

대한기계학회 주최

제10회 전국학생설계경진대회(2020년)

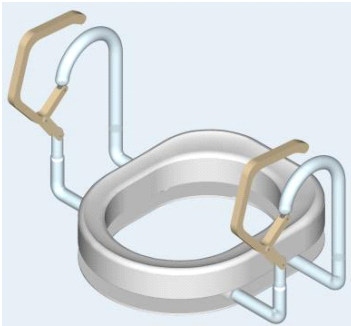
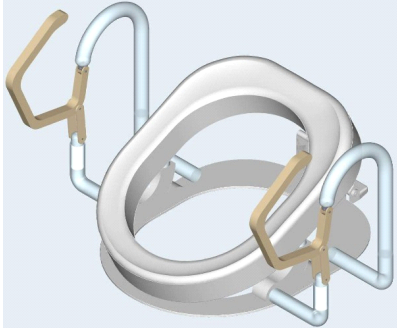
설계 최종 보고서

참가부	고등부 (o)				
참가분야	공모주제 (o) / 자유주제 ()				
참가팀명	ARES				
설계제목	경축커버				
지도교수/교사	(소속) 김포제일고 (성명) 전홍준 (이메일) enelly@korea.kr				
대표자 (신청인)	성명	소속	연락처 (휴대폰)	E-mail	주소
	박지연	김포제일고등학교			

참가팀원 인적사항

NO	성명	소속 / 학년	E-MAIL
1	박지연	김포제일고등학교 / 2학년	wdlus9510@naver.com
2	장혜리	김포제일고등학교 / 2학년	bluebird1477@naver.com
3			
4			
5			
6			

설계 요약문

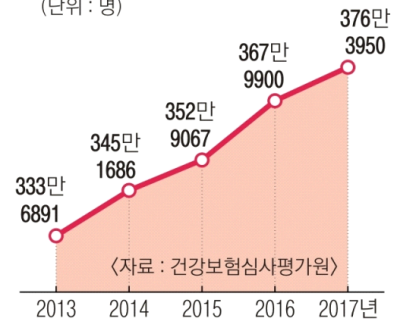
참가분야	공모주제 (O) / 자유주제 ()
참가팀명	ARES
설계제목	경축커버
대표자명	박지연
요약문	사람의 앉는 자세를 상세하게 설명하자면. 먼저 허리를 숙이고 이후 무릎관절을 굽혀 상체의 높이를 낮추게 되는데, 무릎관절에서는 중심을 잡아야함과 동시에 안정적으로 상체의 높이를 낮춰야 하기에, 체중으로 인한 큰 하중이 가해지게 된다. 다수의 노인 분들의 경우 연골의 손상이나 퇴행성 변화로 인해 일상생활에 영향을 받고 계신 경우가 많고, 그중 가장 문제가 되는 것은 화장실에서 변기를 사용하실 때이다. 앞서 제시한 바처럼 사람의 앉는 동작은 관절의 움직임에 있어 불편을 느끼시는 노인 분들에게 큰 문제 상황으로 다가올 수 있다. 하지만 용변을 위한 변기로의 착석 동작은 필수적으로 행해져야만 하기에, 본 문제 상황은 해결 되어야만 한다. 본 팀은 변기커버 후방의 높이를 높임으로서 무릎에 가는 무게를 분산하여 무릎 관절에 무리가 가는 것을 최소화할 수 있는 경축커버를 설계했다. 지렛대의 원리로 제작된 손잡이에 손으로 누른 압력이 작용하게 되면 보다 강한 힘으로 펌프가 눌러지게 된다. 펌프는 파스칼의 원리를 사용하였는데, 엉덩이를 받쳐주는 상단의 변기 커버가 몸무게를 지탱할 수 있는 무게를 극대화할 수 있도록 했다. 또한 펌프의 모양을 곡선으로 만들어 커버가 올라가는 원호를 따라 설계하여 상단 커버와 하단 커버의 최대각을 늘렸다. 마지막으로 손잡이에 각을 넣어 잡고 손잡이를 잡았을 때 손이 미끄러지지 않고 안정적으로 고정될 수 있게 설계했다.  →  <손잡이를 누르기 전> <손잡이를 누른 후>

1. 설계의 필요성 및 목적

건강보험심사평가원에서 발표한 통계에 따르면 2013년부터 2017년까지 퇴행성 관절염 환자가 꾸준히 증가해 2017년에는 약 380만 명에 이르렀다고 한다. 퇴행성 관절염으로 많은 노인분들이 무릎에 통증을 호소하고 있고 이로 인해 일상생활에 영향을 받고 계신다고 한다.

이렇게 조사하고 보니 무릎이 아프셔서 화장실 가는 것도 불편해하시는 우리 할머니가 생각이 나서 생리적 현상은 혼자 편하게 다니시길 하는 마음으로 변기 커버를 설계하게 되었다.

