드는 일은, 일반적인 그래프에서 변수의 증가율이 다를 경우에 적용한다는 것이다. 즉, 애초에 변수의 증가율이 같을 때는 L 그래프와 일반적인 그래프가 차이가 없을 것임을 추론할 수 있다.

*위에서는 상용로그가 무엇인지 엄밀히 알 필요가 없다고 서술하였지만, 사실 로그 개념은 고등학생이라면 누구나 배우는 개념이다. 이 개념을 알고 있었으면 지문 내용을 좀 더 쉽게 이해하고, 문제 풀이도 쉽게 할 수는 있었을 것이다. 평가원 지문 풀이를 위해 배경 지식을 억지로 공부할 필요는 없지만, 배경 지식은 ‘있으면 좋은 것’임은 사실이다.

⇨ 상용로그를 취해 그래프상 직선을 만들면 직선의 기울기를 이용해 두 변수의 증가율을 비교할 수 있다고 하였다. 이러한 방식의 그래프를 L 그래프라고 하고, 5문단 <그림>의 그래프는 L 그래프를 이미지로 보여주는 것이다.

-> 확인할 것은 확인하고 넘어가자. 그래프의 직선의 ‘기울기’는 두 변수의 증가율을 비교하는 데 활용된다. ‘기울기’를 토대로 어떤 방식으로 두 변수의 증가율을 비교하는지 뒷문단에 구체적인 언급이 나올 수 있음을 생각하며 글을 읽어야 한다.

*여기서 <그림>을 좀 확인하고 넘어가도록 하자. 5문단의 설명은 <그림>에 있는 그래프에 대한 설명이다. 지문을 읽으면서 <그림>의 그래프의 가로축과 세로축이 각각 체중과 기초 대사량인 것을 확인했을 것이고, 그래프상 점들은 이 변수들의 순서쌍, 그 사이를 가로지르는 직선은 순서쌍에 상용로그를 취해서 나타낸 것임을 확인했을 것이다. 이 내용들은 모두 지문에서 언급하고 있는 것들이다. 그런데, <그림>에서는 순서쌍에 있는 '점' 하나를 확대하여 보여주며, 직선과 점 사이에 '편차'가 있음을 보여주고 있다. 이 '편차'와 관련된 설명이 현재 5문단에 나오지 않았다. 민감한 학생이라면, <그림>상 그래프의 '편차'를 그냥 보여줄 리 없다는 것을 생각했을 것이다. 그렇다면, 이어지는 내용에서 그래프와 관련된 부연 설명이 있을 것이고, 그 부분에 <그림>에 제시된 '편차'와 관련된 설명이 나타날 수 있음을 예측할 수 있다.

## ▶ 6문단

**체중이 증가율에 비해, 기초 대사량의 증가율이 작다면 L-그래프에서 직선의 기울기는 1보다 작으며 기초 대사량의 증가율이 작을수록 기울기도 작아진다.** 만약 체중의 증가율과 기초 대사량의 증가율이 같다면 L-그래프에서 직선의 기울기는 1이 된다.

⇨ 비례 관계

체중 증가율 > 기초 대사량 증가율 = L 그래프 상 직선의 기울기 < 1
체중 증가율 = 기초 대사량 증가율 = L 그래프 상 직선의 기울기 = 1

⇨ 앞선 5문단에 언급된 기울기와 관련된 추가 설명이다. 5문단에서 직선의 기울기를 통해 두 변수의 증가율을 비교할 수 있다고 하였는데, 직선의 기울기가 1보다 작다면 두 변술의 증가율이 다르고, 1과 같다면 증가율이 같다는 것을 확인할 수 있을 것이다.

## ▶ 7문단

이렇듯 **L-그래프와 같은 방식으로 표현**할 때, 생물의 어떤 형질이 체중 또는 몸 크기와 직선의 관계를 보이며 함께 증가하는 경우 그 형질은 **'상대 성장'**을 한다고 한다. 동일 종에서의 심장, 두뇌와 같은 신체 기관의 크기도 상대 성장을 따른다.

