보고서 초안 샘플 · 실제 세특랩으로 만든 결과 · 실제 학생의 기록이 아니에요

이 문서는 AI가 만든 보고서 초안이에요. AI는 실수할 수 있어요. 제출하기 전에 반드시 직접 읽고 고쳐 쓰고, 인용한 논문·기사·책·강좌의 출처와 내용이 맞는지 직접 확인하세요. 최종 보고서의 내용과 제출에 대한 책임은 작성한 학생에게 있어요.

이과 · 고1 · 통합과학1 · 세특 보고서 초안

탐구 보고서

과목	통합과학1	학번	[직접 채우기]	이름	[직접 채우기]

탐구 개요

항목	내용
주제	링거는 왜 '0.9%'일까? 감자 조각의 질량 변화로 찾은 세포의 등장 농도와 NaCl·포도당의 차이
과목·관련 단원	통합과학1 III. 시스템과 상호작용 > 3. 생명 시스템
탐구 동기(한 줄)	적혈구가 저장액에서 터지고 고장액에서 쭈그러드는 그림을 배우고 생리식염수의 실제 성분 정보를 찾아보니 '1L에 9g'이었다. 그런데 포도당 수액은 5%여서, 숫자가 다른 두 용액이 어떻게 둘 다 세포를 지킬 수 있는지 궁금해졌다.
탐구 질문	질량 퍼센트 농도가 같아도 NaCl 용액과 포도당 용액이 세포에 주는 영향은 왜 다를까? 감자 조각으로 찾은 두 용질의 등장 농도 비율로 0.9%와 5%의 차이를 설명할 수 있을까?
참고한 자료	식약처 생리식염주사액 제품 정보, 감자의 염 반응에 대한 국내 논문, 삼투압 약물주입펌프에 대한 국내 논문, 『반트호프가 들려주는 삼투압 이야기』, 보건복지부 보도자료
진행 과정	① 교과서 개념 정리와 입자 수 가설 세우기 → ② 예비 실험으로 담그는 시간 정하기 → ③ NaCl 7개, 포도당 6개 농도마다 3조각씩 질량 변화율 측정 → ④ 그래프와 직선의 방정식으로 x절편(등장 농도) 구하기 → ⑤ 등장 농도 비율을 실제 수액 비율·이론 비율과 비교하기
다른 과목 관점	화학(이온 결합 물질이 물에 녹아 이온으로 나뉨, 입자 하나의 질량), 통합사회(필수 의료 물품의 공급 안정)
핵심 결과 (예상)	등장 농도는 NaCl 약 0.94%, 포도당 약 5.79%이고, 비율은 약 6.1배로 예상한다(입자 수 이론값은 6.15, 실제 수액 비율은 5.56). 가로축을 '상대 입자 수'로 바꾸면 두 그래프가 거의 겹칠 것으로 예상한다.
한계와 후속 질문	감자 세포와 적혈구는 다르다(세포벽, 세포액 농도), 물기 제거 오차가 있다, 0을 사이에 둔 두 점만 직선으로 이었다. 후속 질문: 실제 수액 비율 5.56이 이론값 6.15보다 작은 까닭은? 설탕으로 예측값(약 11.0%)을 검증할 수 있을까?
관련 성취기준	[10통과1-03-05] 생명 시스템을 유지하기 위해서 다양한 화학 반응과 물질 출입이 필요함을 이해하고, 일상생활에서 활용되는 화학 반응 사례를 조사하여 발표할 수 있다.

링거는 왜 '0.9%'일까?

감자 조각의 질량 변화로 찾은 세포의 등장 농도와 NaCl·포도당의 차이

1. 탐구 동기

통합과학1 'Ⅲ. 시스템과 상호작용 > 3. 생명 시스템' 단원에서 세포막을 통한 물질 출입을 배웠다. 적혈구를 세포 안보다 농도가 낮은 용액에 넣으면 물이 들어와 부풀다가 터질 수 있고, 농도가 높은 용액에 넣으면 물이 빠져나가 쭈그러든다는 그림이 기억에 남았다. 가장 의외였던 것은 등장액에서도 물이 멈춰 있는 것이 아니라 들어오는 양과 나가는 양이 같을 뿐이라는 설명이었다.

