RS-2021-IP321084

축종 사육주기별 맞춤형 수액세트 개발 및 관리 시스템 개발

2024

농림식품기술기획평가원

농림축산식품부

보안 과제( ), 일반 과제(O) / 공개(O), 비공개( )발간등록번호(O)
농림축산식품 축산현안대응 연구개발사업 2023년도 최종보고서

발간등록번호
11-1543000-004588-01

축종 사육주기별 맞춤형 수액세트 개발 및 관리 시스템 개발

2024.06.07

주관연구기관 / 성원메디칼(주)
공동연구기관 / 전북대학교
㈜ 크로넥스

농 림 축 산 식 품 부
(전문기관)농림식품기술기획평가원

제출문

제 출 문

농림축산식품부 장관 귀하

본 보고서를 "축종 사육주기별 맞춤형 수액세트 개발 및 관리 시스템 개발" (개발기간 : 2021.04. ~ 2023. 12.)과제의 최종보고서로 제출합니다.

2024. 06. 07.

성원메디칼 주식회사 : 이 대 희 (인)
전북대학교 산학협력단장 : 손 정 민 (인)
주식회사 크로넥스 : 손 명 준 (인)
송백농장 : 고 봉 우 (인)

주관연구책임자 : 백 승 홍
공동연구책임자 : 전 유 별
공동연구책임자 : 이 상 철
위탁개발책임자 : 고 봉 우

국가연구개발사업의 관리 등에 관한 규정 제18조에 따라 보고서 열람에 동의합니다.

최종보고서

보안등급: 일반[○], 보안[ ]

중앙행정기관명	농림축산식품부	사업명	사업명	2025축산현안대응 산업화기술개발
전문기관명 (해당 시 작성)	농림식품기술기획평가원		내역사업명 (해당 시 작성)	가축 생산 효율성 증진
공고번호	농축2021-32호	총괄연구개발 식별번호 (해당 시 작성)		-
		연구개발과제번호		321084-3

기술분류							
국가과학기술 표준분류	1순위 소분류 코드명	60%	2순위 소분류 코드명	40%	3순위 소분류 코드명	%
농림식품과학기술분류	1순위 소분류 코드명	60%	2순위 소분류 코드명	20%	3순위 소분류 코드명	%

총괄연구개발명 (해당 시 작성)	국문	-
	영문	-
연구개발과제명	국문	가축 사육 주기별 맞춤형 수액세트 개발
	영문	Development of customized IV infusion set for farm animal breeding cycle

주관연구개발기관	기관명	성원메디칼(주)	사업자등록번호	301-81-93930
	주소	(28174) 충북 청주시 흥덕구 강래면 태성탑연로 193	법인등록번호	150111-0105518

연구책임자	성명		백승홍	직위	팀장
	연락처	직장전화		휴대전화	
		전자우편		국가연구자번호	

연구개발기간	전체		2021. 04. 01 - 2023. 12. 31(2년 9개월)
	단계 (해당 시 작성)	1단계	2021. 04. 01 - 2022. 12. 31(1년 9개월)
		2단계	2023. 01. 01 - 2023. 12. 31(년 12개월)

연구개발비 (단위: 천원)		정부지원 연구개발비	기관부담 연구개발비		그 외 기관 등의 지원금				합계			연구개발비 외 지원금
					지방자치단체		기타( )					
		현금	현금	현물	현금	현물	현금	현물	현금	현물	합계	
총계		1,375,000	12,750	364,750	0	0	0	0	1,387,750	364,750	1,752,500	0
1단계	1년차	375,000	0	125,000	0	0	0	0	375,000	125,000	500,000	0
	2년차	500,000	0	125,000	0	0	0	0	500,000	125,000	625,000	0
2단계	1년차	500,000	12,750	114,750	0	0	0	0	512,750	114,750	627,500	0
	n년차											

공동연구개발기관 등 (해당 시 작성)	기관명	책임자	직위	휴대전화	전자우편	비고: 역할	비고: 기관유형
공동연구개발기관	전북대학교산학협력단	전우볼	교수			세부책임	대학
	크로넥스	이상철	소장			세부책임	기업체
위탁연구개발기관	송학농장	고봉주	대표			세부책임	기업체
연구개발기관 외 기관							

연구개발담당자 실무담당자	성명		백승홍	직위	팀장
	연락처	직장전화		휴대전화	
		전자우편		국가연구자번호	

이 최종보고서에 기재된 내용이 사실임을 확인하며, 만약 사실이 아닌 경우 관련 법령 및 규정에 따라 제재처분 등의 불이익도 감수하겠습니다.

2024 년 02 월 29 일

연구책임자 백 승 홍 (인)

주관연구개발기관의 장 이 대 희

공동연구개발기관의 장 조 기 환

공동연구개발기관의 장

위탁연구개발기관의 장

농림축산식품부장관·농림식품기술기획평가원장 귀하

210mm×297mm[백상지(80g/m²) 또는 중질지(80g/m²)]

(앞쪽 중 2쪽)

표지 작성 요령(작성 요령은 제출하지 않습니다)

1. 보안등급 및 제한 조치안함에 따른 보안과제에 해당하는 경우 "보안"에, 그 외의 경우 "일반"에 [√] 표시합니다(연구자 직접 기재 불필요).
2. 중앙행정기관명: 연구개발과제를 공고한 중앙행정기관의 명칭을 기재합니다("중앙행정기관의 부처인 경우에는 소관 해당 중앙행정기관의 명칭, 연구자 직접 기재 불필요).
3. 전문기관명: 연구개발과제를 관리하는 전문기관명을 기재합니다(연구자 직접 기재 불필요).
4. 사업명: 해당 연구개발과제의 사업명을 기재합니다(연구자 직접 기재 불필요).
5. 내역사업명: 해당 연구개발과제의 내역사업명을 기재합니다(연구자 직접 기재 불필요).
6. 공고번호: 연구개발과제 공고문 상단의 공고번호를 기재합니다(연구자 직접 기재 불필요).
7. 총괄연구개발 식별번호: 총괄연구개발에 부여되는 번호를 기재합니다(연구자 직접 기재 불필요).
8. 연구개발과제번호: 연구개발과제 선정 시 부여되는 번호를 기재합니다(연구자 직접 기재 불필요).
9. 국가과학기술표준분류: 연구개발계획서에 기재된 분류를 기재합니다.
10. 부처기술분류: 연구개발계획서에 기재된 분류를 기재합니다.
11. 총괄연구개발명: 2개 이상의 연구개발과제가 서로 연계되어 추진되는 경우에 이를 총괄하는 연구개발 명칭을 기재합니다(연구자 직접 기재 불필요).
12. 연구개발과제명: 연구개발기관이 수행하는 연구개발과제의 명칭을 기재합니다.
13. 연구개발기간
   1) 전체: 연구개발과제의 전체 연구개발기간으로서 협약기간을 기재합니다.
   2) 단계: 연구개발과제가 단계로 구분된 경우에 해당 단계의 연구개발기간을 기재합니다.
14. 연구개발비: 연구개발과제가 단계로 구분되지 않은 경우에는 연구개발기간 전체를 1단계로 간주합니다.
   1) 정부지원연구개발비: 중앙행정기관이 지원하는 연구개발비를 기재합니다.
   2) 기관부담연구개발비: 시행령 제19조 및 시행령 [별표 1]에 따라 연구개발기관이 부담하는 연구개발비를 현금과 현물로 구분하여 기재합니다.
   3) 그 외 기관 등의 지원금: 1) 또는 2)에 해당하지 않는 연구개발비를 지원하는 기관이거나, 연구개발성과를 활용·구매 등을 목적으로 하는 기관 등이 지원하는 연구개발비로서 현금과 현물로 구분하여 기재합니다.
   4) 연구개발비 외 지원금: 국제기구, 외국의 정부·기관·단체 등이 지원·부담하는 금액이거나, 중앙행정기관 소관기관 포함) 또는 업무를 위해 직접 수행하는 사업의 금액으로, 「국가연구개발혁신법」에 따른 연구개발비에 포함하지 않는 금액을 기재합니다.
15. 공동연구개발기관의 역할
   1) 공동연구개발기관으로서 연구개발성과를 활용·구매 등을 목적으로 하는 기업(수요기업)인 경우에는 "수요"로 기재합니다.
   2) 공동연구개발기관이 수요기업이 아닌 경우에 "공동"으로 기재합니다.
16. 위탁연구개발기관의 역할: "위탁"으로 기재합니다.
17. 연구개발기관 외 기관의 역할(중복 시 요구한 경우에 한하여 기재)
   1) 해당 기관이 지방자치단체인 경우에 "지자체"로 기재합니다.
   2) 해당 기관이 국외 연구개발기관인 경우에 "국외"로 기재합니다.
   3) 해당 기관이 연구개발성과를 활용하는 기관인 경우에 "수혜"로 기재합니다.
   4) 해당 기관이 연구개발과제와 관련된 컨설팅을 하는 기관인 경우에 "컨설팅"으로 기재합니다.
   5) 그 외는 "기타"로 기재합니다.
18. 기관유형
   1) 국가가 직접 설치하여 운영하는 연구기관인 경우에 "국공립"으로 기재합니다(중앙행정기관·소속기관을 제외하며, 직접 연구개발과제를 수행하는 경우에는 "정부부처").
   2) 지방자치단체가 직접 설치하여 운영하는 연구기관인 경우에 "공공연"으로 기재합니다(지방자치단체·소속기관을 제외하며, 직접 연구개발과제를 수행하는 경우에는 "지자체").
   3) 「고등교육법」 제2조에 따른 학교인 경우에 "대학"으로 기재합니다.
   4) 다음의 어느 하나에 해당하는 기관인 경우에 "정부출연연"으로 기재합니다.
      (1) 「정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률」 제2조에 따른 정부출연연구기관
      (2) 「과학기술분야 정부출연연구기관 등의 설립·운영 및 육성에 관한 법률」 제2조에 따른 과학기술분야 정부출연연구기관
      (3) 「특정연구기관 육성법」 제2조에 따른 특정연구기관

< 요 약 문 >

※ 요약문은 5쪽 이내로 작성합니다.

<table>
<tr><td colspan="2">사업명</td><td colspan="3">2025축산현안대응산업화기술개발</td><td>총괄연구개발 식별번호
(해당 시 작성)</td><td colspan="3">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">내역사업명
(해당 시 작성)</td><td colspan="3">가축 생산 효율성 증진</td><td>연구개발과제번호</td><td colspan="3">RS-2021-IP321084</td></tr>
<tr><td rowspan="2">기술분류</td><td>국가과학기술 표준분류</td><td>1순위 소분류 코드명</td><td>60 %</td><td>2순위 소분류 코드명</td><td>40 %</td><td>3순위 소분류 코드명</td><td>%</td></tr>
<tr><td>농림식품 과학기술분류</td><td>1순위 소분류 코드명</td><td>80 %</td><td>2순위 소분류 코드명</td><td>20 %</td><td>3순위 소분류 코드명</td><td>%</td></tr>
<tr><td colspan="2">총괄연구개발명
(해당 시 작성)</td><td colspan="6">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">연구개발과제명</td><td colspan="6">축종 사육주기별 맞춤형 수액세트 개발 및 관리 시스템 개발</td></tr>
<tr><td colspan="2">전체 연구개발기간</td><td colspan="6">2021.04.01. - 2023.12.31. (2년 9개월)</td></tr>
<tr><td colspan="2">총 연구개발비</td><td colspan="6">총 1,752,500천원
(정부지원연구개발비: 1,375,000천원, 기관부담연구개발비: 377,500천원,
지방자치단체: -천원, 그 외 지원금: -천원)</td></tr>
<tr><td colspan="2">연구개발단계</td><td colspan="3">기초[ ] 응용[ ] 개발[✔]
기타(위 3가지에 해당되지 않는 경우)[ ]</td><td>기술성숙도
(해당 시 기재)</td><td colspan="2">착수시점 기준( )
종료시점 목표( )</td></tr>
<tr><td colspan="2">연구개발과제 유형
(해당 시 작성)</td><td colspan="6">-</td></tr>
<tr><td colspan="2">연구개발과제 특성
(해당 시 작성)</td><td colspan="6">-</td></tr>
<tr><td rowspan="6">연구개발
목표 및 내용</td><td>최종 목표</td><td colspan="6">○ 축종별 질병과 사육 주기에 맞는 권장 수액 전해질 분석 및 가이드라인 개발과 ICT 기술을 활용한 수액세트 감염 및 정량 주입을 확인할 수 있는 관리시스템 개발</td></tr>
<tr><td>전체 내용</td><td colspan="6">○ 축종별 질병과 사육 주기에 맞는 권장 수액 전해질 분석 및 가이드라인 개발
- 축종별 체액 전해질 조성 분석에 따른 수액제품 개발
- 농가 실증실험을 통한 기본(축종, 체중 등) 가이드라인 개발
- 기본 가이드라인 구축 후 세부(가축컨디션, 기저 질환 등) 가이드라인 구축

○ 가이드라인 구축에 따른 가축전용 수액세트 개발
- 인체용 수액세트의 가축적용 한계점을 분석(인체용 부품의 적정성 및 구성품 변경 여부 분석)

○ ICT 기술을 활용하여 수액세트 감염 및 정량 주입을 확인할 수 있는 관리시스템 개발
- 수액세트 내 박테리아 번식 및 개체 수 확인할 수 있는 레이저 판독기를 연결하여 감염여부 판독 기술 개발
- 미세 정량 주입이 가능한 스마트 수액조절기세트 시제품 개발
- 이물질 혼입 방지, 수액의 오염을 탐지하여 농가에 real-time 전송 시스템 구축</td></tr>
<tr><td rowspan="2">1단계
(해당 시 작성)</td><td>목표</td><td colspan="5">• 농장 동물 맞춤형 수액 세트 (기본형) 개발</td></tr>
<tr><td>내용</td><td colspan="5">• 축종별 맞춤형 수액세트 제품군 설정 및 시제품 제작
• 현 농가 사용시 문제점 파악 및 개선 방안 모색
• 돼지 사육 주기별 맞춤형 수액 성분 조성
• 수액 세트 전임상 시험 기반 확립 및 동물 모델 구축</td></tr>
<tr><td rowspan="2">2단계
(해당 시 작성)</td><td>목표</td><td colspan="5">• 농장 동물 맞춤형 스마트 수액 세트 개발</td></tr>
<tr><td>내용</td><td colspan="5">• 농장 동물 맞춤형 스마트 수액 세트 기술 개발 및 성능 시험
• 개발 시제품 농가 사용성 평가
• 소 사육 주기별 맞춤형 수액 성분 조성
• 스마트 수액 세트의 전임상 시험을 통한 유효성 검증</td></tr>
<tr><td colspan="2">연구개발성과</td><td colspan="6">○ 연구개발 성과
1. 축종별 맞춤형 수액세트 제품군 설정
Spring Tube 압출 완료</td></tr>
</table>

2. 수액 고정 PAD 개발
3. 현 농가 사용 시 문제점 파악 및 개선 방안 모색
4. 센서 시스템 구성
5. 돼지 사육 주기별 맞춤형 수액 성분 조성
6. 수액 세트 전임상 시험 기반 확립
7. 전임상 시험을 위한 사육 주기별 / 생장 단계별 데이터 수집

연구개발성과 활용계획 및 기대 효과

<예상되는 연구개발성과 유형>

구분	논문	특허	보고서 원문	연구시설·장비	기술요약정보	소프트웨어	화합물	생명자원		신품종	
								생명정보	생물자원	정보	실물
예상성과 (N/Y)	Y	Y	Y	N	N	N	N	N	N	N	N

○ **핵심 목표 성과**

특허출원(등록) 4건, 기술이전 2건, 제품개발 2건, 매출액 150억

핵심 성과 목록	내용	달성 시기
특허	수액세트 핵심 부품 특허	2022년 출원 / 종료 1차년도 등록
	스마트 수액세트 (또는 시스템) 특허	2023년 출원 / 종료 2차년도 등록
	돼지 맞춤형 수액의 조성	2022년 출원 / 종료 1차년도 등록
	소 맞춤형 수액의 조성	종료 1년차 출원 / 종료 3차년도 등록
논문(SCI)	신생 자돈 수액 처치	2022년
	모돈 관리 및 수액 처치	2023년
	송아지 수액 처치	종료 1차년도
	모우 관리 및 수액 처치	종료 2차년도
기술이전	축종별 수액 처치 노하우	2022년
	축종별 맞춤형 수액 조성	2023년
제품개발	일반 수액세트 개발(소, 돼지용)	2022년
	스마트 관리시스템 수액세트 개발	2023년
매출액	동물용 수액세트 매출액 30억	종료 2차년도
	동물용 수액세트 매출액 30억	종료 3차년도
	동물용 수액세트 매출액 40억	종료 4차년도
	동물용 수액세트 매출액 40억	종료 5차년도
고용창출	관리직, 생산직 고용 3명	2022년
	관리직, 생산직 고용 3명	2023년

○ **활용계획**

- 수액세트에 ICT 기술을 적용한 동물용 스마트 수액세트의 특허 등록

산업동물 시장이 지속적으로 성장하는 추세로 편리하고 모든 정보를 한눈에 알아볼 수 있는 ICT 기술을 도입하여 농가와 축산업계 외에도 반려동물 시장으로 확대하여 축종별 맞춤형 스마트 수액세트를 개발 예정

- 박테리아 판독 기술로 수액세트뿐만 아닌 다른 제품에도 적용하여 박테리아 감염 여부 판독 가능
- 농가의 통합 관리 스마트 수액 모니터링 서비스 개발
- 특정동물들에 대한 케어정도 시스템 개발

○ **기대효과**

효율적 수액공급 시스템 구축으로 농가 생산성 향상, 축종별 맞춤형 수액 제품개발을 통한 동물복지 기여 및 국민 먹거리 안전 확보

연구개발성과의 비공개여부 및 사유	–

연구개발성과의 등록·기탁 건수	논문	특허	보고서 원문	연구시설·장비	기술요약정보	소프트웨어	표준	생명자원		화합물	신품종	
								생명정보	생물자원		정보	실물

연구시설・장비 종합정보시스템 등록 현황	구입 기관	연구시설・장비명	규격 (모델명)	수량	구입 연월일	구입가격 (천원)	구입처 (전화)	비고 (설치장소)	ZEUS 등록번호			
	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
국문핵심어 (5개 이내)	동물복지		체액 전해질		축종별 수액세트		스마트 수액조절기		수액요법			
영문핵심어 (5개 이내)	Animal welfare		Body fluid electrolyte		Livestock IV infusion set		Smart IV infusion controller		Fluid therapy			

210mm×297mm[(백상지(80g/m^2) 또는 중질지(80g/m^2)

〈 목 차 〉

1. 연구개발과제의 개요

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행내용

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성)

5. 연구개발성과 및 관련 분야에 대한 기여 정도

6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

[별첨1] 자체평가의견서 1부, 연구성과활용계획서 1부
[별첨2] 평가의견에 대한 조치 사항 1부, 제조 품목 허가증 1부

1. 연구개발과제의 개요

1) 국내외 농장동물 사육환경의 변화

▷ **동물복지에 대한 인식이 반려동물을 넘어 소, 돼지, 닭 등 농장동물에까지 확산되고 있음**

▷ 1979년 농장동물복지위원회(FAWC)가 영국에서 설립되어 농장동물의 사육·수송 등의 분야에서 동물복지에 대한 정부 자문 역할을 수행하고 있으며, 1993년 농장동물복지를 위한 다섯 가지 자유를 제시하여 지금까지 전 세계 동물복지에 영향을 미치고 있음

▷ **농장동물복지의 5대 자유는 배고픔·영양불량·갈증으로부터의 자유, 불편함으로부터의 자유, 통증·부상·질병으로부터의 자유, 두려움·고통으로부터의 자유, 정상적인 행동을 표현할 수 있는 자유** 등으로, 영국의 경우, 1996년에는 동물복지법을 제정해 농장동물 뿐 아니라 실험동물에 대한 학대를 금지했으며, **1999년에는 모든 스톨사육을 금지**하기 시작하여, 유럽을 넘어 전 세계로 동물복지제도를 확산시키고 있음

▷ **세계동물보건기구(OIE)**는 2005년부터 현재까지 사육, 운송, 도축, 살처분 등 12개 분야의 동물 복지 기준을 제정하였으며, 최신 과학적 연구결과를 바탕으로 동물복지 기준을 지속적으로 개정하여 **관행축산-동물복지축산**을 넘어 극소수 **유기축산 개념**까지 도입되고 있음

[관행축산, 동물복지축산, 유기축산의 세부사항의 비교]

구 분		관행축산	동물복지축산	유기축산
사육형태		밀집사육 격리사육	개방사육 군사 원칙	동물복지축산과 동일
축사시설	소	운동장(방목지) 부재	넓은 운동장(방목지) 필수	축사면적 3배의 방목지 필수, 방목 필수
	돼지	콘크리트 바닥에서 사육 임신스톨 사용	콘크리트 바닥 금지 임신스톨 금지	동물복지축산과 동일
	닭	배터리 케이지(산란계)	평사 사육	
동물육종		인공수정 (소, 돼지 등)	인공수정 가능	인공수정을 허용하지만, 자연교배 권장
		고능력 가축 생산을 위한수정란 이식 권장 (소)		수정란 이식 금지
사료급여		제한급여	자유급여 권장	자유급여
		공장생산 농후사료 및 조사료 급여 (잔반 등 부산물 이용)	공장생산 농후사료 및 조사료 급여 가능	유기적으로 생산된 농후 사료 및 조사료만 급여
질병관리		백신 사용 가능	백신 사용 가능	백신 사용 불가 질병감염시, 자연치료요법(민간요법) 권장
		항생제 및 성장촉진제 과다 사용	항생제 및 성장촉진제사용 불가	동물복지축산과 동일
운송		운송동물의 건강, 임신여부 감안 의식 부재	건강상 문제있거나 임신중인 개체 배제	동물복지축산과 동일
		최대한의 수송밀도로운반 및 이에 따른 이윤 창출 추구	동물 종별 운송밀도 규정	
		운송거리에 따른 급여규정 부재	운송거리에 따라 사료및 음수의 급여의무 규정	
도축		기후 등이 고려되지 않은운동장 형태의 계류장	계류장의 지붕시설 필수	동물복지축산과 동일
		짧은 계류시간	운송 스트레스를 회복하기 위한 충분한 계류 시간 확보	
		일부 관행적으로이루어지는 의식 있는 상태하의 도축	모든 동물의 기절 후도축(방혈) 시행	
라벨		일반판매 또는 지자체 품질보증과 같은 소수의 특수마크 부착	동물복지축산물 인증마크 부착 및 고부가에 대한 소비자의 공감 - 영국 : RSPCA의 freedom free 마크 - 미국 : AHA (쇠고기),NPPC(돼지고기)	유기축산물 인증마크

한종현, 농장동물복지 국제동향 및 국내정책 방향, 2010

▷ 국내의 경우, 국제기구의 동물복지정책 강화, 한-EU FTA, EU-칠레 FTA 등 국제협상에서 동물복지 동의, 지구 온난화의 원인 등 동물복지에 대한 국내 정부 및 관련기관의 관심도 증대되고 있음

▷ 이에 2008년에 전면 개정된 동물보호법 법령에는 반려동물과 실험동물뿐만 아니라 **농장동물에 대하여도 동물학대 금지 및 해당 동물을 적정하게 보호·관리토록 하는 동물보호·복지 개념**을 도입하게 되었으며, 최근 농장동물 관련 동물복지 축산농장 인증제를 실시하여 축종별 농장에 대한 인증과 함께 종합적인 농장동물 복지체계를 마련해 나가고 있음

2) 국내 농장동물 사육환경의 한계

▷ 2021년 국내 축산업의 현실은 생산성 향상을 위하여 비용절감을 통해 동물의 입장이 아닌 **생산자 중심의 효율성 위주로 개발되고 있음**

▷ 스톨 내 모돈사육, 자돈 밀집사육, 좁은 송아지 사육실, 밀폐형 산란계 사육 등의 공장식 사육형태가 일반화되어 있으며, 이에 따라 동물복지 수준은 저하되고, 농장동물의 질병발생 및 국가 재난형 감염병 증가와 더불어 축산분뇨로 인한 환경오염, 약물 및 항생제 남용 등으로 **먹거리 안전 및 사회적 논란이 제기되고 있음**

▷ 최근 전 세계적 추세에 맞추어, 국내에서도 동물복지축산 인증제에 대한 소비자 인지도는 지속적으로 증가하고 있으나, 국내 인증제는 검역본부 동물보호관 2인이 인증에 관여하는 시작단계에 불과하며, 가공품을 포함한 축산물에 국한하여 인증마크 표시를 허용하고 있고, 사육·제조·가공시설 등에 대한 관리체계가 미비한 수준으로 **생산자는 아직까지 관행축산에 익숙함**

▷ **이에 축산농가 산업현장에서의 농장주를 비롯한 관리자 및 수의사 등이 준수해야 할 동물복지 기준을 구체화하고, 이행 여부를 점검하여 축산산업현장의 인식 전환 유도가 필요함**

3) 국내 농장동물 축종별 맞춤형 치료기술의 현실

▷ 국내 노령화 시대로 진입하면서 반려동물 수요가 꾸준히 증가함에 따라 반려동물 수의학 의료시장이 괄목한 성장을 이루고 있으나, 농장동물 전문분야의 대동물 수의사는 갈수록 줄어들고 있어 구제역, 아프리카돼지열병 등의 국가 재난형 동물 감염병이 발병할 때마다, 허술한 초동대처와 농장동물의 방역체계가 도마 위에 오르고 있음

▷ 또한, 국내 축산농가에서 농장동물 치료 시 농장주의 자가 진료 또는 동물약품 회사 직원의 미숙한 대응으로 인해 축종별 농장동물들이 맞춤형 진료 및 처치를 받지 못하고 있어, 국내 농장동물의 경우, 동물의 5대 자유 권리 중 **통증·상해·질병으로부터의 자유에서 가장 취약한 환경에 처해 있음**

▷ 분만 모돈, 축우 등의 농장동물의 경우에도 최근 수액처치가 증가하고 있으나, 통용되고 있는 수액제품이 대부분 인체 전해질에 맞춰져 있어 농장동물 **축종별 맞춤치료에 한계가 있으며,** 수액처치 시 사용되는 의료기기인 수액 주삿바늘, 혈관카테터, 수액 라인 및 팩 등의 수액세트가 인체용으로 시판 공급되고 있어 **농장동물 축종별 해부학적 구조와 불일치하여 개선이 필요한 시점임**

▷ **축산농가 현장에서는** 수액처치 시, 주요 문제점은 수액라인이 **환축의 움직임에 목이나 다리에 감기고, 혈관카테터의 길이가 짧아서 빠지거나,** 해외의 경우 **대동물 전용 16G~12G 주삿바늘이 시판되고 있으나, 국내에는 시판되지 않아 수입품을 공수받고 있는 실정임**

▷ 또한, 농장주의 수익증가 및 근로복지 환경 개선을 위하여 장시간 투여 시 **축사 외 환경에서 원격 모니터링 할 수 있는 스마트 장치** 등이 필요함

▷ 이에 농장동물복지 환경 개선을 위하여, 사육부터 유통까지 전 단계에 걸쳐 농장동물 복지수준을 개선할 있도록 제도개선 및 점검 강화(축산법 시행규칙)에 따라, **농장동물 복지 및 최소한 강건성 유지를 위해서는 농장동물별 맞춤형 수액세트의 연구개발이 선행되어야 함**

4) 체액과 수액요법 기술 개요

▷ 성숙한 동물에 있어 체중의 60 %가 수분이며, 신생동물에 있어서는 체중의 약 80 %까지도 수분이어서 수분과 그 속에 포함된 전해질 균형의 유지는 생명현상 유지에 있어 필수 요소임

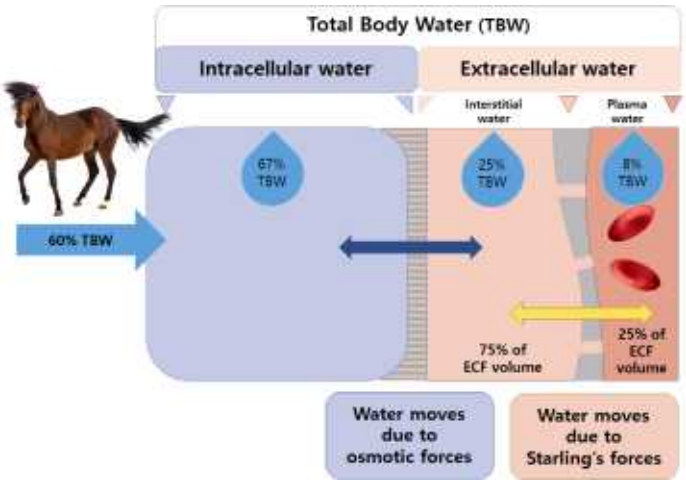
▷ 체액은 세포내액(intra cellular fluid; ICF)과 세포외액(extra cellular fluid; ECF) 두 가지로 구분됨

▷ 세포내액: 전체 체액의 2/3를 차지, 골격근과 피부에 존재

▷ 세포외액: 전체 체액의 1/3를 차지, 세포외액의 25 %는 혈장에 존재하며 75 %는 간질에 존재

▷ 간질의 체액은 뇌척수액, 위장, 담즙, 샘 분비, 호흡기 및 활액 분비 세포에 의해 생성되며 피부, 폐, 신장 및 위장관에서 수분이 손실됨

▷ 체액은 전해질 성분을 포함하며 세포외액에서는 sodium 이온(Ca2+)과 chloride 이온(Cl−)이 대부분을 구성하고 있고 세포내액은 potassium 이온(K+) 과 phosphorus 이온(i.e. PO4−)이 대부분을 구성하고 있음

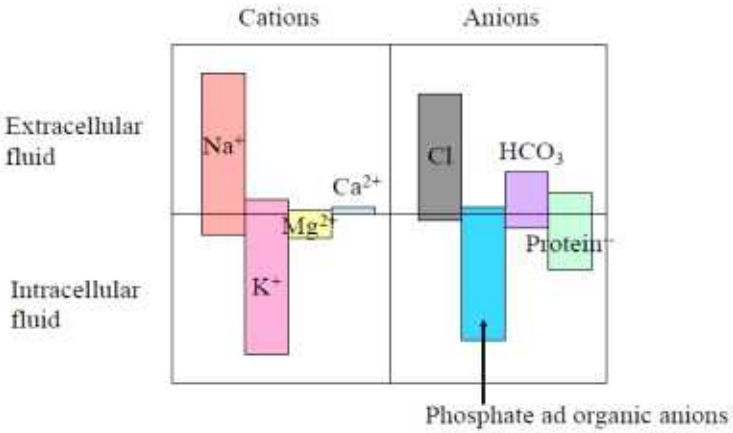


- 체액은 생물학적 시스템의 용매 역할을 하며 전해질의 농도 구배에 따라 체내에서 이동하고 소모됨

- 생체 내 수분과 전해질의 균형 유지를 위한 일일 수분 섭취는 체중의 10% 정도이며 손실은 섭취량과 같아 체내의 수분과 전해질 평형이 유지되고, 체액의 손실로 인한 심각한 수분과 전해질의 불균형은 생명 유지에 치명적임

○ **수액요법**

- 체액 손실을 대체할 뿐만 아니라 전해질 이상을 교정하고, 신장 이뇨를 촉진하고, 조직 또는 기관 관류를 유지하기 위해 수액을 환자에게 투여
- 쇼크 상태, 탈수, 이뇨(독성, 신장 질환), 수술 후 혈관 확장, 심혈관 기능 저하 등으로 인한 저혈압 예방, 산 염기 이상, 전해질 이상 등의 상황에 적용하며 환자의 생사를 갈라놓을 수 있는 중요 요법임



○ **수액 요법 유형**

- 대체 요법: 신체에서 손실된 동일한 유형의 체액을 주입하는 요법
- 보조 요법: 과도한 체액을 제거하기 위해 다른 유형의 수액이 제공(예: 복구와 부종 시 만니톨 처치)
- 지지 요법: 동물이 빠르게 회복할 수 있도록 지원하기 위한 수액(예: 아미노산, 미네랄, 종합 비타민 및 단수화물 등 공급)/

▷ 수액 요법의 핵심은 신체의 체액 불균형을 해결하기 위해서 적합한 수액을 선택하여 알맞은 용량을 적시에 공급하는 것임. 그러나 이에 대한 완벽한 규정이나 가이드라인은 마련되어 있지 않으며 혈액 pH의 정상적 유지, 체내의 젖산 생성 정도, 혈장과 전해질 균형 유지, 수분의 효과적 공급 등을 고려하여 경험적인 데이터 축적에 의한 가이드라인이 제공되고 있으며 처방자의 선택에 따라 이루어지고 있음.

▷ 게다가 **동물의 경우 사람에 비하여 종이 다양하고 이에 따라 축종별 체액 전해질 조성, 질병의 빈도, 체중 등에서 차이가 있으나 사람용 수액을 축종에 맞춰 변경하여 처방하고 있음. 따라서, 더욱 효율적인 치료를 위한 동물용 수액 및 세트, 수액 요법이 필요함**

1-2. 국내외 현황, 문제점 및 전망

1) 국내외 수액 및 수액세트 개발연구 현황

▷ 1830년, O'shayghnessy에 의해 콜레라 환자의 대변과 혈액을 분석하여 전해질과 수분이 대변으로 손실되며 이를 보충하는 치료에 대한 개념이 최초 제안되었음

▷ 1832년 Thomas Latta는 식염수와 탄산수소나트륨의 혼합액을 정맥에 주사하는 수액요법으로 수분을 보충하는 치료법을 고안하였으나, 이후 50여 년간 발전적 성과가 나오지 못함

▷ **1800년대 후반에서 1900년대 초에 이르러 정맥주사용 수액처치 기법 확립**

- 1880년 Sydney Ringer가 혈액의 조성이 심실의 수축에 미치는 영향에 관한 연구 중 염화나트륨 용액에 칼슘과 칼륨을 포함하는 균형 전해질 용액, **링거 용액(Ringer's solution)** 개발
- 1930년대 미국의 소아과 의사 Alexsis Hartmann은 링거 용액에 완충제인 젖산(lactate, 28mEq/L)을 첨가하여 대사성 산증의 예방과 치료를 위한 **젖산화 링거 용액(Lactated Ringer's solution, Hartmann's solution)**이 개발되어 일상적인 정맥주사용 수액으로 널리 사용
- 이후 신체의 체액 불균형을 유발하는 특정한 임상적 조건에 대처할 수 있는 병태생리학적 최선의 접근 방법이 모색되고 있음

▷ 또한 신체의 체액 구성 성분과 그 기능을 모방하여 수액 제제의 발전과 개량이 진행되고 있으며 용도에 따라 기초수액, 영양수액, 특수수액 등으로 세분화된 수액제품의 제제화와 안전성과 기능성을 고려한 **수액용기 개발이 진행 중**

▷ **동물에서 수액 요법**은 1950년대 초부터 실시되었으며 생리식염수와 5% 포도당 용액을 활용한 기초적인 손실 수분, 전해질에 대한 교정이 이루어짐

▷ 이후 꾸준히 수액요법에 관한 연구와 처치 빈도가 증가했고 현재는 동물병원에서 흔하게 수액요법을 실시하고 있음

- 미국 UC Davis 수의대의 조사 결과에 의하면, 긴급수술 상황에서 개 87 %, 고양이 86 % 비율로 항상 수액을 처치하며 불안정한 탈수 상황에서 개 76%, 고양이 73% 비율로 수액을 처치하고 있고 특수한 경우를 제외하면 거의 95 % 이상 비율로 수액을 처치하고 있음

Table 1–Treatment choices of small animal veterinarians regarding IV fluid therapy in 4 clinical scenarios on the basis of responses to an online survey.

Frequency of IV fluid therapy	Elective surgical procedures		Emergency Surgical procedures		Unstable Emergency patients (not anesthetized)		Stable dehydrated patients (not anesthetized)	
	Dogs	Cats	Dogs	Cats	Dogs	Cats	Dogs	Cats
Always	739 (55)	642 (48)	1,168 (87)	1,149 (86)	1,012 (76)	971 (73)	580 (43)	543 (40)
Often	321 (24)	395 (29)	133 (10)	143 (11)	285 (21)	313 (23)	531 (40)	537 (40)
Sometimes	179 (13)	186 (14)	22 (2)	38 (3)	26 (2)	51 (4)	195 (15)	225 (17)
Rarely	74 (6)	101 (7)	2 (0.2)	8 (0.5)	6 (0.4)	11 (0.8)	24 (2)	33 (3)
Never	22 (2)	24 (2)	11 (0.8)	5 (0.3)	7 (0.5)	0	8 (0.6)	6 (0.4)
Total No. of respondents	1,335	1,348	1,336	1,343	1,336	1,346	1,338	1,344

Data represent number (%) of respondents. Email links to an online survey were went to 32,898 VIN members; 1,496 completed surveys were received from veterinarians who reported that they treated small animal patients. Not all respondents answered every question. The full survey is available (Supplemental Appendix SI, available at avmajournals.avma.org/doi/suppl/10.2460/javma.252.5.553).

○ 수액의 종류

- 수액은 크게 정질(crystalloid)용액과 교질(colloid)용액으로 구분되며 정질은 혈관과 같은 생체막을 쉽게 투과하는 반면, 교질은 투과하지 못함

• 정질용액

- 정질용액은 혈관 외 공간으로 자유로이 확산할 수 있는 작은 분자들로 이루어진 전해질 용액
- 대개 기본적으로 염화나트륨을 포함하고 있으며 나트륨은 ECF에 주로 함유되어 있는 용질이고 이로 인해 정질용액 투여 시 주요한 효과는 혈장량의 증가보다는 조직간액의 증가임
- 정질용액에는 생리식염수(고장성, 등장성, 저장성)와 혈장과 비슷한 전해질 구성을 갖게 만든 젖산화 링거 용액(lactated Ringer's solution) 및 칼슘이온 대신 마그네슘 이온을 첨가하여 혈장과 유사하게 만들고 pH를 7.4로 맞춘 Normosol, Plasma-Lyte, Isolyte, Plasma solution A 등이 있으며 때에 따라서 포도당 용액을 정질용액에 포함시키기도 함(대표적 정질 용액의 조성 Table 2)
- 대표적 정질용액인 생리식염수는 0.9 % 염화나트륨 용액으로 리터당 9g의 염화나트륨만 들어있어 엄격한 의미에서 생리식염수라 하기엔 부적합함
- 링거 용액은 염화나트륨에 칼슘과 칼륨을 포함하는 용액으로 생리식염수보다 전해질이 보강되었으며 링거 용액에 완충제인 젖산(lactate)가 첨가되어 대사성 산증의 예방과 치료를 위한 젖산화 링거 용액 즉 하트만 용액이 개발되어 일상적인 정맥주사용 수액으로 널리 쓰이고 있음
- 아세트산염(acetate) 및 글루콘산염(gluconate) 완충제를 함유하여 완충능력이 향상된 정질 용액은 pH가 7.4로 혈장과 유사하며 칼륨과 마그네슘을 함유하고 있어 과도한 혈관 수축을 방지하나 비용적인 문제로 흔히 사용되지는 않음
- 포도당은 주요한 에너지원으로 1 g당 최대 3.4 kcal를 제공할 수 있어, 정맥주사용 수액에 포함될 경우 체내 단백질이 분해되는 것을 막을 수 있는 적절한 비단백질성 칼로리 공급원이 될 수 있어 널리 사용되었으나 경구적 및 비경구적 고영양 요법이 보편화 되고 혈장 및 세포외액 증가 효과는 비효율적이어서 사용은 감소 추세에 있음

Table 2. Comparison of plasma and crystalloid infusion fluids

Fluid	mEq/L							Osmolality (mOsm/L)
	Na+	Cl−	K+	Ca++	Mg++	Buffers	pH	
Plasma	140	103	4	5	2	Bicarbonate (25)	7.4	290
0.9% NaCl	154	154	−	−	−	−	5.7	308
Lactated Ringer's	130	109	4	3	−	Lactate (28)	6.4	273
Normosol Plasma-Lyte Isolytea)	140	98	5	−	3	Acetate (27) Gluconate (23)	7.4	295

a)Isolyte also contains phosphate (1 mEq/L).