⇨ 개념 범주 확인

상대 성장: L 그래프와 같은 방식으로 표현할 때, 생물의 어떤 형질이 체중 또는 몸 크기와 직선 관계를 보이며 함께 증가하는 것. 동일 종의 심장, 두뇌 같은 신체 기관등을 예로 들 수 있음

⇨ 이 '상대 성장' 개념에서 'L 그래프와 같은 방식으로 표현할 때'라는 범주에 주목하자. 체중이 커질 때 심장이나 두뇌가 커지는 것 역시 L 그래프와 같은 방식으로 표현할 수 있다는 것이 상대 성장의 요지이다. 즉, 상대 성장의 두 변수의 증가율 역시 L 그래프 상 체중과 기초 대사량이라는 두 변수의 증가율과 같은 방식으로 구할 수 있다는 것을 확인해야 한다.

▶ 8문단

한편, 그래프에서 가로축과 세로축 두 변수의 관계를 대변하는 **최적의 직선의 기울기와 절편은 최소 제곱법으로 구할 수 있다.** 우선, **그래프에 두 변수의 순서쌍을 나타낸 점들 사이를 지나는 임의의 직선**을 그린다. **각 점에서 가로축에 수직 방향으로 직선까지의 거리인 편차의 절댓값을 구**하고 **이들을 각각 제곱**하여 모두 합한 것이 **'편차 제곱 합'이며, 편차 제곱 합이 가장 작은 직선을 구하는 것이 최소 제곱법**이다.

⇨ 새로운 개념이 나왔다. '최소 제곱법'은 'L 그래프에서' 최적의 직선의 기울기와 절편을 구하는 방법이다.

⇨ 최소 제곱법 과정 정리

1. 그래프에 두 변수의 순서쌍을 나타낸 점 사이를 지나는 임의의 직선을 그림
2. <u>편차</u>의 절댓값(각 점에서 가로축에 수직 방향으로 직선까지의 거리)을 구함(관형절 범주 확인)
3. 이 <u>편차</u>의 절댓값'들'을 각각 모두 제곱함
4. 이 제곱한 값'들'을 모두 더하여 '<u>편차</u> 제곱 합'을 구함
5. <u>편차 제곱 합이 가장 작은 직선 = 최적의 직선 기울기</u>

⇨ 여기서 편차의 절댓값을 보면, '각 점에서 가로축에 수직 방향으로 직선까지의 거리'이다. 그렇다면, 이 '거리'가 멀수록 절댓값은 커지며, '거리'가 가까울수록 절댓값은 작아진다는 것을 추론할 수 있을 것이다.

그런데, 이 개념이 잘 이해가 가지 않는다면? 혹은 EBS 연계 지문이었지만, 이를 모른다고 가정했을 때, 현장에서 이것을 빠르게 파악하려면? 여기서 평가원이 한 가지 힌트를 더 얹어줬다. 이 문단에서 <u>주목해야 할 어휘</u>가 있는데, 바로 '<u>편차</u>'이다. 앞선 5문단의 <그림>을 보면 순서쌍의 점을 확대한 그림이 있다. 이 확대한 그림에 '편차'가 나오는데, <그림>이 있는 5문단에서는 이 편차에 대한 서술이 없었지만,(**사실 기본적인 수학적 개념을 알면 편차가 의미하는 바를 알 수 있으나, 이러한 배경지식이 없다 가정하고 국어적으로 분석했을 때*) 이 편차에 대한 서술이 8문단에 나타난다. 즉, 이 문단에서 언급하는 '편차'와 관련된 서술들을 읽고 <그림>을 다시 확인했다면 조금 더 직관적으로 내용을 이해할 수 있었을 것이다. (현장에서는 압박감으로 문장 내용이 머릿속에서 뒤엉킬 수 있다. 얻을 수 있는 정보들을 다 확인해야 한다.)

▶ 9문단

클라이버는 **이런 방법**에 근거하여 L-그래프에 나타난 최적의 직선의 기울기로 0.75를 얻었고, 이에 따라 **동물의 (체중)$^{0.75}$에 기초 대사량이 비례**한다고 결론지었다.

⇨ 클라이버는 이런 방법(=최소 제곱법)을 통해 최적 직선 기울기로 '0.75'를 얻었고, (체중)$^{0.75}$에 기초 대사량이 비례한다는 결론을 지었다.