이 그림을 보고 혈관에 바로 넣는 수액은 적혈구를 지키려면 농도가 얼마여야 할지 궁금해졌다. 그래서 식품의약품안전처 의약품통합정보시스템에서 '대한멸균생리식염수(생리식염주사액)'의 제품 정보를 찾아보았다. 성분은 염화나트륨 0.9%, 곧 1L에 9g이 들어 있는 전문의약품이었다(식품의약품안전처, 2023). 그런데 병원에서 많이 쓰는 또 다른 수액인 포도당 수액은 5%다. 두 용액 모두 혈관에 넣어도 적혈구가 터지거나 쭈그러들지 않아야 할 텐데, 질량 퍼센트 농도는 5배 넘게 차이가 난다.

교과서에서는 등장액을 '세포 안과 농도가 같은 용액'이라고만 했다. 그렇다면 0.9%와 5%는 서로 다른 '농도'인데 어떻게 둘 다 세포와 같은 농도일 수 있을까? 나는 이 탐구에서 퍼센트 농도가 세지 못하는 무언가가 있다고 보고, 그것을 직접 측정해 보기로 했다.

2. 탐구 질문과 가설

2.1 질문을 좁힌 과정

처음 질문은 "수액 농도는 왜 0.9%일까?"였다. 하지만 학교에서는 혈액을 쓸 수 없고, 감자 세포액의 농도도 혈장과 같다는 보장이 없다. 그래서 감자로 "등장 농도가 0.9%인지"를 확인하는 것은 의미가 없다고 판단했다. 대신 같은 감자 세포를 기준으로 두 용질을 비교하면 세포 종류가 달라도 남는 값, 곧 '포도당 등장 농도 ÷ NaCl 등장 농도'를 핵심 결과로 삼기로 했다.

- **질문 1**: 감자 조각의 질량이 변하지 않는 NaCl과 포도당의 등장 농도는 각각 몇 %인가?
- **질문 2**: 두 등장 농도의 비율은 실제 수액의 비율(5 ÷ 0.9 ≈ 5.56)과 비슷한가? 비슷하다면 그 까닭을 입자 수로 설명할 수 있는가?

2.2 가설

통합과학1에서 NaCl은 Na^+과 Cl^-이 이온 결합한 물질이라고 배웠다. 물에 녹으면 두 이온으로 나뉘므로 NaCl 한 단위는 입자 2개가 된다. 포도당($C_6H_{12}O_6$)은 분자 그대로 녹아 입자 1개로 남는다. 또 입자 하나의 상대적인 질량은 NaCl이 23 + 35.5 = 58.5, 포도당이 6×12 + 12×1 + 6×16 = 180이다.

삼투가 '물에 녹은 입자의 수'에 따라 정해진다면, 포도당 용액이 NaCl 용액과 같은 수의 입자를 가지려면 다음 배의 질량이 필요하다.

$$\frac{\text{포도당 등장 농도}}{\text{NaCl 등장 농도}} = \frac{180}{58.5 \div 2} = \frac{2 \times 180}{58.5} \approx 6.15$$

가설: 감자 실험에서 포도당의 등장 농도는 NaCl 등장 농도의 약 6배일 것이다. 즉 같은 질량 %라도 NaCl은 포도당보다 약 6배 많은 입자를 만들기 때문에 세포에서 물을 더 강하게 끌어낸다.

3. 이론적 배경

3.1 삼투와 등장액·저장액·고장액

삼투는 세포막을 경계로 용질의 농도가 낮은 쪽에서 높은 쪽으로 물이 이동하는 현상이다. 이때 세포는 에너지를 쓰지 않는다. 삼투가 일어날 때 막에 작용하는 압력을 삼투압이라 하고, 용액의 농도가 높을수록 커진다. 세포액보다 삼투압이 낮은 용액이 저장액, 같은 용액이 등장액, 높은 용액이 고장액이다(그림 1).

