

하지만 BCI 기술이 발전할수록 장애인의 자립과 삶의 질을 높이고, 산업·교육 분야에서도 새로운 직업과 시장이 창출될 수 있어 사회 전반에 긍정적인 영향도 함께 미칠 것이라 판단하였다.

### ③ 미래 발전 방향 제안

앞으로 BCI 기술의 발전을 위해서는

- AI 분석 기술 고도화 및 신호 정확도 향상
- 저비용·소형화된 BCI 장치 개발
- 개인정보 보호와 윤리적 사용 가이드라인 마련

이 필요하다고 생각하였다.

또한 AI와 뇌과학, 의료 공학의 융합 연구가 활발해져 생각만으로 로봇 팔을 움직이거나, VR 속에서 손동작 없이 상호작용이 가능한 미래형 인터페이스로 발전해갈 것으로 전망하였다.

출처

<https://noeyusmik.tistory.com/entry/사람-뇌랑-컴퓨터를-연결을-한다고-BCI뇌-컴퓨터-인터페이스> [노이어스믹의 실전 디자인 블로그:티스토리]

<http://www.itdaily.kr/> 아이티데일리 뉴스 - BCI 원리 및 기술

<http://www.itdaily.kr/news/articleView.html?idxno=214968> 플렉시블 배터리에서 식물 센서까지...2023년 신흥기술 톱10 (뉴스) -BCI는 우리 일상을 어떻게 바꿀까? 및 부작용

### 4. 탐구 과정 중 발생한 문제점 및 해결 방법

탐구를 진행하면서 가장 어려웠던 점은 뇌-컴퓨터 인터페이스 기술의 산업 적용 사례와 AI 상호작용 원리를 구체적으로 이해하는 것이었다. 다양한 논문과 해외 자료가 영어로 되어 있어 해석에 시간이 오래 걸렸고, EEG와 fMRI 기술의 작동 원리와 차이점을 구체적으로 비교 분석하는 것이 쉽지 않았다.

이 문제를 해결하기 위해 관련 유튜브 강의(예: BCI 기술 설명 영상)와 과학 다큐멘터리를 시청하며 시각적으로 이해하려 노력했다. 또한 유리 선생님께서 보고서 작성에 도움이 될 거 같은 책, ‘로봇 시대, 인간의 일’을 추천해주셨다. 인공지능 과학 단원을 읽고 보고서를 쓰는데 많은 도움이 되었다.

### 느낀점(배운점 / 본인이 성장했다고 생각되는 점 등)

이번 탐구 활동을 하면서 단순히 기술의 원리를 이해하는 것에서 멈추지 않고, 그 기술이 앞으로 인간의 일과 사회에 어떤 영향을 줄지까지 고민하게 되었다. 특히 《로봇 시대, 인간의 일》을 읽으며 인공지능과 자동화 기술이 사람의 일을 대체하거나 보완하게 될 미래의 모습을 구체적으로 떠올릴 수 있었는데, 이번 뇌-컴퓨터 인터페이스(BCI) 관련 탐구가 그 연장선에 있었다고 생각한다. 책에서는 인간의 일이 단순 반복 작업에서 창의적이고 인간적인 일로 변화해야 한다는 점을 강조했는데, BCI 기술을 조사하며 느낀 것은 단순히 기술의 발전이 일자리를 줄이는 것이 아니라, 사람의 삶의 질을 높이고 새로운 역할을 만들어낼 수 있다는 가능성이었다.

예를 들어, BCI 기술을 통해 뇌의 신호만으로 로봇 팔을 움직이거나, 생각만으로 기기를 제어하는 사례를 조사하면서 과거에는 불가능하다고 생각했던 일들이 이제는 현실로 다가오고 있다는 점에 놀랐다. 동시에 《로봇 시대, 인간의 일》에서 언급된 것처럼 기술이 발전하면서 인간은 더 창의적인 분야, 더 인간적인 가치가 필요한 분야에 집중해야 한다는 메시지가 떠올랐다. 단순히 기술이 ‘대단하다’는 수준에서 벗어나, 기술과 인간이 어떻게 협력하여 더 나은 사회를 만들어 갈 수 있을지 고민하게 되었다는 점에서 내가 성장했다고 느낀다.