⇨ 앞서 확인했듯, <u>19세기 초기 연구와의 차이점을 확인</u>해야 한다. 19세기 연구자들은 기초 대사량을 체표 면적에 비례한다고 보아서 (체중)$^{0.67}$의 값을 잡았는데, 클라이버는 이와 달리 (체중)$^{0.75}$를 기초 대사량에 비례하는 값으로 결론지었다. 그러므로 클라이버의 연구에서 19세기에 비해 동물들의 기초 대사량이 늘어났음을 파악할 수 있다.

이것을 '클라이버의 법칙'이라 하며, **(체중)$^{0.75}$을 대사 체중**이라 부른다. **대사 체중은 치료제 허용량의 결정**에도 이용되는데, **이때 그 양은 대사 체중에 비례**하여 정한다. 이는 치료제 허용량이 체내 대사와 밀접한 관련이 있기 때문이다.

⇨ 클라이버의 법칙에서 (체중)$^{0.75}$는 '대사 체중'이다. (체중)$^{0.67}$이 '체표 면적'과 비례되는 것과 다르다는 것이 확실히 확인되어야 한다.

⇨ 대사 체중에 대한 추가 설명이 나왔다. 대사 체중은 치료제 허용량의 결정에도 이용된다. 즉, 치료제 허용량은 대사 체중에 비례한다.

★ 문제 Focus

**1. 윗글의 내용과 일치하지 않는 것은? 정답: ③**
① 클라이버의 법칙은 동물의 기초 대사량이 대사 체중에 비례한다고 본다.
② 어떤 개체가 체중이 늘 때 다른 변화 없이 근육량이 늘면 기초 대사량이 증가한다.
③ 'L-그래프'에서 직선의 기울기는 가로축과 세로축 두 변수의 증가율의 차이와 동일하다.
④ 최소 제곱법은 두 변수 간의 관계를 나타내는 최적의 직선의 기울기와 절편을 알게 해 준다.
⑤ 동물의 신체 기관인 심장과 두뇌의 크기는 몸무게나 몸의 크기에 상대 성장을 하며 발달한다.

*5문단에서 확인할 수 있듯이, 직선의 기울기는 두 변수의 증가율을 비교할 수 있게 해주는 것이다. 이를 두 변수 간 증가율의 '차이'로 볼 수는 없다. 간단하게 <그림>의 그래프로도 확인할 수 있는데, 그래프상 점들은 두 변수의 순서쌍을 점으로 나타낸 것이다. 이 점들의 분포가 직선 '주위'에 있는 것으로 확인 가능한데, 이 점이 직선보다 아래에 있으면 작은 것이고, 위에 있으면 큰 것이다. 이것만으로도 그래프상 점들이 직선에 위치할 수 없다는 것을 알 수 있다. 증가율의 '차이'는 기울기과 무관하다.*
*부연 설명을 하자면, 애초에 L 그래프 자체가 클라이버가 '일반적인 그래프에서 두 변수의 증가율이 다를 때' 곡선에 분포하는 점들을 직선으로 정렬하기 위해 만든 것이다. 그러므로 L 그래프는 이미 두 변수의 증가율이 다르다는 것을 전제한다고 볼 수 있으므로, 직선의 기울기가 두 변수의 증가율을 보여주는 것이면 몰라도, 증가율의 차이와 동일할 수가 없다.*

*① 9문단에서 클라이버는 기초 대사량을 (체중)$^{0.75}$에 비례한다고 결론지으면서, (체중)$^{0.75}$를 대사 체중이라고 부른다고 하였다. 그러므로 클라이버의 법칙에서 기초 대사량이 대사 체중에 비례하는 것은 적절한 진술이다.*
*② 1문단에 제시된 기초 대사량의 개념을 통해 확인할 수 있다. 기초 대사량은 근육량이 많을수록 증가하므로, 2번 선지 역시 적절하다.*
*④ 8문단에서 '그래프에서 가로축과 세로축 두 변수의 관계를 대변하는 최적의 직선의 기울기와 절편은 최소 제곱법으로 구할 수 있다'를 통해 확인할 수 있다.*
*⑤ 동물의 심장, 두뇌의 크기를 보는 순간 7문단의 '상대 성장'을 떠올렸어야 한다. 상대 성장은 체중 또는 몸 크기와 생물의 형질(심장, 두뇌 등)이 함께 증가하는 것을 말한다.*