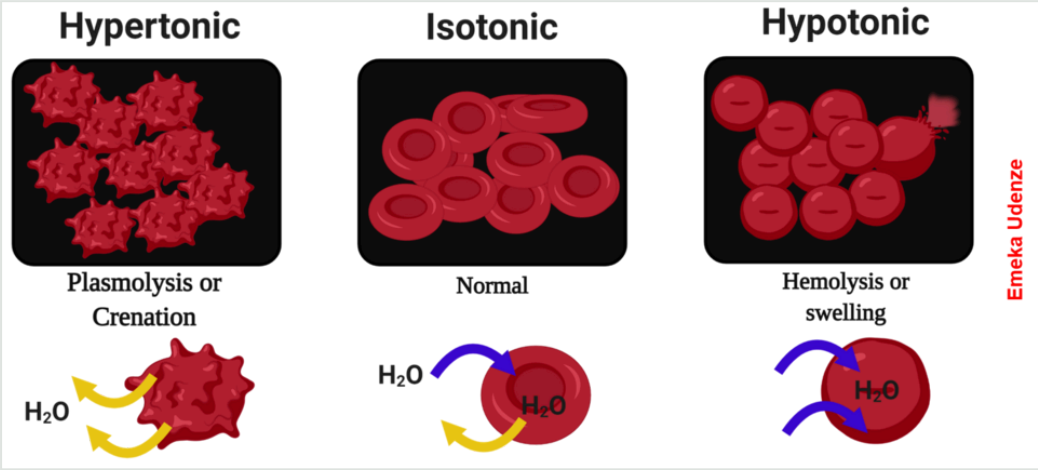


그림 1. 고장액·등장액·저장액에서 적혈구의 모양 변화와 물 이동 방향

출처: Emekadecatalyst, Wikimedia Commons, CC BY-SA 4.0

물 분자는 크기가 작아 인지질 2중층을 직접 지날 수 있지만 꼬리 부분이 소수성이어서 느리게 지나고, 세포막에는 물을 이동시키는 막단백질도 있다. 반면 Na^+, Cl^- 같은 이온과 포도당 같은 수용성 물질은 막단백질을 통해서만 확산한다. 그래서 짧은 시간 동안에는 물이 용질보다 훨씬 빨리 움직인다고 보고, 질량 변화를 '물이 들어오거나 나간 양'으로 해석했다. 세포막을 통한 물질 이동의 종류는 온라인 강좌 「내 몸안의 지식여행: 인체생리」로 보충해 정리했다.

3.2 동물 세포와 식물 세포의 차이

교과서 표를 다시 보면 동물 세포는 저장액에서 터질 수 있다. 하지만 식물 세포는 세포벽이 있어 터지지 않고, 고장액에서는 세포막이 세포벽에서 떨어진다. 『반트호프가 들려주는 삼투압 이야기』(송은영, 2010)의 「세 번째 수업 - 적혈구와 삼투 현상」과 「네 번째 수업 - 식물과 삼투 현상」을 이어 읽으면서, 같은 삼투라도 세포벽이 있는지에 따라 결과가 다르게 나타난다는 점을 정리했다. 감자는 식물이므로 저장액에서 부풀다가 세포벽에 막혀 멈춘다. 따라서 저장액 쪽 질량 증가는 적혈구보다 작게 나올 수 있다. 다만 질량 변화가 0이 되는 점, 곧 물이 들어오는 양과 나가는 양이 같은 점은 세포벽과 상관없이 정해진다.

3.3 감자 세포의 농도 조절과 담그는 시간

감자를 NaCl 0~225mM이 든 배지에서 키운 국내 연구에서는 "Proline 함량은 모든 품종에서 NaCl 처리농도가 높을수록 증가하였으며"라고 보고했다(Im 외, 2015). 바깥 소금 농도에 맞서 감자 세포가 안쪽에 물질을 쌓을 수 있다는 뜻이다. 이 연구는 며칠 동안 배양한 결과라 40분 실험에 그대로 적용할 수는 없다. 그래도 오래 담글수록 순수한 삼투 말고 다른 변화가 섞일 가능성이 있다고 보고, 담그는 시간을 짧게 고정하고 품종도 하나로 맞췄다.

4. 탐구 방법 (실험형)

4.1 변인

구분	내용
조작 변인	용질의 종류(NaCl, 포도당), 질량 퍼센트 농도
종속 변인	감자 조각의 질량 변화율(%)
통제 변인	감자 품종·한 덩이에서 자른 조각, 조각 크기(지름 1cm × 길이 3cm), 용액 100g, 담그는 시간, 실온, 물기 닦는 방법(거름종이로 2회 가볍게 누르기), 같은 전자저울(0.01g)

조각 하나의 부피는 $\pi \times 0.5^2 \times 3 \approx 2.36\text{cm}^3$이다. 처음 질량이 약 2g이라고 하면, 저울의 최소 눈금 0.01g은 질량의 0.5%에 해당하고, 전후 두 번 재므로 질량 변화율에는 ±1% 안팎의 측정 오차가 생길 수 있다. 그래서 0에 가까운 점은 한 조각만 믿지 않고 3조각의 평균과 범위를 함께 보기로 했다.