- **교질용액**

- 교질용액은 분자량이 큰 용질을 등장성 생리식염수를 용매로 하여 만든 용액으로, 크게 천연제제와 합성제제로 분류
- 현재 사용되고 있는 천연제제에는 알부민이 있으며 합성제제에는 gelatin, dextran, hydroxyethyl starch (HES) 등이 있음(대표적 교질 용액의 조성 Table 3)
- 교질삼투압(colloid oncotic pressure; oncotic pressure 또는 colloid osmotic pressure)을 형성하는 알부민처럼 분자량이 비교적 큰 용질을 포함하고 있어, 정질용액과 달리 혈관벽을 자유롭게 이동하지 못하므로 혈관 내에 남아 수분을 잡아둠으로써 혈장량을 증가시킴
- 알부민은 혈장 삼투압의 75%를 차지하며, 완충액으로 작용하고 혈액 내에서 물질을 운반하는 주요 단백질로서 5 % 알부민 용액은 혈장 알부민 농도와 혈장의 교질삼투압과 같아 혈장 증량 목적으로 사용되고 있음
- HES는 전분 중합체를 화학적으로 변형시킨 것으로서 등장성 식염수에 용해한 6 % 용액이 제품으로 나와 있으며 혈장 증량 효과는 5 % 알부민과 유사하고 비용이 적게 드는 장점이 있으나 신체의 항상성을 깨뜨릴 위험이 있어 주의가 필요함

- 덱스트란은 세균을 설탕 배지에서 배양하였을 때 만들어지는 포도당 중합체로서 교질삼투압이 알부민이나 HES에 비해 높아 혈장 증량 효과가 크나 용량에 비례하여 출혈경향을 일으켜 사용량을 제한하여야 함
- 최근의 수액제제 개발 동향을 살펴보면 혈장과 유사한 전해질을 포함하는 이른바 4세대 교질용액의 발전이 진행되고 있음

Table 3. Electrolyte composition (mmol/L) of plasma, normal saline, and colloids

	Na+	K+	Cl−	Ca2+	Mg2+	HCO3−	Lac	Ace	Oct
Plasma	140	5	100	2.2	1	24	1	0	0
Normal saline	154	0	154	0	0	0	0	0	0
5% Albumin	140	0	128	0	0	0	0	0	6.4
Gelatin	154	0	125	0	0	0	0	0	0
10% Dextran 40	154	0	154	0	0	0	0	0	0
6% HES 450/0.7 (Hespan)	154	0	154	0	0	0	0	0	0
6% HES 130/0.42 (Voluven)	154	0	154	0	0	0	0	0	0
Balanced 6% HES 670/0.75 (Hextend)	143	3	124	2.5	0.5	0	28	0	0
Balanced 6% HES 130/0.4 (Volulyte)	137	4	110	0	1.5	0	0	34	0

Lac, lactate; Ace, acetate; Oct, octanoate; HES, hydroxyethyl starch

• 정질용액과 교질용액의 차이와 선택

- 교질용액은 정질용액에 비해 분자량이 크고 확산이 어려운 용질을 가지고 있어 혈관벽 투과성이 낮아 교질삼투압을 형성하여 수분을 잡아둠으로써 혈장량을 증가시키는 효과가 크고, 정질용액은 세포외액 증가에 효율적임
- 정질용액의 반감기가 20-30분 정도인 데 비해 교질용액은 반감기가 3-6시간에 달해 혈장량 보충에 더욱 유용하며 증량 효과도 3배 정도 더 효과적임
- 수액요법 시 정질용액과 교질용액 선택에 관한 기준은 명확하지 않으며 다음의 사항들을 고려하여 판단하는 것이 일반적임(Table 4)

Table 4. Crystalloids vs. colloids

	Crystalloids	Colloids
혈관 내 지속성	나쁨	좋음
혈액 역학적 안정화	일시적	연장
필요 주입량	많음	보통
부종의 위험성	명백	적음
모세관 용적 회복	나쁨	좋음
아나필락시스 위험	-	낮음에서 보통
교질삼투압	감소	유지
비용	저렴	약간 비쌈

- 수액선택을 위한 이상적인 접근방법은 특정 임상조건에 있어 적절한 수액을 결정하는 것

- 탈수의 경우 교질용액보다 정질용액이 유리, 탈수의 경우 세포외액이 구획마다 동등한 비율로 부족하기 때문에 세포 외 공간을 채워 줄 수 있는 정질용액이 유리하게 작용
- 출혈의 경우 정도에 따라 수액의 종류를 선택하는 것이 바람직하며 15 % 이하의 경한 출혈 시 부족한 혈관용적을 채우기 위해 조직간액이 혈관으로 이동하므로 정질용액을 공급을 통한 조직간액 보충이 효율적이며 15 % 이상의 출혈 시 심박출량 감소가 나타나므로 이를 교정할 수 있는 교질용액이 효율적임
- 혈관 내로 투여된 정질용액은 많은 양이 조직간액으로 이동하여 과량 투여시 말초부종의 가능성이 증가하며, 교질용액의 경우 상대적으로 말초부종의 위험성은 낮지만 폐부종과 같은 말초 부종이 발생 가능하므로 수액의 종류와 관계없이 적절한 감시하에 투여하는 것이 중요함
- 교질용액은 정질용액에 비하여 가격이 비싼 단점이 있어 동일한 혈장 증량 효과를 위해 교질용액의 비용이 정질용액에 비해 7배 이상 비쌀 수 있으나 교질용액의 사용이 임상 조건에 적합한 경우 비용 대비 효율성이 유리할 수 있음
- 수액 요법의 핵심은 신체의 체액 불균형을 해결하기 위해 어떤 유형의 수액이 가장 적합한지 결정하여 치료하는 것이며 체액 불균형을 유발한 임상적 조건에 따라 가장 적합한 수액을 선택하는 것이 최선의 접근방법이 될 것임
- 또한 신체의 체액 구성 성분과 그 기능을 모방하여 수액 제제의 발전이 진행되고 있어 농장동물 임상수의분야에서도 축종과 나이 및 신체의 조건에 따라 달라지는 체액의 조성에 맞는 수액을 사용하는 것이 필요함

> ▷ **농장동물 임상수의학 분야에서 수액 처치가 일상적임에도 불구하고, 축종별 수액의 개발이나 활용은 원활하지 않아 대부분 사람의 수액을 사용하고 있으며 주로 정질 용액(수술 시 0.9 % NaCl 또는 lactated Ringer solution, 쇼크 상황 lactated Ringer solution 등)을 사용하며 교질 용액의 사용은 20 % 내외로 낮음**

• 투여경로

- 수액의 투여 경로는 정맥을 통한 투여가 기본적인 방법이나 침습적 방법으로 인한 조직의 손상, 감염의 위험성 등을 고려하여 환자의 상태와 투여 용량에 따라 다른 경로로 투여하기도 함

수액 투여 경로	장점	단점
구강	가장 안전한 경로 쉬운 투여	빠른 흡수가 적음 폐로 흡입 가능성이 있음 구토에 사용될 수 없음
피하	비교적 관리가 쉬움 시간 경과에 따라 분산 흡수	감염 위험 등장성 수액만 사용 느린 흡수
정맥	정확한 양을 빠르게 투여 가능 다양한 수액의 삼투압 활용 가능	수액의 과부하 및 혈관 손상 가능성 면밀한 모니터링 필요 무균 상태 필요
복강	비교적 빠른 흡수 정맥 접근 불가 시 대체 방법	감염 위험 고장액 처치 불가능 투여 후 복강의 외과적 처치 방해
골내	소형 동물에 유용 정맥 접근 불가 시 대체 방법 빠른 흡수	접근의 어려움 감염 위험
직장	우수한 흡수성	활용 빈도 낮음

- 동물의 경우 동물종, 수분 손실의 원인, 환축의 체구, 혈관의 크기, 처치 환경, 투여량 등 여러 가지 요인을 고려하여 투여 경로를 결정하나 처치 대상이 동물이어서 발생하는 통제 불가능한 요소로 인하여 이상적인 경로 외 대체 경로로 투여하기도 함

- 효과적인 수액 처치 목표를 달성하기 위하여 다양한 투여 경로의 흡수율과 전해질 교정의 효과가 평가되어야 하며 수액 투여의 효과를 극대화할 수 있는 동물용 수액, 수액 세트 및 부속 장치의 개발과 보급이 필요함

○ **수액세트 구성**

- 수액세트는 주사기를 사용하지 않고 다량의 정맥주사용 약물을 정맥 내로 투여하기 위해 그대로 즉시 사용할 수 있는 멸균된 1회용 의료기기임. 수액세트는 주로 **도입침(주삿바늘), 점적통, 연결관(수액튜브), 숫 접합부 및 보호덮개로 구성되며, 공기흡입장치, 유량조절기, 여과기, 약액주입부, 수액침 등**을 부착할 수 있고, **사용목적에 따라 다양하게 구성 가능**함

- 현재 수액세트는 위의 부품들로 구성되어 **진료현장에서 요구하는 형태의 제품군으로 제작**되고, 현재까지 부품에 대한 큰 변화는 없음

- **동물용 수액세트**의 경우에는 단가로 인해 **간단한 구성품으로 구성**되어 있음
도입침(주사바늘) - 점적통 - 롤러클램프 - 약액주입부(고무관) 이렇게 4가지의 부품으로 구성되어 있으며, 다른 약액을 투여할 경우 구성품은 동일하고 수액 팩만 다른 형태로 구성

▸ **직접 정맥 내 투여** (Direct Intravenous Administration)

- 사람의 경우, tourniquet을 환자의 팔에 묶고 정맥이 충혈되어 주사 부위가 준비된 후에 약물이 들어있는 주사기로 정맥천자를 하여 바늘을 정맥 내로 주입함. 바늘이 정맥 안으로 들어간 것이 확인된 후 의사나 보조자는 tourniquet을 풀고 정맥 내로 약물을 천천히 주입

- 모돈의 경우, 주로 이정맥내 투여하고 있어 이를 적용할 필요가 있으며, 축우의 경우, 경정맥내 투여하여 해당사항 없음

▸**지속적인 수액 주입 없이 바늘을 정맥 내 유지** (Needle Maintained in the Vein without Continuous Infusion)

- 지속적 수액 주입을 하지 않고, 정맥 내에 바늘을 유지할 때는 통상적으로 tourniquet을 묶고 정맥이 충혈된 후 피부를 소독. 정맥천자 시 나비 바늘이나 금속 주삿바늘을 사용. 정맥천자 완료 후 tourniquet을 풀고 주사기(바늘이 없는)를 방금 정맥천자 한 바늘에 연결하고 테이프로 고정. 약물 효과가 나타날 때까지 약물을 조금씩 증가 투여(titration)한 뒤 바늘에서 주사기만 제거하고 주사용 증류수 같은 수액이 들어있는 다른 주사기를 바늘에 연결

▸ **지속적인 정맥 내 주입** (Continuous Intravenous Infusion)

- 지속적인 정맥 내 주입은 indwelling needle이나 catheter가 일정 길이의 수액튜브에 연결되고 이 튜브는 다시 수액 병에 연결. 정맥천자 시행하여 tourniquet을 제거한 후 정맥 내로 용액을 주입하기 시작하고, 바늘이나 catheter는 확실하게 고정. 정맥 내 약물 투여는 튜브에 있는 주사 부위를 통해 주입하고 주사기를 뺌. 수액 주입 속도는 바늘이 막히지 않을 정도의 속도를 유지하도록 조정

- 주입 속도를 유지하기 위해서는 롤러클램프로 조절하기에는 어려움이 있기 때문에 인퓨젼 펌프 또는 레귤레이터(유량조절기)를 사용함. 인퓨젼 펌프는 기계식으로서 한 대 당 약 300만원 정도의 고가 장치이며 이를 대처하기 위한 부품으로 레귤레이터를 부착하여 많이 사용함

- 현재 동물에 사용하는 수액세트는 가장 기본적인 구성품으로 롤러클램프로만 유량을 조절하게 되어 있어서 정확한 유량이나 속도를 알 수가 없음

• **수액 주삿바늘**

- 근육 내나 피하 내 주사처럼 피부 밑으로 약을 주입하거나 정맥 투여처럼 혈관 내로 직접 주입하기 위해서 반드시 바늘이 사용. 바늘은 보통 게이지(gauge)와 형태(type)로 구분

- **게이지(gauge)**는 일반적으로 바늘의 외경을 나타내나, 피하에서 표준 게이지 숫자는 내경과 관련이 있음. 그러므로 바늘의 게이지 숫자는 바늘구멍의 내경(ID)이나 외경(OD)으로 나누어서 설명.

정맥천자에 사용되는 바늘은 일반적으로 14~24게이지며(사람의 경우, 14게이지는 거의 사용하지 않음), 게이지는 1mm 원형 안에 들어갈 수 있는 철사(바늘)의 개수를 의미함

- 16게이지에서는 바늘 16개가 들어가는 공간에, 23게이지는 23개의 바늘이 들어갈 수 있음
- **동물용 주사기는 12~16게이지를 사용**하고 있으며, **평균적으로 14게이지를 많이 사용하며, 해외에서는 12~14게이지의 주사기를 판매**하고 있지만, **국내에서는 동물용이 아닌 인체용으로 사용**하다보니 동물에 맞는 주사기는 없으며, 축종별로 모두 14~16게이지의 주사기를 사용하다보니 **수액 주입 속도와 수액 양을 조절하는데 어려움**이 있음

표 22-1 Needle Gauge and Function

Gauge	Function
14	Phlebotomy(정맥절개술) Administration of blood
16	Phlebotomy Surgical procedures in which blood is likely to be required
18	Common during general anesthesia in which blood administration is unlikely
20, 21	Intramuscular drug administration Occasionally, IV during short procedure on ASA I or II patients IV sedation in dentistry
23	IV sedation in dentistry
25, 27	Intraoral local anesthetic administration
30	Intraoral local anesthetic administration Acupuncture

ASA, American Society of Anesthesiologists; IV, intravenous.

- 정맥천자에 이용되는 몇 가지 형태의 주삿바늘이 있으며 각각의 쓰임새와 장•단점을 가지고 있으며 아래의 3가지가 가장 흔히 사용되는 주삿바늘임

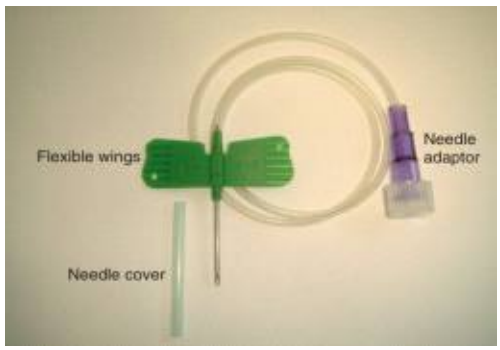
1. 금속 주삿바늘 (hollow metal needle)

금속 주삿바늘은 바늘의 형태가 원형이며, 바늘의 끝은 삼각형 모양의 bevel이 바늘 끝에서부터 shaft의 heel까지 경사져 있음. shaft의 길이는 다양하지만 보통 5/8~1.2인치의 길이를 사용하고, hub는 금속, 혹은 plastic 재질로 바늘이 수액튜브나 주사기에 부착되도록 함

<금속 주사 바늘의 구성>

2. 나비 바늘 (winged needle, scalp vein needle)

날카로운 stainless steel needle, shaft에 부착된 하나나 두 개의 탄력 있는 날개처럼 생긴 돌출부, 다양한 길이의 탄력 있는 관, 어떤 표준 정맥 내 투여 세트와 연결될 수 있는 female Luer adapter로 구성. 다른 종류의 바늘보다 다루기 쉬운 장점이 있음 **21, 23게이지의 나비 수액세트가 가장 많이 사용**되지만, 21게이지 바늘이 분당 주입량이 더 많은 관계로 23게이지보다 더 선호되고 있음



<나비 바늘의 구성>

3. 혈관 내 도관 (indwelling catheter)

- **금속 주삿바늘과 나비 바늘의 가장 큰 문제점은 단단하다는 것.** 환자가 움직이게 되면 정맥이 다칠 위험이 큼. 이런 **위험을 감소하기 위해 유연성이 있는 혈관 내 도관이 고안**됨

혈관 내 도관은 정맥 천자 후 금속 바늘(주사침)은 빼고 플라스틱(catheter)으로 만들어진 관에 넣어 부주의로 바늘에 찔리는 것을 예방하며, 방사선 검사에 쉽게 보일 수 있도록 **방사선 불투과성**으로 만들어짐

14~23게이지의 혈관 내 도관이 있으며, 금속 바늘 위에 꼭 맞는 catheter가 끼워져 있음. catheter는 바늘보다 조금 더 짧아서 수 mm의 금속 바늘이 catheter 바깥으로 돌출되어 있음

금속 바늘로 정맥 천자를 시행한 후 catheter는 정맥으로 밀어 넣고, 금속 바늘을 뺀 후 적절한

수액세트를 부착한 뒤 catheter를 안전하게 Tape로 고정함

현재 많이 알려진 명칭으로는 IV catheter라고 함

<혈관 내 도관의 구성>

- **수액 라인 및 팩**

- 기존에 사용했던 수액튜브는 일반적으로 PVC(폴리염화비닐) 수지를 재료로 제작하는데 이를 유연하게 만드는 **다이에틸헥실프탈레이트(DEHP)라는 가소제**를 첨가함. 가소제가 첨가된 연질 PVC는 유연성, 강도, 시인성, 경제성 등 여러 가지 장점으로 오랫동안 수액백, 수액세트, catheter, glove, tray 등 의료용으로 사용되었음. **DEHP는 인체에 유해한 내분비계 교란물질인 환경호르몬**이며, 어린아이들의 발육부진과 당뇨병, 대사증후군 등 대사장애질환, 남자아이의 생식기 장애를 유발할 수 있는 물질임

- 수액백의 경우, DEHP가 약 35wt% 정도 함유된 PVC가 사용되어 멸균(121℃, 30분) 공정 중 또는 장기보관 중 용출됨으로 인해 임신 중이거나 수유 중인 여성의 경우에 이를 장기간에 걸쳐 사용할 경우 인체(특히 영아, 소아 등)에 끼칠 수 있는 영향이 심각함

- 점적통도 수액백과 수액튜브와 동일한 소재를 사용하여 사출하고, 약액을 담아두는 역할로써 가장 많이 약액과 접촉되어 인체에 유해한 물질이 발생할 가능성이 높음

- 2007년 수액을 담는 수액백에 DEHP 사용을 금지하였으나 튜브의 경우 기술개발이 어려워 지속적으로 DEHP가 첨가된 제품을 사용해왔음. 그 이유는 **폴리올레핀이라는 소재를 개발되었으나 고가**이며 의료용 수액세트 내의 **구성품들과의 기밀 접착성이 낮은 것이 문제**가 됨

- 기밀 접착성이 낮을 경우, 현장에서 부주의한 사용 및 운반 등으로 인해 의료용 수액세트 구성요소, 특히 튜브와 점적통 간의 접착이 떨어져 문제가 발생할 우려가 있음

- 이를 해결하기 위해 많은 연구 끝에 Non-DEHP PVC 소재를 확보하였음

- **Polybutadiene을 기반으로 하는 재료와 styrene 공중합체**를 기반으로 하는 두 가지 신규 재료를 사용하여 Tube 형태로 가공한 다음, 생물학적 안정성을 검토. 결과적으로 개발제품들을 기존의 시판제품(중국의 Hanako사와 일본의 JMS사)들과 비교하여 보았을 때, **세포독성, 혈액적합성, 피부자극 특성 및 피내자극 반응에 있어서 동등 및 우위의 생물학적 안전성을 도출**함

- **수액 모니터링**

- **수액 모니터링**이란 환자에 **링거액 주입 시 주입 완료 상태, 잔여량, 주입 중 상태 및 환자의 긴급 상황 알림 등의 상태를 감지하여 이를 무선으로 진료진에 알려주는 링거 주입 IoT 시스템.** 즉, 링거액 센서 및 스위치, 상태 표기 및 무선 통신 기능을 갖는 회로를 설치하고, 스마트 링거 주입 IoT의 센싱 및 알림 정보를 제어하며, 이러한 data를 서버 측에 알려 모니터하는 시스템

- **동물용 수액 모니터링 시스템을 구축하는 이유**

  1. 축산농가 근로환경 및 복지수준 개선을 위하여 농장동물 진료현장에 적용할 필요가 있음
  2. 동물들은 말을 못하기 때문에 현재까지 개발된 ICT 기술을 도입함으로써 동물들을 관리할 필요가 있음
  3. AI, 구제역, 콜레라, 아프리카 열병 등의 질병에 빠른 대응을 함으로써 농장의 손실을 회복
  4. 농장의 생산성 향상을 위한 체계적인 시스템을 구축

- **개발 수준**

  1. 점적통에서 낙하하는 수액 방울을 감지하는 광학 센서를 이용하여 단위시간 당 투여되는 수액의 유량을 산출 가능

2. 수액이 담긴 수액 용기의 무게를 측정하여 수액 상태를 모니터하는 기술. 이 방법은 측정기에 수액 용기에 관한 정보를 저장 및 입력하고 수액 주입 시 수액 용기의 무게에 따라 주입량, 주입 시간, 잔여량을 측정 가능

3. 모바일 어플리케이션으로 상용화되어, 수액 속도 환산 과정이 필요 없이, 수액 속도, 점적 속도, 총 수액량과 총 시간 등 어떤 종류의 처방이라도 직접 입력하여 수액 속도를 쉽고 정확하게 조절하고 측정 가능

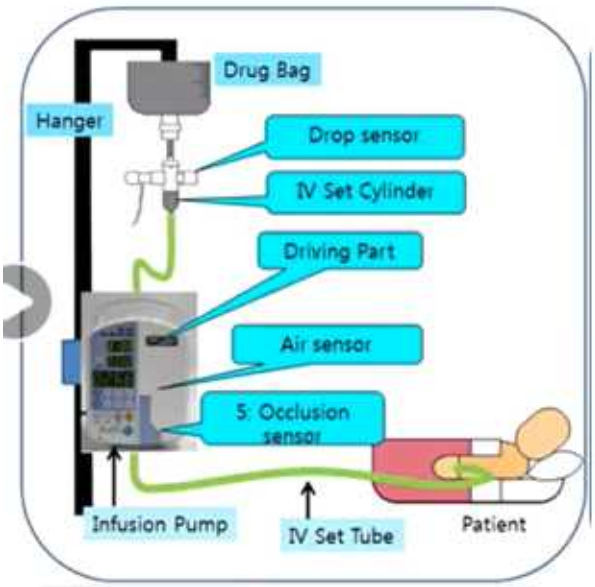
4. 목표 주입 속도 설정 시에 정해진 오차범위를 벗어나면 경고음을 울려 알려주는 알림 기능

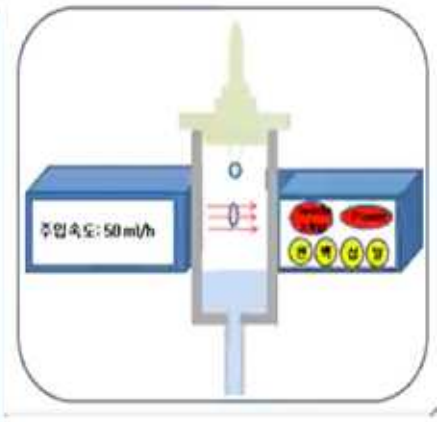
5. 원격 멀티 모니터링, Bluetooth 기능

- 이러한 기술이 현재 상용화 되었으나, 축산농가 적용시 고가의 생산비용 절감, 원격 모니터링을 위한 wifi 같은 통신망 구축이 필요함

<스마트 수액세트>

<스마트 수액세트>





<스마트 수액세트 구조>

2) 문제점 및 전망

• 문제점

- 수액 요법은 제2의 혈액공급이라고 언급할 정도로 중요하게 여겨지며 비교적 간단한 처치를 통해 신체의 체액 및 전해질 불균형 치료에 효과적임

- 인의의 경우 입원 환자의 80% 이상이 수액 요법을 받을 정도로 널리 활용 되고 있으나 임상 간호업무 중에서 투약 행위와 측정 및 관찰이 직접 간호활동의 85%를 초과할 정도로 많은 비중과 시간을 차지하는 것이 단점임
- 임상 수의 분야에서도 수액 요법의 효과와 필요성이 인정되어 수액 처치가 점차 증가하고 있으며 개, 고양이를 중심으로 한 소동물 반려동물의 경우에는 특수한 경우를 제외하고 입원 환축의 90% 이상이 수액 요법을 받고 있으나 농장 동물에서는 훨씬 미치지 못하고 있음
- 농장 동물 임상 분야에서도 농장 동물의 복지 개선, 건강 증진을 통한 축산물 품질 향상과 생산성 제고를 위한 향상된 수의학 서비스에 대한 수요가 증대하고 있으며 이에 따라 수액 처치가 증가하고 있음
- 그러나 수액 처치와 관련된 기준이나 제품들이 인체용을 기준으로 하고 축종별로 세분화가 되지 않아 각 동물의 특성에 맞게 적용하는 데 어려움이 있음
- 기본적인 수액 요법의 목적은 체액 및 전해질 불균형을 교정하는 것이나, 시판되고 있는 수액 제제의 구성이나 용량은 사람을 기준으로 하였기 때문에 농장 동물 대상에서의 부작용, 사용의 어려움, 가격적인 문제 등이 있음
- 성우의 경우 수액 처치 시 수분 손실 정도에 따라 20리터까지의 처치가 요구되기도 하는데 일반적인 수액 팩의 경우 1리터 단위로 포장되어 있어 충분한 양을 처치하는 데 불편함이 있으며 수액 세트의 속도 역시 20drop=1㎖ 정도여서 대용량을 처치하기에는 속도가 느려 사용이 불편함
- 처치 동물의 움직임과 해부학적 구조 차이로 인한 수액 줄의 꼬임, 빠짐, 막힘과 같이 농장 동물의 수액 처치 상황에서 처치 대상의 통제 불가능과 인체용 수액 세트의 사용은 처치의 어려움을 가중하고 있음
- 인의 분야에서 나타나는 바와 같이 수액 요법은 비교적 간단한 처치를 통해 큰 효과를 얻을 수 있으나 투여 과정에서 모니터링이 요구되며 이로 인한 시간과 인력에 대한 비용 부담은 농장 동물의 수액 처치에서 장애로 작용함

현장 의견 기반 농장 동물 수액 처치 문제 상황 요약	
축산현장	• **인체용 제품 사용으로 인한 비용 부담** • **처치 상황에서의 모니터링 시간 및 인력 부담** • **진료비용 증가로 생산성 감소**
임상 수의사	• **인체용 제품이라 축종별 처치의 어려움** • **효과의 감소 및 부작용 우려** • **치료 포기로 인한 수의임상진료 서비스의 질적 저하**

• 전망

- 다음과 같은 실제 축산 현장과 농장 동물 임상 수의사들의 의견을 반영한 수액제제와 세트의 개발은 효과적인 축종별 수액 처치가 가능할 것으로 예상함
- 수액백과 수액세트의 줄은 환자의 신체 밖에 나와 있는 혈관에 비유될 수 있을 정도로 중요하고 이를 잘 관리하고 유지할 필요가 있으므로 수액줄이 환축의 움직임에 의해 빠지거나 지나치게 연장되어 밟히거나 꼬이지 않고 움직임에 따라 변동성을 가질 수 있는 코일 형태로 개량이 필요함(환축의 목이나 다리에 감겨 주사침이 빠지지 않게)
- 환축의 움직임으로 인한 바늘이나 카테터의 이탈을 방지할 수 있는 고정용 클립이나 봉합 장치를 추가하여 효과적으로 고정되도록 개량이 필요
- 수액줄은 비경구적 투약 통로로도 활용이 되는바 수액줄 중간의 약액주입부의 위치를 조절하여 투약을 용이하게 하는 것이 필요함
- 국내 판매되는 주사 바늘이나 카테터의 경우 대부분 인의용으로 구경은 최대 18gauge(G) 정도로 구경이 작고 수액 세트의 유속은 20drop=1㎖ 정도로 사람에 비해 체격이 큰 농장 동물에게 부족함이 있어 보다 큰 구경의 주사 바늘 및 카테터와 대용량의 수액처치가 가능한 수액세트가 필요

- 또한 주사 바늘이나 카테터의 길이가 1.88 inch 정도로 짧아 움직임에 의해 쉽게 빠지므로 길이를 연장하는 것이 필요하고 농장 동물의 혈관 두께에 적합하도록 카테터의 탄성 보강이 요구됨
- 농장 동물에게 요구되는 수액 처치량은 사람에 비해 많아 사람용 수액 여러 개를 교체하며 투여하거나 요구량에 미치지 못하는 양을 투여하므로 효율적으로 투여할 수 있도록 대용량 수액이 요구되며 사람과 농장 동물의 체액 조성의 차이로 인한 수액 부작용을 줄일 수 있는 동물용 수액 조성이 필요함
- 농장 동물의 치료에 있어 경제성은 간과할 수 없으며 사람의 치료에도 비용적인 측면은 수액 선택에 있어 주요한 기준이 되고 있으므로 복잡하지 않고 간결한 수액 세트와 경제성이 있는 정질 용액 중심으로 개발, 보급하는 것이 효율적일 것으로 전망됨
- 농장 동물의 수액 처치에 있어 효용성과 가치는 점차 인정되고 있으며 수요도 증가 추세에 있어 농장 동물에 적합한 수액 제제와 수액 세트의 공급이 이루어진다면 치료 효율의 향상, 동물 복지 증진, 축산 산업의 첨단화에 보탬이 될 것으로 전망

1-3. 국내연구개발의 필요성

1) 국내외 시장 동향

▷ 국내외 시장규모 및 수출입 현황

전 세계 동물 헬스케어 시장은 과거 연관된 시장으로 여겨진 전통적인 농축산업 분야에 비해 기하급수적으로 성장하고 있으며, Grand View Research에 따르면, **글로벌 동물의료시장 연평균성장률(CAGR) 5.8%로 시장규모는 2020년도 USD 496억 달러에서 2027년 USD 736억 달러까지 성장할 것으로 전망됨(GVR-1-68038-763-6)**
✓ 동물 헬스케어 시장 중 일회용 소모품을 포함한 **글로벌 동물용 의료기기(Veterinary Equipment and Disposable Market Report, 2027) 시장 CAGR은 7.7%**로서, **2020년 시장규모가치 USD 18억 8천만 달러에서 2027년 USD 33억 3천만 달러까지 성장할 것으로 예측됨(GVR-4-68039-064-2)**
✓ 지역별로는 북미가 32.9%, 유럽이 31%, 남미가 13% 순이고, 축종별로는 소, 돼지, 닭 등의 가축전용 62%, 기타 반려동물 등이 38%로 차지하고 있음

▷ 해외 제품 생산 및 시장 현황

- ✓ 전 세계시장 중 북미지역이 2019년 32.9%의 점유율로 일회용 소모품(수액세트, 주사기 및 봉합사 등)을 포함한 동물용 의료기기 시장을 장악하고 있음. 이는 다년간 연구개발을 통하여 확립된 동물의료 인프라, 축산업의 발전, 산업동물 및 반려동물 수의 증가, 동물의료비 지출 및 동물질병에 대한 관심의 증대에서 기인함
- ✓ 또한, **생명공학 관련 기업체의 투자가 의료분야를 넘어 동물의료분야로까지 확대**되면서, 동물헬스케어 분야에도 대규모 자본유입, 디지털 혁신, 유전공학 등의 최신의 기술이 도입되어 해당분야 발전과 함께, **관련 벤처기업 및 스타트업 등의 신생업체가 지속적으로 생겨나고 있음**
- ✓ 동물 헬스케어 시장은 가축에서 반려동물에 이르기까지 범위가 확대되면서 기술 발전과 함께 그 규모가 증가할 것으로 전망됨
- ✓ 반려동물 보호자가 증가하면서 체계적이고 정기적으로 건강 검진을 하여 큰 질병을 막고 의료비 지출을 줄이기 위한 기술인 Pet-Tech 연구에 대한 수요가 증가하면서 투자가 증가하고 있음
- ✓ 또한, 소와 돼지 등의 가축에 발병하는 질병 확산 속도와 감염성 질환 발생 비율이 증가하면서 질병관리를 포함한 사육 전주기 관리시스템을 통하여 안전한 먹거리를 제공하기 위한 서비스 공급 확장이 진행되고 있는 추세임
- ✓ **2000년대 초반, 원헬스 개념이 정립되면서부터 북미 및 유럽연합 등의 농축산 선진국에서는 동물복지 및 안전한 먹거리 제공**을 위하여 가축 축종별 차이에 따른 특정약물 반응과 적합한 치료법에 대한 연구가 더욱 활발해졌으며, **의료기기 전문기업 주도의 가축 축종별 맞춤 의료기기 분야도 혁신적으로 발전하고 있음전 세계시장 중 북미지역이** 2019년 32.9%의 점유율로 일회용 소모품(수액세트, 주사기 및 봉합사 등)을 포함한 동물용 의료기기 시장을 장악하고 있음. 이는 다년간 연구개발을 통하여 확립된 동물의료 인프라, 축산업의 발전, 산업동물 및 반려동물 수의

증가, 동물의료비 지출 및 동물질병에 대한 관심의 증대에서 기인함

- ✓ 또한, **생명공학 관련 기업체의 투자가 의료분야를 넘어 동물의료분야로까지 확대**되면서, 동물헬스케어 분야에도 대규모 자본유입, 디지털 혁신, 유전공학 등의 최신의 기술이 도입되어 해당분야 발전과 함께, **관련 벤처기업 및 스타트업 등의 신생업체가 지속적으로 생겨나고 있음**
- ✓ 동물 헬스케어 시장은 가축에서 반려동물에 이르기까지 범위가 확대되면서 기술 발전과 함께 그 규모가 증가할 것으로 전망됨
- ✓ 반려동물 보호자가 증가하면서 체계적이고 정기적으로 건강 검진을 하여 큰 질병을 막고 의료비 지출을 줄이기 위한 기술인 Pet-Tech 연구에 대한 수요가 증가하면서 투자가 증가하고 있음
- ✓ 또한, 소와 돼지 등의 가축에 발병하는 질병 확산 속도와 감염성 질환 발생 비율이 증가하면서 질병관리를 포함한 사육 전주기 관리시스템을 통하여 안전한 먹거리를 제공하기 위한 서비스 공급 확장이 진행되고 있는 추세임
- ✓ **2000년대 초반, 원헬스 개념이 정립되면서부터 북미 및 유럽연합 등의 농축산 선진국에서는 동물복지 및 안전한 먹거리 제공**을 위하여 가축 축종별 차이에 따른 특정약물 반응과 적합한 치료법에 대한 연구가 더욱 활발해졌으며, **의료기기 전문기업 주도의 가축 축종별 맞춤 의료기기 분야도 혁신적으로 발전하고 있음**

▷ 국내외 시장규모 및 수출입 현황

국내의 경우, 2011년부터 2017년까지 지난 7년간 한국동물약품협회에 보고된 동물용 의료기기 국내 판매(수입 및 국내 제조) 및 수출실적으로, 2011년부터 2013년까지의 수출 및 국내 내수 판매실적은 300억 전후를 나타내었지만, 2014년에는 489억원, 2015년에는 701억원, 2016년에는 824억원, **2017년에는 958억원**으로서 동물용 의료기기 판매 실적은 매년 지속적으로 증가하고 있음

- ✓ 2011년부터 2017년까지 지난 7년간의 **국내시장 CAGR은 22.7%**의 증가를 보이고 있으며, 국내 판매와 수출 판매로 비교할 때 **수출(44.0%)이 내수(14.9%)보다 2.95배 높음을 알 수 있음**
- ✓ 이러한 동물용의료기기 판매 실적의 높은 성장률은 국내에서의 동물용 의료기기 사용 증가 및 해외수출액 10배 증가(419억원)와 함께 2015년 동물 감염성 질병 진단에 사용되는 체외진단시약이 동물용의약품에서 동물용 의료기기로 관리 전환되었고, 동물 비감염성 질병 진단에 사용되는 시약들이 기기와는 별도로 분리되어 동물용 의료기기 범위에 새롭게 편입된 측면도 있음

- ✓ **강경묵 등(국내 동물용의료기기 시장동향 및 향후 전망, 2019)**에 따르면, 2017년 동물용 의료기기 품목별 판매 실적은 동물용 체외진단시약이 54.2%, 동물의료용 기구 · 기계가 41.0%, 동물전용 의료기기가 3.8%, 동물의료용품이 1.0%의 순으로 나타났음
- ✓ 이러한 제품 중 높은 판매율을 보인 상위 10개 품목으로는 면역화학검사시약, 내장기능검사기기, 혈액검사기기, 주사기, 분자유전자진단시약, X-ray 등으로 조사되었음
- ✓ 동물용 의료기기 품목별 판매현황 분석결과, 체외진단시약에서는 감염성 및 비감염성 질병 진단에 사용되는 면역화학검사시약, 분자유전자진단시약, 내분비 물질검사시약 등의 순서로 높은 판매 비율을 보였음
- ✓ **동물의료용 기구 · 기계 품목의 경우,** 내장기능검사기기(의료영상저장, 전송장치, 초음파영상진단 장치, 환축 감시장치 등), 혈액검사기기, **주사기(수액세트포함)**, 진단용 방사선 발생장치, **동물용 의약품주입기(수액세트포함)**, 개별용전기자극기, 검안기기 등의 순으로 판매 비율이 높았음
- ✓ 동물의료용품 및 동물전용의료기기에서는 표식용 및 헬스케어 기계 및 기구류, 동물 산과용 기구 및 기계류, 동물의료용 정형용품, 동물의료용 봉합사 및 결찰사 등의 순서로 높은 판매 비율을 보이고 있음
- ✓ 또한, 이러한 제품 중 기구 · 기계류에서는 IT 기술에 기초한 의료영상저장장치, 진단용 방사선발생장치, 초음파영상진단장치 등의 의료기기, 체외진단시약은 감염성 및 비감염성 질병의 면역화학검사시약이 주요 수출 품목인 것으로 조사되었음
- ✓ 2020년 12월 31일 기준, 동물용 의료기기업 허가 및 품목등록 현황은 아래와 같음 (농림축산검역본부 동물용의료기기정보, 동물질병관리부 서태영)