퇴행성 관절염 환자 증가 추이
(단위: 명)



2. 설계 핵심 내용

(1) 설계 문제의 정의

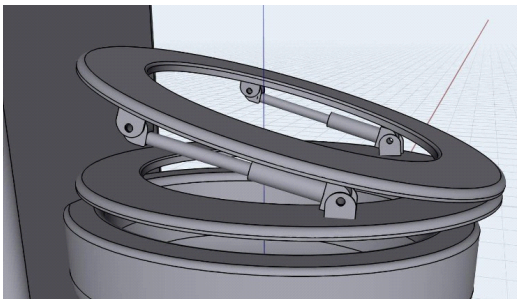
본 고안은 제시한 바와 같이 변기에 앉고 일어날 때 기존의 버커를 사용할 때보다 무릎을 덜 굽힌 상태에서 커버에 엉덩이를 댈 수 있게 하여 무거나 지탱할 곳이 부족함을 해결하기 위해 벽이나 무언가 잡을 만한 것을 만들어 중심을 잃지 않게 하게 분산을 하여 무릎이 온전히 감당해야 했던 부담을 덜어 주는 것, 움직일 때 너무 급격하게 움직여 불안정한 것, 전기를 전혀 쓰지 않고 앞의 조건들을 최대한 만족시키게 하는 것을 목적으로 설계를 하게 되었다.

(2) 설계의 독창성 및 접근 방법

1) 설계 방법 및 배경

본 팀은 이번 대회의 주제인 ‘실버복지 관련 기계장치’를 보고 노인분들의 입장에서 무엇이 불편할지 곰곰이 생각해보고 주위에서의 노인분들이 생활하시면서 불편했던 점들을 들어보고 기사를 찾아보는 등 조사를 해보았다. 그 결과 대부분 관절 때문에 거동이 불편하시거나 앉고 일어서는 데에서 불편함을 호소하는 분들이 많았다. 그중 노인분들이 스스로 앉고 일어서는 것이 힘들어서 화장실을 혼자 가지 못하는 경우가 생겨 ‘독거노인 같이 누군가 도와줄 여건이 되지 않는 경우는 요양원을 가는 방법밖에 없다.’라는 생각이 들었고 곧이어 우리 할머니도 무릎이 아프셔서 이모의 도움을 받아 화장실에 가시는게 생각이 났다. 그래서 우린 사람이 일어날 때 왜 무릎이 아픈가를 알기 위해 직접 일어나보며 어디로 힘이 쏠리는지 등을 생각해보고 어디서 힘을 보태야 할지 생각했고 그 결과 상체의 무게를 무릎이 혼자 지탱하는 것을 발견해 ‘커버를 앞으로 올려버리자’라고 생각하여 설계하게 되었다.

초기 고안

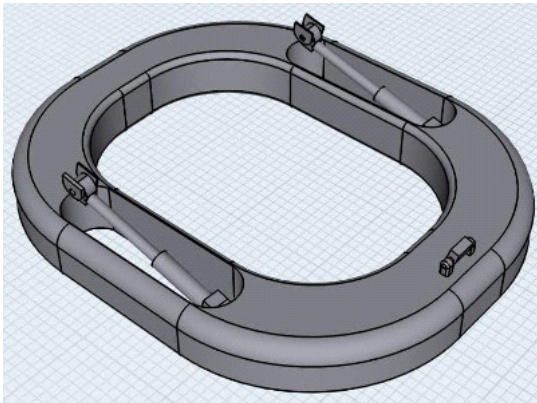


경첩을 이용해 두 개의 커버가 어긋나지 않게 자리를 잡고 가스스프링을 사용하여 무릎을 기존의 커버를 쓸 때 보다 덜 굽혔을 때 커버에 엉덩이가 닿게 하여 커버에 의존할 수 있도록 각도를 높이고 낮출 수 있게 했다.

초기 설계 방식의 한계점

- 가스 스프링이 버틸 수 있는 무게는 제한되어 있어 앉았을 때 내려갈 때 잘 내려가면 올라 올 때의 힘이 부족하고 올라 올 때 잘 올라오려면 처음에 앉는 것이 힘들 수 있다.
- 사람의 무게는 다 제각각이기 때문에 커버가 수용하는 무게보다 몸무게가 적거나 많으면 사용 불가능하다.
- 가스 스프링은 완전히 접혔을 때 다시 펴지게 하려면 반동이 필요하다.
- 상, 하단의 두 개의 커버가 겹쳐질 때 생기는 두 커버 사이의 빈 공간 때문에 앉았을 때 불안정하다는 느낌을 준다.

1차 수정본



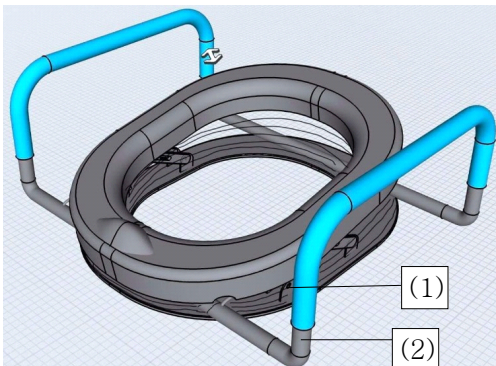
←(상단의 커버를 생략한 모습)

- 상, 하단의 커버 사이의 공간이 붕 뜨게 하는 것을 방지하기 위해 하단커버의 두께를 두껍게 하여 사람이 앉았을 때 상, 하단 커버 사이의 공간을 없앴다.
- 커버의 앞 부분에 경첩을 달아 두 개의 커버의 앞부분이 연결되게 하여 상단의 커버가 일정한 각도로만 움직일 수 있게 하였다.