4.2 용액 만들기

질량 퍼센트 농도 = 용질의 질량 ÷ 용액의 질량 × 100이므로, 용액 100g을 만들 때 용질 c g에 물 (100 − c) g을 섞으면 된다.

표 1. 용액 100g을 만들 때 필요한 용질과 물의 질량

NaCl 농도(%)	0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	2.0
NaCl(g) / 물(g)	0 / 100	0.3 / 99.7	0.6 / 99.4	0.9 / 99.1	1.2 / 98.8	1.5 / 98.5	2.0 / 98.0

포도당 농도(%)	0	2	4	6	8	10
포도당(g) / 물(g)	0 / 100	2 / 98	4 / 96	6 / 94	8 / 92	10 / 90

계획을 세우다가 한 군데서 막혔다. 식약처 정보의 0.9%는 '1L에 9g', 곧 용액의 부피를 기준으로 한 농도였는데, 내가 배운 질량 퍼센트 농도는 용액의 질량을 기준으로 한다. 묽은 용액은 1L가 거의 1kg이라 두 값이 크게 다르지 않다고 보고 질량 퍼센트로 통일했다. 이 차이는 한계에 적어 두었다.

4.3 실험 과정

1. **예비 실험**: 증류수(0%)와 NaCl 2.0%에 조각을 담그고 10, 20, 40, 60분에 질량을 재서, 질량 변화가 거의 멈추는 시간을 찾는다. 40분 전후로 변화가 작아지면 본 실험 시간을 40분으로 고정한다. [직접 확인: 예비 실험에서 시간별 질량 변화율을 그래프로 그려, 40분과 60분 값의 차이가 측정 오차(±1%) 안에 드는지 확인하기]
2. 코르크 보어러로 감자를 지름 1cm 원기둥으로 뚫고 칼로 3cm씩 자른다. 껍질 부분은 쓰지 않는다.
3. 조각마다 번호를 붙이고 처음 질량을 잰다.
4. 13개 비커에 3조각씩 넣고 40분 동안 담근다.
5. 꺼낸 조각은 거름종이로 2회 가볍게 눌러 물기를 닦고 나중 질량을 잰다.
6. 질량 변화율(%) = (나중 질량 − 처음 질량) ÷ 처음 질량 × 100을 계산한다.

4.4 등장 농도 구하기

질량 변화율이 양수에서 음수로 바뀌는 두 점 (x_1, y_1), (x_2, y_2)를 공통수학에서 배운 직선의 방정식으로 잇고, $y = 0$이 되는 x절편을 등장 농도로 본다.

$$x_0 = x_1 + (x_2 - x_1) \times \frac{y_1}{y_1 - y_2}$$

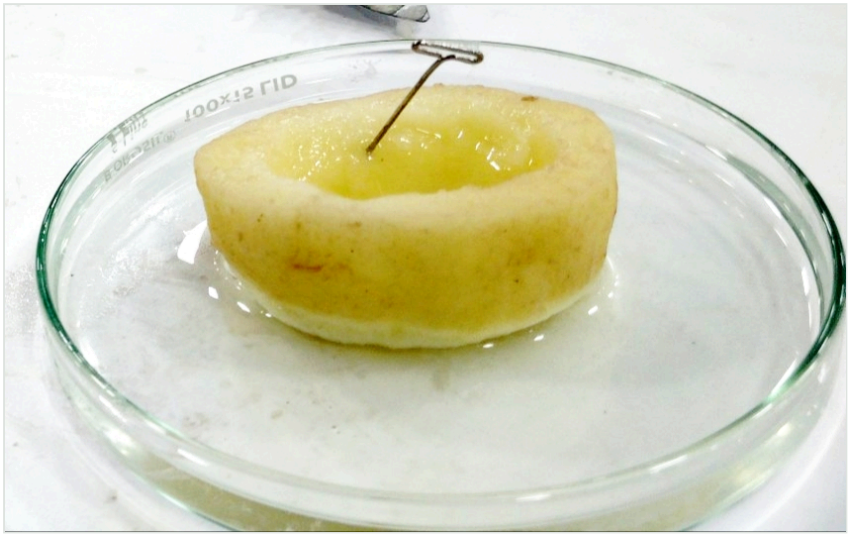


그림 3. 감자에 홈을 파고 설탕 용액을 넣어 감자 조직을 통한 삼투를 보이는 실험

출처: Knowledge genome, Wikimedia Commons, CC BY-SA 4.0

그림 3처럼 감자 조직 자체가 물을 통과시키는 막 역할을 한다는 점은 이미 잘 알려진 실험이다. 나는 이것을 '몇 %에서 물 이동이 균형을 이루는가'라는 측정으로 바꾸었다.