또한 탐구 과정 중 자료를 분석하고 이해한 내용을 나만의 언어로 보고서로 정리하는 과정이 쉽지 않았지만, 이를 통해 복잡한 내용을 구조화하여 설명하는 연습이 되었다. 이전에는 어려운 개념이 나오면 쉽게 포기하거나 그냥 외우기만 했는데, 이번에는 왜 이 기술이 필요하고 어떤 문제를 해결하는지를 스스로 질문하며 조사하여, 배운 내용을 더 깊게 이해할 수 있었다. 특히 EEG와 fMRI 기술의 차이점을 실제 사례와 연결해 구체적으로 비교해본 경험은 앞으로 다른 과학 탐구 활동을 할 때도 큰 도움이 될 것 같다.

마지막으로, 탐구 주제를 조사하면서 교과서에서 배운 지식만으로는 현재 빠르게 발전하는 기술들을 온전히 이해하기 어렵다는 것을 느꼈고, 앞으로는 더 폭넓게 독서를 하고 다양한 시각으로 세상을 바라볼 필요성을 느꼈다. 《로봇 시대, 인간의 일》에서 강조한 것처럼 앞으로는 ‘로봇이 할 수 없는 일’을 찾아내고, 기술과 협력하며 새로운 가치를 만드는 사람이 되어야 한다는 다짐을 하게 되었다. 이번 탐구가 단순한 과학 보고서를 넘어서, 내가 관심있는 생명과학 분야와 진로, 미래 사회에 대한 고민의 폭을 넓혀준 의미 있는 시간이었다고 생각한다.

## 주제 탐구 활동 계획서

학번 및 이름	
관련 과목	과학 탐구 실험/통합과학
지도 교사	
탐구 주제	에너지 음료가 우리몸에 미치는 영향

### 1. 탐구 동기

평소 시험 기간이나 졸음을 이겨내야 할 때 커피나 에너지 음료를 마시는 일이 많았다.

특히 카페인을 섭취한 뒤 심장이 빨리 뛰거나 가슴이 두근거리는 느낌을 받은 경험이 여러 번 있었고, 주변 친구들 또한 비슷한 반응을 겪는 것을 보았다.

이러한 경험을 통해 카페인이 정말로 심장박동수에 직접적인 영향을 미치는 것인지, 아니면 단순한 기분 변화인지에 대한 궁금증이 생겼습니다. 이에 직접 실험을 통해 카페인 섭취 전후의 심장박동수 변화를 측정하고 분석해 봄으로써, 우리가 일상적으로 섭취하는 카페인의 생리적 영향을 과학적으로 확인해보고자 이 주제를 선택하게 되었다.

또, 최근 청소년과 성인들 사이에서 카페인 음료의 섭취가 증가하고 있음에도 불구하고, 카페인이 인체 특히 심장박동수에 미치는 영향에 대해 명확히 인식하거나 주의하는 경우는 많지 않다.

따라서 본 탐구를 통해 얻은 결과가 카페인의 영향을 과학적으로 이해하는 데 도움을 주고, 나아가 건강한 섭취 습관을 형성하는 데 기초 자료로 활용될 수 있기를 기대한다.

### 2. 탐구 계획

대조군: 물, 오렌지주스, 에너지 음료를 먹은후 심박수

통제 변인: 실험장소( 조용하고 일정한 온도), 실험 시간대(오전/오후)일정하게, 모든 대조군양 일정하게

데이터 정리: 대조군에 따른 심박수 그래프

실험방법

참여자 5명은 5분동안 조용히 앉아 안정된 상태 유지

각 참여자에게 같은양의 물을 먹이고 5분 간격으로 심박수 측정(스마트워치 사용) 총 30분

이와같은 방법으로 오렌지주스, 에너지음료 측정(스마트워치 사용)