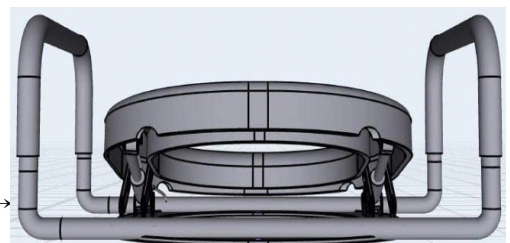
1차 수정본의 한계점

- 하단의 커버가 너무 두꺼워져서 커버를 뒤로 넘길 수 없다.
- 가스 스프링이 버틸 수 있는 무게는 제한되어 있어 앉았을 때 내려갈 때 잘 내려가면 올라 올 때의 힘이 부족하고 올라 올 때 잘 올라오려면 처음에 앉는 것 자체가 힘들 수 있다.
- 사람의 무게는 다 제각각이기 때문에 커버가 수용하는 무게보다 몸무게가 적거나 많으면 사용 불가능하다.
- 가스 스프링은 완전히 접혔을 때 다시 펴지게 하려면 반동이 필요하다.

2차 수정본



←(고무 자바라는 생략)→

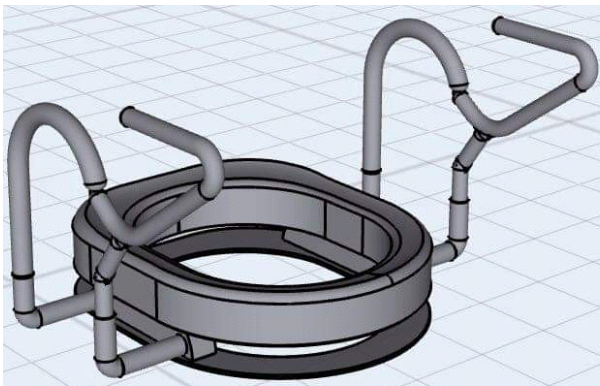


- 위로 올리고 무게를 지탱하던 가스 스프링을 수압 펌프로 변경하였다.
- 손잡이 안의 펌프(2)가 눌리면 그 안에 있던 물이 두 커버 사이의 펌프(1)안으로 물이 이동하여 상단의 커버가 올라가게 하였다. 이때 파스칼의 원리를 이용하여 (1)의 단면적의 넓이와 (2)의 단면적의 넓이의 비가 2:1가 되게하여 1의 힘으로 손잡이를 눌러 (2)가 눌렸을 때 (1)에서 2만큼의 힘을 낼 수 있게 했다.
- 상, 하단의 커버의 사이의 텅 빈 공간을 없애기 위해 상단 커버의 두께를 두껍게 하고 그 안쪽에 공간을 만들어 앉았을 때 내부의 관절들이 안으로 들어가게 하였다.
- 고무 자바라로 내부 관절이 물과 같은 오염물질과 직접 닿는 것을 막았다.
- 인체공학적 구조로 앉았을 때 편하게 굴곡이 있게 했다.

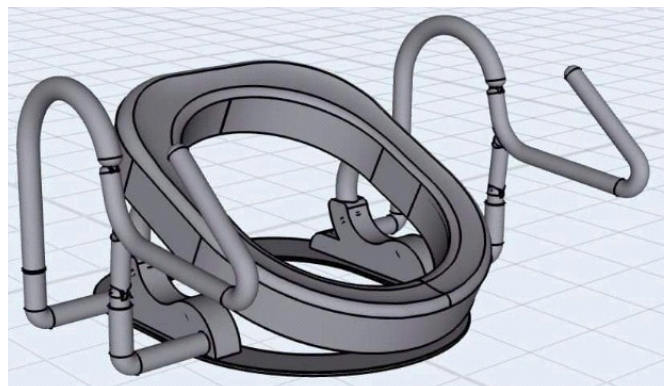
2차 수정본의 한계점

- 기립할 때 몸이 앞으로 쏠리게 되는데 손잡이는 뒤에 있어서 불편함을 느낄 수 있다.
- 뒤에 손잡이가 이유 없이 길게 나와 있어 공간을 차지한다.

3차 수정본



작동 전(손잡이가 눌리기 전)



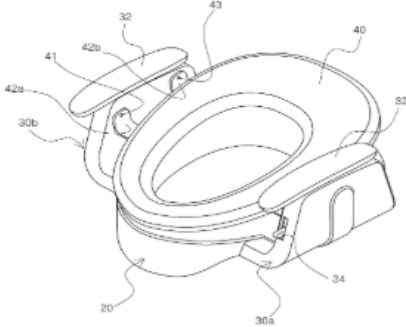
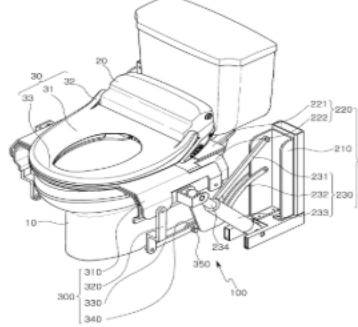
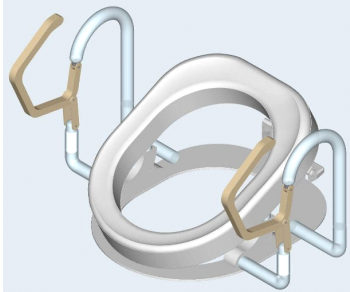
작동 후(일어나면서 손잡이가 눌렸을 때)

- 손잡이를 앞으로 빼고, 브레이크에 사용되는 '간이 프레스기'의 모양을 따와 지렛대의 원리를 이용하여 힘을 조금만 손잡이에 가하면 손잡이에 가해진 힘보다 더 강한 힘으로 커버를 들어 올릴 수 있게 했다.
- 커버가 올라오는 각도를 더 효율적으로 올리기 위해 커버를 올리는 펌프의 모양을 곡선으로 설계했다.