2. 윗글을 읽고 추론한 내용으로 적절하지 않은 것은? 정답: ④
① 일반적인 경우 기초 대사량은 하루에 소모되는 총 열량 중에 가장 큰 비중을 차지하겠군.
② 클라이버의 결론에 따르면, 기초 대사량이 동물의 체표 면적에 비례한다고 볼 수 없겠군.
③ 19세기의 초기 연구자들은 체중의 증가율보다 기초 대사량의 증가율이 작다고 생각했겠군.
④ 코끼리에게 적용하는 치료제 허용량을 기준으로, 체중에 비례하여 생쥐에게 적용할 허용량을 정한 후 먹이면 과다 복용이 될 수 있겠군.
⑤ 클라이버의 법칙에 따르면, 동물의 체중이 증가함에 따라 함께 늘어나는 에너지의 필요량이 이전 초기 연구에서 생각했던 양보다 많겠군.

*클라이버의 연구에서, 대사 체중은 (체중)$^{0.75}$이다. 그리고 이 대사 체중은 치료제 허용량의 결정에도 이용되며, 그 양은 <u>대사 체중에 비례</u>한다고 서술하였다. 그런데, 4번 선지에서는 치료제 허용량을 <u>'체중에 비례'하여 적용</u>하였다. 3문단 지문 해설에서도 언급했듯이, 체중이 2W증가해도 기초 대사량이 소수점의 제곱이라면 체중 증가량보다 적게 증가한다. 마찬가지로, 체중이 감소한다면 변수에 소수점을 제곱하면, 체중에 비해 덜 감소할 것이다.*
*좀 더 쉽게 예를 들어 보자. 코끼리의 체중을 100, 생쥐를 1이라고 하자. 4번 선지처럼 체중을 기준으로 치료제 허용량을 결정하면, 코끼리가 100의 치료제를 먹을 때 생쥐 기준은 1/100이 된다. 그런데, 이를 대사 체중으로 바꾸면, 코끼리가 $100^{0.75}$만큼의 치료제를 먹을 때, 생쥐는 $1^{0.75}/100^{0.75}$ 만큼을 먹게 된다. 당연하지만, <u>1/100(체중으로 허용량 결정) 보다 $1^{0.75}/100^{0.75}$(대사 체중으로 허용량 결정)이 숫자가 더 크기 때문에, 대사 체중이 아닌 체중을 기준으로 치료제 허용량을 정하면 과다 복용이 아니라 오히려 과소 복용</u>이 될 것이다.*
*① 1문단에 따르면, 기초 대사량은 체외로 발산되는 열량으로 정의된다. 또한 기초 대사량은 대사량의 60~75%를 차지하므로, 기초 대사량이 하루에 소모되는 총 열량 중에 가장 큰 비중을 차지한다고 볼 수 있다.*
*② 동물의 체표 면적은 (체중)$^{0.67}$에 비례한다. 그런데, 9문단의 클라이버의 결론을 보면 그는 기초 대사량을 (체중)$^{0.75}$에 비례하는 것으로 정의했으므로, 클라이버 입장에서는 기초 대사량이 동물의 체표 면적에 비례한다고 볼 수 없다. 선지에서 요구하는 기준점을 잘 찾아야 했다. 2번 선지는 '클라이버'와 '19세기 연구'의 비교이다. 즉, 체표 면적(체중)$^{0.67}$이 기준이냐, 대사 체중(체중)$^{0.75}$이 기준이냐를 캐치해야 했다.*
*③ 3문단에서 확인 가능하다. 체중: 2W/W=2 , 기초 대사량: $(2W)^{0.67}/(W)^{0.67}$=약 1.6*
*⑤ 초기 연구 = 19세기 연구를 말한다. 19세기는 기초 대사량을 체표 면적인 (체중)$^{0.67}$으로 기준을 삼았는데, 클라이버는 대사 체중인 (체중)$^{0.75}$로 결론지었기 때문에 수치가 높은 클라이버의 법칙이 초기 연구에 비해 기초 대사량이 높고, 이는 하루에 필요한 에너지의 양이 클라이버가 더 높다고 볼 수 있다.*

3. ㉠, ㉡에 대한 이해로 가장 적절한 것은? 정답: ④
① ㉠은 체온을 환경 온도에 따라 조정하는 변온 동물이 체외로 발산하는 열량을 측정할 수 없다.
② ㉡은 동물이 호흡에 이용한 산소의 양을 알 필요가 없다.
③ ㉠은 ㉡과 달리 격한 움직임이 제한된 편하게 쉬는 상태에서 기초 대사량을 구한다.
④ ㉠과 ㉡은 모두 일정한 체온에서 동물이 체외로 발산하는 열량을 구할 수 있다.
⑤ ㉠과 ㉡은 모두 생존에 필수적인 최소한의 에너지를 공급하면서 기초 대사량을 구한다.