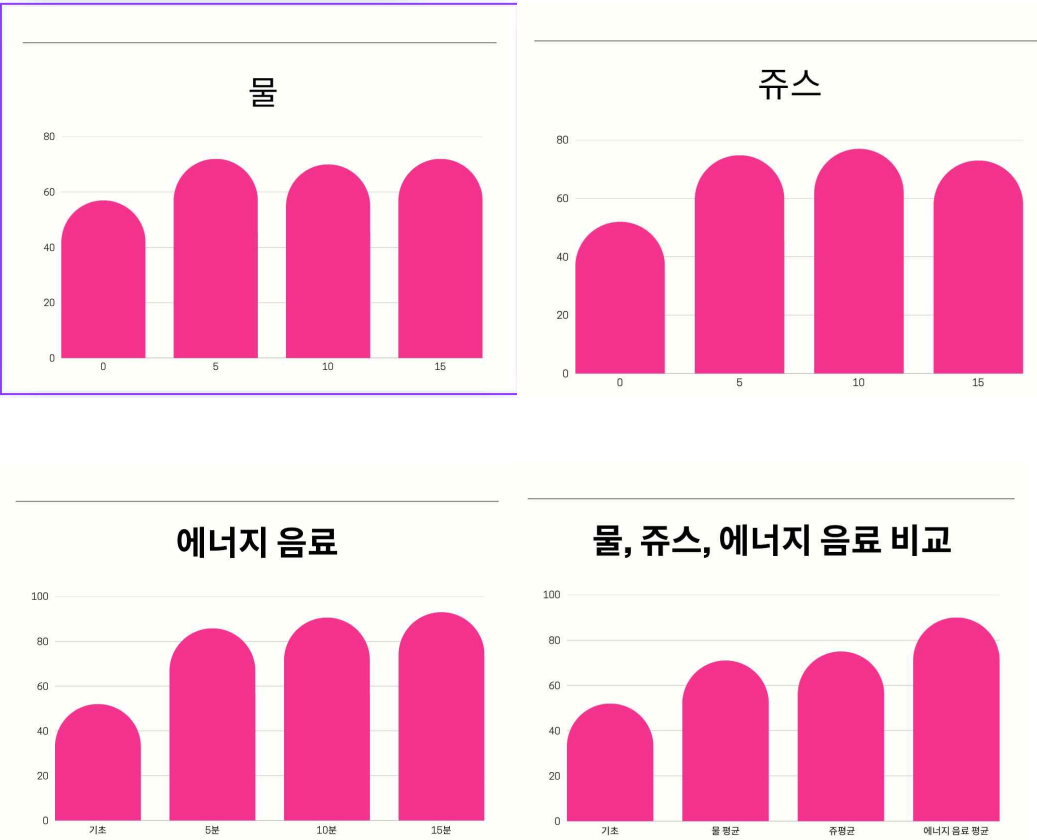
물, 오렌지, 에너지음료 섭취후 심박수 변화 이유, 카페인 적정량 조사

탐구 주제	에너지 음료가 우리몸에 미치는 영향		
학번 및 이름		지도 교사	
탐구 내용 및 결과			
3. 탐구 결과			
용액/시간	5분	10분	15분
에너지 음료	86	91	93
주스	75	77	73
물	72	70	72
<p><b>결과:</b> 같은 양의 물, 주스, 에너지 음료를 먹었을때 5분 간격으로 측정한 결과 에너지 음료&gt; 주스&gt; 물 순서로 심박수 변화의 크기가 다르다.</p> <h3>카페인 섭취 시 심박수 증가의 생리학적 원인</h3> <p>카페인을 중추신경계를 자극하는 물질로, 커피나 에너지 음료 등을 통해 섭취되며 각성, 집중력 향상, 피로 완화 효과를 준다. 섭취 후 빠르게 흡수되어 뇌로 도달한 카페인을 아데노신 수용체를 차단해 졸음 유발을 억제하고, 도파민 등의 흥분성 신경전달물질 작용을 강화한다.</p> <p>이로 인해 교감신경계가 자극되고, 부신에서 분비된 아드레날린이 심장에 작용해 심박수와 심근 수축력을 증가시킨다. 동시에 기관지 확장, 혈당 증가, 에너지 동원 등 생리적 각성 반응이 나타난다.</p> <p>카페인을 간에서 대사되며, 그 부산물들 역시 간접적으로 심장 활동에 영향을 줄 수 있다. 다만 효과의 강도는 개인의 유전, 건강 상태, 대사 속도에 따라 달라지며, 과도한 섭취 시 부작용(불면, 불안, 심계항진 등)이 발생할 수 있다.</p> <p>성인의 경우, 하루 400mg 이하의 섭취가 일반적으로 안전한 범위로 권장된다.</p> <h3>주스 섭취 후 심박수 증가의 원인에 관한 보고서</h3> <p>과일 주스는 당분과 영양소가 풍부한 음료지만, 일부 사람들은 섭취 후 심박수가 일시적으로 증가하는 경험을 한다. 이는 주스에 함유된 <b>**고농도의 단당류(포도당, 과당 등)**</b>가 빠르게 흡수되어 <b>혈당을 급격히 상승</b>시키고, 이에 대응해 <b>인슐린이 다량 분비</b>되면서 <b>교감신경계가 일시적으로 자극</b>되기 때문이다. 이 과정에서 심박수가 증가하고 가슴 두근거림이나 불안감이 나타날 수 있으며, 특히 <b>공복 상태에서 더 뚜렷하게</b> 나타난다.</p> <p>또한, 일부 상업용 주스나 혼합 음료에는 <b>**소량의 카페인이나 인공첨가물(보존료, 감미료 등)**</b>이 포함되어 있을 수 있으며, 이런 성분들도 <b>자율신경계에 영향을 미쳐 심박수를 높이는 요인</b>이 될 수 있다.</p>			