3차 수정본의 한계점

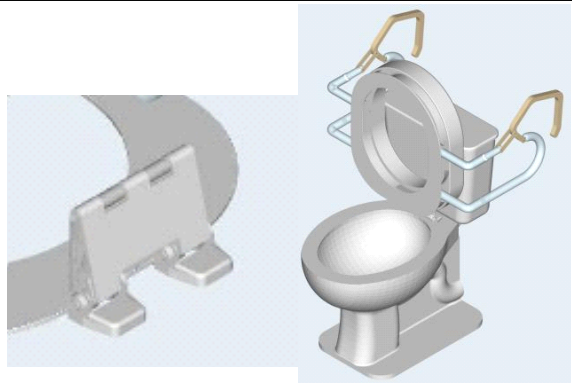
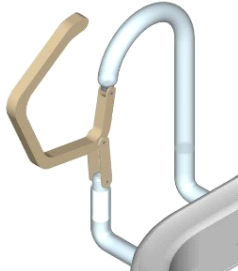
- 손잡이가 너무 앞으로 나오고 밑으로 내리게되면 아래로 쪽 빠져서 허리를 숙이게 되어 일어나기 더 힘들 수 있다.
- 손잡이를 잡아도 미끄러질 수 있다.

2) 설계의 독창성

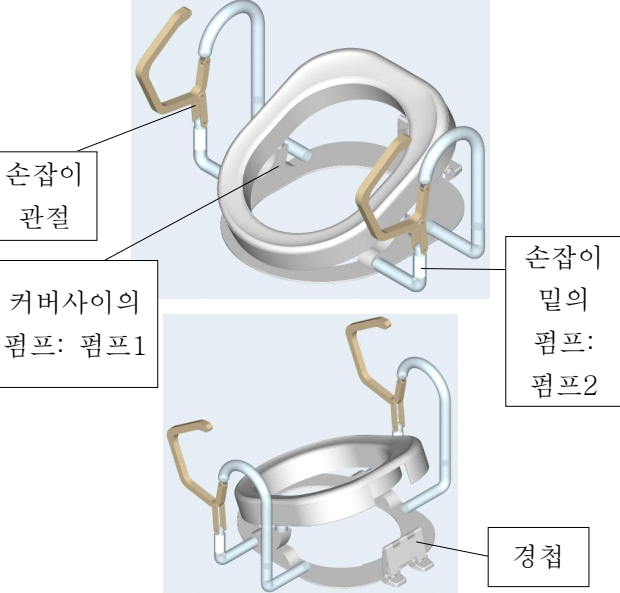
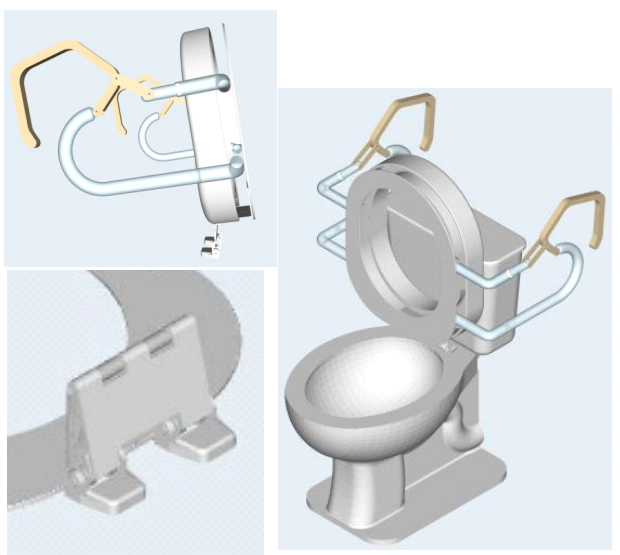
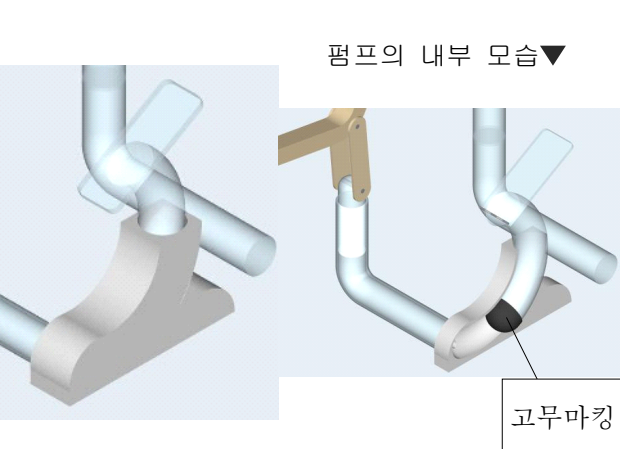
	리프팅 및 틸팅 회전이 가능한 좌변기 등록 특허 10-1954219	변좌 리프팅 장치 공개특허 10-2017-0119153	경축커버
상 품			
작 동 원 리	압축스프링을 사용한다.	전기를 사용한다.	수압펌프를 사용한다.