2) 국내외 경쟁기관 및 기술현황

▷ 주요 업체들은 신제품 출시, 지역확장, 인수합병과 같은 전략적 이니셔티브를 통하여 지속적으로 시장점유율을 확장하고 있음

▷ 2019년 6월 Covetrus는 Mid-Atlantic 및 Northeast 지역의 시장을 점유하기 위해 Heart + Paw와 파트너 관계를 맺은 바 있음

▷ 2019년 2월 Ethicon은 제품 포트폴리오를 개선하기 위해 Auris Health, Inc.를 인수했으며, 2019년 6월 Ethicon은 경증에서 중등도의 수술 출혈을 나타내는 복강경 및 개방형 이중 어플리케이터인 Vistaseal에 대해 FDA로부터 허가를 취득하였음

▷ 일회용 소모품(수액세트, 주사기 및 봉합사 등)을 포함한 동물용 의료기기 시장의 주요업체는 다음과 같음

- Mindray Medical International Limited : 중국, 최대 의료기기 제조업체, 31개국 41개 자회사
- Smiths Medical : 영국, Smiths Group plc. 자회사, 특수의료기기 및 장비 제조 공급업체
- B. Braun Vet Care : 독일, B. Braun 자회사, 동물의료기기 전문 제조 공급업체(국내 진출)
- Nonin Medical : 미국, 마취, 심전도 모니터링 전문업체
- Digicare Animal Health : 미국, Infusion, 심전도 및 마취 모니터링 전문업체
- Covetrus (Henry Schein) : 미국, 글로벌 동물의료기기 전문제조 공급업체
- DRE Veterinary : 미국, 동물전용 마취기, 수술대 공급업체
- Midmark Corporation : 미국, 동물전용 마취기, 모니터, 수술대 제조 공급업체
- Jorgensen Labs : 미국, 가축별 전용 동물의료기기 전문 제조 공급업체
- Grady Medical : 미국, 동물전용 수액용품, infusion pump 등 공급업체

3) 농장동물 축종별 체액 조성 분석 연구의 필요성

▷ 동물의 수액 처치는 인의용 수액세트를 기반으로 동물에 맞도록 적용하고 있으며 체중과 손실된 체액량을 고려하여 사람의 수액을 사용하고 있으나 효과를 보고 있지만, 인의용에 비해 많이 협소하고 영세하여 축종별 맞춤으로 수액 치료를 진행하기에 어려움이 있음

▷ 대표적으로 사용하는 0.9 % NaCl 이나 lactated Ringer solution의 경우 동물의 실제 체액 조성과 달라 부작용이나 후유증이 보고되기도 함

▷ 0.9% NaCl을 등장성 식염수 또는 생리식염수(normal saline)라고 하는데 사람이나 동물의 혈장에 비해 나트륨(154 mEq/㎖)과 염소(154 mEq/㎖)의 함량이 높고 pH(5.4)는 낮으며 몰랄 삼투압 농도(308 mOsm/L)도 달라 완전한 등장성 생리식염수라 하기 어려우며 많은 양의 생리식염수를 투여할 경우 대사성 산증을 유발할 수 있으며 조직간액으로 이동이 증가하여 부종의 발생 가능성이 증가함

▷ lactated Ringer solution의 칼륨 및 칼슘이온 농도는 사람의 혈장의 칼륨(4 mEq/㎖) 및 칼슘이온(5 mEq/㎖) 농도와 비슷하나 동물의 경우 칼륨(3.6 ~ 6.3 mEq/㎖) 및 칼슘이온(2.8 ~ 11.9 mEq/㎖) 농도가 사람보다 높은 경우가 많아 수분 보충 효과가 떨어져 과량으로 투여해야 하는 경우가 발생할 수 있으며 이로 인한 간질부종, 희석성 대사성 산증 등 부작용이 발생할 수 있음

사람 및 동물의 체액 조성과 주요 수액 조성 성분 비교

체액	mEq/L							삼투압 (mOsm/L)
	Na+	Cl−	K+	Ca++	Mg++	Bicarbonate	pH	
인간	**140**	**103**	**4**	**5**	**2**	**25**	**7.4**	**290**
개	146	110	4.8	10.3	1.8	19	7.39	300
고양이	154	117.5	4.7	10.2	2	17	7.34	322
말	**138**	**99.5**	**3.6**	**11.9**	**1.5**	**27.5**	**7.3**	**295**
소	**139**	**95.5**	**5.0**	**9.9**	**2.1**	**26**	**7.45**	**314.6**
돼지	**149.3**	**105.9**	**6.3**	**2.8**	**1.0**	**24.6**	**7.45**	**302**
0.9% NaCl	154	154	–	–	–	–	5.7	308
Lactated Ringer's	130	109	4	3	–	Lactate (28)	6.4	273

▷ 실제 임상에서는 환축의 요구에 맞추어 정맥 내 투여 용액에 추가의 전해질, 포도당, 아미노산과 다른 성분들을 첨가하기도 하나 이러한 추가적인 첨가는 처치에 불편함과 어려움이 있으며 오염이나 감염의 위험성을 증가시킴

▷ 사람의 수액제제들은 부작용을 최소화시키는 방향으로 개발해 나가고 있으며 등장성 생리식염수를 용매로 사용하여 만들던 것에서 신체의 체액 구성 성분과 그 기능을 모방한 균형질 전해질 용매를 사용하여 만든 제제들이 개발 시판되고 있음

▷ 추가로 농장동물 및 실험동물들의 수가 증가함에 따라 각종 질병을 치료하기 위한 전문적 기술, 장비, 복지에 대한 기술이 자연스럽게 향상되고, 이에 따른 품질 요구 수준도 함께 높아지고 있음

▷ 특히 농장동물에 있어서 각종 질병 치료를 통한 농장의 생산성 향상을 위해서는 새로운 기술 혁신이 필요하며, 이에 동물용 수액세트의 다목적 활용이 대안이 될 수 있음

▷ 최근 축산 산업계에서도 ICT 기술 도입이 활발함에 따라 시장 변화에 맞추어 동물용 수액제제에서도 동물별 체액 구성 성분과 기능을 분석하고 이에 맞는 축종별 맞춤 동물 수액세트 개발이 요구됨

▷ 이에 본 연구팀에서는 대표적인 농장동물인 소, 돼지의 체액 조성 분석을 실시하여 ICT 기술을 도입한 동물별 맞춤형 수액 조성물을 구성하여 제품화하고자 함

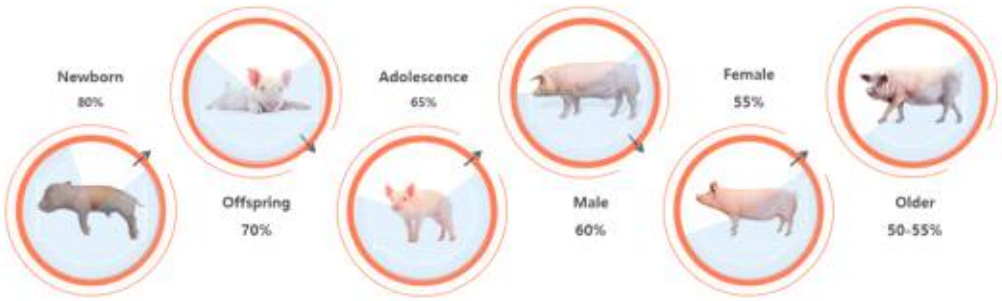
4) 농장동물 사육주기별 수액 개발연구의 필요성

▷ 생체의 약 60 %는 수분으로 이루어져 있으며, 나이나 성별에 따라 수분량이 다름

▷ 어린 동물에서는 수분이 생명 유지에 절대적인 영향을 주고 있으며, 갓 태어난 신생 동물의 몸은 80 %가 수분이며 젖을 못 먹거나 수분공급이 중단된다면 생명 유지에 큰 문제가 됨

▷ 신생자축 설사는 주요 폐사 요인으로 꼽히고 있으며 특히 농장동물(소, 돼지)에서의 설사로 인한 손실은 축산 농가에 큰 피해를 주고 있음

▷ 송아지 설사의 발생 요인은 매우 다양하며 감염성 질환, 불결한 사양관리와 부적절한 포유, 추운 날씨 등 여러 요인에 의해 발생하며 가벼운 설사에서 시작하여 경과가 나쁘게 진행되는 경우 전해질 소실, 탈수, 혈액의 산성화 등을 나타내며, 탈수로 인한 혈액량 감소로 말초혈관 순환장애로 쇼크가 일어나



폐사할 수 있음

▷ 자돈에서의 설사는 전염성 병원체, 모돈의 문제, 환경적인 원인, 관리의 문제 등의 원인이 복합적으로 작용하여 발생하며 수양성 설사, 위축, 심한 경우 폐사를 유발

탈수증상의 임상적 평가

Estimated Degree of Dehydration	Clinical Signs
<5%	History of vomiting or diarrhea or other fluid loss, normal mucous membranes, unable to detect <5% on physical examination
5% mild	History of vomiting or diarrhea or other fluid loss, tachy or dry mucous membranes
7% moderate	History of vomiting or diarrhea or other fluid loss, dry mucous membranes, increased skin tenting, tachycardia, normal pulse quality and arterial blood pressure
10% severe	History of vomiting or diarrhea or other fluid loss, dry mucous membranes, increased skin tenting, tachycardia, weak pulses, hypotension
12%	History of vomiting or diarrhea or other fluid loss, dry mucous membranes, sunken eyes, increased skin tenting, tachycardia or bradycardia, weak to absent pulses, hypotension, cold extremities, hypothermia

▷ 신생 동물의 설사 발생 요인은 매우 다양하므로 사육환경 개선, 충분한 초유 공급, 예방 백신 접종 등의 예방적 조치가 중요하며 발생 후에는 신속한 치료를 요망

▷ 설사 치료에 있어 원인을 제거하는 근본적인 치료가 중요하지만, 탈수 정도를 평가하고 즉각적으로 대응하여 교정하는 것도 생존률 향상에 큰 영향을 미침

▷ 동물 임상에서는 투여량을 조절하기 어렵고 동물의 비협조로 인하여 수액 요법이 비실용적인 것으로 여겨졌지만 설사를 하는 동물의 소장에서 액체와 전해질이 쉽게 흡수되는 것이 확인되어 경구 투여를 통한 체액 균형 개선과 생존률 향상 효과가 입증됨

▷ 경구 수액의 흡수 기전은 운반체 매개 흡수 과정이며 이 과정에서 나트륨은 포도당과 같은 중성 아미노산과 같은 유기 용질과 직접적으로 연결되어 흡수되고 수분은 나트륨 흡수에 동반되어 수동적으로 흡수됨

▷ 이 기전에 의하여 약 100mEq/L의 나트륨에 포도당과 glycine과 같이 쉽게 흡수되는 용질이 함께 함유된 수액이 개발되었으나 고나트륨혈증 발생의 우려가 있어 나트륨 조성을 75mEq/L로 낮춘 수액 제제도 제시되고 있음(Table 5)

Table 5. Composition of ORSs

	Glucose (mmol/L)	Sodium (mmol/L)	Chloride (mmol/L)	Potassium (mmol/L)	Citrate (mmol/L)	Osmolarity (mmol/L)
WHO-ORS (1975) [1]	111	90	80	20	30	331
WHO-ORS (2002) [14]	75	75	65	20	10	245

ORS, oral rehydration solution; WHO, World Health Organization.

▷ 주요 조성인 나트륨의 농도, 탄수화물의 공급원(포도당 단당 또는 복합체), 부가적인 첨가물질(아미노산, 아연 또는 미량 원소, 섬유소, 유산균, 향, 흡착제)의 유용성에 대해 좀 더 이상적인 경구 수액을 찾아가기 위해 많은 연구가 아직 진행 중임

▷ 동물에서도 축종별 신생동물의 설사의 양상과 수액에 대한 반응성을 분석하여 신생동물에 대한 교정 방법에 대한 연구가 필요하며 간편한 경구수액 제제와 안정적으로 유지가 가능한 수액 세트의 보급이 필요

▷ 신생동물의 관리와 마찬가지로 임신과 분만을 하는 어미 동물의 건강관리도 생산성에 직접적인 영향을 미치므로 세심한 관리가 요구됨

▷ 양돈 농가의 경우 분만 후 건강한 모돈, 충분한 유선 발달을 통한 자돈 포유, 여름철 체온 조절 및 사료 급이 감소 등이 생산성과 관련된 모돈의 문제로 제기되고 있으며 해결책의 일환으로 수액 처치가 실시되고 있음

▷ 분만 모돈에서는 분만으로 인한 출혈, 감염, 자궁무력증, 난산, 유방염, 대사성 장애 등의 문제들이 빈번하게 발생하는 편이고 이를 치료하기 위하여 근육 주사를 통하여 해열제와 항생제 등의 약물을 주입하는 경우 주입 부위인 목 부위의 통증과 열감으로 인하여 컨디션이 저하되거나 상태가 더욱 악화될 수 있고 약물의 전달과 흡수에서도 효율이 저하될 수 있어 정맥을 통한 수액의 처치가 효과적임

▷ 분만으로 인한 심한 출혈 발생 시 혈액 손실로 인한 혈류 장애가 발생하고 회복이 더딘 경우 도태로 이어지는 경우가 많아 신속한 수액 처치로 혈관내액의 용적을 회복하고 혈류 장애를 방지하는 것이 필요

▷ 임신돈이나 분만 모돈의 경우 여름철 체온 조절에 어려움이 있어 급작스런 돌연사나 폐사가 일어나기도 하여 관장을 하거나 목에 물을 뿌리면서 선풍기를 통해 체온 조절을 시도하기도 하지만 수액을 통하여 직접 수분을 보충해 주고 체온을 내리는 것이 더욱 효율적인 방법임

▷ 이처럼 수액 처치가 모돈의 건강관리에 있어 효과적임이 알려져 있으나 실제 양돈 농가에서는 돼지가 귀를 흔들어 주삿바늘의 삽입이 어렵고 주삿바늘과 수액세트를 반창고로 고정하는 것이 용이하지 않은 문제 때문에 수액처치를 회피하고 있으며 설령 처치를 시도한다 해도 장시간 수액을 공급하는데 회의적임

양돈 농가에서 수액 처치 중인 모돈, 혈관 카테터 고정을 위한 과도한 밴디지의 사용과 수액줄 유지와 관리에 어려움이 있음

▷ 농장 동물 중에서 소의 경우에는 개체별 가격이 높아 농장 동물 중 개체 치료 비중이 높고 임신/분만 축우의 경우 임신 기간이 길고 단태 출산으로 인한 난산 빈도가 높기 때문에 수의학적 처치와 치료를 많이 요구되어 수액의 처치 빈도도 높은 편임

▷ 축우의 대사성 질환은 분만 후 많이 발생하는 후산정체, 유열, 케토시스, 4위 전위 등의 질병들을 포괄해 일컫는 것으로 분만 직후부터 비유초기에 대부분 발생하며 조기에 발견해 치료하지 못할 경우 폐사까지 유발하여 경제적 피해가 큰 것으로 추산

축우 대사성질환으로 인한 경제적 피해

	유열	후산정체	케토시스	4위전위
폐사(%)	4	1.5	0.5	2
도태(%)	5	6	5	8
수태지연 (일)	13	15	10	12
우유폐기 (kg)	0	150	-	140
유량감소 (kg)	130	250	230	400

▷ 축우의 대사성 질환은 체내 수분의 불균형을 초래하며 전해질의 손실이나 증대를 초래하므로 이를 교정하기 위한 수액 요법이 빈번하게 적용되고 있음

▷ 또한 소의 경우 난산 처치, 제왕 절개, 고창증, 4위 전위 등과 같이 외과적 처치와 수술이 필요한 질병의 발생 빈도가 높아 응급상황에서 수액 사용 빈도가 높은 편임

▷ 그러나 수액 제제의 구성과 세트가 사람을 기준으로 되어 있어 사용에 어려움이 있으며 효율이 저하되고 있음

▷ 따라서 임신 모축에 적합한 수액 제제와 세트의 개발이 필요하며 이를 통한 농장 동물의 수액 처치 편이성 증대는 축산의 생산성 향상을 가져올 것으로 기대됨

▷ 이에 본 연구팀에서는 동물의 사육주기에 따른 수액 조성의 변화와 수액 효과를 분석하고 농가 실증실험을 통하여 수액 투여 가이드라인을 마련하고자 함

5) 농장동물 맞춤형 수액 주삿바늘, 수액라인 및 팩을 포함한 수액세트 개발 필요성

▷ **축산 현장 문제점**

1. 수액을 경구로 먹이거나 피하주사를 할 경우, 충분한 양의 수액 주입이 어려워 신속한 탈수 교정이 되지 않기 때문에 정맥 내에 주입해 주는 것이 가장 좋은 방법이지만 **주삿바늘을 주입하면 동물들의**

움직임으로 인해 주삿바늘이 빠져나와 안전하게 수액의 주입이 곤란함

2. **신생 동물에서는 설사병의 발생**이 가장 빈번하고 폐사율 또한 높아 축산 농가에 가장 큰 경제적인 손실을 일으킴

3. 신생 동물들의 체수분은 체중의 75%를 차지하며, 설사가 심한 경우 체중의 13~18%의 체수분이 손실됨. 이로 인해 전해질 손실도 추가적으로 일어나는데 주로 나트륨과 칼륨의 손실이 큼. 따라서 **축종별로 적정한 전해질과 수액 공급이 매우 중요**함

▷ **맞춤형 수액 주삿바늘의 개발 필요성**

축종마다 정맥의 크기, 정맥 투침의 위치가 다르기 때문에 축종별 주사 바늘이 필요함

현재 축종별 맞춤 주사 바늘이 없기 때문에 인의용 주사 바늘 중에 가장 큰 18게이지의 주사 바늘을 사용함

인의용은 평균 18~23게이지의 수액 주사 바늘을 사용하지만, 동물들은 사람보다 혈관이 크기 때문에 인의용인 18게이지를 사용하면 수액이 빠르게 주입이 되지 않고 수액 주입 시간이 오래 걸림. 그로 인해 **소, 돼지, 말 등 대동물은 12~16게이지의 주사 바늘을 사용**

▷ **맞춤형 수액라인의 개발 필요성**

동물 전용 수액 라인은 현재 해외 기업 1곳에서 개발함. 하지만 축종별 맞춤 수액라인이 아닌 평균적인 규격의 수액라인이며, 가격은 **약 $35의 높은 가격대로 형성**되어 있고, **현재 농가에서는 동물 전용 수액라인은 없기 때문에 인의용 수액라인을 구입하여 사용**하고 있음

수액라인의 기본인 점적통-롤러클램프-고무관으로 비용은 저렴하고, 축종별 질병에 따라 투여되는 수액이 다르므로 종류가 다른 여러 가지의 수액을 주입할 때도 있기 때문에 **3-way stopcock, Y-site 등 부품을 추가하여 여러 가지 수액 처방이 가능**

▷ **맞춤형 수액 팩 개발 필요성**

농가에서 추가적인 문제점은 수액 팩에 관한 문제로, 축종별로 모두 다른 수액 양을 투여하지만 현재 동물 전용 수액 팩은 개발된 제품이 없으며 축종별로 수액 투여 가이드라인은 아래와 같음

1. 쇼크 상태

- 개 : 80~90㎖/kg를 빠른 시간 이내(1시간 정도) 투여
- 고양이 : 50~60㎖/kg를 빠른 시간 이내(1시간 정도) 투여
- 소(성체) : 초기 한 시간에 체중 25kg마다 1리터씩 최대 20리터까지 주입 이후 속도 감소
- 송아지 : 초기 한 시간에 체중 25kg마다 1리터씩 최대 2리터까지 주입 이후 속도 감소

2. 탈수 상태

탈수 상태는 탈수 정도를 판정하여 수액량=탈수량+유지 용량으로 계산

탈수량(㎖) = 체중(kg) * % * 1000

ex) 5kg 개가 8% 탈수된 경우 → 5kg * 0.08 * 1000 = 400㎖

탈수 교정 시에는 2~24시간에 걸쳐 투여

위의 예시에서 4시간에 걸쳐 교정한다면 5kg * 0.08 * 1000 = 400㎖(탈수량)을 4시간으로 나눠 100㎖/hr

여기에 5kg 유지 용량 17㎖/hr을 더하여 117㎖/hr로 4시간 동안 주입

3. 소의 산증

소(성체) 한 시간에 체중 25kg마다 1리터씩 최대 20리터까지 수 시간에 걸쳐 투여

4. 소의 알칼리증

통상투여 속도는 시간 당 4리터 또는 이상

5. 송아지 설사

시간 당 1리터의 속도로 수 시간

위의 내용과 같이 축종별로 수액 용량이 다르기 때문에 축종별 맞춤형 수액 팩이 필요하며, 추가적으로 **동물들은 수액 투여 시 계속 움직이기 때문**에 수액 팩이 떨어지지 않고 **동물들의 움직임에 따라 자연스럽게 움직여 최대한 라인이 꼬이지 않도록 개발하는 것이 필요**함

수액 투여 시 발생할 수 있는 합병증

1) 패혈증(septicemia) : 혈류 내로 병원균이 침범해 발생하는 전신 질병 → 응급처치 : 발견 즉시 IV 제거하고 다른 정맥 확보, 발열 확인

2) 폐부종(pulmonary edema) : 수액을 너무 빨리 주입해 폐포에 수분이 축적되면서 발생 → 응급처치 : 주입속도 조절, 산소 공급

3) 공기 색전(Air embolism) : 수액이 들어가는 과정에서 공기가 혈관에 들어가 폐 모세혈관이 막히는 것 → 응급처치 : 공기가 좌심실에 들어가지 않도록 좌측 반좌위 체위를 해줌 산소공급 2cc 미만의 공기 방울은 혈액 내에 녹아들어 숨을 쉬면서 배출되므로 아주 작은 공기 방울은 괜찮다는 전문가의 소견이 있음.

4) 카테터 색전(Catheter embolism) : 카테터 조각이 순환 혈류를 떠도는 것 → 응급처치 : 주사 부위 위쪽을 tourniquet으로 묶고 혈관 조형술을 통해 제거

5) 속도 쇼크(speed shock) : 약물이 순환계로 너무 빨리 주입돼 나타나는 전신반응 → 응급처치 : 수액 주입 중지, 증상에 따른 쇼크 처치

6) 농장동물 맞춤형 수액 투여 관리시스템 개발 필요성

▷ 수액 요법의 경우 침습적인 방식으로 체내로 약물과 수액을 직접 공급하여 약물의 완전 흡수, 수분과 전해질 균형 유지, 영양 공급 등의 장점이 있으나 처치 빈도와 투여 시간의 증가로 인하여 부작용과 합병증의 위험성도 증대되고 있음

▷ 수액요법에 따른 정맥주사와 관련된 부작용은 부종, 정맥염에서부터 균혈증 또는 사망에 이르는 치명적인 합병증을 유발하기도 함

▷ 사람 병원에서 수액의 오염은 평균 2~5% 정도로 보고되고 있으며 오염 관리가 되지 않을 경우 65%로 높아질 수 있으며 심각한 병원 사망률 증가를 초래할 수 있음

▷ 이를 방지하기 위하여 수액 관리 지침이 마련되어 있으며 병원 종사자에게 교육되고 있음에도 처치 빈도와 투약 시간의 증대로 인하여 관리의 어려움으로 인한 치명적인 사고 사례가 보고되고 있음(2017년 12월 이대 목동병원에서 수액 오염이 원인으로 추정되는 신생아 4명 사망 사고를 비롯한 수액주사 사망사고 발생)

▷ 미국 질병 통제 센터(CDC)에서는 수액 취급 지침에 의하면 1인 환자에게 사용, 24시간 경과시 폐기를 권고하며 현재 지침에서는 개봉 즉시 비멸균 상태로 간주되며 처치 이전에 준비하는 것을 금지하고 있음

▷ 농장동물 임상수의학분야에서는 수액의 오염이나 취급에 대한 권장사항이나 지침이 마련되어 있지 않은 실정이며 24시간 이상의 사용기간과 하나의 수액을 여러 환축에 나누어 사용하는 것이 관행적으로 이루어지기도 함

▷ 미국 연구팀의 보고에 의하면 수액의 사용기간이 길어질수록 오염이 증가하였고 수액을 매다는 위치도 영향을 미치는 것으로 보고되었으며 야외에서 처치 받는 대동물의 경우 오염 가능성이 더 높아질 수 있음

▷ 또한 사람에 비해 동물의 체구와 체액량은 큰 차이를 있어 사람의 수액을 동물에 적용하는 경우 포장 단위의 차이로 인하여 소형 동물에서는 수액을 나누어 쓰거나 장기간 사용하여 오염이 발생할 수 있으며 대형 동물에서는 잦은 수액 교체로 인한 불편함과 오염 발생 증가가 나타날 수 있음

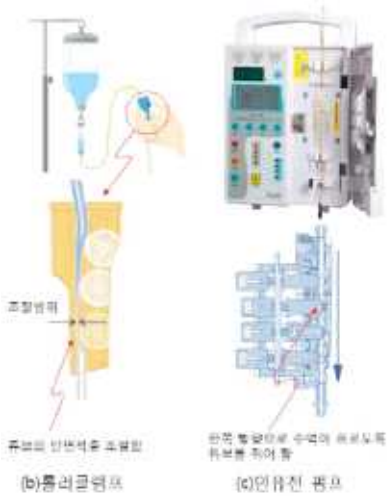
▷ 현재의 동물 수액 투여 기기는 기본적인 롤러클램프와 인퓨전펌프가 사용되고 있으나 롤러클램프의 유량 조절의 부정확성, 인퓨전펌프의 혈관문제 발생 시 중지 없이 주입되어 혈액이 피하로 유출이 단점이 되고 있음

▷ 또한 현재의 모니터링 기법은 수액의 이물질 혼입이나 오염을 감지할 수 없는 실정이므로 동물에서의 수액 투여는 인간의 경우보다 더욱 위험할 수 있으며 주의가 요망됨

▷ 특히 동물들은 수액 투여 시 시간이 지나면 움직임으로 인해 수액 줄이 엉켜 수액 침이 빠지거나 부품이 빠져 제대로 투여가 되지 않는 일이 발생하기에 지속적인 모니터링 또는 알람으로 알려주는 장치가 아니면 확인하기 어려움

▷ 농장동물에게 수액 주삿바늘을 꽂은 후 털로 인해 고정이 되지 않아 탈착되는 경우가 많음

▷ 농가에서는 소규모로 동물을 관리하는 것이 아니라 대규모로 관리하고 있기에 대규모 모니터링이 가능한 시스템이 필요


(b)롤러클램프 (c)인퓨전 펌프

▷ 축종별로 어떠한 수액을 투여하고 있는지에 대한 데이터를 관리하기 어려움

◯ 제품의 완성도를 높이기 위한 연구 개발

- 수액 치료 중 불편한 점과 문제점들을 개선한 동물용 스마트 수액세트를 개발하면 소, 돼지 등 농장동물 농가에서 의료분야에 대한 수요가 높아질 것이고, 각종 질병 진단 및 치료를 통한 농가의 생산성 향상에 큰 도움이 될 것으로 생각함
- 이에 본 연구팀에서는 인체용 수액과 수액세트의 한계점을 분석하여 동물에 맞는 수액 구성품 변경과 ICT 기술을 활용하여 수액세트 감염 여부 판독 기능, 수액이 제대로 주입되고 있는지 확인 가능한 알람 기능, 수액을 맞는 동물에 한하여 Data 저장 및 전송 기능 등 모니터링이 가능한 관리시스템을 개발하고자 함

2. 연구개발과제의 수행 과정 및 수행 내용

<1단계: 2021 ~ 2022년>

1) 주관 및 1세부 연구기관(성원메디칼(주))

▶ 축종별 맞춤형 수액세트 시제품 검토 및 센서, 관리 시스템과의 상호작용 검토
- 축종별 맞춤형 수액세트 제품군 설정 및 시제품 제작
- 축종별 수액 고정 방법 개발
- 센서 시스템 및 관리 시스템 개발
- 시제품과 센서 시스템 및 관리 시스템과 상호작용 검토

- 1위탁기관(송백농장)

▶ 현 농가의 문제점 파악 및 개선 방안 모색
- 농가의 문제점 파악
- 축종별 수액세트 구성품 파악
- 개발 제품 Test 진행

2) 2세부 연구기관(전북대학교)

▶ 돼지 사육 주기별 체액 조성 분석 및 조액 조성물 구성
- 돼지 생산 주기에 따른 체액 조성 변화 분석
- 돼지의 상태(질병, 분만 전후, 수유)에 따른 체액 전해질 조성 분석
- 국내 주요 사육 품종별 체액 조성 비교 분석

▶ 맞춤형 돼지 수액 조성 및 시제품 제작과 농가 현장 적용 시험
- 자돈 맞춤형 수액 제작 및 시제품 적용
- 모돈 맞춤형 수액 제작 및 시제품 적용

3) 3세부 연구기관(크로넥스)

▶ 스마트 수액세트의 전임상 시험을 위한 기반 확립 및 동물 모델 구축.
- 스마트 수액 세트의 전임상 시험을 위한 시험 동물군 조성.
- 전임상 시험을 위한 사육 주기별/생장 주기별 데이터 수집 및 적용.
- 전임상 시험을 위한 모델 동물의 사육 주기별/생장 단계별 규격 표준화.
- 스마트 수액 세트의 전임상 시험을 위한 동물의 질환 모델 확립.
- 스마트 수액 세트의 전임상 시험을 위한 병성검증 시스템 구축.

<1차년도>

1) 주관 및 1세부 연구기관(성원메디칼(주))

▶ 문제점 파악 후 개선 방안 모색 및 제품군 설정과 센서 시스템 구성
- 수액세트 제품군 설정
- 수액 고정 방법 개발
- 센서 시스템 구성

- 1위탁기관(송백농장)

▶ 현 농가의 문제점 파악 및 수액 Test 후 개선 방안 모색
- 인체용 수액세트로 Test 후 문제점 파악 및 개선 방안 모색

2) 2세부 연구기관(전북대학교)

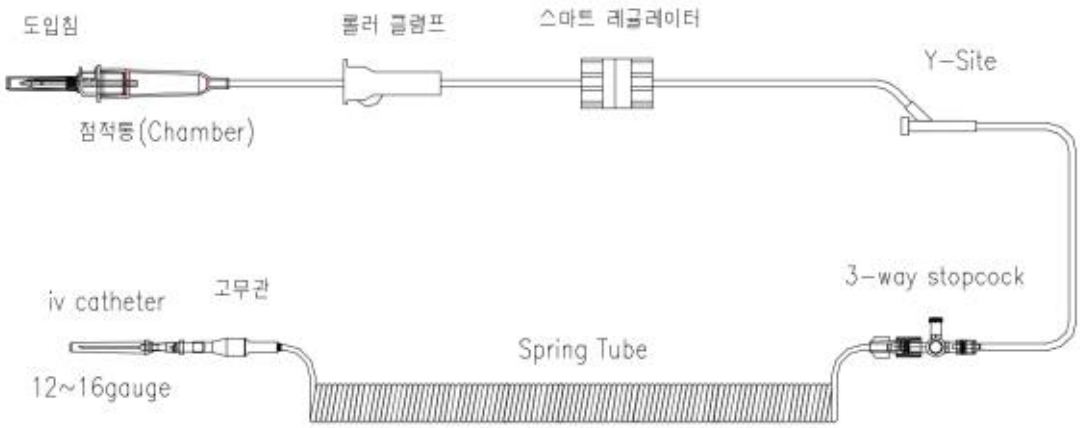
▶ 돼지 사육 주기별 체액 조성 분석 및 수액 조성물 구성
- 성별/연령별 혈액과 분비물을 채취하여 주요 전해질, pH, 삼투농도 등 성분 분석
- 체액의 주요 구성 성분을 돼지의 상태에 따라 측정 후 통계적 분석

3) 3세부 연구기관(크로넥스)

▶ 스마트 수액세트의 전임상 시험을 위한 기반 확립
- 스마트 수액 세트의 전임상 시험을 위한 시험 동물군 조성
- 전임상 시험을 위한 사육 주기별/생장 단계별 데이터 수집 및 적용

제 1 세부과제(성원메디칼(주))

○ 수액세트 제품군 구성품 설정



신규 개발 동물용 스마트 수액세트 제품군

- 최종 길이는 **점적통 ~ 3way stopcock까지 1,200mm**
- Spring Tube의 펼쳤을 때 길이는 2,000mm
  → 수축되었을 때의 길이는 약 100mm
  → 수액처치 중 움직이더라도 Spring Tube의 탄력으로 인해 몸에 걸리지 않음

- Spring Tube 작업 방법

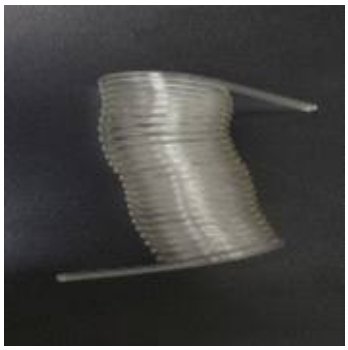
<지그에 고정>

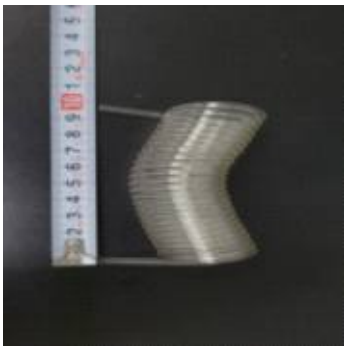
<건조기 내 건조작업>

<건조기>

- 시장에 판매되고 있는 제품의 Tube 소재는 대부분 PVC

→ 소재도 **같은 소재를 사용해야 하며** 농가에서 요구하는 단가를 맞추기 위해 Spring Tube도 **PVC로 압출** 진행
→ 소재는 경도는 50p를 사용
→ 압출 후 Spring Dry 작업 진행 (지그 및 작업 사진 추가)
→ Spring 작동은 잘 되지만 최대한 늘렸다가 놓으니 원래 길이로 **원복이 되지 않는 현상 발생**
→ **처음 길이 100mm**, 최대로 늘린 후 **원복하였을 때**의 **길이 230mm**


<PVC Spring Tube>

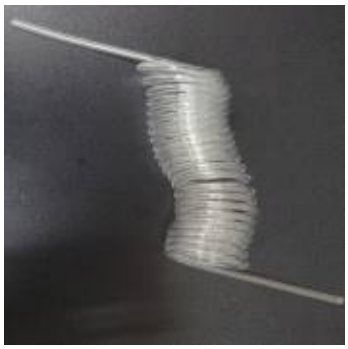

<압출 후 길이 100mm>

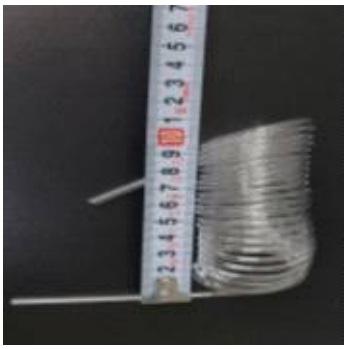
<원복 길이 230mm>

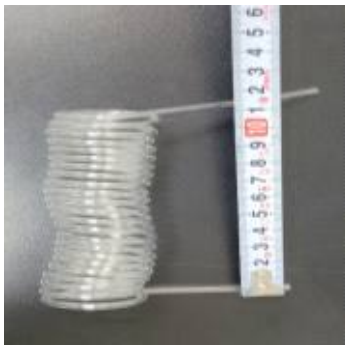
→ PVC 소재의 특성 상 탄력이 부족하고 단단하여 원복하기에는 힘듦
→ **소재를 84p로 변경**하여 추가 압출 Test 진행 (**숫자가 높을수록 소재의 경도는 약해짐**)

- Tube 소재의 변경(Poly Urethane)

→ PVC 소재는 최대로 늘린 후 원복이 되지 않는 문제로 인해 **소재를 PU로 변경**
→ 압출 완료 후 Spring Dry 작업 진행 (지그 및 작업 사진 추가)
→ **처음 길이 100mm**, 최대로 늘린 후 **수축하였을 때**의 **길이 110mm**


<PU Spring Tube>


<압출 후 길이 100mm>


<원복 길이 110mm>

→ Poly Urethane의 특성 상 **원복하려는 성질**이 있기 때문에 고온의 열을 가하지 않는 이상 탄력이 있어서 원래의 상태로 원복
→ 하지만 **PU 소재는 가격이 비싸며**, 농가에서 사용하기에는 **단가가 맞지 않을 것**으로 예상
→ Spring Tube의 소재를 PU 사용하게 되면 다른 Tube의 소재도 PU를 사용해야 함
→ 최종 결정 후 신규 동물용 허가 및 시험 진행

- PVC 또는 PU 소재의 경도를 변경하면서 압출 Test 진행할 예정이며, 추가로 다른 Medical Grade 가 입증된 소재로 Test 해볼 예정

○ 동물용 수액세트 고정 방법

- PAD로 고정하는 방법

→ 인의용 PAD로 제품 고정 방법 검토
→ Tube 끝을 돼지의 몸에 붙이고 PAD 부착하여 고정하는 방식
→ 가장 큰 문제는 **돼지의 표피의 거칠함과 털로 인해 부착이 제대로 되지 않음**
→ PAD의 점성과 두께, 연질에 의해 부착 강도가 결정되기에 여러 가지 조건으로 Test 진행
→ 위의 PAD는 Tube 위를 덮은 후 부착하는 방법

<인의용 고정 PAD>

- **신규 PAD 개발**

→ 돼지의 피부에 부착하기 위해 3가지 Type의 PAD를 개발

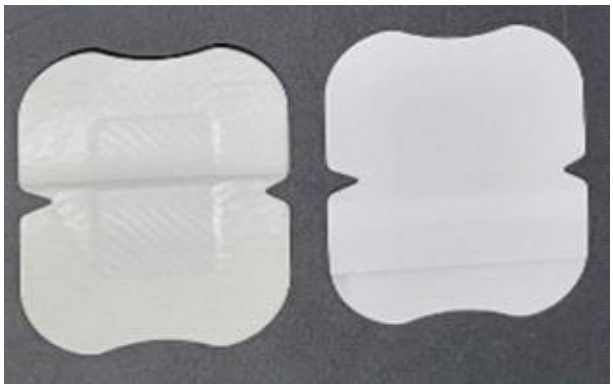
① 감싸는 방식

→ 부직포를 이용하여 돼지의 귀를 감싸면서 Tube를 고정하는 방식
→ 돼지가 움직일 때 빠지거나 부직포가 조금씩 뜯어질 확률이 있을 것으로 예상
→ 1차 년도에는 고정 PAD 개발 진행하였고, 2차 년도에 농가에 요청하여 Test 진행 예정