*평가원 지문에서 세부 내용을 분류하여 설명할 때 '공통점'에 주목했다면 문항을 빠르게 처리할 수 있다. ㉠과 ㉡은 모두 '기초 대사량'을 구하는 것으로, 그 방법이 다를 뿐이다. 기초 대사량은 동물이 생성하는 열량으로 정의가 가능한데, 2문단에서 ㉠과 ㉡ 모두 열량을 구하여 이를 측정하고 있음을 확인할 수 있다.*

*① ㉠에서 온도가 일정하게 유지되어야 하는 것은 '호흡실'이지 동물이 아니다. 그리고 호흡실의 온도가 일정하다면, 환경 온도에 따라 체온을 조정하는 변온 동물이라도 자신의 체온을 일정하게 유지할 것이므로 1번은 적절하지 않다.*

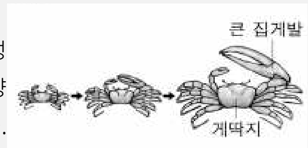
*② ㉡은 '동물의 산소 소비량과 이산화 탄소 배출량'을 측정하고 이를 기준으로 열량을 추정한다.*

*③ 1문단(상위 문단)은 세부 항목의 공통점이다. 1문단에 서술되었듯이, 기초 대사량은 '쾌적한 온도에서 편히 쉬는 동물이 공복 상태에서 생성하는 열량으로 정의'되기 때문에 격한 움직임이 있으면 ㉠과 ㉡ 모두 정확한 열량을 구하기 힘들 것이다.*

*⑤ 기초 대사량이 생존에 필수적인 에너지인데, 이를 구하는 것이 ㉠과 ㉡의 목적이므로, 생존에 필수적인 최소한의 에너지를 공급하면서 기초 대사량을 구한다는 서술 자체가 맞지 않는다.*

**4. 윗글을 바탕으로 <보기>를 탐구한 내용으로 가장 적절한 것은? [3점]　정답: ①**

<보기>




농게의 수컷은 집게발 하나가 매우 큰데, 큰 집게발의 길이는 게딱지의 폭에 '상대 성장'을 한다. 농게의 ⓐ <u>게딱지 폭</u>을 이용해 ⓑ <u>큰 집게발의 길이</u>를 추정하기 위해, 다양한 크기의 농게의 게딱지 폭과 큰 집게발의 길이를 측정하여 다수의 순서쌍을 확보했다. 그리고 'L-그래프'와 같은 방식으로, 그래프의 가로축과 세로축에 각각 게딱지 폭과 큰 집게발의 길이에 해당하는 값을 놓고 분석을 실시했다.

① 최적의 직선을 구한다고 할 때, 최적의 직선의 기울기가 1보다 작다면 ⓐ에 ⓑ가 비례한다고 할 수 없겠군.

② 최적의 직선을 구하여 ⓐ와 ⓑ의 증가율을 비교하려고 할 때, 점들이 최적의 직선으로부터 가로축에 수직 방향으로 멀리 떨어질수록 편차 제곱 합은 더 작겠군.

③ ⓐ의 증가율보다 ⓑ의 증가율이 크다면, 점들의 분포가 직선이 아닌 어떤 곡선의 주변에 분포하겠군.

④ ⓐ의 증가율보다 ⓑ의 증가율이 작다면, 점들 사이를 지나는 최적의 직선의 기울기는 1보다 크겠군.

⑤ ⓐ의 증가율과 ⓑ의 증가율이 같고 '일반적인 그래프'에서 순서쌍을 점으로 표시한다면, 점들은 직선이 아닌 어떤 곡선의 주변에 분포하겠군.