4.5 안전

포도당과 소금은 식품 원료지만 실험에 쓴 것은 먹지 않는다. 칼과 코르크 보어러는 도마 위에서 몸 바깥쪽으로 쓰고, 끝난 용액은 하수구에 흘려보낸 뒤 비커를 씻는다.

5. 결과와 분석

5.1 질량 변화율(예상값)

아래 값은 원리를 보이기 위한 예상값이다. 실제 값은 측정 후 바꾸어 넣는다.

표 2. NaCl 농도에 따른 질량 변화율(예상값, 3회 평균)

NaCl 농도(%)	0	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	2.0
평균 변화율(%)	+12.0	+7.0	+3.0	+0.5	−3.0	−6.0	−10.0
범위(최소~최대)	[직접 채우기]						

표 3. 포도당 농도에 따른 질량 변화율(예상값, 3회 평균)

포도당 농도(%)	0	2	4	6	8	10
평균 변화율(%)	+12.0	+7.0	+3.5	−0.4	−3.0	−6.0

포도당 농도(%)	0	2	4	6	8	10
범위(최소~최대)	[직접 채우기]					

[직접 확인: 13개 농도 × 3조각의 전후 질량을 재서 표 2·3의 평균과 범위를 채우고, 그래프 1·2를 그린 뒤 x절편과 등장 농도 비율을 다시 계산하기]

5.2 그래프와 등장 농도

그래프 그리는 방법: 그래프 1은 가로축 NaCl 농도(%), 세로축 질량 변화율(%)이고 표 2의 7개 점을 찍는다. 그래프 2는 가로축 포도당 농도(%)로 같은 방식으로 표 3의 6개 점을 찍는다. 점마다 범위를 세로 막대로 표시하고 y = 0인 가로선을 긋는다.

- NaCl: (0.9, +0.5)와 (1.2, −3.0)을 잇는다. x_0 = 0.9 + 0.3 × 0.5 ÷ 3.5 ≈ **0.94%**
- 포도당: (4, +3.5)와 (6, −0.4)를 잇는다. x_0 = 4 + 2 × 3.5 ÷ 3.9 ≈ **5.79%**
- 등장 농도 비율: 5.79 ÷ 0.94 ≈ **6.1**

두 직선의 기울기는 NaCl이 약 −11.7(%/%), 포도당이 약 −1.95(%/%)로 예상된다. NaCl 농도를 1% 올리는 것이 포도당 농도를 1% 올리는 것보다 감자에서 물을 약 6배 강하게 끌어낸다는 뜻이고, 등장 농도 비율과 같은 이야기다.

5.3 가로축을 '입자 수'로 바꾸어 보기

비율 하나만으로는 우연일 수도 있어서 한 단계 더 확인하기로 했다. 용액 100g 속 입자 수에 비례하는 값을 '상대 입자 수'로 정했다.

- NaCl: 농도 × 2 ÷ 58.5 × 1000
- 포도당: 농도 ÷ 180 × 1000

표 4. 상대 입자 수로 바꾼 가로축 값

NaCl 농도(%)	0.3	0.6	0.9	1.2	1.5	2.0
상대 입자 수	10.26	20.51	30.77	41.03	51.28	68.38

포도당 농도(%)	2	4	6	8	10
상대 입자 수	11.11	22.22	33.33	44.44	55.56

예상 등장 농도를 바꾸면 NaCl 0.94%는 약 32.2, 포도당 5.79%는 약 32.2로 거의 같다. 가로축을 상대 입자 수로 바꾸어 두 그래프를 한 좌표평면에 그렸을 때 두 점들이 하나의 선에 모인다면, "삼투는 용질의 질량이 아니라 녹아 있는 입자의 수로 정해진다"는 가설을 지지하는 결과가 된다. 반대로 두 선이 따로 놀면 감자 세포가 포도당을 흡수했거나 NaCl이 2개의 입자로 완전히 나뉘지 않았을 가능성을 따져 보아야 한다.