② "L" 자 형의 PAD

→ 돼지 귀의 외각 형상을 따라서 "L" 자 형의 PAD를 개발
→ 농가에 Test 예정

③ 고강도 PAD



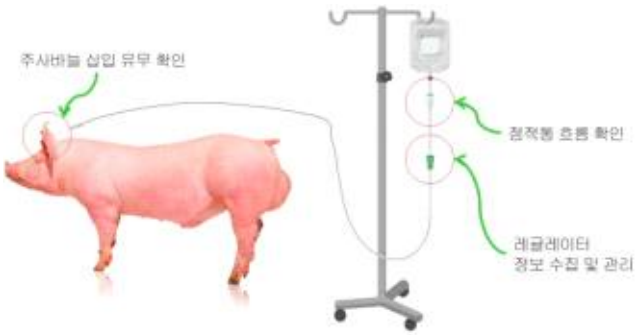
→ 돼지의 피부와 털로 인해 잘 부착되지 않는 점을 고안하여 접착 강도를 높여 제작
→ 다른 PAD들은 사람의 피부에 부착하더라도 일반 밴드처럼 부착되더라도 잘 떨어지는 강도
→ 고강도 PAD는 사람의 팔이 부착 후 떼어낼 때 팔의 털이 빠질 만큼 강한 PAD
→ 농가에 Test 예정

- 3가지 PAD 모두 농가에 Test 의뢰할 예정이며, **다른 방안으로는 빨래집게처럼 귀에 고정**이 될 수 있는 방법으로 논의 중

○ 센서 시스템 구성

- 수액모니터링시스템

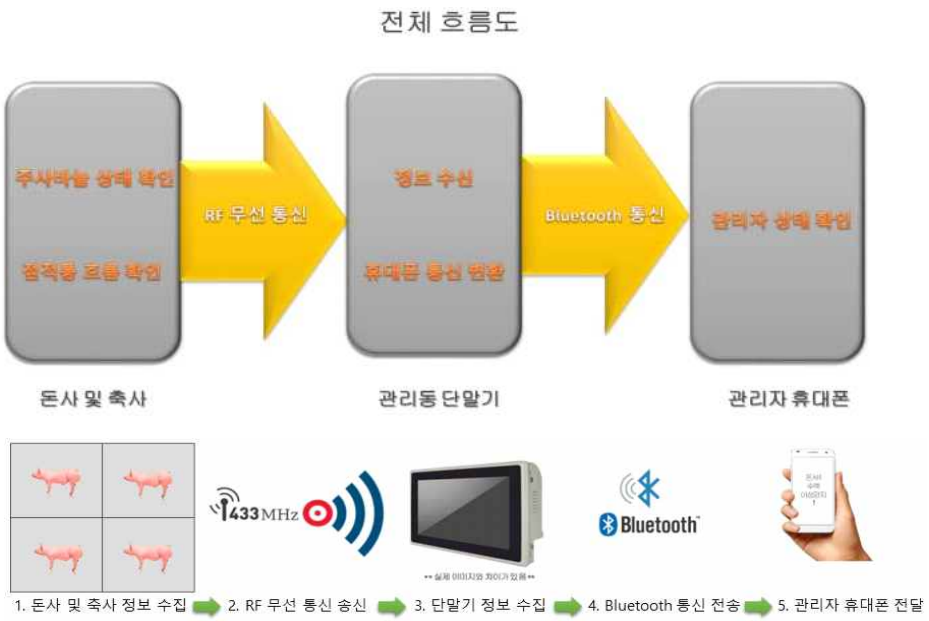
→ 수액의 원활한 흐름과 주사바늘의 정상삽입 유무를 판단하는 기능을 구현하여 관리자에게 정보를 전달하기 위해 설계함
→ 관리자가 있는 곳에서 수액 관련 정보를 받을 시 RF 모듈에서 Bluetooth로 변환되는 변환 보드가 있어야 함
→ 변환 보드는 RF 데이터를 사용자가 확인할 수 있도록 휴대폰에서 확인이 가능한 방법인 Blue-tooth 통신을 통해 연결되도록 설계함



<수액모니터링시스템 모식도>

- 시스템 작동 원리

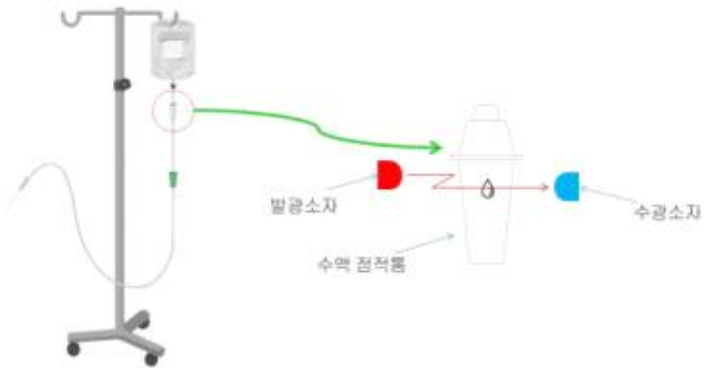
→ 돈사 및 축사에서 발생된 이벤트를 RF 무선 통신을 통해 관리자 동으로 전송
→ 돈사 및 축사에서 받은 이벤트를 단말기에서 수신
→ 관리자 휴대폰으로 전송



<수액모니터링시스템 전체 흐름도>

– 시스템 세부 사양

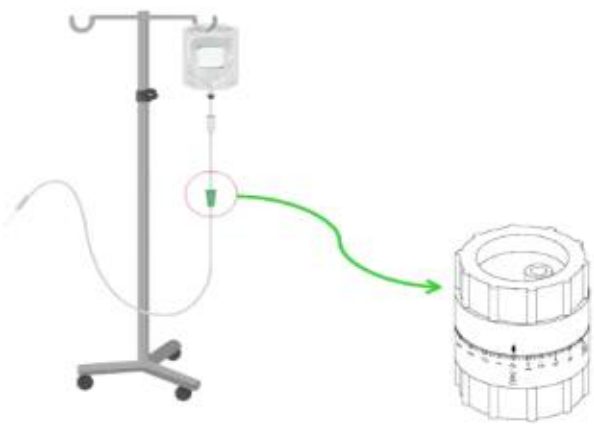
→ 수액 점적통(수액 흐름 센서)



<수액 흐름 센서 모식도>

→ 수액 점적통에 포토 센서를 장착하여 떨어지는 수액을 감지하여 수액이 원활히 흐르고 있는지 판단함

→ 레귤레이터(RF 모듈 및 주사기 감지 센서)



<레귤레이터>

→ 주사기 및 점적통의 상황을 수집하고 수집된 상황을 RF 통신을 통해 원격으로 송신할 수 있도록

제어 부품 설계

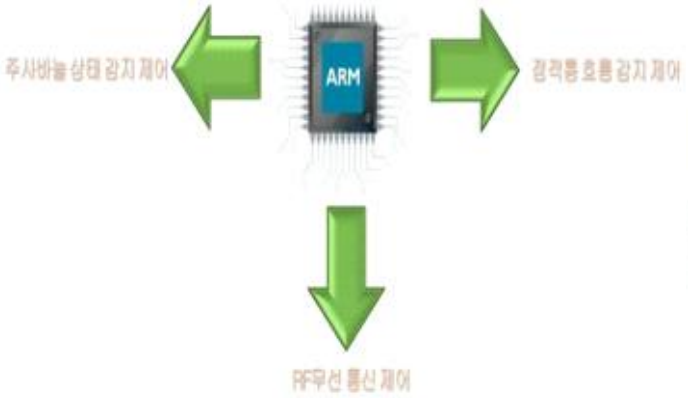
→ 레귤레이터에 구현될 기능

① 중앙 제어 회로 설계

② RF 통신 모듈 설계

③ 주사바늘 감지를 위한 센서 설계

④ 전원용 베터리 설계



<중앙 제어 MCU>

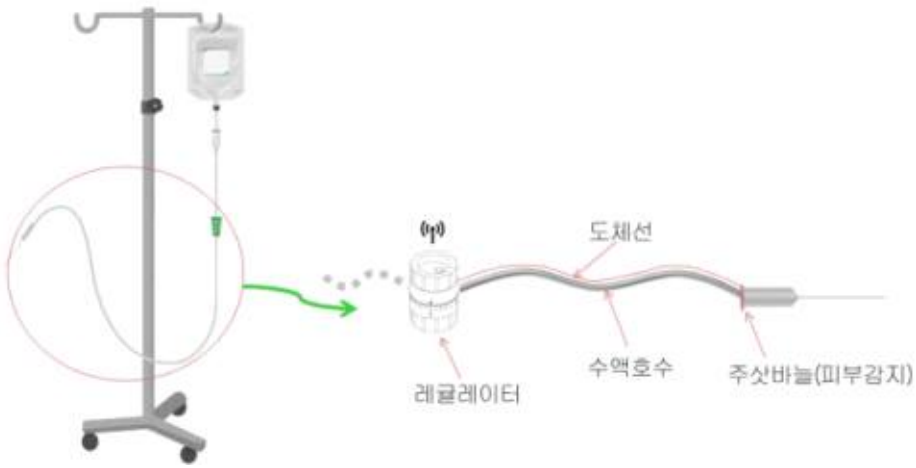
<RF 모듈>

- 주사바늘 삽입 유무 상태 확인 센서

→ 주사기가 제대로 삽입되어 있는지를 판단하기 위한 방법

→ 장착의 편리성 및 효율성을 고려하여 피부 접촉 유무를 판별할 수 있는 정전 센서를 사용

→ 주사바늘이 피부 조직 안에 있을 때와 피부 외부 상태를 구분할 수 있음



<주사바늘 삽입 감지 센서 흐름도>

→ 면적 65.886m2 의 동물 생산실이 5개 있으며 최대 100두의 동물 수용이 가능하여 최대

500마리까지 수용 가능 함. 현재 300두 실험용 돼지가 사양 관리 중에 있음

제 1 위탁기관(송백농장)

○ 현 농가의 문제점 파악 및 수액 및 개선

- 동물 수액처치 시 가장 큰 문제는 수액세트 끝 부분을 고정하는 방법
- 농가에서 가장 많이 사용하고 있는 방법 중에 한 가지인 **귀에 구멍을 뚫고 Tube를 묶는 방식**

<모돈의 귀의 정맥에 수액 투여 후 테이프 고정>

- 인의용 수액세트를 현장 적용 농가의 애로사항 및 요구사항

→ 현재 농가에서 사용되는 수액세트의 가장 큰 문제점은 동물용으로 적합하지 않은 인의용 수액세트가 동물의 수액처치 시 현지 농가에서 사용하는 것임

→ 따라서, 기존 인의용 수액세트의 문제점으로 수액처치 시 동물의 움직임(앉거나 보행) 등으로 고정이 어려워 Tube의 꼬임, 막힘, 주사바늘의 탈락 현상이 빈번하게 발생

→ 인의용 수액세트의 경우 용량 및 투여 속도가 동물과 달라 농가들의 현장 적용에 한계가 있음

→ 인의용 수액세트를 동물에 적용할 경우 Needle의 굵기 및 크기가 동물에 적합하기 않아 동물의 종 및 크기에 따라 적절한 적용에 어려움이 있음. 적절한 사이즈의 Needle을 사용하지 않을 경우 동물의 움직임으로 인하여 탈락이 발생하거나 불규칙한 수액 주입이 초래될 수 있음

→ 수액의 투여량이 불규칙하여 수액 투여량의 조절이 안 될 경우 처치 동물의 쇼크가 발생하기도 함

→ 일정량의 수액량을 조절하기 위한 유량조절기를 부착 시 비용 증가 문제로 인하여 현장 농가에서 일회용 수액세트를 다회 사용하는 곳이 많으며 위생 및 오염에 취약한 것이 현실

→ 따라서, 이생 및 감염에 대한 취약성을 개선/극복하기 위하여 경제성 및 사용 편의성을 갖춘 동물전용 1회용 수액세트의 개발이 필요

→ 인의용 수액세트의 문제점이 해소된 형태의 동물 전용 수액세트가 개발된다면 경제성 및 사용 편의성 측면에서 충분히 농가의 선택을 받을 수 있을 것으로 기대

- IV Catheter 개선

→ 현재 농가에서 사용하고 있는 주사바늘 (IV Catheter)이/가 인의용 제품으로 수액처방하다 보니 사이즈가 맞지 않아 수액 처방에 어려움이 있음

→ 돼지의 피부다 사람보다 두껍기도하고 혈관이 크며, 피부에서 혈관까지 깊이도 깊기 때문에 돼지 전용 IV Catheter가 있어야 함 (동물의 종류별로 평균 길이, 두께의 data가 있어야 함)

→ 인의용 IV Catheter의 최대 두께는 18G이고, 최대 길이는 50mm

→ 인의용으로 돼지의 피부를 통해 IV Catheter를 삽입해 Test 진행해본 결과 가장 적당한 길이는 70mm가 적당하며, 두께는 12~14G를 사용해야 한다는 결론

→ 주관 연구기관에서 IV Catheter를 개발 완료할 시 농가에서 직접 Test 진행 가능

제 2 세부 연구기관(전북대학교)

○ 돼지 사육 주기별 체액 조성 분석 및 수액 조성물 구성

- 성별/연령별 혈액과 분비물을 채취하여 주요 전해질, pH, 삼투농도 등 성분 분석
  → 돼지의 출생 체중은 1kg 내외이나 출하체중은 100kg 이상으로 체중의 변화가 크고 이에 따른 체액의 양, 비율, 조성 성분의 변화도 진행되므로 생장 주기에 따른 체액 조성의 변화를 분석하기 위하여 혈액 샘플을 경정맥에서 채취하여 EPOC®blood analysis 기기를 이용하여 혈액 화학검사, 혈액 가스 검사를 진행하였음
- 사육주기에 따라 자돈의 경우 25일, 50일, 100일 120일령으로 구분하였고, 모돈의 경우 후보돈, 임신돈, 분만돈으로 구분하여 pH, 주요 전해질(Na+, Cl-, K+, Ca++, HCO3-), 산소분압(pO2), 이산화탄소분압(pCO2), 헤마토크릿(Hct), 헤모글로빈 농도(cHgb) 등을 측정

표. 자돈 사육 주기별 혈액 가스 검사 평균값

사육주기	pH	pCO2	pO2	cHCO3-	BE(ecf)	cSO2
25일령	7.34±0.02	57.36±3.15	62.62±7.27	30.62±0.51	4.82±0.39	87.06±3.15
50일령	7.46±0.02	36.2±2.74	69.48±10.2	26.54±1.52	2.94±1.47	90.6±5.46
100일령	7.38±0.04	44.72±6.54	68.6±10.45	25.82±1.17	0.76±0.79	87.14±5.78
120일령	7.28±0.01	70.34±1.78	52.84±3.82	33.16±1.18	6.46±1.35	79.62±3.76

- 혈액 가스 검사 결과 자돈의 사육주기에 따른 검사 값의 유의미한 차이는 확인 되지 않았고 산소분압과 이산화분압이 일부 차이를 보였으나 정상 범주에 포함되어 큰 차이는 없었음

표. 자돈 사육 주기별 혈액 화학 검사 평균값

사육주기	Na+	K+	Ca++	Cl-	TCO2	Hct	cHgb
25일령	141.2±0.2	6.44±0.43	1.55±0.01	102.8±0.58	31.08±0.53	36±2.32	12.28±0.79
50일령	142±1.14	6.44±0.34	1.34±0.01	104±1.45	26.8±1.43	31.2±0.86	10.66±0.31
100일령	142±1.82	6.96±0.13	1.37±0.02	104.8±1.62	26.4±1.24	31.8±1.24	10.88±0.41
120일령	146±0.89	7.1±0.21	1.42±0.02	103±1.52	33.8±1.11	40.6±1.36	13.84±0.48

- 혈액 화학 검사 결과 자돈의 사육주기에 따른 검사 값의 유의미한 차이는 확인 되지 않았고 연령증가에 따라 Na+가 증가하는 경향을 보였으나 정상 범주에 포함되어 큰 차이는 없었음

표. 모돈 임신 전후 혈액 가스 검사 평균값

상태	pH	pCO2	pO2	cHCO3-	BE(ecf)	cSO2
임신전	7.34±0.02	61.7±4.05	40.68±2.51	33.12±0.73	7.34±0.69	69.78±4.11
임신중	7.37±0.04	53.14±6.12	69.84±23.57	30.22±1.24	5.02±0.88	79.94±7.22
분만후	7.4±0.01	48.98±3.03	78.48±17.87	30±1.08	5.16±0.91	90.44±3.29

- 혈액 가스 검사 결과 모돈의 임신 상태에 따른 검사 값의 유의미한 차이는 확인 되지 않았음

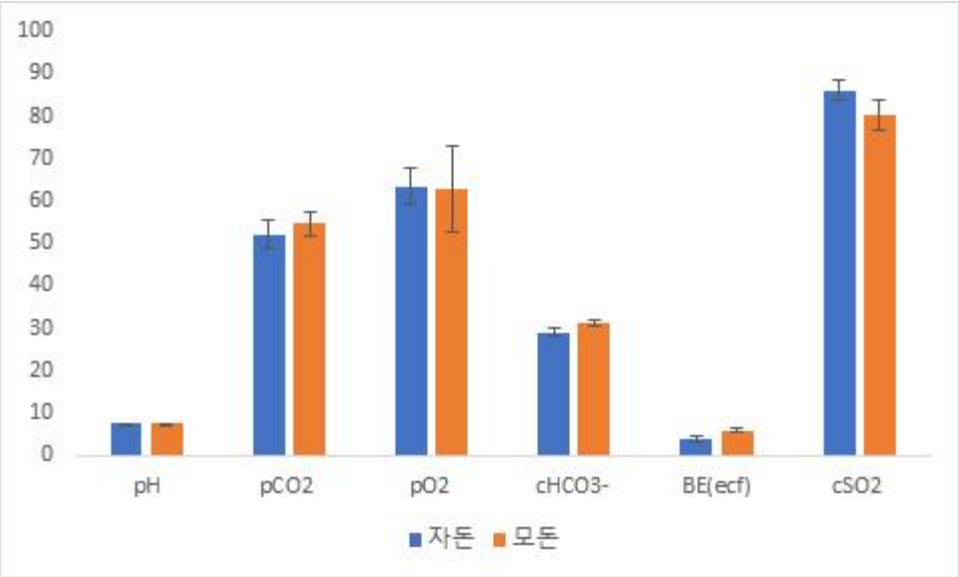
표. 모돈 임신 전후 혈액 화학 검사 평균값

상태	Na+	K+	Ca++	Cl-	TCO2	Hct	cHgb
임신전	142.4±2.68	5.56±0.3	1.39±0.04	98.2±2.35	33.5±0.75	49.6±2.16	16.88±0.72
임신중	144.8±1.16	6.16±0.45	1.28±0.05	106.2±0.86	30.62±1.28	43.2±2.71	14.76±0.91
분만후	142±1.64	5.54±0.25	1.34±0.02	100.6±1.69	30.3±1.04	37±1.3	12.56±0.48

- 혈액 화학 검사 결과 모돈의 임신 진행에 따라 분만 이후 헤마토크릿과 헤모글로빈농도의 감소가 측정되었음
- 이는 임신과 분만 과정에서 태반 혈류 공급 및 분만 시 출혈, 수유로 인한 혈구 재생 감소 등의 요인으로 모체의 적혈구 감소에 인한 것으로 추정되며 빈혈이나 혈액 순환 장애에 대한 사양관리와

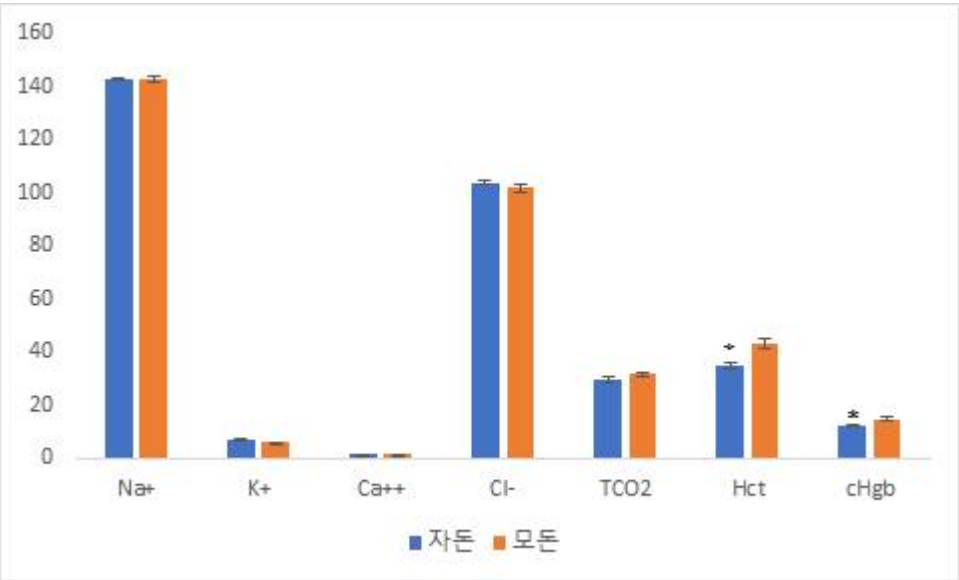
대비가 요구됨

그림. 자돈과 모돈의 혈액 가스 검사 평균값 비교



- 자돈과 모돈의 혈액 가스 검사 평균값 비교 결과 유의미한 차이는 확인 되지 않았으며 이들 수치는 나이나 체중의 증가에 따라 큰 변화는 없는 것으로 보임

그림. 자돈과 모돈의 혈액 화학 검사 평균값 비교



- 자돈과 모돈의 혈액 화학 검사 평균값 비교 결과 모돈에서 헤마토크릿과 헤모글로빈농도가 증가 되는 것을 확인할 수 있었으며 이는 성장에 따른 혈액량 증가로 인한 차이로 추정됨
- 모돈에서의 분만 이후 이들 수치의 감소는 증가 되었던 혈액의 손실을 반영하는 것이라 생각되며 분만 이후 회복과 건강관리를 위하여 혈류량 및 체액 증대를 위한 수액 처치와 철분 함량을 늘린 수액 처방이 필요할 수 있음

- 체액의 주요 구성 성분을 돼지의 상태에 따라 측정 후 통계적 분석
  → 체액의 주요 구성 성분의 변화를 분석하기 위하기 위하여 포도당(Glu), 젖당(Lac), BUN, 크레아틴 등의 함량을 추가적으로 분석하였음

표. 자돈 사육 주기별 혈액 추가 진단 검사 평균값

사육주기	Glu	Lac	BUN	Urea	Crea	BUN/Crea
25일령	157.4±3.83	3.924±0.5	8.2±0.97	2.94±0.34	1.08±0.05	7.64±0.98
50일령	132.2±3.12	3.768±0.63	4.2±1.74	1.48±0.62	0.932±0.04	4.38±1.80
100일령	110.6±5.22	5.92±0.75	8±0.71	2.84±0.29	1.376±0.04	5.88±0.75
120일령	105.6±4.2	7.268±0.67	12±1.3	4.24±0.47	1.962±0.08	6.02±0.45

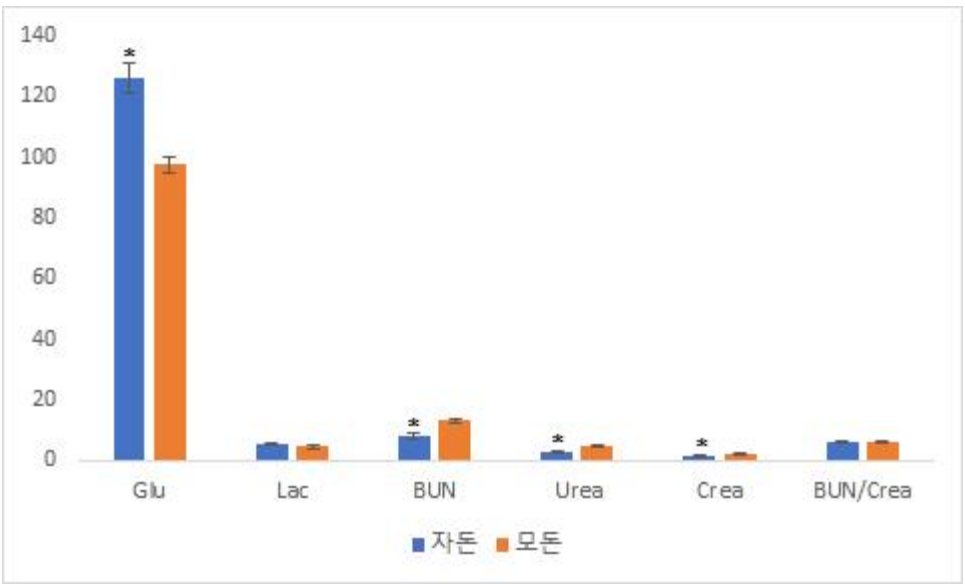
- 자돈의 사육 주기별 혈액의 추가 진단 결과 일령 증가에 따라 포도당이 점차 감소하고 젖당이 증가되는 것을 확인하였음
- 이는 어린 연령일수록 혈액의 절대량이 적고 혈당 조절 능력이 부족하기 때문으로 보이며, 이는 신생 자축의 설사로 인한 탈수 시 수분 손실 뿐 아니라 에너지 손실로 인하여 회복이 어렵고 피해가 크게 나타나는 것을 확인할 수 있음
- 따라서 자돈의 수액의 경우 포도당의 공급을 우선시 하여 에너지를 공급하고 쇼크를 예방하는 것이 요구됨

표. 모돈 임신 전후 혈액 추가 진단 검사 평균값

상태	Glu	Lac	BUN	Urea	Crea	BUN/Crea
임신전	95.6±2.42	6.01±1.24	10.8±1.16	3.78±0.36	2.14±0.12	4.98±0.47
임신중	91.8±4.12	3.8±0.85	13.2±2.08	4.62±0.73	2.33±0.13	5.54±0.74
분만후	105.4±3.93	3.37±0.65	15±0.84	5.32±0.28	2.29±0.23	6.74±0.59

- 모돈의 임신 상태에 따라 혈액의 추가 진단 결과 임신 중 포도당의 감소가 확인되었으며 이는 태반혈류 공급과 태아 에너지 공급에 의한 혈당 감소로 인한 것으로 보이며 임신돈에서 저혈당으로 인한 피해를 방지하기 위한 급이와 수액을 통한 포도당 공급이 도움이 될 것으로 예상됨

자돈과 모돈의 혈액 추가 진단 검사 평균값 비교



- 자돈과 모돈 혈액의 추가 진단 결과 자돈에서 포도당의 증가, 모돈에서 BUN, 요소, 크레아틴의 증가가 확인되었음
- 자돈에서의 포도당의 증가는 앞서의 결과와 같이 신생 자돈에서 나타나는 높은 혈당에 의한 것으로 자돈 체액의 포도당 함량이 높으므로 자돈용 수액에서는 이를 반영하여야 함
- 모돈에서 BUN, 요소, 크레아틴의 증가는 체중과 대사의 증가로 배출되는 양의 증가로 인한 것으로 보이며 BUN/크레아틴의 비율은 크게 변화가 없으므로 크게 고려해야 할 사항은 아님

- 혈액 검사 결과를 바탕으로 자돈에서의 저혈당 방지를 위한 수액의 조성, 모돈에서의 순환 장애 및 빈혈에 대한 수액의 조성에 관한 연구를 2차 년도에 수행하여 돼지 맞춤형 수액 조성에 관한 연구를진행하고자 함

제 3 세부 연구기관(크로넥스(주))

○ 스마트 수액세트의 전임상 시험을 위한 기반 확립

- 스마트 수액세트의 전임상 시험을 위한 시험 동물군 조성

→ 현재 크로넥스(주)사는 실험동물(돼지)의 생산 및 공급을 위해 연면적 963.213m2 공간에 동물 사육실, 수술실, 부검실, 기계실 등 용도별로 분리 구획된 시설을 갖추고 있음

→ 크로넥스(주) 생산관리 시설은 청정도의 유지를 위하여 각 공간별 소독 및 온/습도 유지가 가능하며, UV살균 및 역삼투압방식으로 정수된 물, 방사선조사된 사료가 공급되어 동물 내부 오염을 최소화 할 수 있도록 설계되어 있음

[크로넥스(사) 실험동물사육 및 생산 시설]

A) 임신돈 사육실 모식도 및 임신돈 사육실, B) 자돈 및 실험동물 사육실, C) 멸균 및 준비실]

→ 면적 65.886m2 의 동물 생산실이 5개 있으며 최대 100두의 동물 수용이 가능하여 최대 500마리까지 수용 가능 함. 현재 300두 실험용 돼지가 사양 관리 중에 있음

→ 크로넥스 동물 사육실에서 생산 및 사양관리 중인 사육 개체 중 동물 체액 조성 및 수액세트의 동물 적용을 위한 포유 자돈, 50일령, 100일령, 150일령, 성돈, 임신돈, 포유돈 및 질병 개체를 사육주기별/생장단계별로 각각 5두씩 선발함

[시험 동물군 조성 모습]

→ 동물의 선발 기준은 체형일 일정하고 강건한 개체로 선발하였으며, 질환 개체는 활력이 저하되어 있거나 호흡이 불량한 개체를 선발하여 시험 동물군을 조성함

그룹		A	B	C	D	E	F	G	H
		포유자돈	50일령	100일령	150일령	성돈	임신돈	포유돈	질환돈
1	ID	A-1	B-1	H5-1	H3-35	G7-31	J33-2	F11-42	H6-2
	채혈/분석일	21.09.15	21.08.10	21.08.10	21.08.18	21.08.18	21.08.18	21.08.19	21.08.26
2	ID	A-2	B-2	H5-2	H3-36	G7-32	F5-48	S11-8	H3-37
	채혈/분석일	21.09.15	21.08.10	21.08.10	21.08.18	21.08.18	21.09.24	21.08.19	21.09.27
3	ID	A-3	B-3	H5-3	H3-37	G7-33	SF-3	D5-6	
	채혈/분석일	21.09.15	21.08.10	21.08.10	21.08.18	21.08.18	21.09.24	21.09.01	
4	ID	A-4	B-4	H5-4	H3-38	G7-34	F11-22	KKP-3	
	채혈/분석일	21.09.15	21.08.10	21.08.10	21.08.18	21.08.18	21.09.24	21.09.01	
5	ID	A-5	B-5	H5-5	H4-7	G7-35	F9-25	F11-25	
	채혈/분석일	21.09.15	21.08.10	21.08.10	21.08.18	21.08.18	21.09.24	21.09.01	

[표1. 시험 동물군 조성표]

- 전임상 시험을 위한 사육 주기별/생장 단계별 데이터 수집 및 적용

→ 마트 수액세트의 전임상 시험을 진행하기 위한 사육주기별/생장 단계별 적용 동물의 체형 및 체액의 성분을 분석함

[시험 동물군 표현형 측정]

그룹		포유자돈	50일령	100일령	150일령	성돈
체중(kg)	평균	8.05	11.63	22.35	27.38	62.76
	SD	0.4	0.6	0.79	1.33	4.72
체장(cm)	평균	38.20	46.80	56.40	71,06	86.40
	SD	2.77	3.11	2.70	3.81	6.41

[표2. 시험 동물군 표현형 측정 결과]

→ 선발 된 포유 자돈(3-4주령), 50일령, 100일령, 4-5개월령, 성돈, 임신돈, 포유 모돈, 질병 개체 8개의 시험그룹에서 12시간 이상 절식(음용수는 자유 급수) 시킨 후 경정맥에서 10㎖ 채혈 후 혈액을 0.5㎖을 항응고제가 담긴 분석 튜브에 넣고 자동혈액분석기로 혈구세포를 분석함[표3]

→ 체액 내 생화학적 검사를 수행하기 위하여 채혈 한 혈액 중 2.0㎖은 항응고제가 없는 튜브에 넣고 실온에서 최소 90분간 정치 시킨 후 원심분리하여 혈청을 분 하고 자동혈액생화학분석기를 사용하여 표2에 나타난 항목에 대하여 분석을 수행함[표3]

Number of Leukocytes Between Conventional Pigs and M-Pigs		
Test Name	Conventional Pigs	CRONEX M-Pigs®
Leucocytes (K/dl)	18.78 ± 2.95	14.75 ± 0.96
Neutrophils (K/dl)	8.97 ± 1.79	7.90 ± 0.52
Eosinophils (K/dl)	0.11 ± 0.03	0.20 ± 0.04
Basophils (K/dl)	0.03 ± 0.008	0.07 ± 0.007
Lymphocytes (K/dl)	9.23 ± 1.26	6.59 ± 0.59
Monocytes (K/dl)	0.44 ± 0.05	0.35 ± 0.05

Normal Hematological Values in CRONEX M-Pigs® (Mean±SD)					
	Unit	포유 자돈	50일령	100 일령	150일령
WBC	103/μl	13.26±10.63	11.80±5.21	17.92±2.79	15.00±3.31
Lymphocyte	%	54.83±5.67	41.18±7.56	40.16±10.30	44.73±9.62
Eosinophil	%	0	0.66±0.41	1.24±0.68	0.03±0.05
Basophil	%	0.35±0.19	0.45±0.16	0.47±0.12	0.36±0.05
RBC	106/μl	3.47±0.84	6.93±0.73	6.70±1.82	8.37±0.51
Hematocrit	%	14.03±4.15	34.95±5.71	36.02±8.53	45.13±3.60
Platelet	103/μl	1374±881	655±335	453±177	477±119

Normal Serum Biochemical Constituents in CRONEX M-Pigs® (Mean±SD)					
	Unit	포유 자돈	50일령	100 일령	150 일령
GGT	IU/l	54.75±8.54	93.10±29.86	96.44±36.61	83.25±28.93
AST	IU/l	42.50±18.27	6.09±40.11	34.44±25.37	20.75±4.35
ALT	IU/l	13.50±3.32	8.91±13.09	35.22±19.76	30.50±2.38
Amylase	IU/l	1209±122	1237±285	1622±263	1801±376
BUN	mg/dl	12.65±2.44	11.06±4.56	11.98±4.69	15.13±5.90
Glucose	mg/dl	109.25±33.86	78.73±11.77	100.38±14.98	118.00±44.94
Phosphate	mg/dl	10.33±1.14	8.18±1.61	10.53±0.82	13.23±2.20
Calcium	mg/dl	9.95±0.99	9.74±0.86	10.93±1.20	9.43±0.12
Albumin	g/dl	4.35±0.25	4.33±0.54	4.76±0.32	4.63±0.15
Cholesterol	mg/dl	119.00±15.73	110.50±23.33	136.88±125.63	131.50±55.26
Creatinine kinase	mg/dl	NA	531±209	469±215	61±34
Creatinine	mg/dl	0.58±0.39	1.29±1.91	0.77±0.26	1.08±0.41
T-bilirubin	mg/dl	0.48±0.19	0.37±0.23	NA	NA
T-protein	g/dl	6.83±0.51	7.98±1.08	8.29±0.85	8.83±0.66
Globulin	g/dl	2.48±0.28	3.67±1.19	3.51±0.80	4.10±0.78
GGT: gamma glutamyl transferase, AST: aspartate aminotransferase, ALT: alanine aminotransferase, BUN: blood urea nitrogen, NA: not available					

[표3. 사육 주기별/생장 단계별 혈액학적/생화학적 분석 결과]

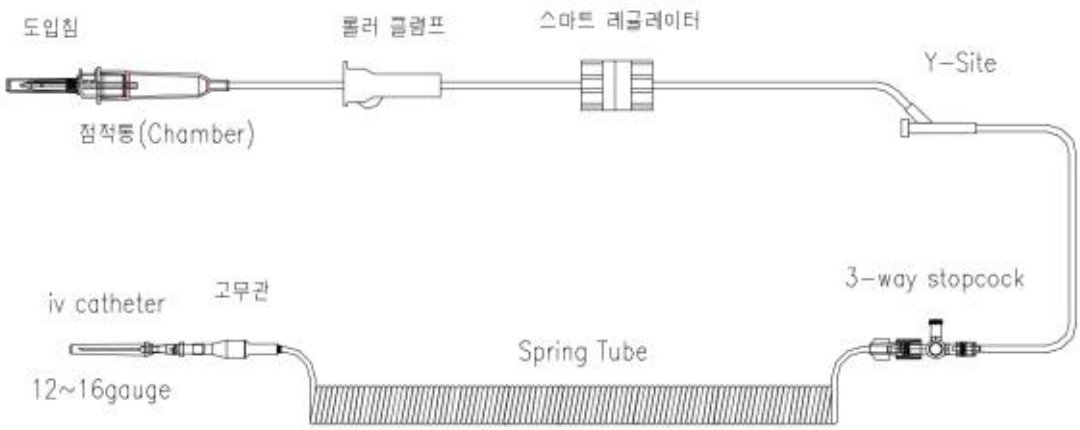
<2차년도(2022년)>

1) 주관 및 1세부 연구기관(성원메디칼(주)) :
▶ 시제품 제작 및 시스템 구축 • 시제품 분석 및 문제점 개선 방안 모색 센서 시스템과 시제품 조립 검토 • 어플리케이션과 센서 시스템과의 상호작용 검토 • QR 코드 또는 바코드 기술 개발 및 적용 • 박테리아 판독기기 개발
– 1위탁기관(송백농장)
▶ 시제품 농가 적용 Test 시행 • 시제품을 농가에 직접 사용하여 사용성 평가 (기본형 수액세트) • 시스템 구축을 위한 개선 방안 및 idea 도출
2) 2세부 연구기관(전북대학교)
▶ 맞춤형 돼지 수액 조성 및 시제품 제작과 농가 현장 적용 시험 • 체액 조성 분석 결과에 따라 맞춤형 자돈/모돈 수액 제작 • 맞춤형 돼지 수액 시제품 농가 현장에 적용
3) 3세부 연구기관(크로넥스)
▶ 스마트 수액세트의 전임상 시험을 위한 동물 모델 구축 • 스마트 수액 세트의 전임상 시험을 위한 동물의 질환 모델 확립 • 스마트 수액 세트의 전임상 시험을 위한 병성 검증 시스템 구축

제 1 세부과제(성원메디칼(주)), 위탁기관(송백농장)

○ 시제품 제작 및 시스템 구축

• 시제품 분석 및 문제점 개선 방안 모색 / 센서 시스템과 시제품 조립 검토



신규 개발 동물용 스마트 수액세트 제품군

• **시제품 농가 적용 Test 진행 (위탁기관 송백농장)**

→ 동물용 수액세트(기본형) 구성품 샘플 제작 후 농가 적용 Test 진행

- 기존 시제품 점적통 ~ 3-way stopcock 길이 1,200mm / Spring Tube 길이 2,000mm
- 시제품 수정 내용 및 수정 사유

1) Y-site와 3-way stopcock 위치 변경 요청
   3-way stopcock이 Spring Tube 바로 위에 위치하다보니 추가 약물 주입을 위해 다른 Tube를 연결하면 위치가 낮거나 Spring Tube와 너무 가까워서 Tube가 휘는 현상이 발생
   그로 인해 주사침으로 약물 주입이 가능한 Y-site와 3-way stopcock의 위치를 변경