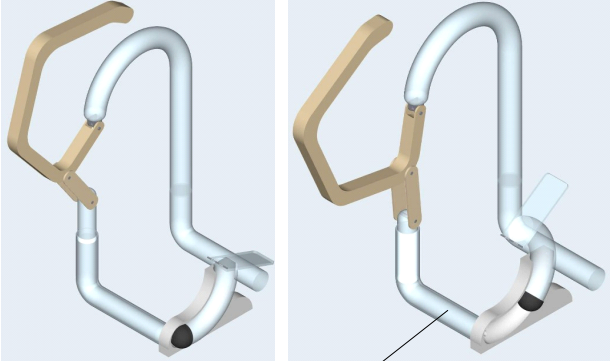
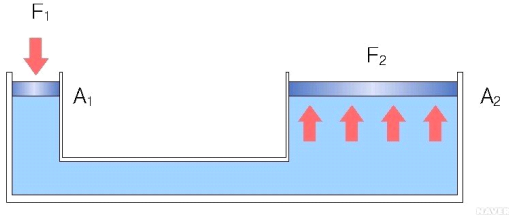
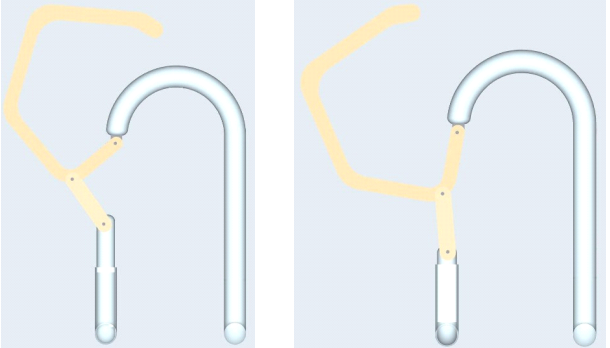
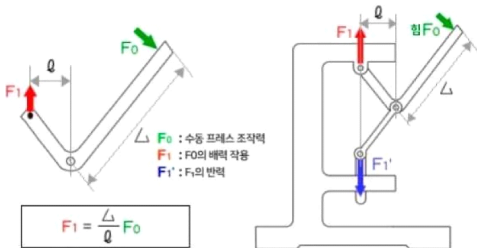
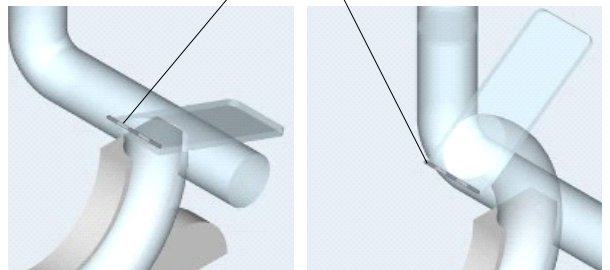
‘등록 특허 10-1954219’와 ‘공개특허 10-2017-0119153’는 버튼을 사용하여 완전히 일어난 상태로는 커버를 움직일 수 없다. 장치가 커서 공간 확보가 안되면 설치를 할 수 없고 결정적으로 전기를 사용한다는 치명적인 단점이 있다. 하지만 경축커버는 전기를 사용하지 않으며 설치방법도 지금 상용화 되어있는 변기 커버들과 설치방법이 같아 간편하고 일어서서 손잡이를 눌러 커버를 올릴 수 있다.