5.4 실제 수액과 비교

표 5. 세 가지 비율 비교

구분	포도당 ÷ NaCl
입자 수 이론값 (2 × 180 ÷ 58.5)	6.15
감자 실험 (예상값)	6.1
실제 수액 (5 ÷ 0.9)	5.56

실제 수액도 같은 방식으로 계산해 보았다. 0.9% NaCl의 상대 입자 수는 0.9 × 2 ÷ 58.5 × 1000 ≈ 30.8이고, 5% 포도당은 5 ÷ 180 × 1000 ≈ 27.8이다. 5% 포도당 수액은 생리식염수 입자 수의 약 0.90배이고, 입자 수가 같아지는 포도당 농도는 0.9 × 6.15 ≈ 5.54%다. 즉 두 수액은 질량 %로는 5배 넘게 다르지만 입자 수로는 10% 안쪽에서 비슷하다. 동기에서 품었던 "숫자가 다른데 왜 둘 다 등장액인가"라는 질문은 퍼센트 농도가 질량을 세고 삼투는 입자 수를 센다는 차이로 대부분 설명된다.

남는 차이(5.54%와 5%)를 내 수준에서 바로 결론 내릴 수는 없었다. 이론값은 NaCl이 정확히 입자 2개로 작용한다고 가정한 것이므로, 이 가정이 실제로 맞는지는 후속 질문으로 남겼다.

5.5 삼투가 병원에서 쓰이는 다른 모습

삼투가 수액의 농도를 정하는 원리일 뿐 아니라 약을 넣는 힘으로도 쓰인다는 점이 흥미로웠다. 국내 연구에서는 약물주머니, 삼투압 발생부, 용매 저장부, 반투막으로 이루어진 약물주입펌프를 만들어 20mL를 20시간 동안 일정하게 공급했다. 이 연구는 "약물의 최대 압력은 400mmHg 이상이므로 위치변화 또는 환자의 자세변화로 인하여 약물이 역류하는 위험을 원천적으로 예방할 수 있다"고 밝혔다(Kim & Choi, 2015). 감자 조각에서는 물이 들어와 질량이 늘어나는 것으로 보였던 삼투가, 막 한쪽에 고장액을 두면 배터리 없이도 계속 밀어내는 힘이 된다는 점이 내 실험과 이어졌다.

6. 다른 과목으로 본 수액의 농도

6.1 화학: 녹으면 몇 개가 되는가

통합과학1에서 배운 이온 결합 물질은 고체일 때 양이온과 음이온이 규칙적으로 배열되어 있다가 물에 녹으면 각 이온이 물 분자에 둘러싸여 흩어진다. 그래서 NaCl 1단위는 입자 2개가 된다. 반면 포도당은 공유 결합으로 이루어진 분자라 녹아도 분자 하나가 입자 하나다. 이 차이가 가설의 '× 2'에 해당하고, 입자 하나의 질량 차이(58.5와 180)가 나머지 배율을 만든다. 입자 수를 세는 단위인 몰은 고2 화학에서 배우는데, 아주 많은 입자를 묶어 세는 '묶음 단위'라고 한다. 표 4의 상대 입자 수는 몰을 쓰지 않고 같은 비교를 하려고 내가 정한 값이다. 고2에서 몰을 배우면 이 값을 그대로 몰농도로 바꿀 수 있다.

이 관점으로 보면 혈관에 넣는 용액을 고를 때 "몇 %인가"보다 "녹아서 몇 개의 입자가 되는가"를 먼저 물어야 한다. 예를 들어 설탕($C_{12}H_{22}O_{11}$, 342)은 녹아도 분자 하나로 남으므로, 내 예상 결과대로라면 감자의 설탕 등장 농도는 0.94 × 2 × 342 ÷ 58.5 ≈ 11.0%가 되어야 한다. 이 예측은 같은 실험 틀로 직접 검증할 수 있다.

6.2 통합사회: 단순한 용액이 '필수 물품'인 이유

생리식염수는 물 1L에 소금 9g이라는 아주 단순한 용액이지만, 의료 현장에서는 빠지면 안 되는 물품이다. 2026년 4월 정부는 중동 정세로 원재료 수급이 흔들릴 때를 대비해 수액세트 제조업체를 방문하고 간담회를 열었다(보건복지부, 2026). 통합사회에서 배운 관점으로 보면 원료 수입과 국제 정세처럼 과학 밖의 조건이 환자 치료에 바로 영향을 준다. 만드는 원리가 단순한 물품일수록 값싸고 흔하다고 여겨 관심 밖에 두기 쉽지만, 대체할 방법이 없다면 공급이 끊겼을 때의 피해는 오히려 크다. 내가 측정하려는 '0.9%'라는 숫자 뒤에는 그 농도를 정확히 맞춘 제품을 꾸준히 만들어 공급하는 사회의 체계가 함께 있다는 것을 알게 되었다.