# 물 섭취 후 심박수 변화의 원인에 관한 보고서

물은 생리 기능 유지에 필수적인 요소로, 일반적으로 심박수에 큰 영향을 주지 않지만, 특정 상황에서는 변화가 나타날 수 있다. 예를 들어 물을 다량 섭취하거나 차가운 물을 빠르게 마실 경우, 위가 팽창하며 미주신경이 자극되어 심박수가 일시적으로 감소할 수 있다. 반면, 운동 후나 탈수 상태에서 물을 마시면 혈액량이 회복되며 심박수가 안정된다.

또한, 차가운 물은 일시적으로 교감신경계를 자극해 심박수를 약간 증가시킬 수 있으며, 고령자나 자율신경계 이상 환자에서는 수분 섭취가 혈압과 심박수에 더 뚜렷한 영향을 줄 수 있다. 결국 물 섭취에 따른 심박수 변화는 온도, 양, 속도, 개인의 생리 상태에 따라 다르게 나타난다.



## 4. 탐구 과정 중 발생한 문제점 및 해결 방법

탐구 과정 중 발생한 문제점은 크게 '외부요인'과 '카페인 용량 문제'가 있다.

외부요인으로는 스트레스 및 감정상태, 신체활동, 기온 등이 있다.

이 문제점을 해결하기 위해 동일한 온도의 교실에서 실험 전 신체활동을 하지 않고 안정된 상태에서 동일한 양의 에너지 음료를 섭취 후 5분 간격으로 측정하였다.

카페인 용량 문제로는 사람마다 다른 양의 카페인을 섭취하면 다른 결과가 나타날 수 있을 수 있기 때문에 이를 해결하기 위해 75ml로 동일한 양을 섭취하였다.

느낀점(배운점 / 본인이 성장했다고 생각되는 점 등)

이번 실험을 통하여, 실험을 진행하기 위해서는 단순히 측정만 하는 것이 아니라, 실험군과 대조군을 설정하고 그 외에도 시간간격, 측정장비 등 다양한 요소를 사전에 면밀히 계획해야 한다는 것을 배웠다. 이를 통하여 실험의 구조화된 설계과정을 경험하고 배울 수 있었다.

이 실험을 통하여 ‘과학적 사고력의 향상’, ‘협업 및 의사소통 능력의 향상’, ‘자기주도적 학습 태도 형성’등 성장하였다.

단순히 실험을 수행하는 것에 그치지 않고 실험결과에 대해 분석하고 다양한 원인을 고려하며, 논리적이고 객관적으로 문제를 바라보는 힘을 기르며 과학 사고력이 향상되었다.

주제탐구 실험을 혼자하지 않고, 친구와 함께 실험을 설계하고 여러 친구들의 도움으로 실험을 하며 팀워크와 효과적인 의사소통 방법을 배우며 서로의 의견을 존중해주고 경청하는 태도가 중요하다는 것을 배우며 협업 및 의사소통 능력이 향상되었다.