2) Spring Tube의 길이를 2,000mm → 3,000mm 변경 요청
   2,000mm의 Tube일 경우 돼지가 움직일 때 늘어난 Tube의 길이가 부족함

3) Spring Tube와 고무관 사이의 직선 길이를 100mm 정도 더 길게 수정
   고무관과 Tube 사이의 길이가 짧아서 돼지가 움직일 때 고무관과 본딩된 부분에서 Tube가 휘어지는 현상이 발생함
   Tube가 휘어지면 그 힘으로 인해 돼지의 귀에 연결되어있는 iv catheter와 탈착이 발생

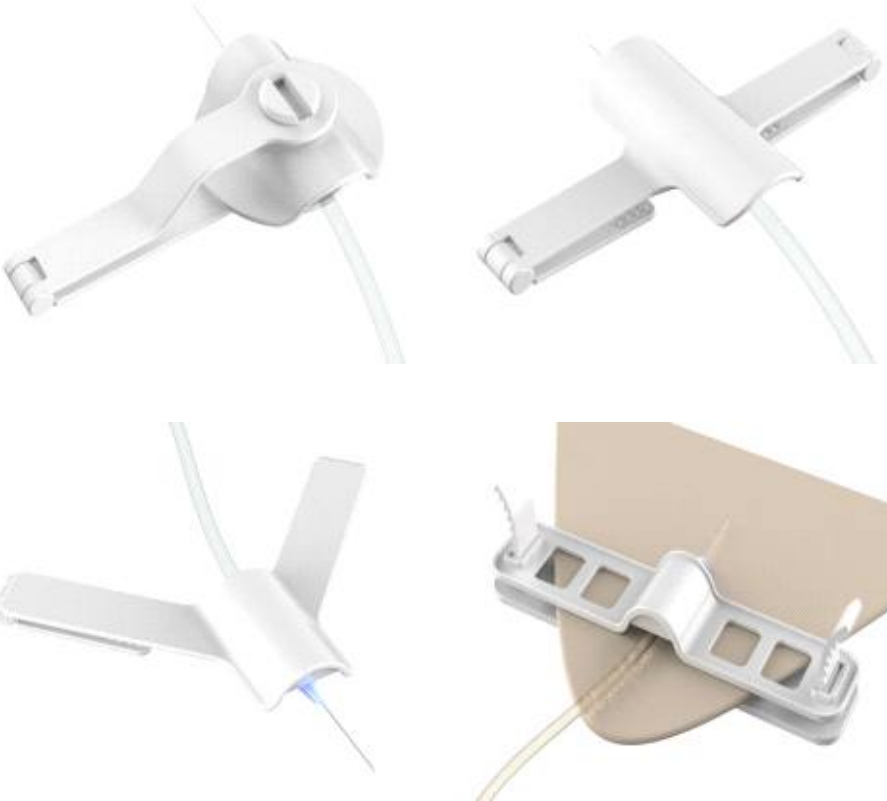
• **레귤레이터 센서 시스템 개발**

– 레귤레이터 센서 시스템 디자인 선정

1) 1차 디자인

– 레귤레이터 (3가지의 디자인)

– 고정 장치 (4가지 디자인)



– 1차 디자인 검토 결과

→ 레귤레이터의 1,2번은 상단이 비어있는 느낌을 주기에 상단 부분에 디자인 추가 요청

→ 3번 레귤레이터는 유량 조절 시 센서 부분이 손에 걸려서 사용하기 불편할 것으로 예상

→ 1,2,3번의 고정 장치는 돼지의 귀에 고정하였을 때 조금만 흔들거나 벽에 비빌 시 쉽게 탈착될 것으로 예상

→ 4번도 탈착될 것으로 예상하지만 1,2,3번보다는 조금 더 고정될 것 같은 느낌

→ 돼지의 귀에 구멍이 있으므로, 이 부분 고려해서 디자인 재요청

2) 2차 디자인

- 레귤레이터 (3가지의 디자인)

- 고정 장치 (2가지 디자인)

- 2차 디자인 검토 결과

→ 1번과 비슷한 디자인으로 진행하되 상/하 대칭이 되도록 디자인 재요청

→ 2,3번은 1차 L자 방식의 디자인처럼 레귤레이터 회전 시 사용감에 불편함이 있을 것으로 예상되어 회전 시 작업자의 손에 방해가 되는 부분은 삭제

→ 돼지 귀에 구멍이 있는 것을 고려하여 나사로 고정하는 방식
돼지 귀에 구멍이 일정한 곳에 뚫린 것이 아니기 때문에 조절이 가능한 방식으로 수정 요청

→ 양 끝에 나사로 고정하는 방식은 강하게 고정한다고 하더라도 빠질 가능성이 있다고 예상

3) 3차 디자인

- 레귤레이터 (4가지의 디자인)

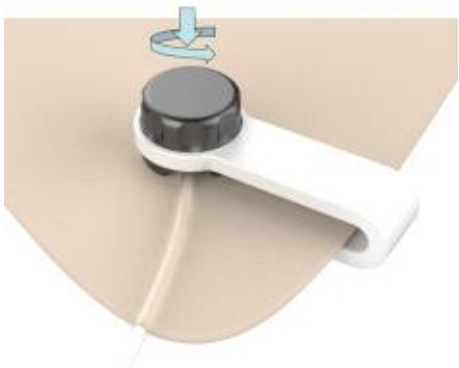
- 3차 디자인 검토 결과

→ 1번의 디자인이 가장 좋음

→ 2,3번은 구매자의 입장에서 봤을 때 디자인이 구매하고 싶은 욕구가 많이 생기지 않을

것으로 판단하였고, 금형 사출 시 금형 구조가 어려울 것으로 예상
→ 4번의 디자인은 괜찮지만 금형 사출 시 구조가 너무 어려울 것으로 예상
→ 1번 디자인으로 최종 디자인으로 추가 보완 요청

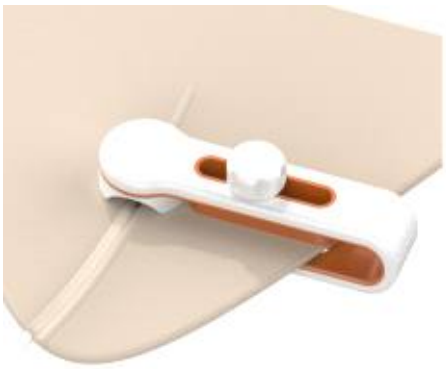
4) 4차 디자인
- 고정 장치 (5가지 디자인)



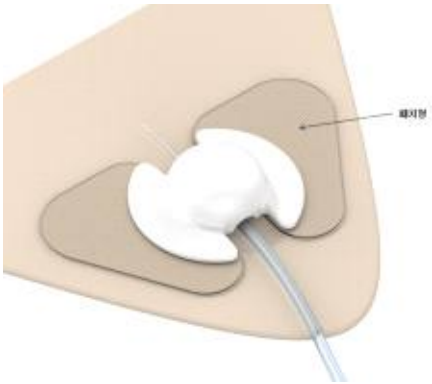
→ 심플한 클램프형 구조로 상단을 회전시켜 고정하는 방식

→ 1번의 심플한 클램프형 구조와 비슷하지만 돼지 귀에 상처를 피하기 위해 검은색 실리콘 바닥을 추가하였고, U자의 형상에 강도를 높이기 위해 검은색의 고강도 재질을 추가

→ 가장 좌측 부분은 IV Catheter가 고정될 부분, 가운데 클램프 부분은 돼지 귀의 구멍 위치를 고려하여 좌/우로 움직여 구멍을 찾을 수 있도록 고려한 디자인
→ 클램프는 돼지의 귀 구멍보다 크게 만들어서 위/아래로 고정이 될 수 있는 디자인으로 구성



→ 3번 디자인과 비슷한 구조지만 가운데 클램프 부분에서 돼지의 귀를 추가로 잡아줄 수 있도록 실리콘 구조를 추가한 디자인



→ 1,2,3,4번 디자인과는 다르게 가운데는 허브 방식으로 IV Catheter를 고정하고, 양 측면에 패치형으로 부착할 수 있도록 디자인

→ 해당 디자인은 돼지의 귀에 털이 있기 때문에 제대로 부착이 되지 않을 것으로 판단

5) 5차 디자인

- 레귤레이터 (4가지의 디자인)

→ 1번 디자인은 가운데 눈금 부분을 보호하는 캡을 씌운 디자인

- 회전 시 캡 내의 레귤레이터만 회전되어 Tube가 찍힐 가능성이 있음

→ 2번 디자인은 전체 보호 캡을 씌우고 캡에 성원메디칼의 마크를 추가 (보호캡은 상/하 나눔)

- 4가지의 디자인 중에 현재 디자인이 가장 좋음

→ 3번 디자인은 1번 형상에 전체 보호 캡을 씌운 디자인 (보호캡은 상/하 나눔)

- 2번과 비슷한 디자인이지만 성원메디칼의 회사 마크가 있는 부분이 조금 더 선호

→ 4번 디자인은 기존 레귤레이터와 다른 방식의 디자인으로 접근하여 1자가 아닌 대각선 빗금으로 형상을 나타낸 디자인

- 빗금의 디자인은 기존과 다른 느낌을 주지만 유량을 정확히 측정해야 하는 레귤레이터는 정확하게 맞추기 힘들뿐더러 빗금으로 되어있어서 어지럽게 보이는 디자인으로 판단

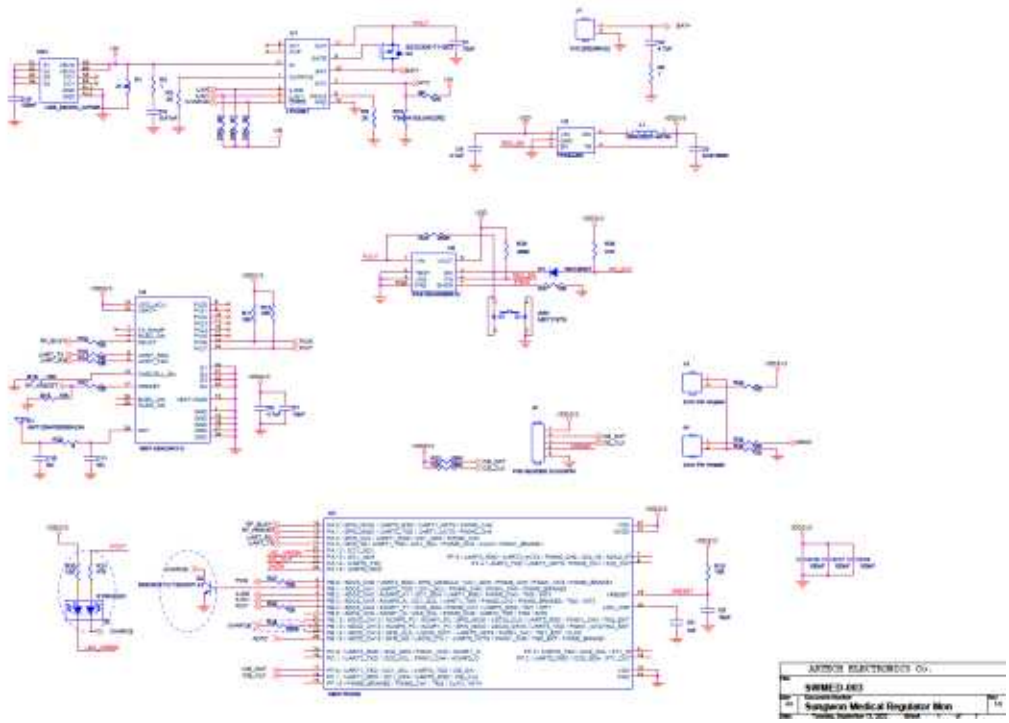
▶ 최종적으로 2번 디자인과 고정 장치는 4번 디자인에 1번 클램프를 추가하는 방식으로 최종 결정하였으며, 시제품 제작 요청

6) 수액관리(레귤레이터) 사양

항목	사양	비고
RF 무선 통신 주파수	447Mhz	
배터리 용량	180mAh	
충전 어댑터	USB C Type @5V	
RF 통신 거리	최대 200m	Open Area 조건
배터리 동작 시간	완충 시 최대 8시간	
레귤레이터 값 확인 소자	가변저항 방식	
소비전류	최대 40mA	

- PCB 보드 및 기능 설명

- PCB 보드 회로도



- 레귤레이터에 구현될 기능
  ① 중앙 제어 회로 설계
  ② RF 통신 모듈 설계

③ 주사바늘 감지를 위한 센서 설계

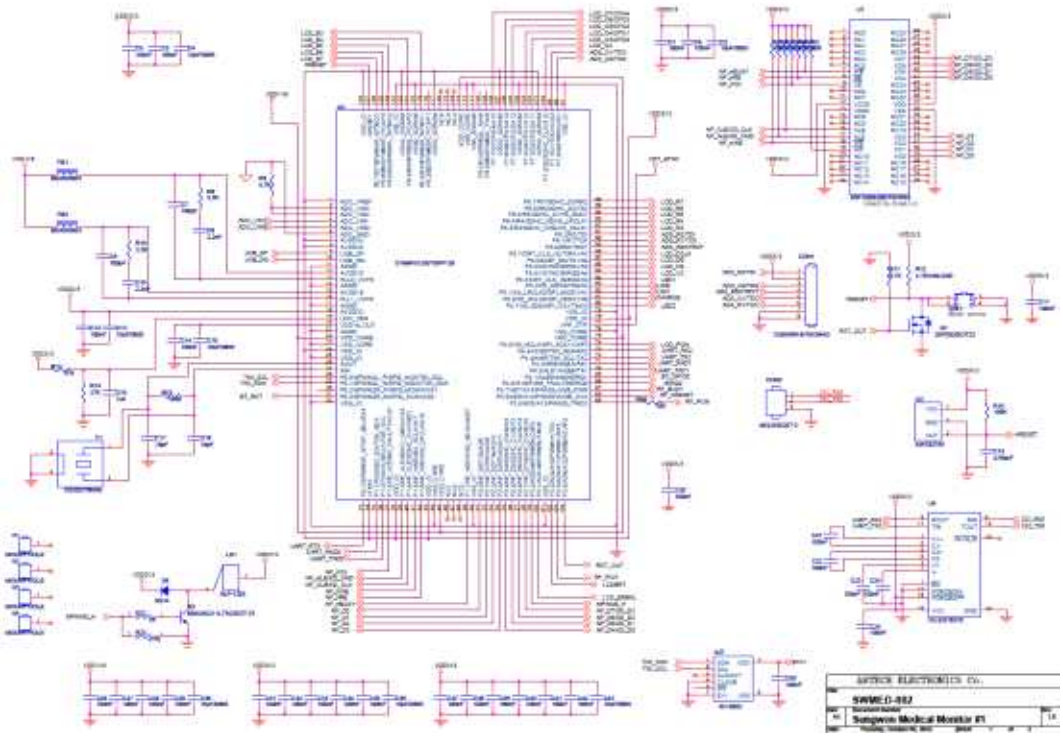
④ 전원용 베터리 설계

7) 수액관리(모니터링) 사양

항목	사양	비고
LCD Size	7“ TFT LCD with Touch	
RF 무선 통신 주파수	447Mhz	
블루투스	BLE	
배터리 용량	5,000mAh	
충전 어댑터	5V @2A	
RF 통신 거리	최대 200m	Open Area 조건
배터리 동작 시간	완충 시 최대 8시간	
소비 전류	최대 0.7A	

- PCB 보드 및 모니터링 보드

- 모니터링 보드 회로도

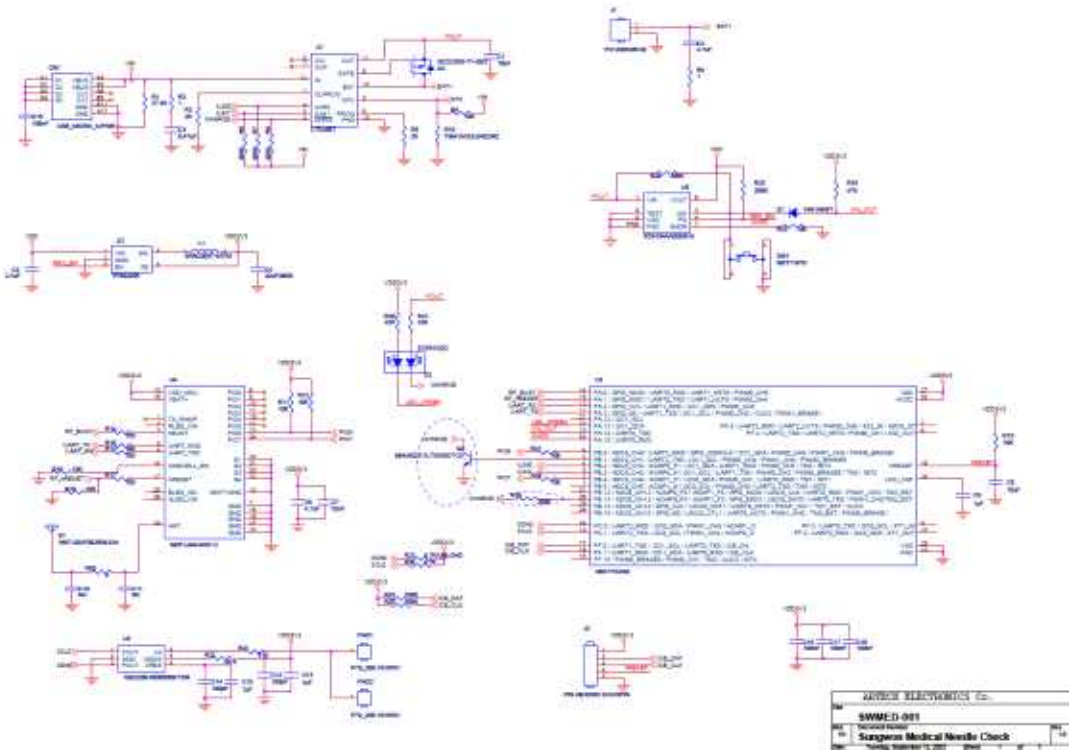


8) 수액관리(니들 고정 장치) 사양

항목	사양	비고
RF 무선 통신 주파수	447Mhz	
배터리 용량	180mAh	
충전 어댑터	USB C Type @5V	
RF 통신 거리	최대 200m	Open Area 조건
배터리 동작 시간	완충 시 최대 8시간	
고무관 감지 센서	정전용량 감지 센서	
소비전류	최대 40mA	

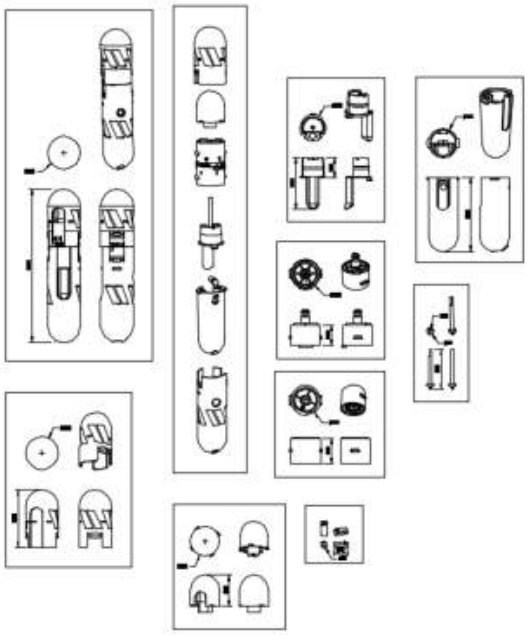
- 고정 장치 PCB 보드 및 기능 설명

- 고정 장치 보드 회로도

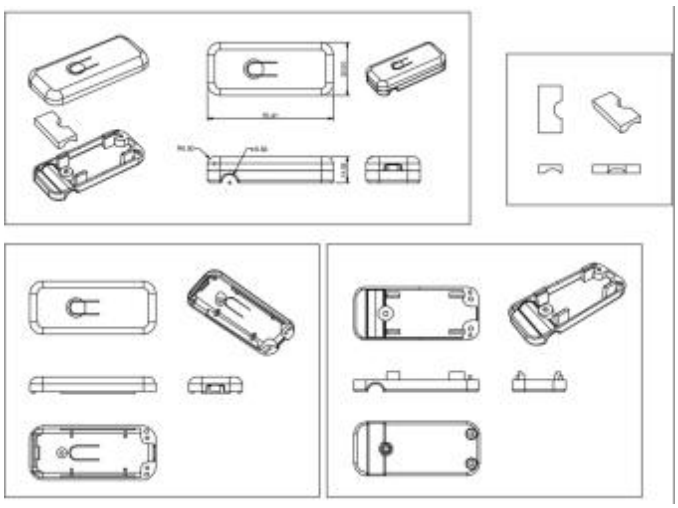


9) 수액세트 시스템 최종 제품도

a) 도면 (2D)

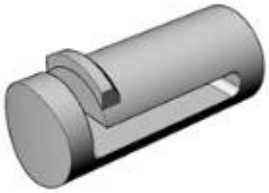


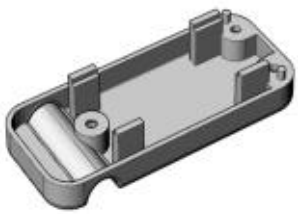
레귤레이터



고정 장치

10) 수액세트 시스템 구성품 Part list (3D)

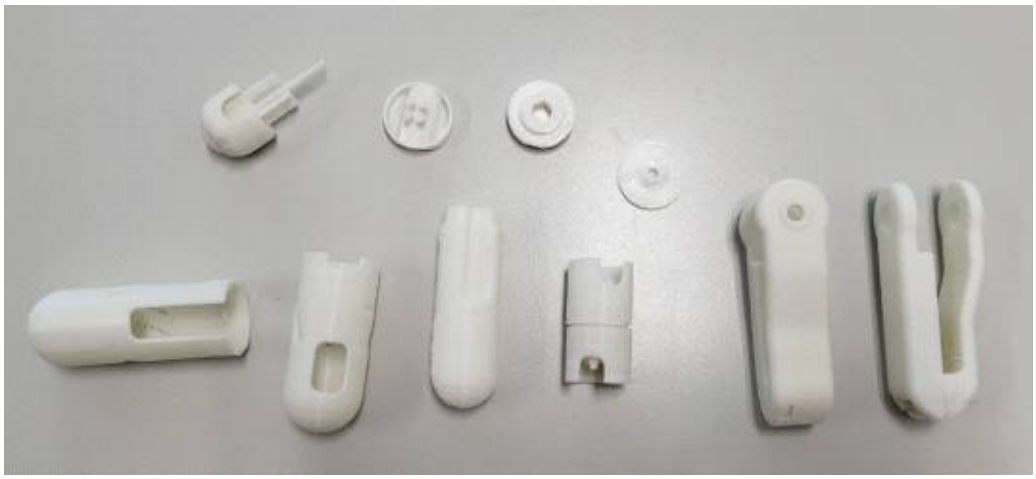
No.	Part Name	재질	비고
1	Regulator Checker Base	ABS	
2	Regulator Checker Base Holder (Cover)	PC	
3	Regulator Checker Top Cover	ABS	
4	Regulator Checker Driver	PC / AL	
5	Regulator Checker Button	ABS	

6	Regulator Checker Driver Rotator	ABS	
7	Regulator Checker Driver Rotator Holder	PC	
8	Regulator Upper	ABS	
9	Regulator Under Cover	ABS	
10	Needle Checker Upper Cover	ABS	
11	Needle Checker Under Cover	ABS	
12	Needle Checker Electric Pole	AL	

– 레귤레이터 조립 시제품

1) 1차 디자인 및 시제품

디자인 최종 결정 후 해당 제품 형상을 확인하기 위해 3D 프린팅 진행한 샘플



3D 프린팅 진행한 시제품 샘플

• 1차 시제품의 문제점
- 레귤레이터의 정밀한 구조를 3D 프린터로 구현하기 어려움
- 소재가 같은 ABS지만 3D 프린터 소재의 특성상 성분이 달라 거친 느낌이 있고, 경도가 약해서 얇은 부분은 쉽게 부서지고, 텐션이 약한 부분은 쉽게 끊어짐
- 귀에 고정하는 고정 장치의 경우 size가 큼
  돼지는 귀에 민감하기 때문에 귀에 무언가 있으면 떼려고 벽에 계속 비비는 습성이 있음
  그러다보니 시제품이 크고 무거워서 탈착 가능성이 높고, 탈착되면 돼지한테 위험도도 높음
- 1차 시제품 검토 후 미팅
- 3D 프린터가 아닌 목업 제작 후 조립
- 시제품에 PCB를 부착해야 모니터링이 가능하지만 3D 프린터 제품으로는 PCB 부착이 어려움

2) 2차 시제품

1차 시제품 문제점 보완 후 2차 시제품 샘플 제작, 모니터링 모듈 제작, 고정 장치 제작

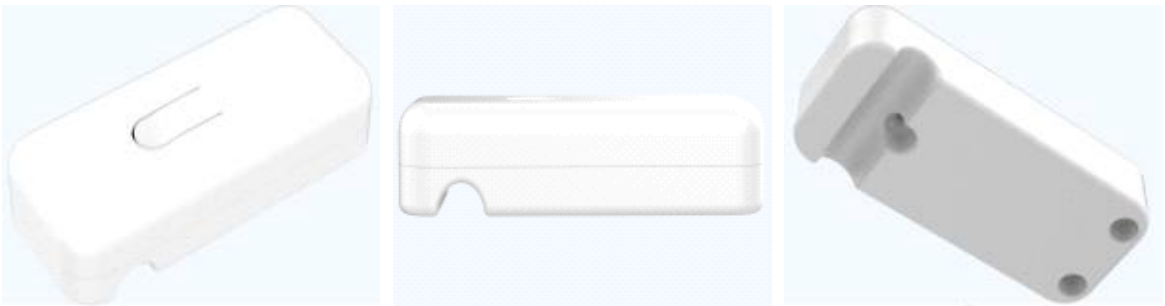
• 2차 시제품 샘플 제작 (레귤레이터)

레귤레이터 2차 샘플

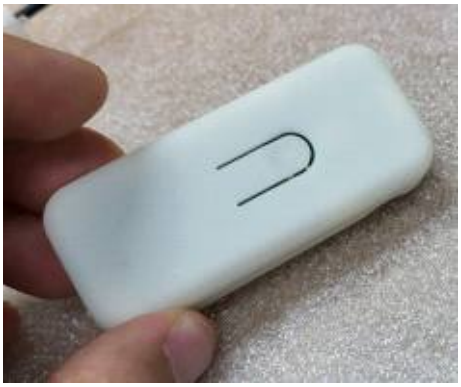
레귤레이터 2차 샘플 조립 형상

- 내측 레귤레이터는 기성품을 사용하고 나머지 구성품은 모두 3D 프린터로 프린팅하여 조립
- 하측의 검은색 볼트 부분이 레귤레이터와 연결되어 레귤레이터 회전 시 하측에 조립된 PCB가 같이 회전되어 값을 측정하고, 측정된 값이 모듈에 나타남
- 가운데 검은색 원형은 센서 작동 버튼 (한번 누르면 On / 5초 이상 누르면 Off)

• 2차 시제품 샘플 제작 (고정 장치)



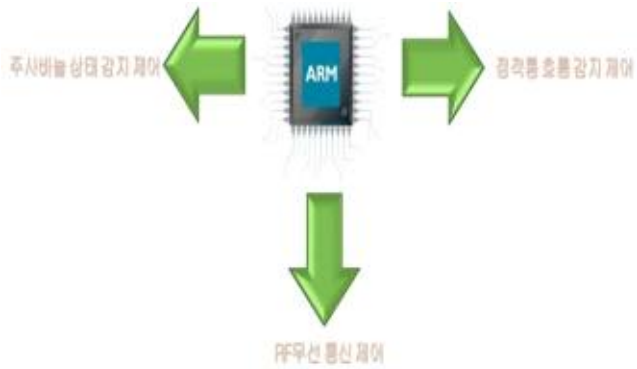
- 1차 디자인 시제품 검토 결과 고정 장치의 크기가 너무 크다고 함
- 크기가 너무 크면 돼지 귀에 장착 시 귀에 무언가가 있다는 느낌에 귀를 벽에 부딪치는 일이 발생하고, 그로 인해 고정 장치가 탈착되거나 부서져 위험이 발생할 가능성이 있음
- 시제품의 무게 또한 무겁기 때문에 떼려고 흔들거나 벽에 부딪치는 일이 발생
- 1차 시제품에서 경량화하고 단순화하여 시스템만 작동하도록 수정



- 1차 시제품 디자인 수정 후 시제품 완성
- 가운데 타원형 부분이 전원 버튼 (누르면 불이 들어오며, 5초 이상 누르면 off)
- 우측 반원으로 움푹 들어간 곳에 센서가 부착되어 있어서 고무관, IV Catheter와 접촉 시

데이터가 전송되어 모듈에 “정상” 표시로 나옴
- 고무관, IV Catheter와 떨어졌을 경우 “빠짐” 표시로 모니터에 표기됨
- 현 제품으로 고정할 수 있는 방안은 추가 검토
  경량화를 목적으로 다른 부분은 모두 삭제하고 센서 부분만 남겨둔 시제품이며, 사용 시 테이프로 테이핑하여 사용
  고정 방법은 추가 보완 예정

• 2차 시제품 샘플 제작 (모듈)
- 축사에서 발생된 이벤트를 RF 무선 통신을 통해 관리자 동으로 전송
- 축사에서 받은 이벤트를 단말기에서 수신
- 관리자의 테블릿이나 휴대폰으로 전송 (어플)



<중앙 제어 MCU>

<RF 모듈>

- RF 모듈 (형상)

- RF 모듈 (좌측 빨간색 버튼 = 전원 버튼)

- RF 모듈 (전원 On 했을 때 형상)

돼지의ID, 축사번호, 수액량, 주입속도, 시작 시간 – 남은 시간, 주사기 탈/부착 상태, 설정

- RF 모듈 (위의 목록을 지정할 설정 버튼)

설정 버튼 누른 후 조건 값 지정 후 저장 (화살표는 바의 위치 이동)
레귤레이터의 고유 ID와 고정 장치의 고유 ID 입력 (설정 전에 둘 다 전원 On 상태여야 함)

- 테블릿 (형상)

가운데 성원메디칼 어플 터치

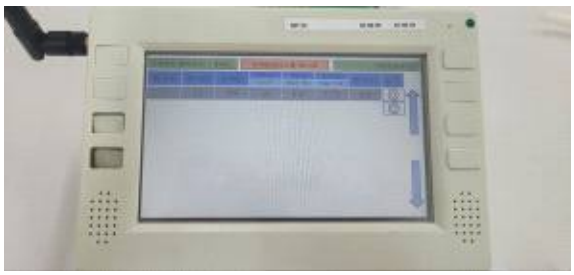
- 테블릿 (어플 터치 후 상태 확인)

해당 목록은 레귤레이터 종류별로 저장된 목록들
오른쪽 상단 수신 버튼을 누르면 전원 On 된 레귤레이터만 연결됨

- 테블릿 (연결된 레귤레이터)

현재 레귤레이터와 연결 상태 모니터링

- 모듈, 테블릿, 고정 장치 모두 연결 (정상일 때)



고정 장치의 전원을 켜고, 고무관에 닿았을 때 모듈에서 “정상”이라고 현재 상태를 알려주며, 모듈에서의 상태를 테블릿으로 전송되어 동일한 상태를 어플을 통해 보여줌

- 모듈, 테블릿, 고정 장치 모두 연결 (탈착되었을 때)

– 스마트 수액세트 현장 사용성 Test 진행

1) 협력업체 현장에 Test 참관

IV Catheter 투침부터 프레임에 안착되어 수액세트를 고정할 때까지 Test 진행

마취 시행할 테이블

마취 중

혈관 체크

IV Catheter 삽입

IV Catheter 삽입

수액라인 삽입 후 테이핑

고정 장치 안착

귀 끝에 고정이 가능

고정 장치 테이핑

테이핑

테이핑 후 전원 on

- 현장 프레임에 설치했을 때의 모습

• 프레임에 설치했을 때의 문제점
- Spring Tube의 길이를 2,000mm에서 3,000mm로 늘렸으나, 농가마다 프레임의 크기와 위치가 달라서 3,000mm의 길이도 짧은 느낌이 있음
- 점적통 ~ 3-way stopcock까지 중간에 고정할 수 있는 폴대가 있으면 좋겠다는 의견
  레귤레이터의 무게 때문에 수액 라인이 처져 수액백에서 Needle이 빠질 위험이 있음
- 모듈과 테블릿의 작동 상태는 양호하지만, 방을 벗어나면 연결이 수월하게 되지 않음

• 해당 돼지는 흑돼지로 Test 진행하였으나, 일반적으로 수액이 처치되는 YL(F1)으로 시험이 될 수 있도록 진행할 예정

- 박테리아 검출 장비 시제품 제작 및 작동 상태 확인

시제품 형상

좌측 버튼 : Test (영점)
우측 버튼 : Start (측정)

전원 연결

Tube 삽입 후 Test 버튼
기준점(영점) 셋팅

기준점(영점) 셋팅 : 100

오염된 다른 Tube 삽입 후 Start 버튼, 측정값 : 28

오염된 다른 Tube 삽입 후 Start 버튼, 측정값 : 46

- 기준점(영점) 셋팅 시 기준이 되는 Tube를 삽입 후 Test 버튼을 눌러 영점 셋팅
- 이후 다른 Tube를 삽입 후 Start 버튼을 눌러 측정
- 현재 기준점은 숫자 100으로 되어있으며 숫자가 적을수록 오염도가 심한 정도를 나타냄

제 2 세부 연구기관(전북대학교)

○ 돼지 맞춤용 수액 조성 연구 및 제작

- 1차 년도 연구 결과, 모돈에서는 임신이 진행됨에 따라 포도당의 감소가 관찰되었고 자돈에서는 일령 증가에 따라 포도당이 점차 감소하고 젖당이 증가되는 것을 확인
- 이에 저혈당 및 빈혈 방지를 목적으로 포도당, 철분 등을 직접적으로 투여하기에 앞서 이것들이 잘 용해될 수 있는 기본 수액 조성을 구성하고자 함
- 일반적으로 소나 돼지 등 중/대동물에서 탈수 증상이 관찰될 경우 경구 투여를 실시하나, 탈수 외에도 지속적인 구토, 설사 등 체액과 전해질의 손실 속도가 경구적으로 흡수할 수 있는 능력을 초과할 경우 정맥주사 (IV)를 통해 체액을 보충
- 이 때 통상적으로 사용되는 수액으로는 0.9% NaCl, 5% Dextrose, Hartmann's Solution(H/S)가 있는데, 이 중 상대적으로 균형 잡힌 수액으로 알려진 H/S를 통제군으로 설정

Hartmann's solution (H/S) 수액 조성 (1000㎖ 기준)

Na+ (mEq/L)	K+ (mEq/L)	Ca2+ (mEq/L)	Cl- (mEq/L)	Lactate (mEq/L)	pH	삼투압 (mOsm/L)
130	4	2.7	109	28	5.0-7.0	27

그룹별 수액 조성 : 실제 투여량 (1000㎖ 기준)

질량 (g/L)	NaCl	KCl	CaCl2·2H2O	Sodium Lactate 60%
Control (H/S)	5.0	0.30	0.20	3.10
Group 1	6.0	0.30	0.20	5.50
Group 2	7.15	0.30	0.20	3.10
Group 3	6.0	0.50	0.20	3.10
Group 4	6.0	0.50	0.20	5.50

- 수액 제조 시 수액을 보관할 수 있는 수액백은 크게 폴리염화비닐(PVC)과 Non-PVC(PP, PE 등)로 나눌 수 있으나 PVC 재질의 수액백은 수 년 전, 인의에서 니트로글리세린, 사이클로스포린, 타크로리무스 등의 약물이 흡착된다는 환경부, 식품의약안전처의 조사에 따라 대부분의 수액백들이 Non-PVC 재질로 대체
- 실제 시중에 판매되는 수액의 수액백은 수액과 닿는 면은 PP나 PE 등의 Non-PVC 재질로, 그 외 층은 다른 재질로 만드는 다층(multi-layer)의 수액백을 사용하기도 하나, 본 연구에서는 연구 환경에 알맞은 PP 단일 재질의 수액백을 사용
- 수액을 제조하는 공장은 완전한 무균 상태지만, 본 연구를 실시한 환경에서는 불가능하므로 오염물질을 최소화하기 위해 오토클레이브(Autoclave)를 이용한 고온멸균을 선행하고자 하였으나 내열성이 있는 PP재질임에도 불구, 제조한 수액을 넣을 수 없을 정도로 양쪽 면이 서로 부착되어 수액 제조 전 멸균은 생략
- 제조 후 고온멸균 역시 오토클레이브의 매우 높은 온도로 수액백이 과도하게 부풀어 내용물이 누출된 바 있어 제조 전후 멸균 대신 최대한 무균 환경에서 실시하고자 함

맞춤형 수액 시제품

각 실험군의 목표 이온 농도

그룹	Na+ (mEq/L)	K+ (mEq/L)	Ca2+ (mEq/L)	Cl− (mEq/L)	Lactate (mEq/L)
Control (H/S)	130	4	2.7	109	28
Group 1	150	4	2.7	109	49
Group 2	149	4	2.7	128	28
Group 3	130	6.6	2.7	111.6	28
Group 4	150	6.6	2.7	111.6	49

- H/S에 포함된 각 이온들의 조성을 조금씩 다르게 하여 다음과 같은 실험군들을 설정
  → Group1은 Na+, 중탄산염 농도를 상승시켰고, Group2는 Cl- 농도를, Group3는 K+를, Group4는 돼지 체액과 가장 비슷하게 Na+, K+, Cl−, Lactate 농도를 모두 상승
  → Ca2+ 농도를 조정하지 않은 이유는 다른 이온들에 비해 칼슘이 과다할 경우 발생하는 고칼슘혈증의 부작용이 다른 이온들에 비해 상대적으로 심하다는 기존 연구들에 따라 제외

각 실험군의 실제 이온 농도 (H/S는 제조사 표기 농도) 및 pH, 삼투압

그룹	Na+ (mEq/L)	K+ (mEq/L)	Ca2+ (mEq/L)	Cl− (mEq/L)	Lactate (mEq/L)	pH	삼투압 (mOsm/L)
Control (H/S)	136	4.2	0.91	109	10.20	5.0-7.0	273
Group 1	171	3.7	0.65	114	12.06	5.71	316
Group 2	164	4.4	0.88	126	9.67	5.20	327
Group 3	144	7.6	0.75	112	11.49	5.73	319
Group 4	170	7.2	0.66	115	11.53	5.72	346