7. 결론과 한계, 후속 질문

7.1 결론

0.9% 생리식염수와 5% 포도당 수액은 질량 퍼센트 농도는 다르지만 녹아 있는 입자 수가 비슷하기 때문에 둘 다 세포와 등장에 가깝다. 감자 실험에서 포도당 등장 농도가 NaCl의 약 6배로 나오고, 가로축을 상대 입자 수로 바꾼 두 그래프가 겹친다면, 교과서의 "등장액 = 세포 안과 농도가 같은 용액"에서 '농도'는 입자 수를 기준으로 읽어야 한다는 결론을 내 데이터로 보일 수 있다.

7.2 한계

1. **세포의 차이**: 감자 세포는 세포벽이 있어 저장액에서 터지지 않고, 세포액의 농도도 혈장과 같지 않다. 따라서 감자의 NaCl 등장 농도가 0.9%에 가깝게 나와도 그것이 혈액의 등장 농도라는 증거는 아니다. 그래서 이 탐구는 비율만 핵심 결과로 삼았다. 실제 적혈구가 농도에 따라 어떻게 변하는지는 그림 2 같은 관찰 자료로만 비교할 수 있었다.

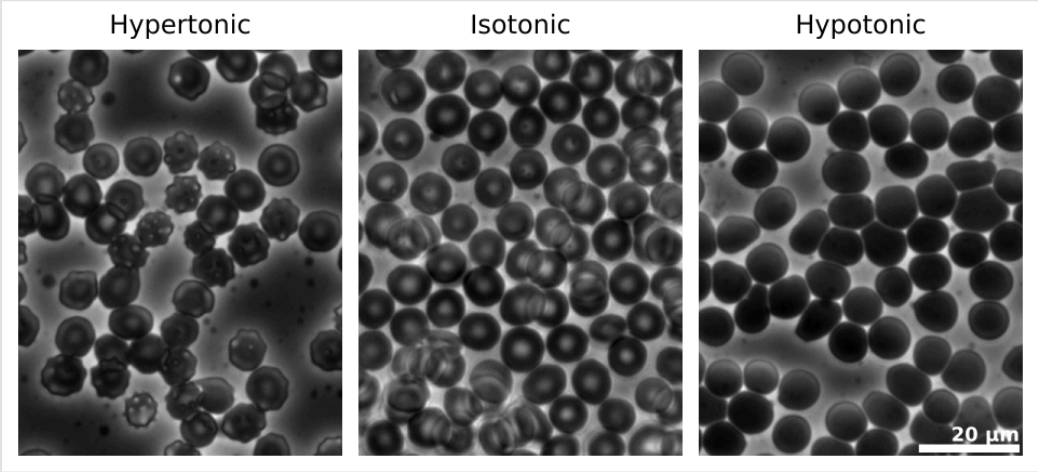


그림 2. 고장액·등장액·저장액에 넣은 사람 적혈구의 위상차 현미경 사진

출처: Zephyris, Wikimedia Commons, CC BY-SA 3.0

2. **측정 방법**: 물기를 닦는 힘이 조각마다 조금씩 달라 ±1% 정도의 오차가 생길 수 있는데, 등장점 근처의 변화율도 이 정도로 작다. 또 0을 사이에 둔 두 점만 직선으로 이었기 때문에 그래프가 곡선이면 x절편이 달라진다. 다음에는 등장점 근처(NaCl 0.8~1.1%, 포도당 5~7%)를 더 촘촘하게 나누어 측정해야 한다.
3. **농도 기준**: 수액의 0.9%는 부피 기준(1L에 9g)이고 내 용액은 질량 기준이어서 엄밀히는 같은 값이 아니다.
4. **용질의 흡수**: 40분 동안 감자 세포가 포도당이나 이온을 일부 흡수하거나 안쪽 물질을 조절했을 수 있다(Im 외, 2015). 이 효과가 두 용질에서 다르게 나타나면 비율이 달라진다.