답을 도출하기 위한 근거가 몇 가지가 있었다. 우선, <보기>에 나온 ⓐ와 ⓑ는 '상대 성장'의 사례이다. 7문단에서 확인 가능하듯이, 상대 성장 역시 L 그래프의 방식으로 표현할 수 있다. 6문단에서 L 그래프는 체중 증가율에 비해 기초 대사량의 증가율이 작으면 직선의 기울기가 1보다 작다고 하였다. 이를 그대로 치환하면, ⓐ = 체중 ⓑ = 기초 대사량으로 바꿀 수 있을 것이다.

그런데, 마지막 문단에서 클라이버는 L 그래프에 나타난 최적 직선의 기울기로 0.75를 얻었고, 이에 따라 동물의 (체중)$^{0.75}$*에 기초대사량이 비례한다고 결론 지었다. 이를 바꿔 말하면, 1번 선지의 서술처럼 최적 직선의 기울기가 1보다 작을 때 <u>ⓐ에 ⓑ가 비례하는 것이 아니라, (ⓐ)$^{0.75}$에 ⓑ가 비례한다</u>고 서술해야 맞는 서술이 된다. 그러므로, 비례한다고 할 수 없다고 언급한 1번 선지는 맞는 진술이다.*

*② 앞선 8문단에서 확인했듯이, 최소 제곱법은 각 점에서 가로축에 수직 방향으로 직선 까지의 거리인 편차의 절댓값을 구한 후 이를 제곱하는 것이다. <그림>에 편차가 확대된 부분을 확인하면 직관적으로 알 수 있듯이, 직선에서 점의 거리가 멀다면 이 절댓값도 커진다. 따라서 점들이 직선으로부터 가로축에 수직 방향으로 멀리 떨어질수록 편차 제곱의 합은 더 커져야 한다.*

*③ 대비항을 '인지'하고 읽었느냐, 그렇지 않느냐로 선지 판단이 달라질 수 있다. L 그래프는 일반적인 그래프에서 두 변수의 증가율이 다를 때 곡선에 분포하는 점들을 상용로그를 취해 직선에 분포하도록 바꾼 것이다. <보기>에서 확인할 수 있듯, ⓐ,ⓑ는 L 그래프 방식으로 분석한 것이다. 따라서 어떤 곡선 주변에 분포한다는 것은 틀린 서술이다. 곡선에 분포하는 그래프는 L 그래프가 아닌 일반적인 그래*

*프이다.*

*④ 6문단 지문을 그대로 대입하면 된다. ⓐ의 증가율보다 ⓑ의 증가율이 작다는 것은 체중 증가보다 기초 대사량의 증가율이 작다는 것과 동일하므로, 기울기는 1보다 작아야 한다.*

*⑤ 5문단에서 '가로축과 세로축 두 변수의 증가율이 서로 다를 경우, 그 둘의 증가율이 같을 때와 달리 일반적인 그래프에서 이 점들은 직선이 아닌 어떤 곡선의 주변에 분포한다'고 서술하였다. 이는 역으로, 증가율이 같을 때는 직선 주변에 점들이 분포한다는 뜻이다. 그러므로, 곡선 주변에 분포한다는 진술은 옳지 않다.*

*오답률 1위 문항이었는데, 3번 선택자가 무려 30.3%로 1위였다. 사실 현장에서 해설처럼 모든 내용을 정확히 파악하고 선지에 적용하는 것은 쉽지 않다. 그러나, 시간에 쫓겨 지문을 정확하게 읽지 못해도, 선지를 읽으면서 판단을 할 수도 있다. 3번 선지의 함정에 빠졌어도 5번 선지에 서술된 '일반적인 그래프'를 보는 순간 4번 문항에서 요구하는 기본적인 범주가 L 그래프라는 것을 상기했으면, 3번 선지의 '곡선 주변의 분포'라는 어휘가 이상하다는 것을 캐치할 수도 있었을 것이다. 실전에서 이를 판단하는 것은 쉽지 않아도, 평소에 조금이라도 대비되는 서술이 나오면, 대비되는 부분이 나왔다는 '인지'만 하면서라도 글을 읽는 연습을 하자. 지문 내용을 정확히 기억 못해도, 선지를 보는 순간 '인지'했던 내용이 되살아날 가능성이 높다.