3) 설계의 제약조건 및 문제 해결 방법

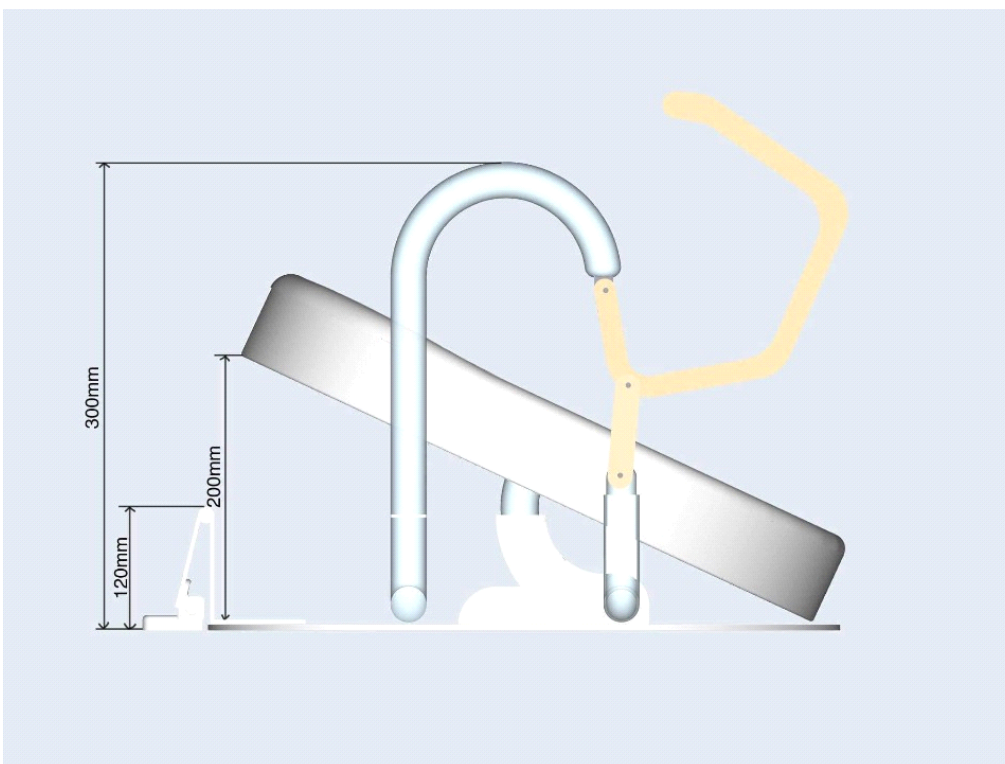
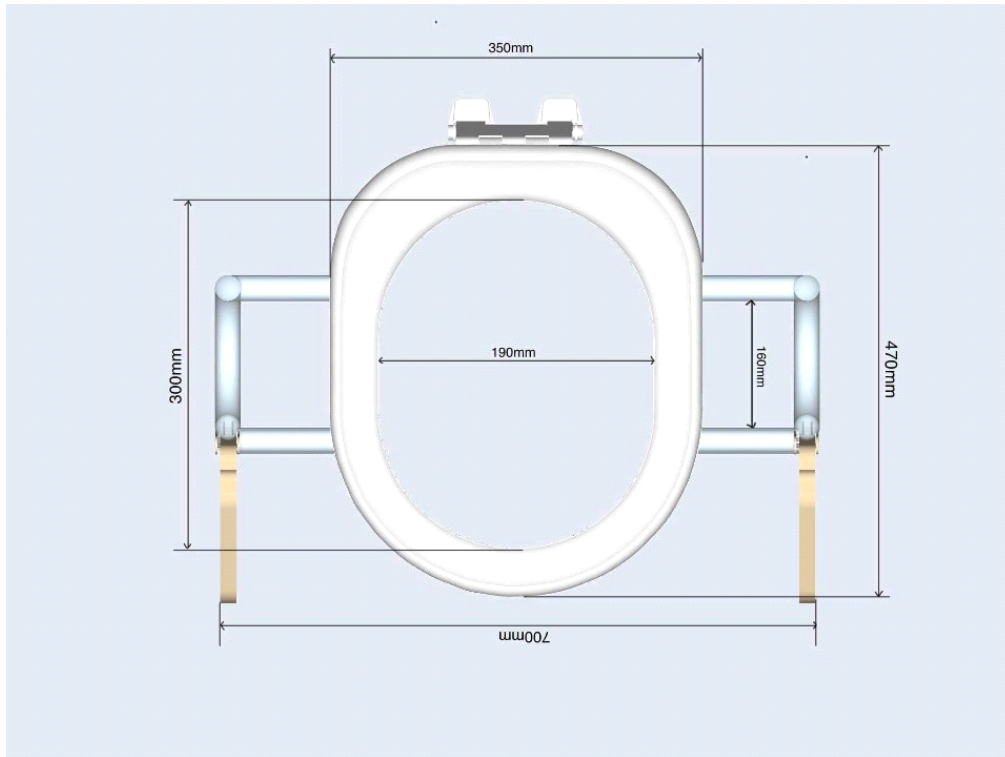
		
문제점	상단커버의 두께가 너무 두꺼워서 뒤로 넘어가지 않았다.	손잡이가 미끄러지기 쉽고 미끄러진 후에 손이 걸릴곳이 없어 제대로 된 힘을 못줄 수 있다.
해결	우리만의 경축을 새로 만들었다.	손잡이에 각을 만들어 잡고 미끄러져도 각진곳에서 손이 걸려 더 이상 밀려 내려가지 않게 하였다.

(3) 설계 내용

모양	설명
 손잡이 관절 커버사이의 펌프: 펌프1 손잡이 밑의 펌프: 펌프2 경첩	전체 구조 커버가 올라가있는 상태인 모습이다. 경축커버의 핵심관절은 손잡이 관절, 펌프1, 펌프2의 구조, 경첩이다.
 경첩	경첩 경축커버를 일반커버처럼 뒤로 넘기려고 할 때 시중에 보급 되어져 있는 경첩들을 사용하면 커버의 두께 때문에 뒤로 넘길 수 없어 커버의 두께만큼 공간을 확보할 수 있는 경축커버 전용 경첩이다.
펌프의 내부 모습▼  고무마킹	커버사이의 펌프 (펌프 1) 두 개의 커버 사이에 자리하고 있는 펌프이다. 커버가 올라가는 원호를 따라 펌프의 모양도 곡선 모양으로 설계했다.