7.3 후속 질문

1. **실제 수액 비율(5.56)은 왜 이론값(6.15)보다 작을까?** 고2 화학에서 몰을 배우면 이 실험의 등장 농도를 몰농도로 바꾸어, NaCl과 포도당의 '입자 몰농도'가 정말 같아지는지 다시 계산한다. 이 표의 데이터는 그대로 보관해 두었다가 다시 쓸 생각이다.
2. **입자 수 규칙은 다른 용질에도 맞을까?** 설탕으로 같은 실험을 해서 예측값 약 11.0%가 나오는지 교내 실험으로 확인한다. 맞으면 규칙이 두 용질만의 우연이 아니라는 근거가 된다.
3. **담그는 시간이 길어지면 등장점이 움직일까?** 40분과 3시간 담근 결과를 비교해, 감자 세포가 스스로 농도를 조절하는 효과가 짧은 실험에서 얼마나 무시할 수 있는지 확인한다.

7.4 느낀 점

교과서 그림에서는 등장액이 '변화 없음' 한 칸이었는데, 직접 실험을 설계해 보니 그 한 칸을 찾으려면 농도를 나누는 간격, 저울의 눈금, 물기 닦는 방법까지 하나하나 정해야 했다. 특히 0.9%와 5%라는 숫자를 입자 수로 바꾸었을 때 30.8과 27.8로 가까워지는 것을 계산하면서, 같은 현상도 무엇을 세느냐에 따라 전혀 다르게 보인다는 것을 실감했다. 나중에 환자에게 수액을 고를 때 이 숫자들이 "그냥 정해진 값"이 아니라 세포막을 오가는 물의 균형에서 나온 값이라는 것을 기억하고 싶다.

참고문헌

Im, J. S., Cho, J. H., Cho, K. S., & Chang, D. C. (2015). Salt tolerance and proline accumulation of potato (Solanum tuberosum L.) in vitro plants to NaCl treatment. Journal of Plant Biotechnology, 42(2). https://doi.org/10.5010/jpb.2015.42.2.129 Kim, D. S., & Choi, S. W. (2015). Development of osmotic infusion pump. Transactions of the Korean Society of Mechanical Engineers B, 39(6). https://doi.org/10.3795/ksme-b.2015.39.6.471 보건복지부. (2026, 4월 8일). 정부, 수액세트 안정공급 위한 제조업체 현장 방문 및 간담회 개최. https://www.mohw.go.kr/board.es?mid=a10503010100&bid=0027&act=view&list_no=1490026 송은영. (2010). 반트호프가 들려주는 삼투압 이야기. 자음과모음. ISBN 9788954420945 식품의약품안전처. (2023). 의약품제품정보 상세보기-대한멸균생리식염수(생리식염주사액). 의약품통합정보시스템. https://nedrug.mfds.go.kr/pbp/CCBBB01/getItemDetailCache?cacheSeq=195700009aupdateTs2023-01-31+18%3A56%3A17.071063b 온라인 강좌. 「내 몸안의 지식여행: 인체생리」. https://www.kmooc.kr/view/course/detail/20633

선생님께 드릴 활동 요약 (WADA)

생명 시스템 단원에서 적혈구가 저장액에서 터지고 고장액에서 쭈그러드는 그림을 배운 뒤, 식약처 제품 정보에서 생리식염수가 1L에 NaCl 9g(0.9%)이라는 것을 확인했습니다. 그런데 포도당 수액은 5%여서, 퍼센트 농도가 다른 두 용액이 어떻게 둘 다 등장액일 수 있는지 궁금했습니다(Why). 그래서 감자 조각으로 NaCl과 포도당의 등장 농도를 각각 찾고, 그 비율을 실제 수액의 비율과 비교했습니다(Agenda). 한 품종의 감자를 지름 1cm×3cm 원기둥으로 잘라 NaCl 7개, 포도당 6개 농도에 3조각씩 40분 동안 담갔고, 담그는 시간은 감자가 소금물에서 스스로 농도를 조절한다는 국내 논문과 예비 실험을 근거로 정했습니다. 질량 변화율 그래프에서 0을 사이에 둔 두 점을 직선의 방정식으로 이어 x절편을 구했고, 입자 수 가설(2×180÷58.5≈6.15)과 비교하기 위해 가로축을 '상대 입자 수'로 바꾼 그래프도 그렸습니다(Detail). 계산해 보니 0.9% NaCl과 5% 포도당은 질량 %로는 5배 넘게 다르지만 입자 수로는 약 0.90배로 비슷해, 삼투는 용질의 질량이 아니라 입자 수로 정해진다는 것을 알게 되었습니다. 실제 수액 비율 5.56이 이론값 6.15보다 작은 이유는 고2 화학에서 몰농도를 배운 뒤 이 데이터로 다시 확인하고, 설탕으로 예측값 11.0%를 검증해 보려 합니다(After).