실험 설계, 결과 정리, 결과 분석 등 모든 과정을 직접 수행하며 스스로 정보를 조사하고 계획을 세우는 능력이 향상되었다. 수동적인 학습에서 벗어나 능동적으로 문제를 해결하는 자세를 갖추게 되었다.

이번 실험을 통하여, 일상에서 자주 접하는 카페인이 인체에 직접적인 영향을 미치는지 체감할 수 있었다.

평소에 커피, 에너지 음료를 무심코 마셔도 인체에 크게 관여하지 않을줄 알았지만, 실제로는 심박수가 눈에 띄게 변한다는 점에서 카페인이 인체에 영향을 미친다는 것을 새롭게 인식할 수 있었다.

또한, 사람마다 반응이 다르게 나타나는 것을 보며 인체반응의 다양성에 대하여 놀라움을 느꼈다.

그리고, 과학실험은 그저 결과를 도출하기 위한 것이 아닌 인간의 내적성장을 이끌어내는 중요한 교육적 과정 중 하나라는 것을 경험하고 배울 수 있었다.

## 주제 탐구 활동 계획서

관련 과목	과학(화학)
탐구 주제	같은 여드름 연고인데 왜 효과가 다를까? 분자 결합을 통해 탐구하기
<p>1. 탐구 동기</p> <p>평소 여드름이 고민인 나는 늘 스트레스 받고 언제나 관심 분야는 여드름을 없애는 데에 있었다 그래서 언제나 처럼 여드름에 좋은 성질을 가진 수분 크림이나 연고를 찾아보고 후기도 보고 구매를 했다. 약국에서 여드름 연고 몇 개를 샀다. 그런데 새로 산 것 중 너무 효과가 좋았던 연고가 있었고 친구인 민경이에게 추천해주었는데 역시나 민경이도 같은 효과를 보았다. 갑자기 궁금증이 생긴 우리는 이 여드름 연고제를 가지고 있는 성분이 무엇이고 왜 그런 성분이 여드름과 관련이 있고, 여드름에 효과가 있었는지 파헤쳐 보기로 하였다</p> <p>2. 탐구 계획(매우 구체적으로 작성)</p> <p>(1) 여드름 연고제에서 자주 쓰이는 성분 및 분석</p> <p>ex) 티트리 오일, 판테놀, 살리실산(BHA), 등</p> <p>등 티트리 오일: 항균, 항진균 효과, 피지 분비 조절, 염증 완화, 상처 치유 촉진 기능 등 판테놀: 강한 보습 효과 살리실산(BHA): 지용성 성분, 모공 침투→피지, 각질 연화/용해(피부 안 속까지 침투) &lt;-&gt;(바하와 반대되는 성분)AHA 아하: 수용성 성분, 피부 표면에서 작용→ 각질 제거</p> <p>분자 결합을 참고하여 분석 해보기</p> <p>여드름 연고제를 사용할 때 궁금했던 것의 원인과 이유 찾아보기</p> <p>내가 같은 기간 동안 서로 비슷한 효능을 가진 여드름 연고제(베로아와 애크논)들을 사용했을 때 둘 중 하나의 연고제에서 더 효과를 보았던 이유는 무엇일까?</p>	

## 주제 탐구 활동 보고서

탐구 주제	같은 여드름 연고인데 왜 효과가 다를까? 분자 결합을 통해 알아보기		
학번 및 이름		지도 교사	
탐구 내용 및 결과			
<p>3. 탐구 결과</p> <p>[내가 사용하는 여드름 연고제의 성분 조사]</p> <p>1. 노스카나</p> <p>노스카나는 상처와 흉터를 완화시켜주는 효능이 있음. 헤파린 나트륨이라는 혈액 순환과 염증을 완화 시켜주는 성분과 알란토인이라는 피부재생을 돕고 진정 효과를 내는 성분이 있어 흉터를 치료하는데 효과를 보임.</p> <p>2. 클리어틴</p> <p>클리어틴은 피부에 생기는 블랙헤드나 흔히 좁쌀이라고 불리는 화이트 헤드를 제거하는 역할을 함. 블랙헤드와 화이트헤드는 막은 피지와 쌓인 각질 때문에 생기게 되는데 클리어틴을 사용하면 살리실</p>			