모양	설명
 펌프 두 개가 연결되어 있다	손잡이 밑의 펌프 (펌프 2) 파스칼의 원리를 사용하여 ‘펌프 1’에 비해 펌프의 단면적이 좁아 ‘펌프 2’에 가해지는 힘보다 ‘펌프 1’에서 배의 힘을 낼 수 있다. 
(커버 내려가 있음) (커버 올라가 있음) ▼손잡이가 눌리기 전 손잡이가 눌린 후▼ 	손잡이 관절에는 간이프레스기에 쓰이는 지렛대의 원리를 이용하여 손으로 누르는 힘이 최대화되어져 전달되도록 했다. 
상단의 커버와 ‘펌프 2’의 사이에 존재하는 작은 경첩 	경첩 2 경축 커버를 들어올리고 내리는데 이용되는 ‘펌프 2’의 단면의 모든곳이 상단의 커버와 겹쳐지면 커버를 내렸을 때 상단커버와 하단커버의 각도가 평행하지 못하여 뒤로 쏠리게 된다. 그 상황을 방지하게 하기 위하여 ‘펌프 2’와 상단커버가 접하는 면을 최소화해 ‘펌프 2’의 단면적과 상단커버가 벌어질 수 있게 하였다.

치수

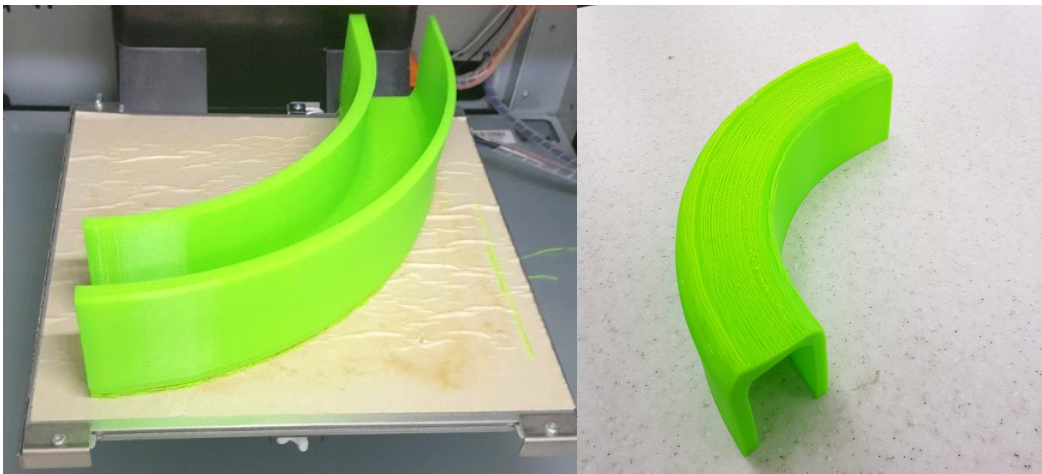


3. 설계 수행 일정

설계 진행 내용	4월	5월	6월	7월	8월	9월
3D 모델링	■	■	■	■	■	■
주제 선정 및 제안서 작성	■					
설계 내용 구성	■	■	■			
중간 보고서 작성			■	■		
설계 내용 보완 및 연구			■	■	■	■
모형 제작					■	■
최종 보고서 작성					■	■

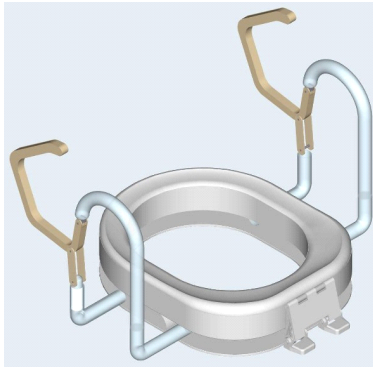
4. 설계 결과물

(1) 최종 결과물 형상 및 작동원리

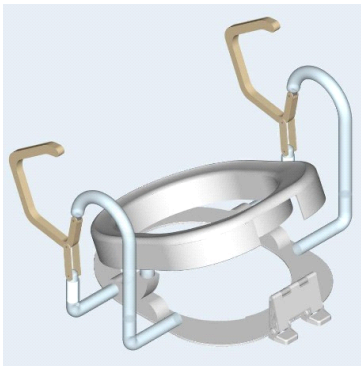


위의 사진은 상단 커버의 일부분을 모형으로 구현한것이고 현재 모형 제작중에 있다.

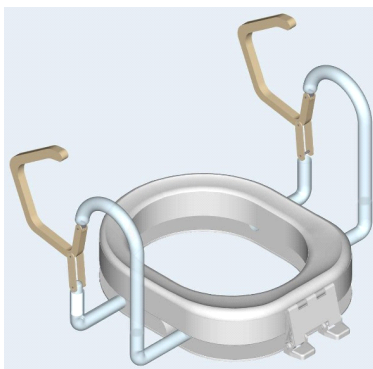
앉을 때



앉기전의 커버의 상태

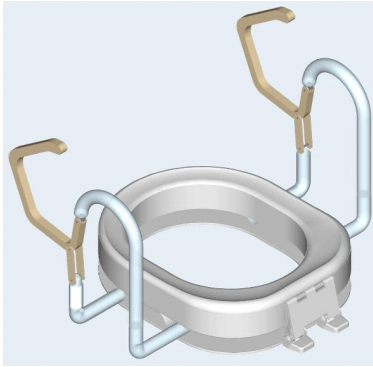


앉을 때, 손잡이를 누르게 되고 ‘펌프 2’에 있던 물이 ‘펌프 1’로 이동하게 되어 ‘펌프 1’이
 완료되어 상단커버가 올라간다.



앉으며 상단커버가 내려가고 ‘펌프 1’이 수축되고
 ‘펌프 2’이 완료되어져 손잡이가 다시 올라가게 된다.