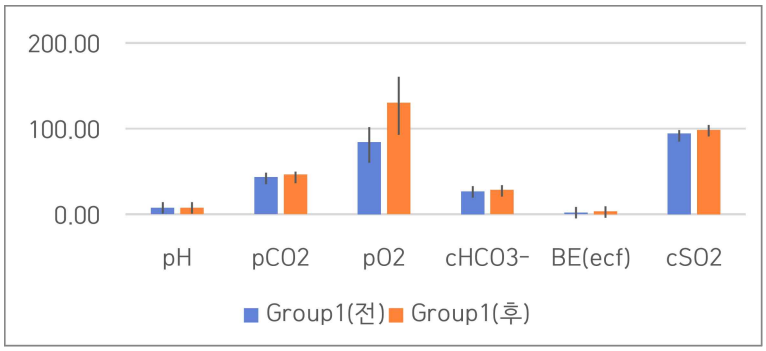
- 일반적으로 전해질은 용액 속에서 완전히 이온화되지 않는 점, 완전한 무균 상태에서 수액을 제조하지 못한 점들로 인해 목표 이온 농도와 실제 이온 농도를 비교하고자 교내 이온 크로마토그래피 (Ion Chromatography) 기계 분석을 요청했으나 Cl−는 측정할 수 없으며 Lactate는 유기물이므로 측정할 수 없다는 답변을 받아 1차 년도에서 채혈 후 혈액분석 시 사용했던 EPOC® Blood Analysis 기기로 이온 농도를 검출하고자 함

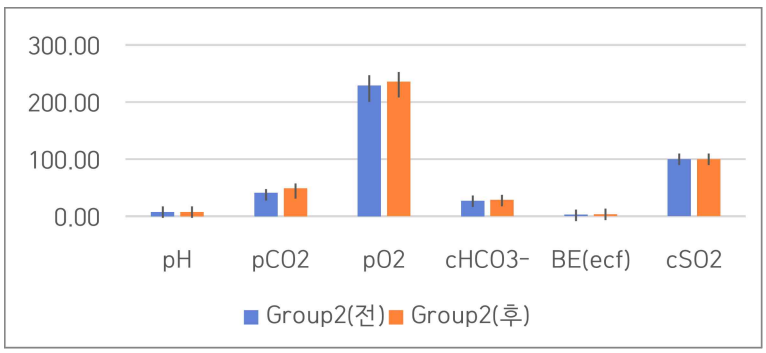
- 분석 결과, Control 군을 포함한 모든 그룹에서 Ca2+ 이온과 Lactate의 농도가 목표치에 비해 낮았으며 반대로 Na+ 이온은 목표치를 뛰어넘는 이온 농도가 검출됨
  → 이는 EPOCⓡ Blood Analysis 기기가 혈액 가스 분석용 목적으로 사용되고 있으며 특히 수액은 대부분의 구성 성분이 물이 차지하고 몇 가지 화합물이 첨가된 것에 반해 혈액은 혈장의 90% 정도가 물이지만 혈장이 약 55%, 혈구가 약 45% 차지한다는 점을 고려하면 실제 이온 농도와 다를 수 밖에 없는 불가피한 상황인 것으로 보임. 따라서 다음 연구에서는 외부 기관에 의뢰하여 정량화된 이온 농도를 분석하고자 함

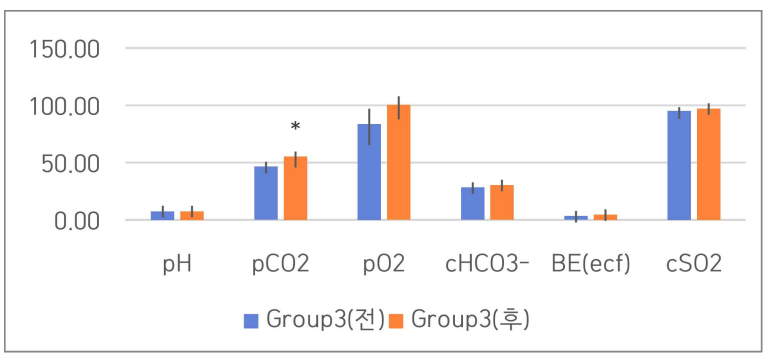
◯ 돼지 맞춤용 수액 정상 개체 투여 후 경과 관찰

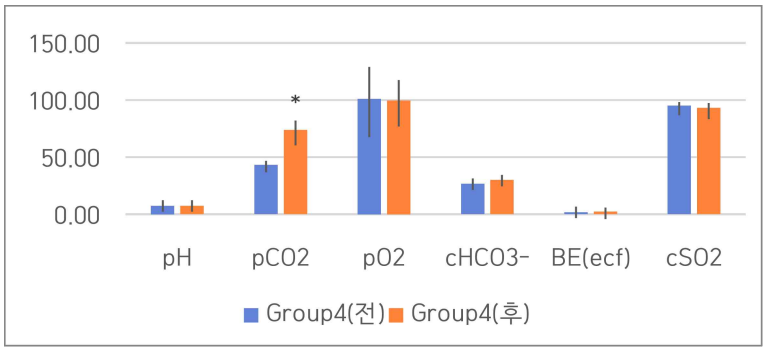
- 제조한 수액들을 각 그룹당 3마리, 500㎖씩 투여 전후 혈액검사 결과를 비교함으로써 혈액조성 변화를 관찰
- 수액의 경우 체중에 따라 투여 속도가 다르기 때문에 동일 집단 내에서는 최대한 비슷한 무게의 개체들끼리 선발 (최소 체중 : 60kg, 최대 체중 : 90kg)
- 수액 투여 시 일반적인 활동 상태에서는 수액을 정맥주사(IV)하기 어려워 호흡마취 후 이정맥을 통해 투여
- 수액 투여 속도는 동물마다 조금씩 다른데, 돼지와 양에서 마취 중 적정 수액 투여 속도는 3~5㎖/kg로 알려져 있음. 기타 대동물에서는 시간당 3~10㎖/kg가 적정 속도이며 20㎖/kg을 넘지 않는 속도로만 투여해도 과수화를 방지할 수 있다는 연구가 있어 이에 맞춰 2시간동안 500㎖을 투여

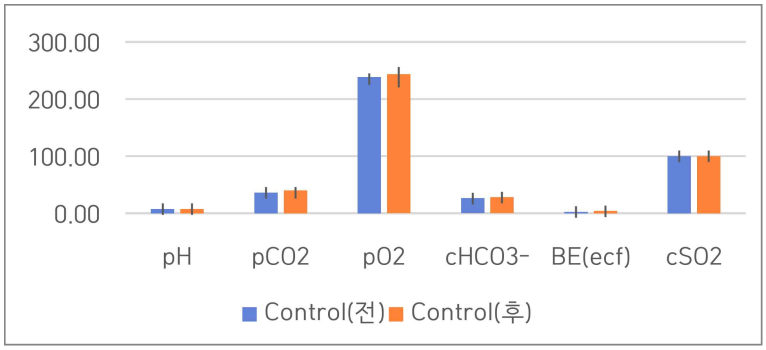
각 그룹별 혈액 가스 검사 평균값 비교





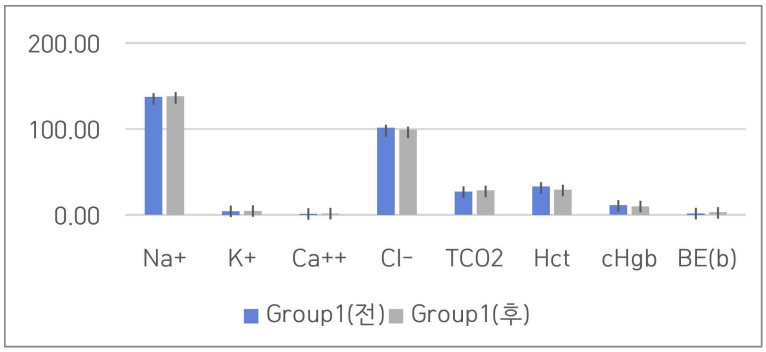


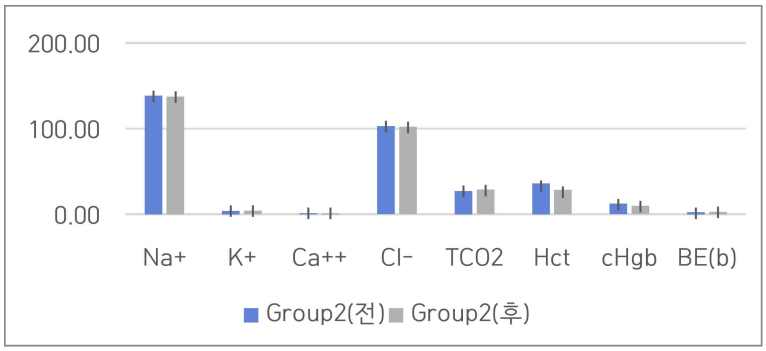


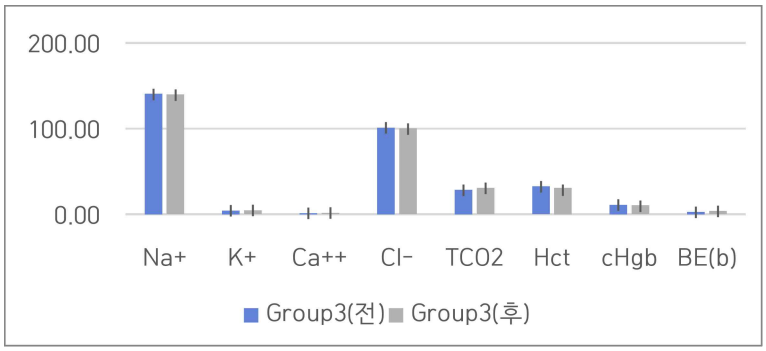


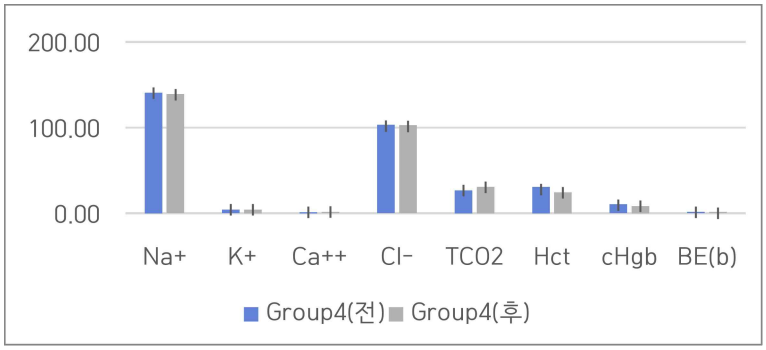
- 분석 결과, Control 군을 포함한 모든 그룹에서 대부분의 수치가 큰 차이가 없음
- Group3, Group4의 경우 pCO2 수치가 수액 투여 전에 비해 유의미하게 증가했는데, 두 개의 그룹의 공통점은 KCl을 더 많이 추가하여 이온 농도 역시 K+가 더 높음
- 그러나 일반적으로 혈중 pH가 감소하는 산증 (acidemia)의 경우 혈중 K+ 농도가 증가하는 고칼슘혈증 (hyperkalemia)와 연관이 있는데, pH 값 자체는 다른 그룹과 크게 차이나지 않았다는 것은 K+의 이온 농도의 절대적 수치가 어느 정도 차이가 나더라도 pCO2에 영향을 끼칠 정도로 차이가 나는 것은 아님을 의미함
- 따라서 pCO2가 증가한 원인 중 하나로 마취 회복 시 저호흡으로 인한 CO2 배출 불량을 고려해볼 수 있음

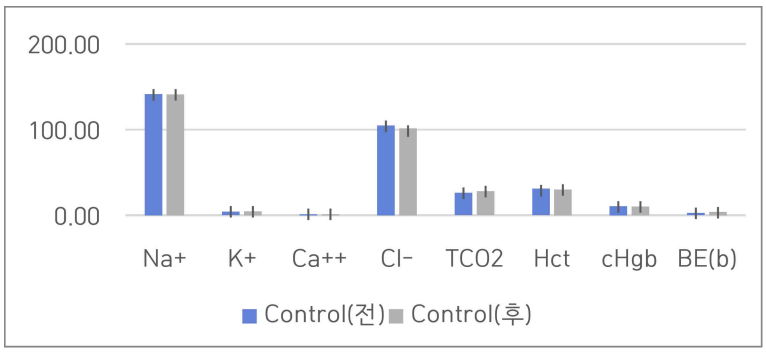
각 그룹별 혈액화학 검사 평균값 비교





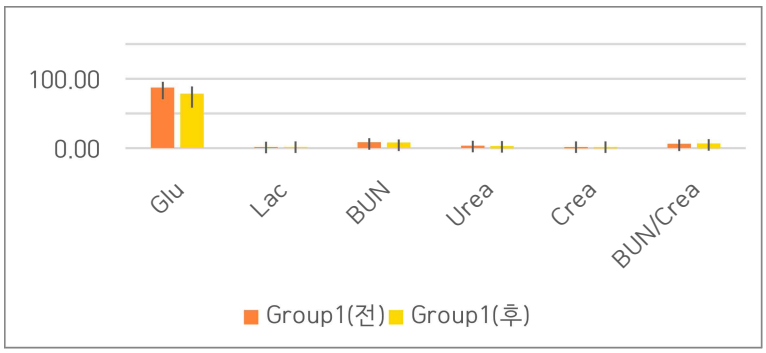


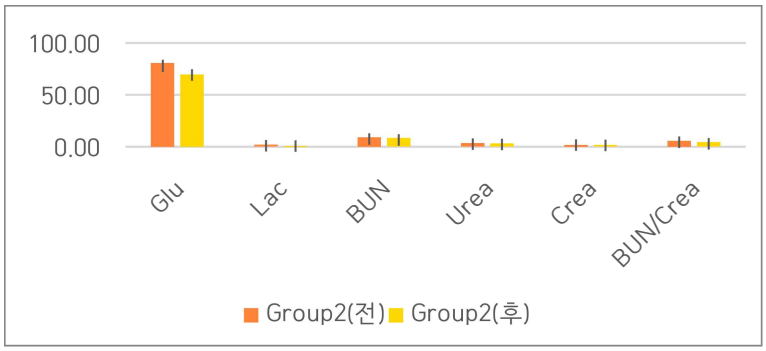


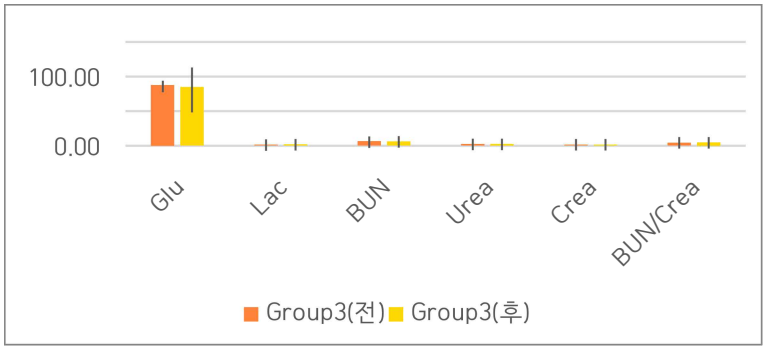


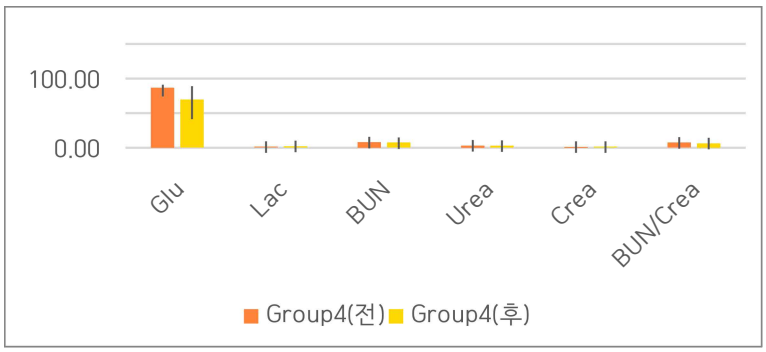
- 분석 결과, Control 군을 포함한 모든 그룹에서 전체적으로 수액 투여 전후로 큰 차이가 없음
- 이는 이온 농도 측정 시 상대적으로 높게 나왔던 Na+ 이온 역시 앞에서 언급한 K+ 이온처럼 농도가 높더라도 검사 결과에 영향을 끼치지 않는다는 것을 의미함
- 해당 분석은 자돈 위주로 분석한 값이며, 수액처방은 모돈에 처치하는 경우가 일반적이기에 추후에는 모돈 산차(체중)의 변화에 따른 혈액화학검사값도 분석할 예정

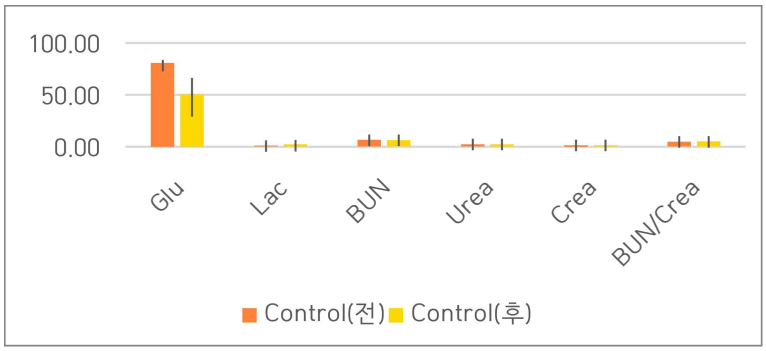
각 그룹별 대사산물 평균값 비교











- 분석 결과, Control 그룹을 포함한 모든 그룹에서 Glucose를 제외한 항목들의 결과 값이 수액투여 전후로 크게 차이가 없음
- Glucose의 경우 체중 (60~90kg)에 비해 적은 양 (500㎖)의 수액을 투여했음에도 불구하고 어느 정도 희석된 것으로 보여 다음 연구에서는 인의에서 사용되는 5% Dextrose처럼 포도당 용액을 추가하는 등 개체에 유용한 성분들을 집어넣은 약액의 조성에 대해 연구할 필요성이 있음
- 또한, 다음 연구에서는 실제 증상 (구토, 설사 등)이 나타나는 개체에 수액을 투여하여 얼마나 증상이 개선되고 혈액검사 상에서도 검사값의 개선이 나타나는지 확인하고 더 나아가 송아지에서도 수액을 투여하여 비슷한 연구를 진행할 계획

◯ 축종별 수액 처치 노하우 기술이전

– 본 연구진은 축종별 맞춤형 수액세트 개발과 시험을 위하여 축종별 수액 처치에 관한 노하우를 정립하고 이를 기술 이전 하였음.

1. 준비 단계
- 대상 동물에게 수액을 주입하기 전에, 적합한 물품을 준비 해야함. 수액, 주사기, 바늘, 튜브, 알코올 패드, 의료용 장갑, 수액 걸이 또는 스탠드 등이 필요하며 동물 별로 수액의 종류나 용량을 조절해야 하며 바늘의 크기, 수액 줄의 길이, 수액 걸이의 높이 등을 설정해줌.
2. 위생 관리
- 수액 처치를 전 위생 관리 방법 교육.
- 동물별로 적합한 주사 부위 설정하고 제모, 소독 방법을 교육.
3. 주사 부위 확인
- 소의 경우 경정맥, 돼지의 경우 이정맥을 주사 하도록 함.
- 주사를 위하여 동물별 보정 노하우를 전달하고, 정맥 혈관을 노장하여 확인하도록 함.
- 소의 경우 굴레를 이용하여 보정하고 경정맥을 노장하여 혈관이 잘 보이고 쉽게 접근하도록 하고 돼지는 코걸이를 이용하여 보정하고 귀의 표면을 펴서 정맥이 잘 노출되도록 함.
4. 주사
- 주사 바늘 삽입시 사용되는 바늘의 종류, 바늘의 삽입 방향, 삽입된 바늘의 고정 방법을 달리하도록 함.
- 혈관에 삽입된 바늘과 수액줄과 수액팩의 연결 방법을 교육.
- 주입 과정에서는 수액이 잘 들어가는지 확인하고, 주입 속도 조절, 막힘이나 혈관 손상이 없는지 확인하도록 함.
5. 감시 및 사후 관리
- 수액이 모두 들어갈 때까지 동물을 관찰하도록 하며 주입 속도 조절, 막힘, 바늘의 빠짐 등에 조치할 수 있도록 함.
- 주입이 완료되면, 주입을 종료하고 주사 부위에 손상이 없이 바늘을 제거 하도록 하며, 주사 부위를 다시 알코올 패드로 소독하고 출혈이 없는지 확인하도록 함.
- 동물에게 스트레스나 통증이 있는지 지속적으로 관찰하도록 하며 모니터링 지표 설정.

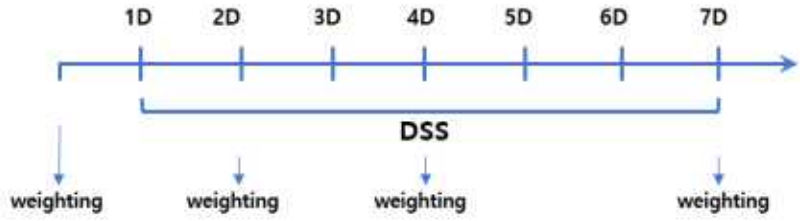
210mm×297mm[(백상지(80g/m^2) 또는 중질지(80g/m^2)
(175쪽 중 70쪽)

제 3 세부 연구기관(크로넥스)

○ 스마트 수액세트의 전임상 시험을 위한 동물 모델 구축

▶ 스마트 수액세트의 전임상 시험을 위한 동물의 질환 모델 확립

- 돼지 설사병은 바이러스, 세균, 기생충 등 다양한 병원체에 기인되는 전염성 질병과 유질이 불량한 모유나 인공유의 급여, 부적절한 사료, 과식 및 각종 중독에 기인하는 비전염성 설사로 대변할 수 있음. 그러나 양돈장에서 매일 같이 볼 수 있는 설사증의 대부분은 자돈의 유전적, 생리적 및 사육환경, 관리소홀로 인한 발병유인과 미생물학적 요인이 밀접하게 결합되어 설사병이 발생하는 경우가 많음
- 대장균증에 걸린 돼지는 설사로 인하여 탈수증상이 심하게 나타나며 초기증상은 약간의 설사를 하는 정도의 경미한 증상의 돼지로부터 갑작스럽게 폐사되는 돼지에 이르기까지 다양함
- 설사 변은 물과 같이 점도가 낮고 투명하며 분변이 항문으로부터 물방울처럼 똑똑 떨어지는 경우도 가끔 있으며 체중의 30~40%에 해당하는 수분이 설사로 배설되는 경우도 있음. 이때는 체중감소와 탈수증상이 뚜렷하여 피부가 탄력이 없고 매우 수척해지며 탈수증이 심하면 대부분 폐사됨

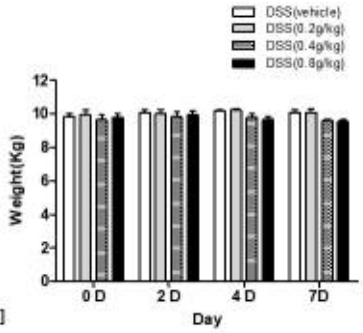


Group	Animals	DSS dose(g/kg)	Number	Sex
A (Vehicle)	CRONEX M-pig	-	3	Female
B		0.2	3	Female
C		0.4	3	Female
D		0.8	3	Female

[그림1. Scheme of Colitis model]

- 수액은 체액량 혹은 전해질이나 수분 등을 보충해 주는 치료법으로 정맥투여를 통해 빠르게 체내에 영양분을 공급해주는 것이 특징임
- 탈수 및 전해질의 불균형을 초래하는 대장균성 설사병은 탈수 및 체내 전해질의 손실을 초래함
- 따라서 이와 유사한 대장염 동물모델을 선정 및 개발하여 수액의 안전성과 유효성을 평가를 위한 동물모델로 이용하고자 함(그림1)
- 대장염 모델을 유발하기 위해 설치류 모델에서 이용되는 DSS(dextran sulfate sodium)를 0.2g/Kg~10.8g/Kg로 사료와 함께 7일 동안 매일 섭취하게 하게함
- 실험에 중 4회 실험 돼지의 체중을 측정하였고, DSS 투여 후 7일째에 내시경을 통행 대장염의 발병 정도를 대장내시경 영상으로 확인 함
- DSS 투여에 따른 체중 변화 및 투여 용량에 따른 체중 변화의 차이도 관찰되지 않았음(그림2)
- 5~7일차에 변의 색깔 변화, 혈변, 설사, 식욕부진 등의 임상 변화를 관찰되고, 임상 증상의 정도는 DSS 처리 농도가 높은 실험군에서 높게 관찰됨(그림2)

Group	Clinical sign	Autopsy gross examination
A	Look fine	Normal
B	Started dark feces(hard) on day 7	Round nodules & some patches of hemorrhages appear on mucosal surface of distal colon
C	Started inappetence & dark feces on day 7. weakness	• Dark soft hard feces at the rectal/anal area • Slightly dark blue colon especially at the spiral and distal part
D	Started inappetence & bloody diarrhea on day 5. Severe weakness	• Fresh dark blood & soft feces at the rectum-anal area • Dark bloated large intestines especially at the distal part, small round nodules can be seen from several surface of the colon



[그림2. Clinical sign & body weight change]

- 7일차 내시경을 이용하여 대장 내를 관찰한 결과, DSS를 투여하지 않은 대조군은 깨끗한 대장내막이 관찰되었고 DSS를 투여한 군에서는 대장 내피 염증과 출혈이 관찰 됨(그림3)
- DSS 투여 농도에 따라 경증부터 중증까지 식별 가능하게 다른 증상을 보임을 확인되어 수액을 안정성 및 유효성 평가를 위한 동물모델로 적합함을 확인 함

그림3. 대장내시경 촬영 사진. A) Vehicle, B) DSS(0.2g/kg), C) DSS(0.4g/kg), D)DSS(0.8g/kg)

- 수액세트 안정성 및 유효성 평가를 위한 안정적인 수액 투여 시스템 구축함
- 안정적인 수액 투여 시스템 구축을 통해 수집된 데이터의 신뢰도 및 데이터 수집 편의를 확보함(그림4)

[그림4. 수액 투여 모습]

▶ 스마트 수액세트의 전임상 시험을 위한 동물의 질환 모델 확립

- 동물실험에 있어 실험결과의 정확성, 균일성 및 재현성(반복성)을 확보하기 위해서는 유전 및 미생물학적 표준화 절차가 필요함
- 동물 집단의 유전적 표준화는 특수 번식프로그램과 생명공학적 기법을 통한 육종 번식 기술로 이루어질 수 있고, 미생물학적 표준화의 한 방법으로는 특정병원균부재동물(Specific Pathogen Free 동물)을 생산하여 실험에 활용하는 방법이 있음
- 이 경우, SPF 동물은 실험 목적에 맞도록 특정 질병이 없는 상태로 유지하기 위하여, 세균, 바이러스, 곰팡이 및 기생충 등 미생물 감염이 되지 않도록 유지, 관리되는 동물로 정의되는데, 각종 병원성 미생물은 동물의 번식 또는 성장에 영향을 미쳐 생산을 방해할 수 있으며, 생물, 의학 관련 실험결과의 신뢰성을 낮추거나 실험 도중 동물의 폐사 등을 유발하여 중요한 실험이 중단되는 사태를 초래 할 수 있음
- 따라서 이러한 장애를 제거하기 위하여 병원성 미생물이 없는 실험동물을 사육 번식시킬 필요가 있음
- 또한, 돼지에는 비병원성을 나타내는 미생물이 인간에는 병원성을 나타낼 가능성도 있으므로 생물, 의

학 실험용으로 돼지를 이용하기 위해서는 미생물학적 통제가 필요함

- 따라서 생산된 소형화 SPF 재래흑돼지의 생산, 유지 및 검증 및 실험동물로 이용하기 위하여 바이러스성/세균성 감염에 대한 진단방법을 개발하고 표준화를 수행함
- SPF 병성검사 항목의 설정은 FELASA(Federation of European Laboratory Animal Sciecne Associations)와 National SPF Swine Accerditiing Agency의 가이드라인을 따라 개발을 진행하였고 항목은 아래 그림과 같이 설정하였음

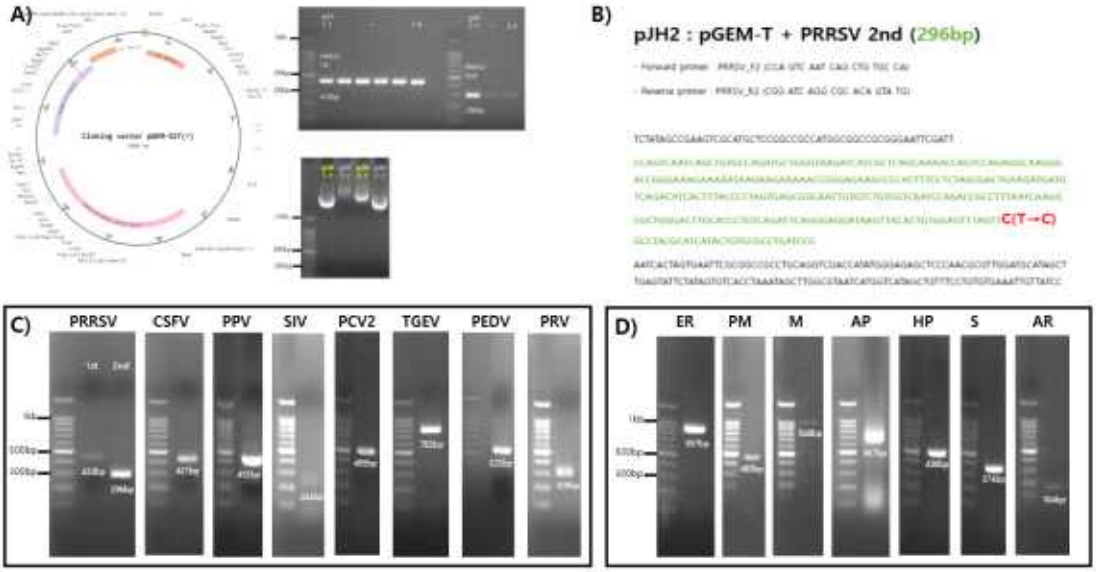
[그림5. 병성검사를 위한 항목]

- 바이러스성/박테리아성 감염의 검경 및 검경 표준화를 위하여 바이러스성 및 세균성 병원균의 양성 대조군 제작

종류	Forward primer	Reverse primer	Template	Product size
PRRSV (1st)	ATG GCC AGC CAG TCA ATC A	TCG CCC TAA TTG AAT AGG TGA	인결백 피알알에스 생독 백신	433 bp
PRRSV (2nd)	CCA GTC AAT CAG CTG TGC CA	CGG ATC AGG CGC ACA GTA TG	인결백 피알알에스 생독 백신	296 bp
CSFV	CTA GCC ATG CCC ACA GTA GG	CAG CTT CAG CGT TGA TTG T	프로백_돼지열병-단독 백신	421 bp
TGEV	GCC ATT GAT TTA TGG AGA CA	GTA TAA AAC CTC CTG GCT GT	프로백 티알2 백신	782 bp
PEDV	GTC TTA CAT GCG AAT TGA CC	CAA CCT TAT AGC CCT CTA CA	수이샷 PED-SM 백신	525 bp
PPV	CCA TAC ACA CCA GCA GCA CC	ACC TGA GCT GGC CTA ATT GC	프로백 돼지파보 백신	455 bp
PCV2	CAC GGA TAT TGT AKT CCT GGT CG	CGC ACC TTC GGA TAT ACT G	에이알-엑스 백신	493 bp
RV	AAA GAT GCT AGG GAC AAA ATT G	TTC AGA TTG TGG AGC TAT TCC A	프로백 티알2 백신	309 bp
SIV	ATG AGY CTT YTA ACC GAG GTC GAA ACG	TGG ACA AAN CGT CTA CGC TGC AG	수이샷 플루-3 백신	244 bp
Actinobacillus pleuropneumoniae	GGC GTG GTT TAT GTC ACC GGC A	CGT TCC CGC CCC AAT CTT TGC T	헤모백 백신	667 bp
Hemophilus parasuis	TGG CGG ACG GGT GAG TAA TGC T	ACT TAA GTC ACC GCC TGC GTG C	수이샷 플러스 백신	498 bp
Streptococcosis	TCA AAC GAG CGC GGC GTT TTT C	TGG TGA CAT CGG TGT CGG TGG T	수이샷 플러스 백신	374 bp
Erysipelothrix rhusiopathiae	CGA TTA TAT TCT TAG CAC GCA ACG	TGC TTG TGT TGT GAT TTC TTG ACG	프로백 백신	937 bp
Mycoplasma	GGG CCG ATG AAA CCT ATT AAA ATA GCT	GCC GCG AAA TTA AAT ATT TTT AAT TGC ATC CTG	수이샷 플러스 백신	948 bp
Pasteurella multocida	ATC CGC TAT TTA CCC AGT GG	GCT GTA AAC GAA CTC GCC AC	수이샷 플러스 백신	460 bp
Atropic rhinitis	CCC CCG CAC ATT TCC GAA CTT C	AGG CTC CCA AGA GAG AAA GGC TT	수이샷 플러스 백신	164 bp

[표 1. 병성 검사를 위한 primer sequence 및 양성대조군 제작을 위한 template]

- SPF 양성대조군의 제작은 시판되는 백신으로부터 해당되는 병원체의 유전자를 추출한 후 유전자를 증폭하여 타겟 유전자를 확보하고 T vector에 삽입하여 cloning을 완료하였으며 PCR 항원검사를 위한 양성 판정 기준으로 사용



[그림6. A) Cloning vector 및 PRRSV RT-PCR 결과, B) Cloning 된 PRRSV의 Sequencing data. A)바이러스성 항원의 양성대조군 RT-PCR 결과, PRRSV: Porcine Reproductive & Respiratory Syndrome virus, CFSV: Classical swine influenza virus, PPV: Porcine Pavo Virus, SIV: Swine Influenza virus, PCV2: Porcine circo virus, TGEV: Transmissible gastroenteritis virus, PEDV: Porcine epidemic diarrhea virus, PRV: Porcine rota virus, B) 세균성 항원의 양성대조군 RT-PCR 결과, ER: Erysipelothrix rhusiopathiae, PM: Pasteurella multocida, M: Mycoplasma, AP: Actinobacillus pleuropneumoniae, HP: Hemophilus parasuis, S: Streptococcosis, AR: Atropic rhinitis]

- 바이러스 및 세균에 대한 병성검증을 위하여 바이러스성 항원 8종, 세균성 항원 7종에 대해 PCR 검출법을 확립하였으며, 이중 바이러스성 항원 6종 및 세균성 항원 5종에 대하여 항체검출법(ELISA) 확립하여 병성검사시스템의 신뢰도로 높임

	바이러스	PCR	ELISA
1	PRRSV (돼지생식기 호흡기 증후군 바이러스) porcine reproductive and respiratory syndrome virus	√	√
2	CFSV (돼지 열병) Classical Swine Fever Virus	√	
3	Porcine Parvovirus (파보바이러스) PPV Porcine parvovirus	√	
4	PCV2 (돼지써코바이러스 2형) Porcine circo virus 2	√	√
5	TGEV 돼지 전염성 위장염 Transmissible Gastroenteritis Virus	√	√
6	PEDV (돼지 유행성 설사) Porcine Epidemic Diarrhea Virus	√	√
7	Swine Influenza H1N1 (인플루엔자) Swine Influenza Virus	√	√
8	Rota virus 로타바이러스 Rota virus	√	
9	FMDV (구제역) Foot and Mouth Disease Virus		√

	세균	PCR	ELISA
1	돼지단독 Erysipelothrix rhusiopathiae	√	
2	파스튜렐라증 Pasteurella multocida A, D	√	√
3	마이크로플라즈마 폐렴 Mycoplasma hyopneumoniae	√	√
4	액티노바실러스성흉막폐렴 Actinobacillus pleuropneumoniae serotype	√	√
5	글래서씨병 Haemophilus parasuis	√	√
6	연쇄상구균증 Streptococcosis	√	
7	돼지위축성비염 Atropic rhinitis : Bordetella bronchiseptica 균	√	응집

[표 2. 바이러스성 및 세균성 병성 검사 구축 항목]

<2단계: 2023년>

1) 주관 및 1세부 연구기관(성원메디칼(주))

▶ QR코드 기술 개발 및 성능 시험 진행
- 축종별 확인 가능할 수 있게 QR코드 및 바코드 기술 개발 및 적용
- 전임상 실험 후 시제품 보완 및 성능 시험 진행

- 1위탁기관(송백농장)

▶ 개발 시제품 농가 사용성 평가
- 최종 제품 농가에 적용하여 사용성 평가 진행
  문제점 발생 시 수정 보완 (제품 고도화)

2) 2세부 연구기관(전북대학교)

▶ 소 사육 주기별 체액 조성 분석 및 맞춤형 수액 제작
- 송아지 생장 주기에 따른 체액 조성 변화 분석 및 맞춤형 수액 제작
- 번식우 번식 주기에 따른 체액 조성 변화 분석 및 맞춤형 수액 제작(설사, 대사성 질환, 분만, 수유)
- 품종별 체액 조성 변화 분석 및 맞춤형 수액 제작 (한우, 홀스타인)

3) 3세부 연구기관(크로넥스)

▶ 스마트 수액세트의 전임상 시험을 통한 유효성 검증
- 전임상 시험을 통한 수액세트 시제품의 사육 주기별 적용 및 유효성 검증
- 수액세트 시제품의 질환 동물 모델 적용 및 유효성 검증

<3차년도>

1) 주관 및 1세부 연구기관(성원메디칼(주)) :

▶ 시제품 개선 및 성능 시험
- 농가에서 시제품 사용 후 문제점 개선 (제품 고도화)
- 전임상 실험 후 시제품 문제점 개선
- 성능 시험 진행

- 1위탁기관(송백농장)

▶ 시제품 농가에 적용하여 사용성 Test 및 문제점 도출
- 완료된 시제품을 농가에 적용하여 Test 진행
  기본형 수액세트, 1회용 스마트 수액세트, 다회용 스마트 수액세트

2) 2세부 연구기관(전북대학교)

▶ 소 사육 주기별 체액 조성 분석 및 맞춤형 수액 제작
- 성별/연령별 혈액과 분비물을 채취하여 주요 전해질, pH, 삼투농도 등 성분 분석
- 체액의 주요 구성 성분을 돼지의 상태에 따라 측정 후 통계적 분석
- 체액 조성 분석 결과에 따라 맞춤형 송아지/번식우 수액 제작

3) 3세부 연구기관(크로넥스)

▶ 스마트 수액세트의 전임상 시험을 통한 유효성 검증.
- 전임상 시험을 통한 수액세트의 사육 주기별/생장 단계별 적용 및 유효성 검증.
- 수액세트 시제품의 질환 동물 모델 적용 및 유효성 검증.