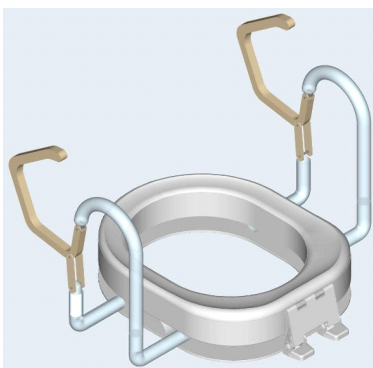
일어날 때



일어나기 전의 커버의 상태



일어날 때, 손잡이를 누르게 되고 ‘펌프 2’에 있던 물이 ‘펌프 1’로 이동하게 되어 ‘펌프 1’이 이완되어 상단커버가 올라가며 상체의 무게를 분산 시킨다.



상단커버의 무게에 눌러 ‘펌프 1’이 수축되고 ‘펌프 2’이 이완되어져 손잡이가 다시 올라가게 된다.

(2) 최종설계 결과물의 장단점 및 의의

현재 대중화 되어있는 변기 커버들은 대부분 수동이거나 전기를 사용해도 커버의 높이는 조절 할 수 없는 비데밖에 없었다. 그러나 경축커버는 전기를 사용하지 않고도 커버의 높낮이 조절이 가능하게 하였고 노인분들만을 위한 것이 아니라 다른 사람들과도 이 커버를 공유하며 사용할 수 있게 만들었다. 물론 전기를 사용하면 더 나은 옵션을 넣을 수 있었지만 우리는 물이 사용되는 화장실인만큼 전기를 사용하지 않는데 초점을 맞추었다. 이 커버를 사용하면 무릎에 가는 무게를 분산시켜 무릎관절에 무리가 가지않게 할 수 있고 무엇보다 생리현상 중 하나인 용변 보는 일을 누군가의 도움을 받아야 한다는 부담감을 줄이고 스스로 해결 할 수 있다는 뿌듯함을 느끼게 할 수 있다.

경축커버의 구조적 문제점에서 개선해야 할 점으로는 커버에 앉았을 때 사람의 무게나 팔힘에 따라 커버가 내려가는 속도가 다를것이고 팔힘은 약한데 몸무게가 너무 많이 나가는 경우 앉을 때 속도 조절없이 내려앉는 듯이 내려갈 수 있다. 또한 커버를 뒤로 넘길 때 커버의 손잡이가 있어야 할 곳에 다른 구조물이 있어 완전 뒤로 넘기지 못할 가능성과 커버를 뒤로 넘길 때 상단과 하단의 커버를 어떻게 고정할지 고려를 해보아야 한다.

안정상의 문제점에는 상단의 커버가 움직일 때 커버 사이에 옷이 걸릴 수 있고 손잡이 하단의 펌프와 두 커버 사이의 펌프에 이물질이나 습기가 차면 작동시키는데 문제가 생길 수 있다는 점이 있다.

5. 활용방안 및 기대효과

본 고안은 무릎이 아프신 노인분들이 변기에 혼자 앉으실 때 무릎에 생기는 부담을 줄여주어 혼자서도 용변을 해결 하실 수 있게 하기 위해 설계되었다. 이 장치를 설계의 목적에 따라 퇴행성 관절염같은 무릎관절 질환을 가지고 있을 때 이 장치를 사용함으로써 기존의 변기커버보다 엉덩이에 먼저 닿아 무릎에 힘이 덜 들어가도록 커버를 올려 상체의 무게를 커버쪽으로 분산되어지게 할 수 있다. 또한 무릎뿐만 아니라 다리에 근육이 줄어들어 앉고 일어날 때 불편을 겪는 사람들도 사용할 수 있다. 그리고 노인분들이 자주가시는 경로원이나 하루에도 많은 사람들이 오가는 공원의 공중화장실, 동사무소같은 공적인 시설, 집안에서도 사용 할 수 있을 것이다.

<참고문헌>

■ 설계의 필요성을 찾을때 본 기사

‘퇴행성 관절염 환자 증가 추이 표’가 나온 기사

<https://m.seoul.co.kr/news/newsView.php?cp=seoul&id=20180410022003&refer=https://www.google.com/>

목차-‘용변조차 내 뜻대로 되지 않는 곳’ 참고

화장실에서 용변을 보는게 소원이라는 말이 나온 기사

<http://www.hani.co.kr/arti/society/rights/893616.html>

■ KIPRIS(키프리스)

리프팅 및 톨팅 회전이 가능한 좌변기

<http://kpat.kipris.or.kr/kpat/biblioa.do?method=biblioFrame>

변좌 리프팅 장치

<http://kpat.kipris.or.kr/kpat/biblioa.do?method=biblioFrame>

■사용된 원리

펌프1, 펌프2의 사이에 사용된 파스칼의 원리

https://ko.m.wikipedia.org/wiki/%ED%8C%8C%EC%8A%A4%EC%B9%BC%EC%9D%98_%EC%9B%90%EB%A6%AC

파스칼의 원리 사진 출처

<https://terms.naver.com/entry.nhn?docId=933743&cid=43667&categoryId=43667>

손잡이 관절에 사용된 원리

https://kr.misumi-ec.com/tech-info/categories/machine_design/md05/d0054.html