제 1 세부과제(성원메디칼(주))

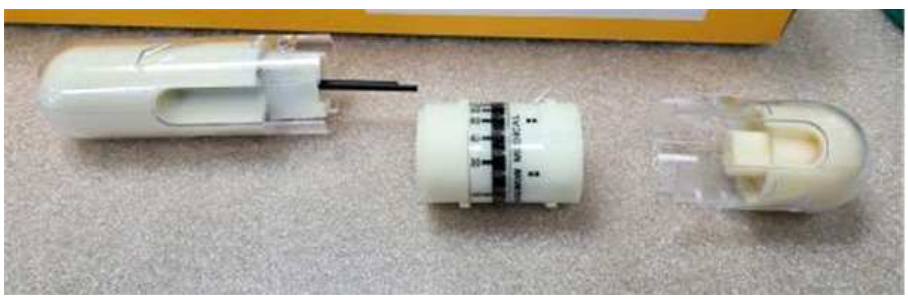
◯ 시제품 개선/보완

● 1단계 최종 시제품

1단계에 완성된 스마트 레귤레이터

- 디자인 확정 후 시제품 제작 완료
  → 시제품 내에 있는 레귤레이터는 성원메디칼에서 사용하고 있는 레귤레이터 구성품 그대로 사용
  → 아래의 부품들은 모두 목업으로 1개씩 제작

각각의 부품들 목업으로 제작



목업 제품으로 조립

● 최종 시제품의 문제점

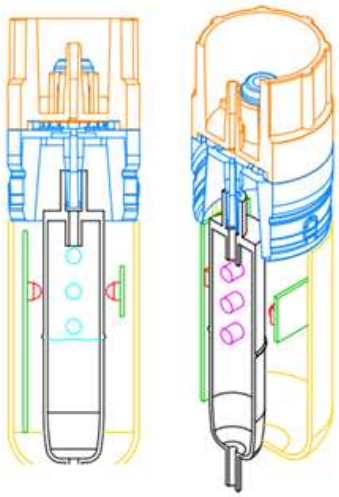
- 센서가 부착된 제품으로 인해 무거움
- 크기가 커짐으로 인해 소모되는 소재의 양도 많아져서 단가가 높아짐
- 크기가 커짐으로 인해 제품 포장 시 포장지의 크기도 커져 단가가 높아짐

- 측면의 눈금에 유량을 맞춘 상태에서 회전한 만큼 모니터에 보여지며, 실제 유량이 얼마나 배출되고 있는지에 대한 측정은 불가능함

● 시제품 보완

- 제품의 경량화
  → 양산 시 단가 조정을 위해 제품의 크기와 길이 무게 축소 보완
- 센서가 회전한 만큼의 숫자만 모니터링 되기에 정확한 유량을 측정하는 방법 보완
- 디자인 변경

1. 포토타입 레귤레이터



수정 디자인

- Smart Regulator 내부에 점적통의 구조로 만들어서 수액방울의 떨어지는 속도를 Photo Sensing으로 인식하여 수액 량을 계산하고, Bluetooth 통신으로 수액 량 및 수액의 흐름 속도를 중계기를 통하여 스마트폰 및 원격서버에 저어보는 전송하는 IoT 스마트 레귤레이터로 개발

- Photo Sension은 수액의 비정상적인 흐름, 즉 막힘이나 과속 흐름도 Micom의 계산으로 정밀하게 분석 가능하도록 개발

- BLE5.1 적용으로 Long Range (100m 이상) 무선통신이 가능하도록 개발

항목	사양	비고
무선 통신	BLE 5.1	
배터리 용량	40mAh	
충전아답터	USB C Type @5V	
통신 거리	최대 100m	Open Area 조건
배터리 동작시간	24시간 이상	완충 시
레귤레이터 값 확인 소자	포토 센싱 방식	Photo TR, Diode
소비전류	최대 20mA	
동작 시간	1분 간격	통신 후 Sleep
LED	On/Off	Power
	Blinking	Data 통신

2. 센서 개발

1) 적외선 센서 연구

- 목적 : 센서 타입 별 성능 검토
- 방법 : 센서의 기본 원리를 이해하고 회로를 구성하여 전기적 특성을 검토

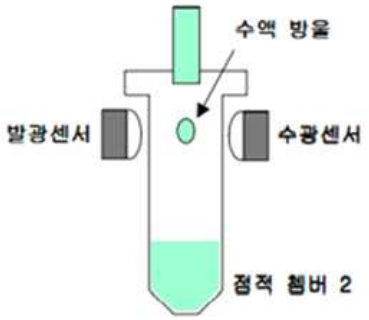
→ 적외선은 파장이 가시광선보다 길고 전파보다 짧은 전자파의 일종. 이러한 적외선(infrared rays,

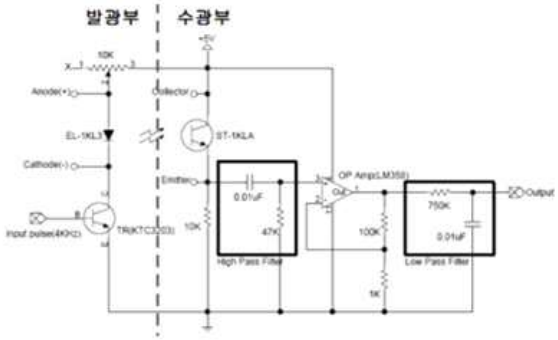
IR)을 감지하여 전기적 신호로 바꾸어 주는 것이 적외선 센서임. 적외선 센서를 이용하여 적외선을 측정하는 방법은 측정 회로도에 따라 두 가지로 나눌 수 있음.

→ 첫 번째 방법은 적외선 센서의 수광부에서 적외선이 감지되는지 감지되지 않는지 구별되는 On/Off 방식의 디지털(Digital) 방식임. 이 방법은 회로도의 구성이 간단하고 사용하기 편리한 장점이 있지만 단순히 물체가 있는지 없는지를 구별하는 곳에서만 이용 가능

→ 두 번째 방법은 적외선의 광량을 측정하는 아날로그(Analog) 방식. 이 방법은 반사되는 적외선의 양에 따라 전압 값이 달라짐. 이러한 전압 값의 양에 따라 물체의 거리까지 파악이 가능함. 하지만 광 량을 측정하기 위한 회로도 구성이 복잡하다는 단점이 있음

→ 본 과제에서는 적외선이 광량을 측정하는 아날로그(Analog) 방식이 수액의 흐름 상태까지 파악하는데 장점이 있어 아날로그(Analog) 방식으로 집중 연구함





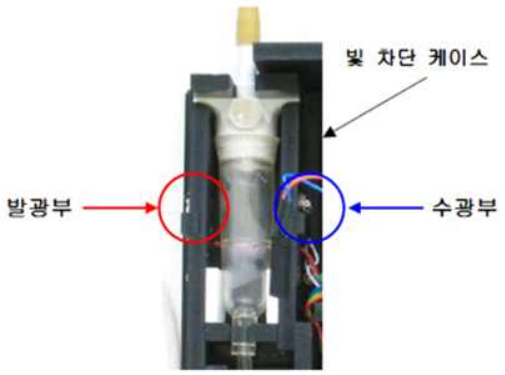
2) 노이즈 제거 필터 연구
- 목적 : 센서 성능 향상을 위한 노이즈 제거 필터 연구
- 방법 : 센서의 기본 원리를 이해하고 회로를 구성하여 전기적 특성으로 검토
→ 수광부는 수광 센서, 고역 필터(high-pass filter), 연산증폭기(operational amplifier), 저역 필터(low-pass filter)를 사용. 수광 센서는 발광 센서에서 내보낸 적외선을 전기적인 신호로 변환시켜주는 역할을 함. 주변의 빛에 매우 민감하게 반응하는 적외선 센서의 문제점을 보완하기 위해 고역 필터와 저역 필터를 사용. 고역 필터는 응답 최대치의 70%인 차단주파수(cutoff frequency) 이상의 주파수만을 통화시킴. 이는 직류 성분의 빛이나 형광등과 같은 점멸 주파수 (60Hz)가 낮은 빛을 제거할 수 있으며, 고역 필터의 차단주파수를 구해보면 다음과 같음

$fc = 1/2\pi RC = 1/2\pi 47[K\Omega] \times 0.01[\mu F] = 339\ [Hz]$

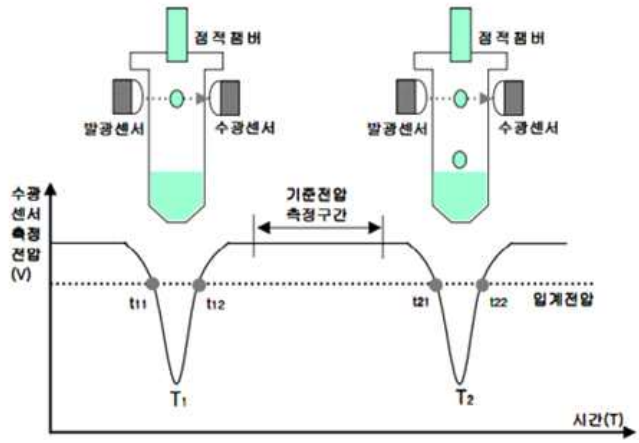
→ 저역 필터의 응답 최대치의 70%인 차단주파수 이하의 주파수만을 통과시킴. 이는 점멸 주파수가 높은 광을 제거할 수 있음. 저역 필터의 차단주파수를 구해보면 다음과 같음

$fc = 1/2\pi RC = 1/2\pi 750[K\Omega] \times 0.01[\mu F] = 22\ [Hz]$

→ 필터만으로 빛(외란, 노이즈)을 차단하기에는 한계가 있음. 그래서 아래 그림에서 점적 챔버를 두 개 연결하여 실제 방울의 속도를 측정하는 점적 챔버는 외부의 빛이 전혀 들어올 수 없도록 검은색의 차단 케이스를 설치함



3) 수액 속도 측정 알고리즘(algorithm) 연구
- 목적 : 수액 속도 측정을 위함 micom algorithm 연구
- 방법 : micom programming을 위한 수액 속도 측정 알고리즘의 이론적 고찰
→ 적외선 센서를 이용한 약물 방울의 속도 측정 알고리즘(algorithm)은 아래 그림과 같음. 약물 방울이 적외선 센서 사이를 통과하면 수광 센서에 도달하는 적외선의 양이 감소하므로 수광 센서의 측정전압은 약물 방울이 통과하는 순간마다 감소함. 따라서 약물 방울이 통과하지 않을 경우의 기준전압을 기록하고 기준전압보다 0.1V 작은 값으로 임계전압을 설정하게 되면 약물 방울이 통과할 때마다 측정전압이 임계 값 보다 작아지는 순간(t11)과 임계 값 보다 커지는 순간(t12)을 측정 가능

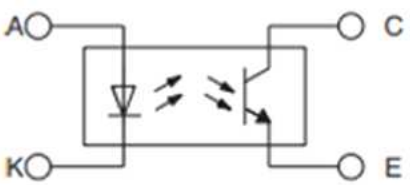


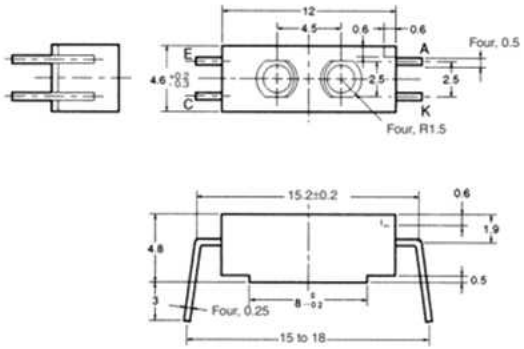
→ 이 두 순간의 평균값이 첫 번째 약물 방울 낙하시간(T1)이 됨. 두 번째 약물 방울의 낙하시간(T2)도 t21 과 t22를 이용하여 같은 방법으로 구할 수 있음. 따라서 Tn+1 - Tn (n=1,2,3,…)이 약물 방울 간의 낙하 시간 차이가 되며 이를 이용하여 낙하 속도를 구함

→ 약물 방울이 낙하하게 되면 점적 챔버의 아래쪽 면과 충돌하면 서 작은 방울(기포)들이 생성됨. 이 작은 방울들은 적외선 센서가 장착되어 있는 벽면에 달라붙어 기준전압에 영향을 끼침. 따라서 기준 전압은 실시간으로 측정되어야 하며 200Hz 샘플링(sampling) 시간을 기준으로 할 때 t12 측정 후 50 milliseconds 이후에 100 milliseconds 동안 측정하여 그 평균값을 기준전압으로 정함
단, 적외선 센서를 이용하여 약물 방울의 속도를 측정할 때 방울의 용적은 일정하다고 가정

4) 스마트 레귤레이터에 적용할 포토센서 부품 연구
- 목적 : 레귤레이터에 적용할 실제 부품 연구 Photomicrosensor (Reflective)
- 방법 : OMRON 사의 Photomicrosensor (Reflective) 부품 Datasheet(EE=SY110) 분석과 이해
→ Dimensions : 소형사이즈
→ Internal Circuit
→ 850nm typ. Optical sensor

→ 센싱 거리는 4~6mm 최대값으로 선정

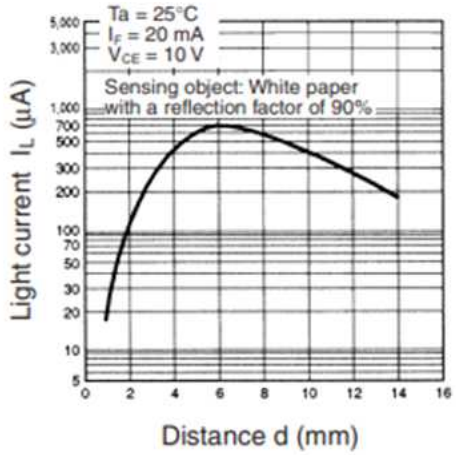




■ **Electrical and Optical Characteristics (Ta = 25°C)**

Item		Symbol	Value	Condition
Emitter	Forward voltage	V_F	1.2 V typ., 1.5 V max.	I_F = 30 mA
	Reverse current	I_R	0.01 µA typ., 10 µA max.	V_R = 4 V
	Peak emission wavelength	λ_P	940 nm typ.	I_F = 20 mA
Detector	Light current	I_L	200 µA min., 2,000 µA max.	I_F = 20 mA, V_{CE} = 10 V White paper with a reflection ratio of 90%, d = 5 mm (see note)
	Dark current	I_D	2 nA typ., 200 nA max.	V_{CE} = 10 V, 0 lx
	Leakage current	I_{LEAK}	2 µA max.	I_F = 20 mA, V_{CE} = 10 V with no reflection
	Collector–Emitter saturated voltage	V_{CE} (sat)	---	---
	Peak spectral sensitivity wavelength	λ_P	850 nm typ.	V_{CE} = 10 V
Rising time		tr	30 µs typ.	V_{CC} = 5 V, R_L = 1 kΩ, I_L = 1 mA
Falling time		tf	30 µs typ.	V_{CC} = 5 V, R_L = 1 kΩ, I_L = 1 mA

Note: The letter "d" indicates the distance between the top surface of the sensor and the sensing object.



5) BLE 5.0 통신 원리 및 부품 검토

- 목적 : BLE 5.0 블루투스 통신 원리 및 적용 부품 검토
- 방법 : Long range 장거리 통신 연구(E104-BT5011A)

a) 블루투스란?

→ 근거리 무선통신기술 중 하나로 줄여서 BT, 블투라고도 부름. 간략하게 설명하면 블루투스란 선 없이 휴대폰, 노트북, 이어폰, 헤드폰, 자동차등 서로 연결하여 정보를 교환하는 근거리 무선 기술(10M이내)의 표준을 뜻함. 복잡하게 생각할 것 없이 유선으로 연결하던 제품을 무선으로 연결할 수 잇게 도와주는 기술

→ 블루투스가 나오기 전까지는 전자기기들이 데이터를 주고받기 위해 케이블을 연결해야 했지만 블루투스의 등장으로 근거리의 전자기기 데이터 통신이 케이블 없이 정보를 주고받을 수 있게 됨. 또한

개발이 진행되며 저전력의 소형화가 되면서 이어폰, 헤드폰으로 음악을 감상 할 때 블루투스를 사용해 케이블 연결 없이 무선으로 블루투스 스피커, 블루투스 이어폰, 블루투스 헤드폰으로 자유롭게 사용이 가능해짐

→ 블루투스 기술은 1994년 에릭슨이 최초 개발을 시작하여 1998년 에릭슨, 노키아, IBM, 도시바, 인텔 등으로 구성된 "블루투스 SIG(Special Interest Group)를 통해 처음 상용화 된 시점이 됨

→ 현재 블루투스 SIG 그룹에는 전기통신, 컴퓨터, 네트워크, 가전 등의 분야의 30,000사 이상의 기업들이 멤버에 가입되어 있고 블루투스 SIG는 규격의 개발을 감시, 규격의 인증 프로그램의 관리 및 트레이드마크의 보호를 관장하고 있음. 장비 제조사가 블루투스 장비로 인증을 받기 위해서는, SIG에서 제정한 표준 규격을 만족해야 함

→ 블루투스(Bluetooth)라는 이름은 10세기경 스칸디나비아 지역을 통일했던 덴마크와 노르웨이 국왕 헤럴드 블루투스(Harold "Bluetooth")의 별명에서 유래됨. 한국어로 하면 푸른 이빨이라는 뜻

→ SIG는 스칸디나비아 지역을 통일했던 것처럼 자신들이 개발한 기술이 통신장치들을 하나의 무선 기술 규격으로 통일하고자 하는 마음으로 공식명칭을 블루투스로 정함. 블루투스 로고의 경우도 하랄의 H와 블루투스의 B를 뜻하는 스칸디나비아 룬 문자에서 따온 것

b) 블루투스의 원리
→ 블루투스의 무선 시스템은 ISM (Industrial Scientific and Medical) 주파수 대역인 2400~2483.5MHz를 사용 하고 있음. 이중에서 위,아래 주파수를 쓰는 다른 시스템의 간섭을 막기 위해서 2400MHz 이후 2MHz, 2483.5MHz 이전 3.5MHz까지의 범위를 제외한 2400MHz 이후 2483.5MHz 이전 3.5MHz까지의 범위를 제외한 2402~2480MHz, 총 79개 채널을 사용하고 있음

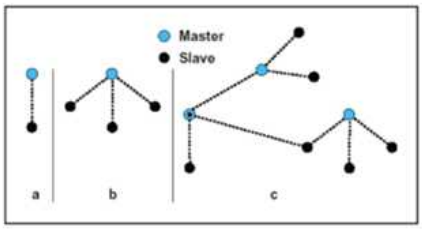
주파수 범위		중심 주파수	대역폭	유형	이용 가능
6.765 MHz	6.795 MHz	6.78 MHz	30 kHz	A	지역이 직접 수용 여부를 결정
13.553 MHz	13.567 MHz	13.56 MHz	14 kHz	B	전 세계
26.957 MHz	27.283 MHz	27.12 MHz	326 kHz	B	전 세계
40.66 MHz	40.7 MHz	40.68 MHz	40 kHz	B	전 세계
433.05 MHz	434.79 MHz	433.92 MHz	1.74 MHz	A	only in Region 1, subject to local acceptance
902 MHz	928 MHz	915 MHz	26 MHz	B	Region 2 only (with some exceptions)
2.4 GHz	2.5 GHz	2.45 GHz	100 MHz	B	전 세계
5.725 GHz	5.875 GHz	5.8 GHz	150 MHz	B	전 세계
24 GHz	24.25 GHz	24.125 GHz	250 MHz	B	전 세계
61 GHz	61.5 GHz	61.25 GHz	500 MHz	A	지역이 직접 수용 여부를 결정
122 GHz	123 GHz	122.5 GHz	1 GHz	A	지역이 직접 수용 여부를 결정
244 GHz	246 GHz	245 GHz	2 GHz	A	지역이 직접 수용 여부를 결정

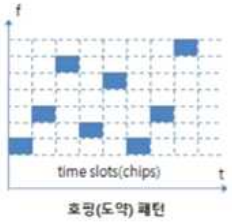
c) 통신 원리 및 부품 검토
→ ISM이란 산업, 과학, 의료용으로 할당된 주파수 대역으로서 전파사용에 대한 허가가 필요 없는 개인 무전기에 많이 사용하고 있고 아마추어 무선, 무선랜, 블루투스가 이 ISM에 해당함. 블루투스는 같은 주파수 대역을 사용하기에 서로 간의 전파 간섭이 생길 수 있는데 이를 예방하기 위해서 주파수 호핑(Frequency Hopping)을 사용함. 주파수 호핑이란 많은 수의 채널을 특정 패턴에 따라 빠르게 이동하며, 패킷을 조금씩 전송하는 기법임. 블루투스는 할당된 79개의 채널을 1초당 1600번 호핑함. 이 호핑 패턴이 블루투스 기기 간에 동기화 되어야 통신이 이루어지게 됨. 만약Data 통신 시 혼잡이

심한 채널이 있다면 건너뛰어 다른 채널에서 통신함

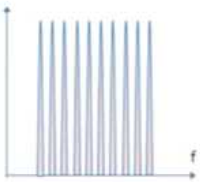
→ 많은 수의 채널을 특정 패턴에 따라서 빠르게 이동하며 데이터를 조금씩 전송하는 방식임. 그리고 채널이 바뀌는 패턴을 서로 동기화되어야 통신이 가능함. 블루투스는 기기 간에 동기화가 되어야 만 작동하게 되어 있는데 마스터와 슬레이브 구성으로 연결됨. 1대의 Master는 최대 7개까지의 Slave를 연결하여 네트워크를 구성할 수 있음. 마스터와 슬레이브와의 동기화 외에 슬레이브-슬레이브 간의 통신은 불가

→ 블루투스는 1.0버전부터 5버전까지 기술발전을 진행함. 버전이 올라갈수록 데이터의 전송 범위가 확대되고 속도도 크게 빨라지게 됐으며 보안성도 우수해짐





호핑(도약) 패턴

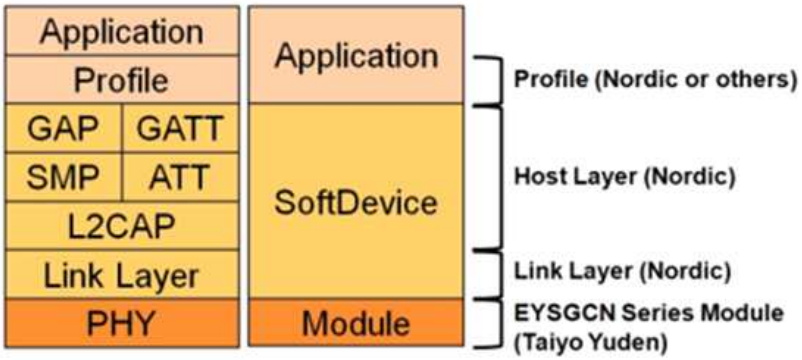


주파수 전력밀도 스펙트럼

d) Connection gap, broadcast gap, scan gap
→ 낮은 전력 소비를 보장하기 위해 BLE는 간헐적 작동 모드를 채택함. 스캐닝 간격은 특정 시간마다 방송 채널을 스캐닝하는 것을 의미함. 스캔 간격이 작을수록 스캔 중 평균 전력 소비는 높아지지만 슬레이브 장치를 찾는 속도는 빨라지며 그 반대도 마찬가지임. 방송 간격은 특정 시간마다 방송을 게시하는 것임. 브로드캐스트 간격이 작을수록 마스터가 슬레이브 장치를 발견하기가 더 쉽고 평균 전력 소비가 높아짐

→ 연결된 BLE 장치의 경우 마스터는 특정 시간마다(연결 간격) 슬레이브에 요청을 시작하고, 요청을 받은 후 슬레이브는 동시에 마스터의 요청에 응답함(연결 간격). 슬레이브가 지정된 시간(connection timeout) 내에 마스터의 요청에 응답하지 않으면 마스터는 슬레이브의 연결이 끊어진 것으로 판단하고, 슬레이브는 지정된 시간(connection timeout) 내에 마스터의 요청을 수신하지 못하는 경우, 슬레이브는 마스터의 연결이 끊긴 것으로 판단함

Main parameter		Performance			Remarks
		Min	Typ	Max	
Voltage supply [V]		1.7	3.3	3.6	≥3.3 V ensures output power
Communication level [V]			3.3		For 5V TTL, it may be at risk of burning down
Operating temperature [℃]		-40	-	+85	Industrial design
Frequency [MHz]		2402	-	2480	Support ISM band
Power consumption	Transmitting current (mA)	-	13	19	-
	Receiving current (mA)	-	13	-	-



e) Long Range

→ 장거리(Long Range)는 BLE 5.0에 추가된 새로운 기능임. 장거리 기능은 Bluetooth의 통신 거리를 크게 향상시켜 개방된 공간에서 수천 미터에 도달할 수 있음. Bluetooth 통신 거리가 늘어나면 적용 시나리오도 넓어짐

→ 장거리를 사용하려면 PHY를 코드로 설정하기만 하면 됨.

참고: 마스터와 슬레이브는 동일한(코드)로 설정되어야 하며 이 모듈의 데이터 처리량은 크게 감소됨. 당사의 다른 모듈, 타사의 모듈, 휴대폰을 사용하시는 경우, 장거리 지원이 가능한지 주의가 필요

→ ble은 1M 및 코드 PHY에서만 방송할 수 있음

→ 장거리 지원은 코드 phy를 사용하여 브로드캐스트하고 연결하는 것임. 이 PHY에 따른 통신은 통신 거리를 크게 늘리는 동시에 통신 속도를 감소시킬 수 있음

6.4.28 AT+PHY BLE PHY Instructions

Command		Response
Inquire	AT+PHY?	+OK=[phy]
Set	AT+PHY=[phy]	+OK：success +ERR=[NUM]：error
parameter	Phy	Description
	0	1M PHY
	1	2M PHY
	2	CODE PHY

6) 바늘 고정 장치 근접 센서 연구

- 목적 : 바늘 고정 장치의 탈착 유무를 판단하기 위한 근접 센서 검토
- 방법 : Proximity Sensor AT42QT1011 연구

a) Introduction

→ AT42QT1011은 근접성이나 터치를 감지할 수 있는 디지털 버스트 모드 전하 이동 센서로, 터치 제어 구현에 이상적임. 적절한 전극과 회로 설계를 통해 독립형 디지털 IC는 터치 또는 근접성을 투사함. 유리, 플라스틱, 돌, 세라믹 및 심지어 대부분의 종류와 같은 유전체를 통해 수 센티미터까지 필드가 전달됨. 나무 또한 작은 금속 베어링 물체를 고유 센서로 전환하여 반응하도록 만들 수 있음

→ 근접성 또는 접촉. 이 기능은 자체 교정 기능과 결합되어 완전히 새로운 제품 개념으로 이어질 수 있음. QT1011은 제어판, 가전제품, 장난감, 조명과 같은 휴먼 인터페이스용으로 특별히 설계되었음. 제어 장치나 기계식 스위치나 버튼이 있는 곳이라면 어디든지 가능함. 여기에는 모든 하드웨어와 신호가 포함 됨. 다양한 변화하는 조건에서 안정적인 감지를 제공하는 데 필요한 처리 기능임. 작동에는 단 하나의 저가형 커패시터만 필요함

b) Electrode Drive

→ 최적의 노이즈 내성을 위해 전극은 SNSK에만 연결해야 함. 모든 경우에 올바른 작동을 위해서는 Cs >> Cx 규칙을 준수해야 함. 일반적인 부하 커패시턴스(Cx) 범위는 5~20pF인 반면 Cs는 일반적으로 약 2~50nF이며 Cx 파괴 증가량이 증가함. 따라서 두 SNS 터미널 모두에서 부유 용량의 양을 제한하는 것이 중요함

→ 예를 들어 트레이스 길이와 너비를 최소화하여 이를 수행할 수 있음. 이러한 흔적을 전원이나 접지 흔적 또는 구리 쏟아짐으로부터 멀리 유지할 것. SNS 및 SNSK와 관련된 흔적 및 모든 구성 요소는 터치에 민감하므로 터치 영역을 원하는 위치로 제한하도록 주의해서 처리해야 함. ESD 및 EMC 효과를 억제하려면 직렬 저항기 Rs를 SNSK와 일렬로 전극에 배치해야 함

c) Sensitivity

→ QT1011의 감도는 Cs 값, 전극 크기 및 정전 용량, 전극 모양 및 방향, 감지할 물체의 구성 및 측면, 두께 등의 함수임

d) 회로 분석

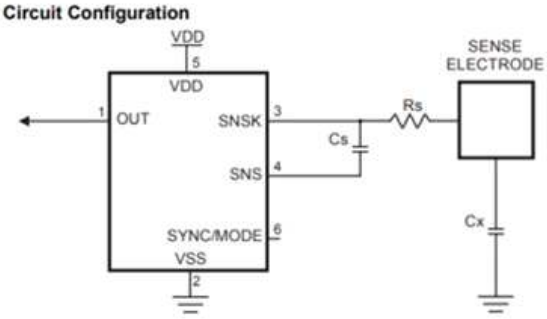
→ Cs는 전하 감지 샘플 커패시터임. 필요한 Cs 값은 패널의 두께와 유전 상수에 따라 달라짐. 패널이 두꺼울수록 더 큰 Cs 값이 필요함

→ 일반적인 값은 필요한 감도에 따라 2nF ~ 50nF임. Cs 값이 클수록 안정적인 감지를 보장하기 위해 더 높은 안정성과 더 나은 유전체가 필요함. Cs 커패시터는 X7R 세라믹이나 PPS 필름과 같은 안정적인 유형이어야 함. 장치 간 보다 일관된 감지를 위해 5% 허용 오차 커패시터가 권장됨. X7R 세라믹 유형은 추가 비용이 거의 또는 전혀 없이 5% 공차로 얻을 수 있음

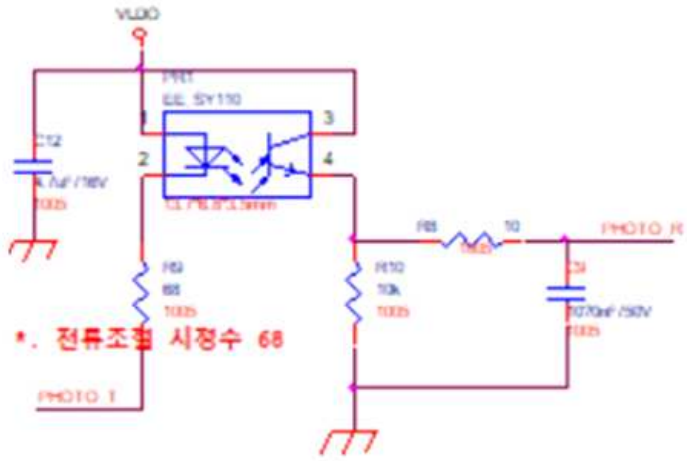
→ 높은 감도(긴 버스트 길이)가 필요한 애플리케이션에서는 PPS 커패시터를 사용하는 것이 좋음. 배터리 구동 작동의 경우 더 높은값의 샘플 커패시터가 권장됨(일반 값 8.2nF)

6-pin SOT23-6

Figure 1-1. Basic Circuit Configuration



Note: A bypass capacitor should be tightly wired between Vdd and Vss and kept close to pin 5.



e) Increasing Sensitivity

→ 어떤 경우에는 민감도를 높이는 것이 바람직할 수도 있음. 예를 들어 유전율이 낮고 매우 두꺼운 패널로 센서를 사용하는 경우 또는 장치를 근접 센서로 사용하는 경우임. 더 큰 전극을 사용하거나 패널 두께를 줄이면 감도를 높일 수 있음. 전극 크기가 증가하면 Cx 값이 높을수록 센서 이득이 감소하므로 수익이 감소할 수 있음

→ Cs의 값은 또한 감도에 극적인 영향을 미치며, 이는 더 느린 응답 시간과 더 많은 전력을 절충하여 값을 늘릴 수 있음. 전극의 직경이 이미 감지되는 물체보다 표면적이 훨씬 더 크다면 전극의 표면적을 늘려도 터치 감도가 실질적으로 증가하지 않음. 패널 재료는 유전율이 더 높은 재료로 변경될 수도 있으며, 이는 필드를 전파하는 데 더 나은 도움이 될 것임. 근접 감지의 경우 일반적으로 감지되는 물체가 다가오는 손에 있으므로 더 넓은 표면적이 효과적일 수 있음

→ 전극 주변 및 아래의 접지면과 SNSK 트레이스는 높은 Cx 부하를 유발하고 게인을 파괴함. 지상면적의 가능한 신호 대 잡음 비 이점은 다음과 같은 이유로 무효화되는 것 이상임. 회로의 이득이 감소하므로 전극 주변의 접지 영역이 억제됨. 전극 근처의 금속 영역은 전계 강도를 감소시키고 Cx 부하를 증가시키므로 가능하면 피해야함. 전극과 트레이스로 부터 멀리 떨어진 곳에 접지해야 함

f) Decreasing Sensitivity

→ 어떤 경우에는 QT1011이 너무 민감할 수 있음. 이 경우 Cs를 줄임으로써 이득을 더 쉽게 낮출 수 있음

7) Li-Po 충전 battery 회로 연구

- 목적 : 8시간 이상 사용 가능한 배터리 충전 회로 검토
- 방법 : UB2017 ONE-CELL STANDALONE LINEAR LITHIUM BATTERY CHARGER 연구

a) UTC UB2017은 완전한 정 전류 및 정 전압

→ 단일 셀 리튬 이온 배터리용 선형 충전기. 그 작은 크기와 낮은 충전 전류를 조절하는 능력으로 인해 UTC UB2017은 특히 저용량 충전식을 사용하는 휴대용 애플리케이션에 적합 리튬 이온 코인 셀. 또한, UTC UB2017은 구체적으로 USB 전원 사양 내에서 작동하도록 설계되었음. 외부 감지 저항이 필요하지 않으며 차단 다이오드도 없음

→ 내부 MOSFET 아키텍처로 인해 필요함. 요금 전압은 4.2V로 고정되어 있으며 충전 전류를 프로그래밍할 수 있음. 단일 저항으로 외부적으로. UTC UB2017 자동으로 충전 전류가 1/10로 떨어지면 충전 주기가 종료됨. 최종 부동 전압에 도달한 후 프로그래밍 된 값

* Programmable Charge Current Up to 500mA

* No External MOSFET, Sense Resistor or Blocking Diode Required
* Complete linear charger in Thin SOT Package for Single Cell / Coin Cell Lithium-IonBatteries
* Constant Current / Constant Voltage Operation with Thermal Regulation to Maximize Charge Rate Without Risk of Overheating
* Charges Single Cell Li-IonBatteries Directly form USB Port
* Preset 4.2V Charge Voltage with High Accuracy about ±1.2%
* Automatic Recharge
* 2.9V Trickle Charge Threshold
* 25μA Max Supply Current in Shutdown Mode
* Charge Status Output Pin

b) 예상 회로 해석 및 시정수 조절

→ 정전압 모드 피드백 루프는 배터리가 연결된 경우 출력 커패시터 없이 안정적임. 배터리가 없는 경우 리플 전압을 줄이기 위해 출력 커패시터를 사용하는 것이 좋음. 높은값, 낮은 ESR 세라믹 커패시터를 사용하는 경우 커패시터와 직렬로 1W 저항기를 추가하는 것이 좋음

→ 탄탈륨 커패시터를 사용하는 경우 직렬 저항이 필요하지 않음. 정전류 모드에서 PROG 핀은 배터리가 아닌 피드백 루프에 있음. 정전류 모드 안정성은 PROG 핀의 임피던스에 영향을 받음. PROG 핀에 추가 정전 용량이 없으므로 충전기는 20kΩ의 높은 프로그램 저항값으로 안정적임. 그러나 이 노드의 추가 커패시턴스는 허용되는 최대 프로그램 저항을 감소시키므로 피해야 함. 사용자는 순간적인 충전 전류보다는 평균적인 충전 전류에 관심을 가질 수 있음

→ 예를 들어, 저전류 모드에서 작동하는 스위칭 전원 공급 장치가 배터리와 병렬로 연결된 경우 일반적으로 BAT 핀에서 나오는 평균 전류가 순간 전류 펄스보다 더 중요함. 이러한 경우 그림 1과 같이 PROG 핀에 간단한 RC 필터를 사용하여 평균 배터리 전류를 측정할 수 있음. 안정성을 보장하기 위해 PROG 핀과 필터 커패시터 사이에 10kΩ 저항이 추가됨

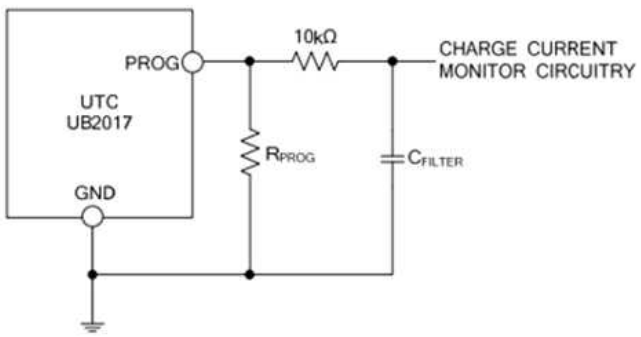


Fig. 1 Isolating Capacitive Load on PROG Pin

→ 일반 충전주기VCC 핀의 전압이 UVLO 임계 값 레벨 이상으로 상승하고 1% 프로그램 저항이 PROG 핀에서 접지로 연결되거나 배터리가 충전기 출력에 연결되면 충전 사이클이 시작됨. BAT 핀이 2.9V 미만이면 충전기는 충전 모드로 들어감. 이 모드에서 UTC UB2017은 대략적인 정보를 제공함. 프로그래밍 된 충전 전류를 1/10로 줄여 배터리 전압을 최대 전류 충전을 위한 안전한 수준까지 높임

→ BAT 핀 전압이 2.9V 이상으로 상승하면 충전기는 정전류 모드로 전환되어 프로그래밍 된 충전 전류가 배터리에 공급됨. BAT 핀이 최종 부동 전압(4.2V)에 접근하면 UTC UB2017이 입력됨. 정전압 모드에서는 충전 전류가 감소하기 시작함. 충전 전류가 프로그래밍 된 값의 1/10로 떨어지면 충전 사이클이 종료됨

→ 프로그래밍 충전 전류충전 전류는 PROG 핀에서 접지까지 단일 저항을 사용하여 프로그래밍 됨. 배터리 충전 전류는 PROG 핀에서 출력되는 전류의 1060배입니다. 프로그램 저항과 충전 전류가 계산됨. 아래 방정식을 사용함

$$R_{PROG} = \frac{1000V}{I_{CHG}}, \quad I_{CHG} = \frac{1000V}{R_{PROG}} \qquad I_{BAT} = \frac{V_{PROG}}{R_{PROG}} \times 1000$$

→ 이 실제 전류는 IC마다 다름. 일반적인 변동은 ±20% 이내임

c) USB and Wall Adapter Power

→ UTC UB2017을 사용하면 벽면 어댑터와 USB 포트 모두에서 충전할 수 있음. 그림 5는 벽면 어댑터와 USB 전원 입력을 결합하는 방법의 예를 보여줌. P채널 MOSFET MP1은 벽면 어댑터가 있을 때 USB 포트로의 역전도를 방지하는 데 사용되고 쇼트키 다이오드 D1은 다음을 통해 USB 전력 손실을 방지하는 데 사용됨

→ 1kΩ 풀다운 저항, 일반적으로 벽면 어댑터는 500mA로 제한되는 USB 포트보다 더 많은 전류를 공급할 수 있음. 따라서 벽면 어댑터가 있는 경우 N채널 MOSFET, MN1 및 추가 10kΩ 프로그램 저항을 사용하여 충전 전류를 600mA로 높임

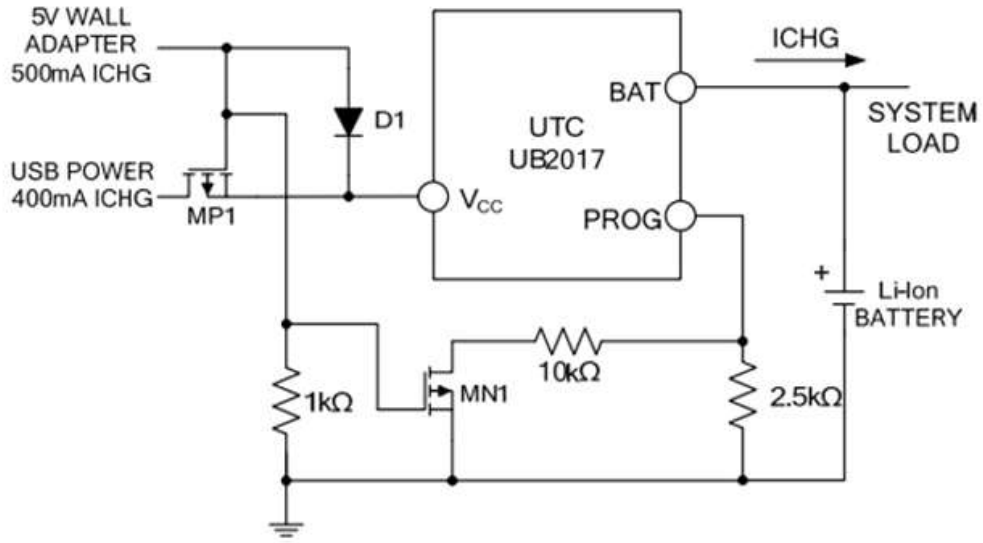


Fig. 5 Combining Wall Adapter and USB Power

8) 안정적 전원공급을 위한 LDO 연구

- 목적 : 안정적 전원공급을 위한 LDO 회로 연구
- 방법 : AX6646 300mA LDO Regulator 연구

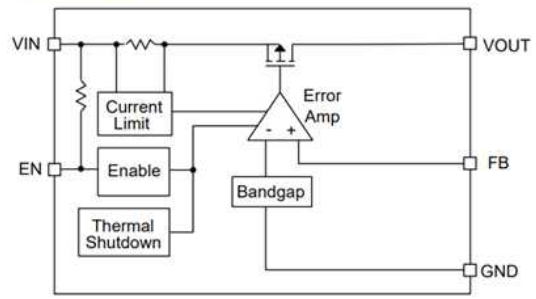
a) 연구

→ AX6646은 300mA, 낮은 대기, 높은 PSRR, 저잡음 및 저드롭 아웃 선형 레귤레이터임. 이 장치에는 통과 요소, 오류 증폭기, 밴드 갭, 전류 제한 및 열 차단 회로가 포함되어 있음. 낮은 드롭 아웃 전압과 낮은 대기 전류 특성으로 인해 일부 중요한 전류 애플리케이션에 적합함. 예를 들면, 일부 배터리 구동 장치

→ 일반적인 대기 전류는 약 40μA임. 셧다운 모드에서 최대 공급 전류는 1uA 미만임. 출력 전압은

0.8V에서 5.5V까지 조정 가능함. 내장된 전류 제한, 단락 전류 보호 및 과열 차단 기능은 IC 손상으로 인한 오류 조건을 방지함

❖ BLOCK DIAGRAM



❖ FEATURES

- Input voltage range is up to 6V
- 200mV Dropout at 150mA output current
- Guaranteed 300mA output current
- Low quiescent current 40μA (typ.)
- Adjustable Output voltage form 0.8V to 5.5V
- Maximum shutdown current

b) APPLICATION CIRCUIT

→ 안정성을 보장하려면 최소 1μF 커패시터를 VOUT에서 접지로 연결해야 함

→ 일반적으로 대형 저장 커패시터는 VIN에서 접지로 연결되어 입력을 보장함. 부하 과도 응답 중에 전압이 최소 드롭아웃 전압 아래로 떨어지지 않음

→ 장치가 적절하게 조절하려면 이 핀은 항상 VOUT보다 높은 드롭아웃 전압이어야 함. 기능 활성화 AX6646에는 LDO 조정기 활성화/비활성화 기능이 있음

→ LDO 조정기가 켜져 있는지 확인하려면 다음을 수행할 것. EN 켜기 제어 레벨은 2.0V보다 커야 함. LDO 레귤레이터는 EN 핀의 전압이 0.8V 아래로 떨어지면 셧다운 모드로 전환됨

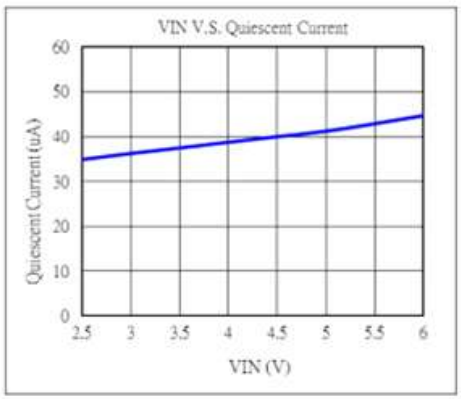
→ 시스템 보호를 위해 AX6646에는 급속 방전 기능이 있음. 특정 애플리케이션에서 활성화 기능이 필요하지 않은 경우 VIN에 연결하여 LDO 조정기를 지속적으로 켜진 상태로 유지할 수 있음

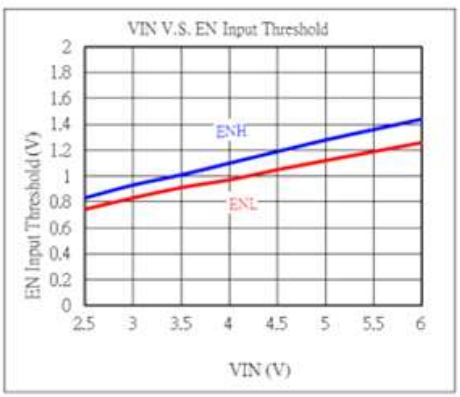
→ FB 기능 출력은 조정 가능한 버전이며 FB 전압은 0.8V임. 출력 전압은 외부 저항에 의해 설정될 수 있습니다. 출력 전압 VOUT은 다음 방정식으로 표현됨

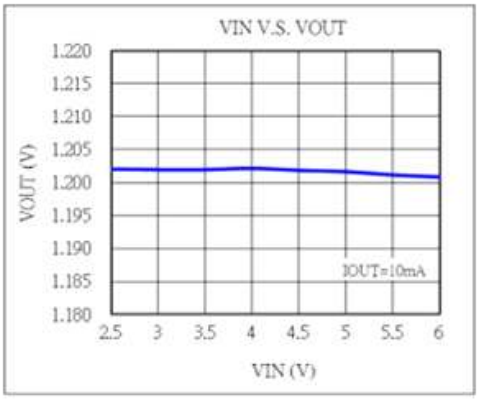
$$VOUT = 0.8(1 + R1/R2)$$

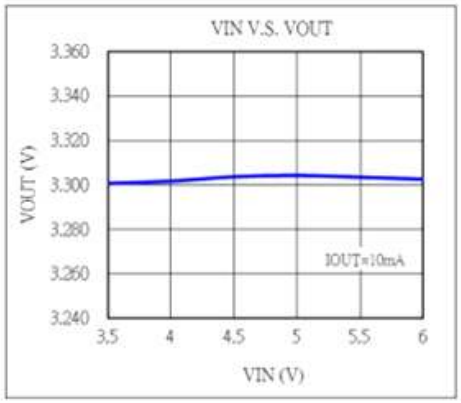
→ 전력 소모 감소 및 루프 안정성을 이유로 R2에서는 50K~300KΩ 선택을 권장함

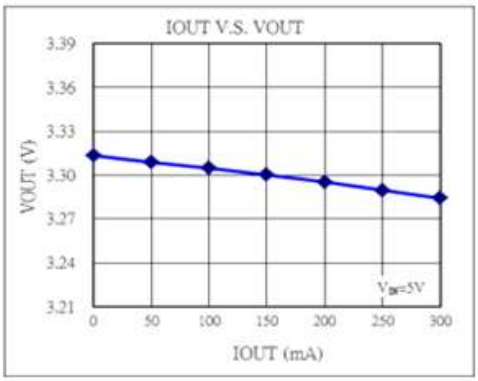
❖ TYPICAL CHARACTERISTICS

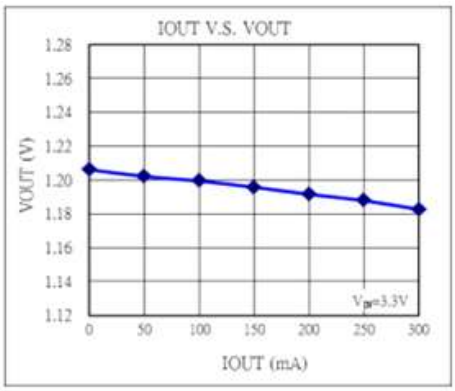












c) PCB 레이아웃

→ AX6646 입력 핀과 접지 사이에는 ≅ 1μF의 입력 커패시턴스가 필요함 (커패시턴스의 양은 제한 없이 증가할 수 있음). 이 커패시터는 입력에서 1cm 이내의 거리에 위치해야 하며 깨끗한 아날로그 접지로 돌아가야 함

→ 입력 커패시터는 패키지 핀과 인쇄 회로 기판의 라우팅 와이어의 유도 효과로 인한 서지 전류로 인해 발생하는 입력 전압 스파이크를 필터링할 수 있음|

→ 그렇지 않으면 IN 핀의 실제 전압이 절대 최대 정격을 초과할 수 있음. 또한 출력 커패시터는 출력에서 깨끗한 아날로그 접지까지 1cm 이내의 거리에 위치해야 함. 패키지 핀과 인쇄회로기판의 라우팅 와이어의 유도 효과로 인한 서지 전류로 인한 출력 스파이크를 필터링할 수 있기 때문임

❖ **ELECTRICAL CHARACTERISTICS** (V_{IN}=5V, T_A=25°C unless otherwise noted)

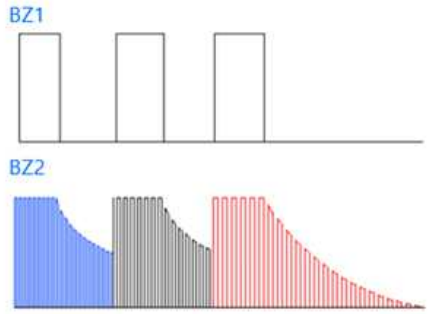
Characteristics	Symbol	Conditions	Min	Typ	Max	Units
Input Voltage	V_{IN}	**(Note1)**	2.6	-	6	V
FB Voltage	V_{FB}	V_{IN}=2.6V to 6V, I_{OUT}=1mA	0.784	0.8	0.816	V
FB Input Leakage Current	I_{FB}	V_{FB}=1.0V	-100	-	100	nA
Adjustable Output Voltage Range	V_{OUT}		V_{FB}	-	5.5	V
Quiescent Current	I_Q	I_{OUT} =0mA, V_{IN}=5V	-	40	60	μA
Shutdown Current	I_{SD}	V_{IN}=3.6V, V_{EN}=0V	-	-	1	μA
Dropout Voltage **(Note 2)**	V_{DROP}	I_{OUT}=300mA, V_{OUT} > 2.7V	-	0.2	0.3	V
Current Limit **(Note 3)**	I_{LIMIT}		400	600	-	mA

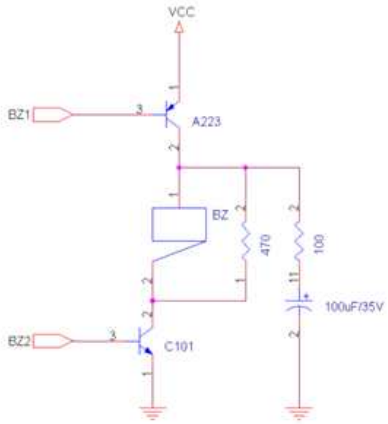
9) 맑은소리 Buzzer 회로 연구

- 목적 : 맑고 청량한 소리의 알람 회로 연구
- 방법 : GEC-17C Buzzer 연구

→ 대부분의 부져회로는 1개의 포트로 제어하지만 2개의 포트사용 제어로 맑은 멜로디 출력을 낼 수

있음. 2개의 포트 제어로 Fade-out 회로를 만들어야 부드러운 소리가 남





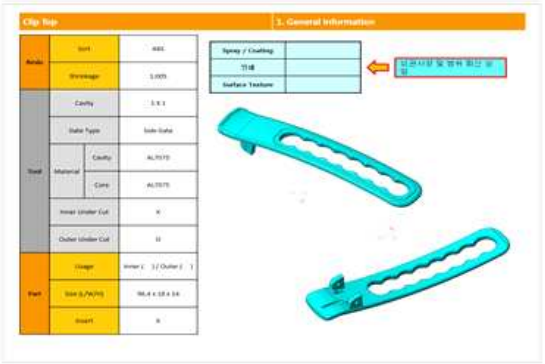
→ 출력단에 100uF/35V 콘덴서를 추가하여 주면 부드럽게 소리가 줄어들면서 좋아짐. 소리의 주파수를 1~2Khz정도로 잘 선택하는 것도 중요함

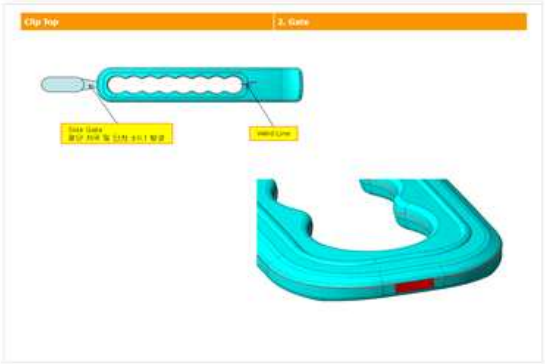
→ 마이컴 프로그램으로 주파수 및 보상 컨덴서, 제어 타이밍을 잘 조절하는 것이 중요한 기술임

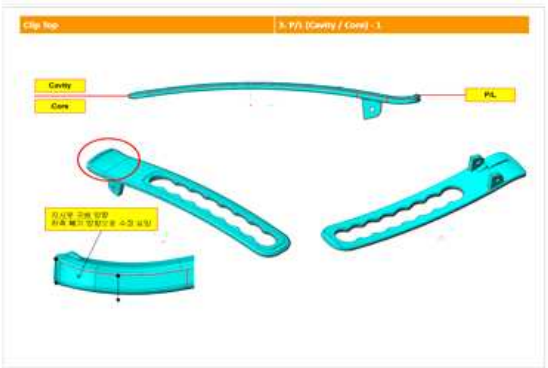
3. 시제품 제작을 위한 제품 검토서 및 금형 제작

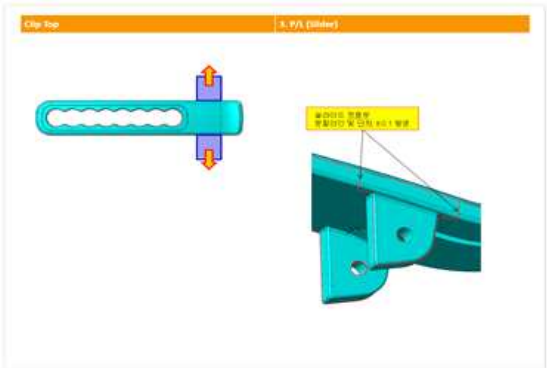
- 시제품 제품 검토서

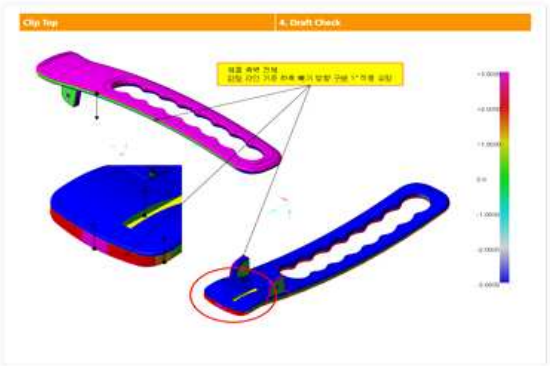
1) Clip Top_Bottom 제품 디자인 검토

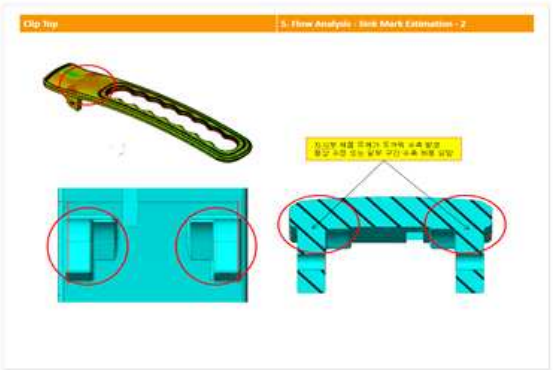


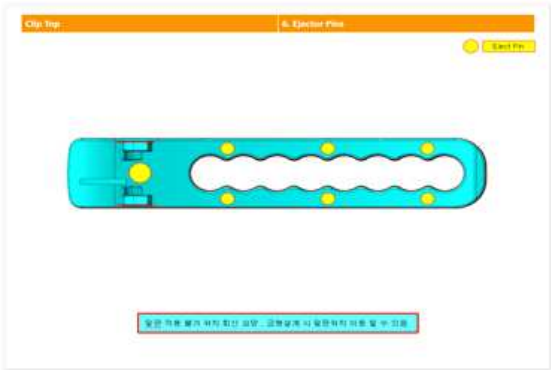


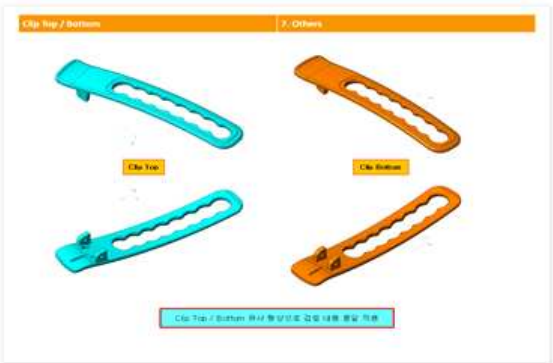




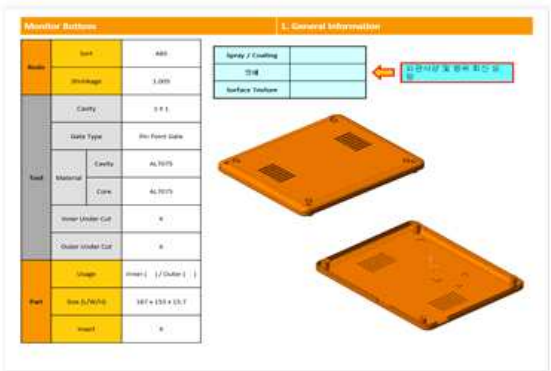


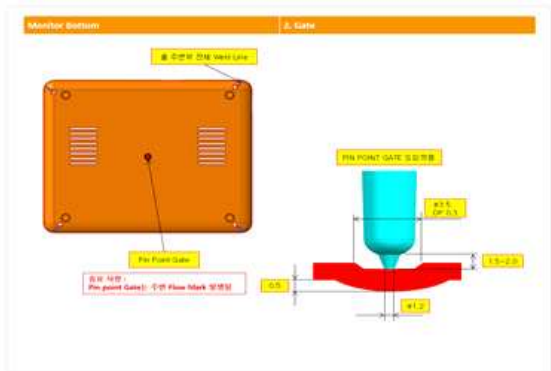


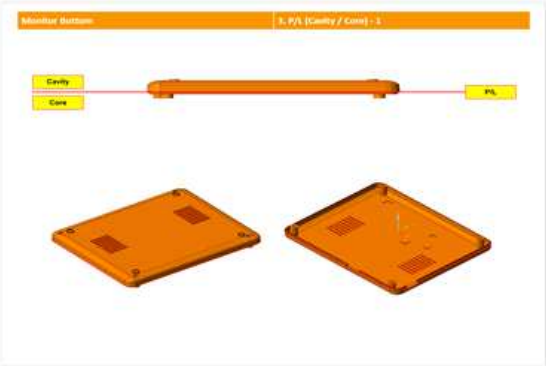


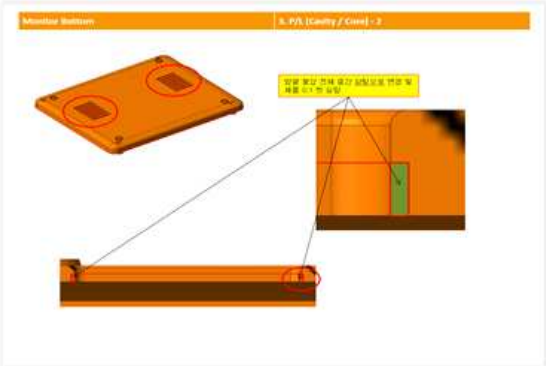


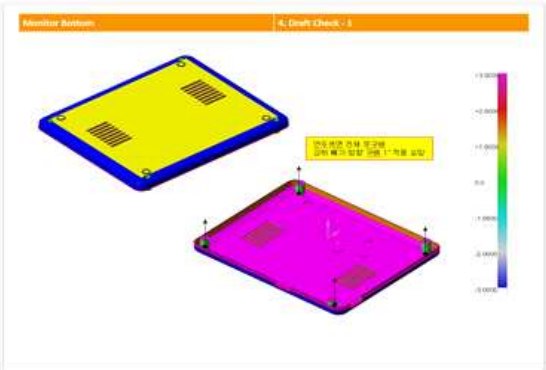
2) Monitor Case Bottom 제품 디자인 검토

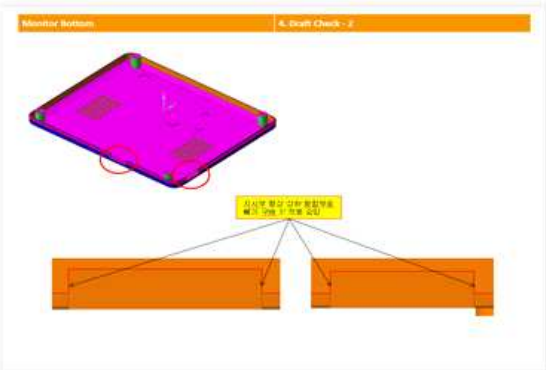


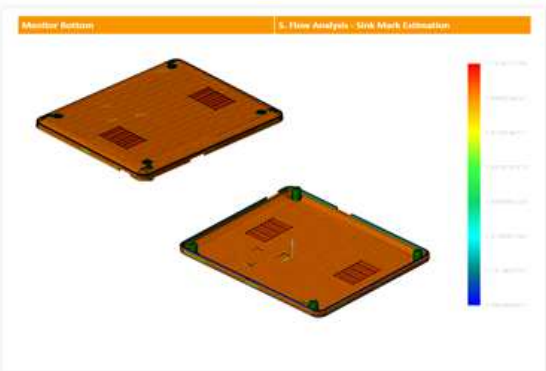


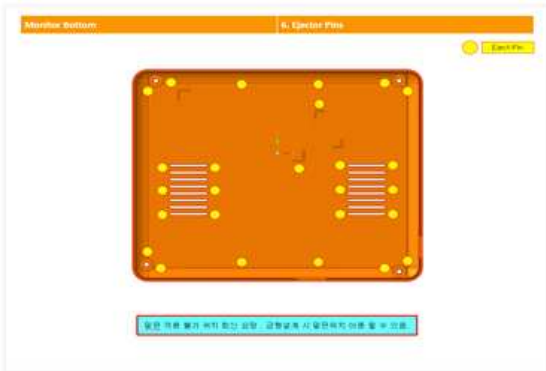




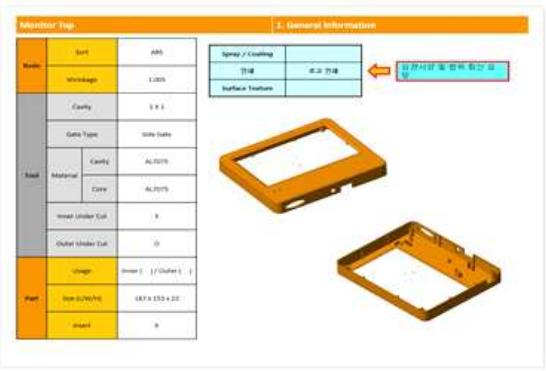


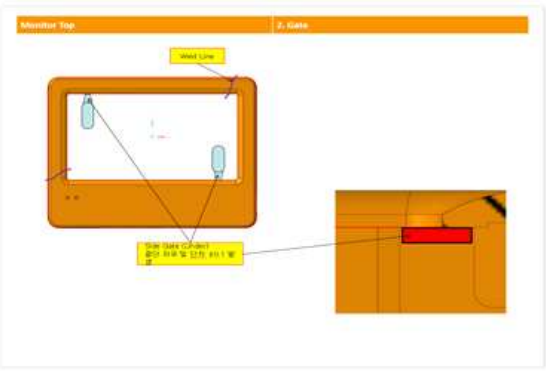


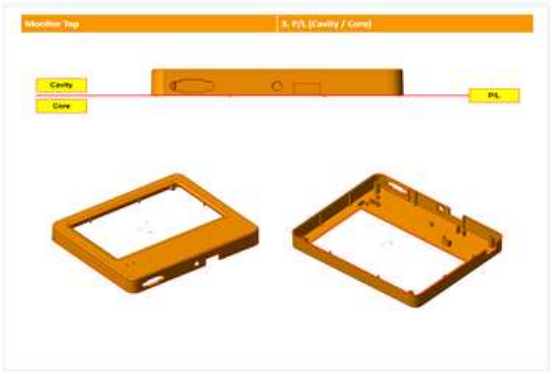


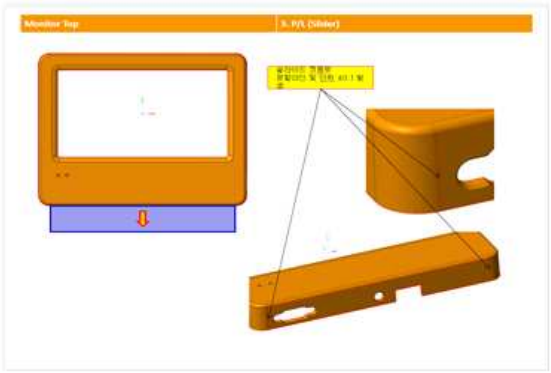


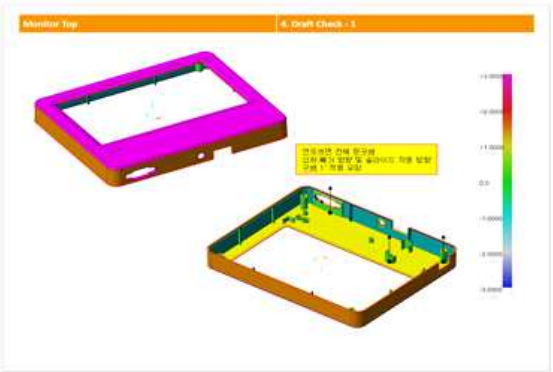
3) Monitor Case Top 제품 디자인 검토

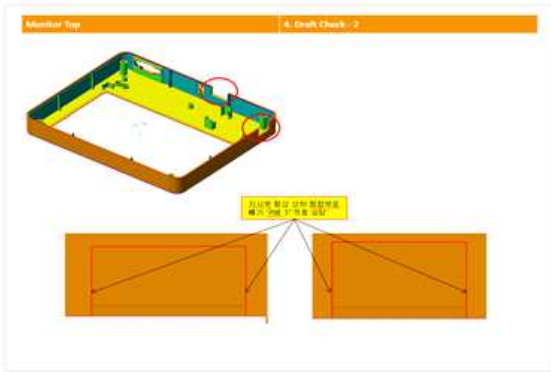


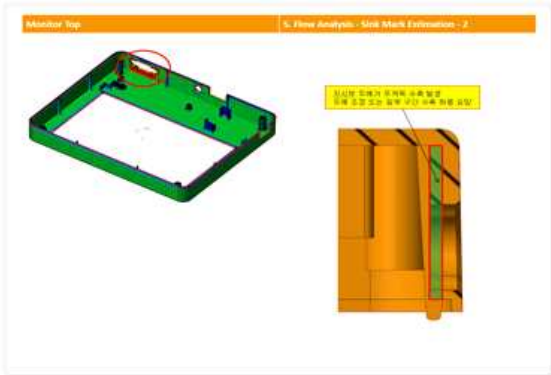


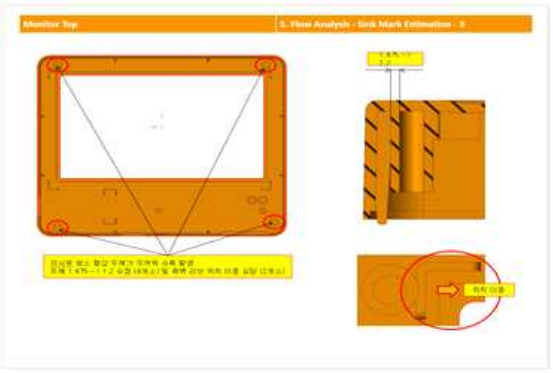


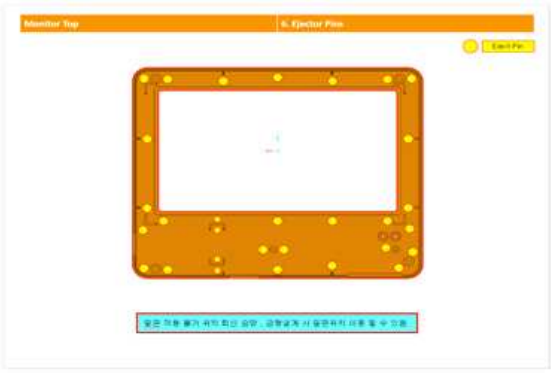




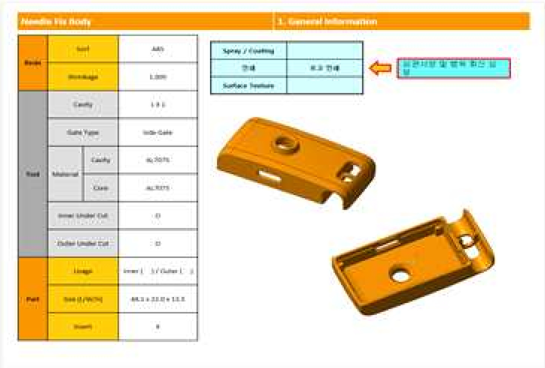


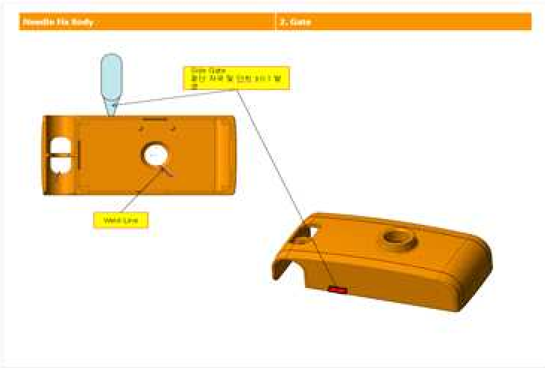


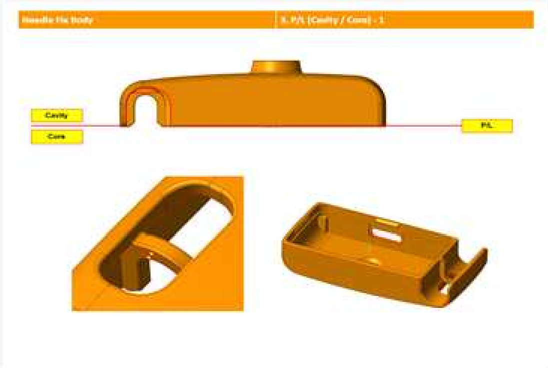


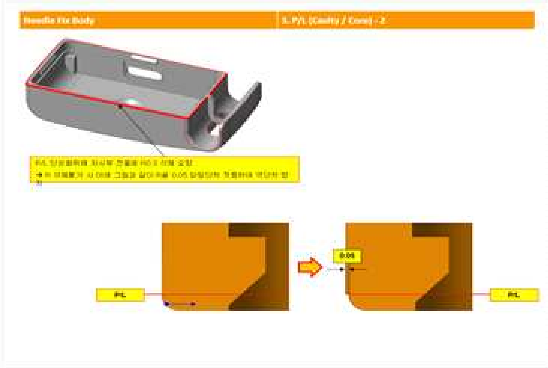


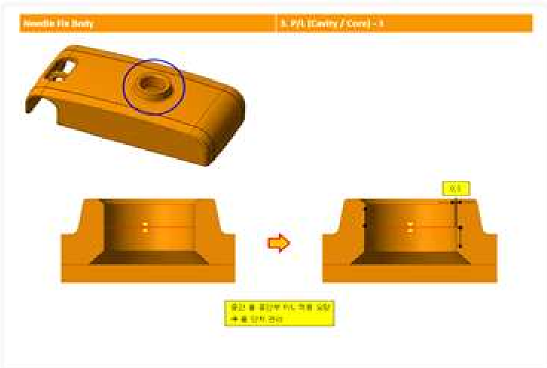
4) Needle Fix Body 제품 디자인 검토

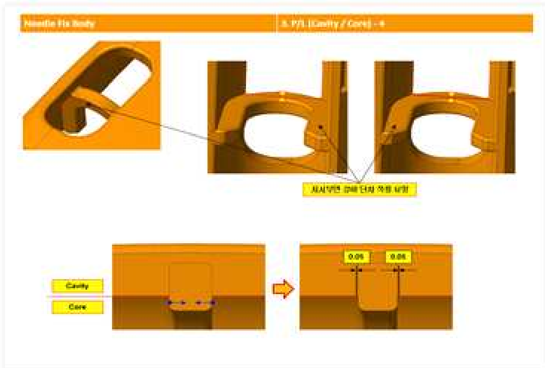

Needle Fix Body
1. General Information
Resin
Sort
ABS
Shrinkage
Tool
Cavity
Gate Type
Side Gate
Material
Cavity
Core
Inner Under Cut
Outer Under Cut
Part
Usage
Size (L/W/H)
Insert
Spray / Coating
Surface Texture

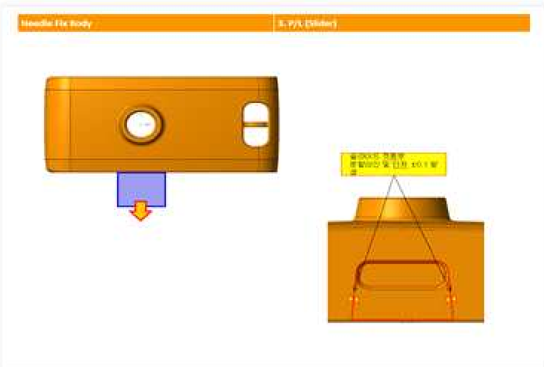

Needle Fix Body
2. Gate
Side Gate
Weld Line

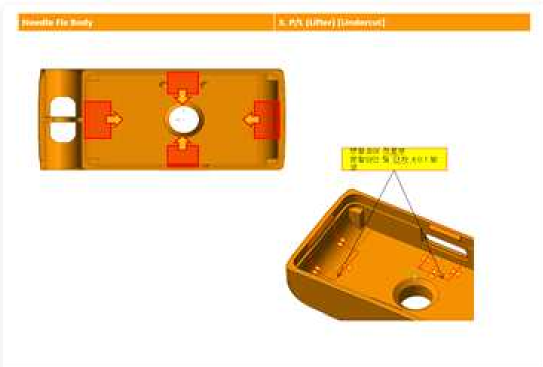

Needle Fix Body
3. P/L (Cavity / Core) - 1
Cavity
Core
P/L

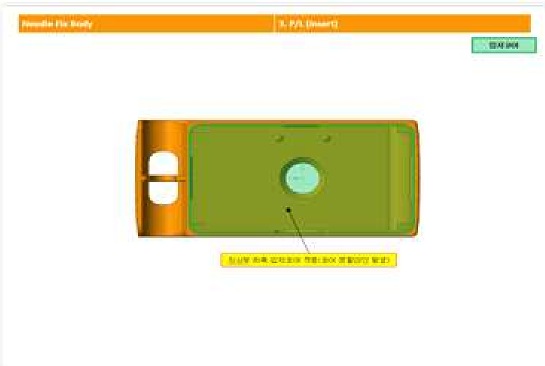

Needle Fix Body
3. P/L (Cavity / Core) - 2
0.05
P/L
P/L


Needle Fix Body
3. P/L (Cavity / Core) - 3
0.1

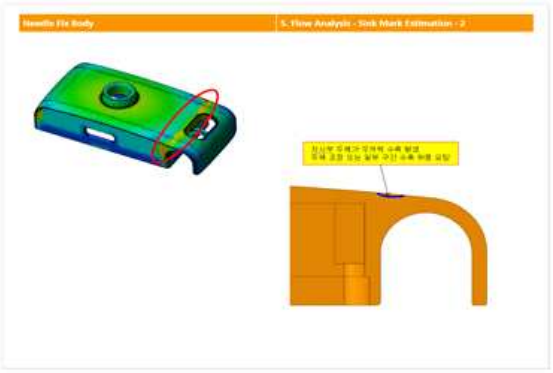

Needle Fix Body
3. P/L (Cavity / Core) - 4
0.05
0.05
Cavity
Core

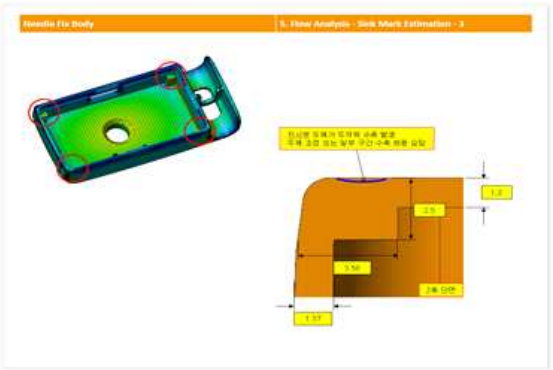

Needle Fix Body
3. P/L (Slider)

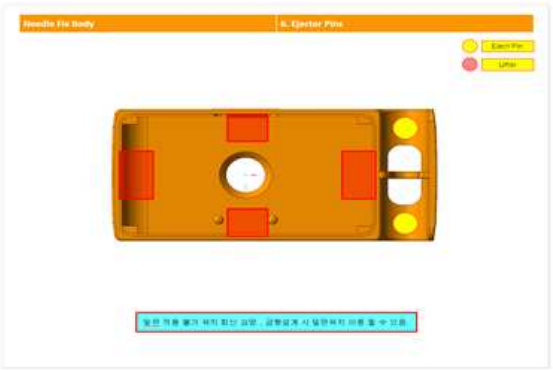

Needle Fix Body
3. P/L (Lifter) (Undercut)

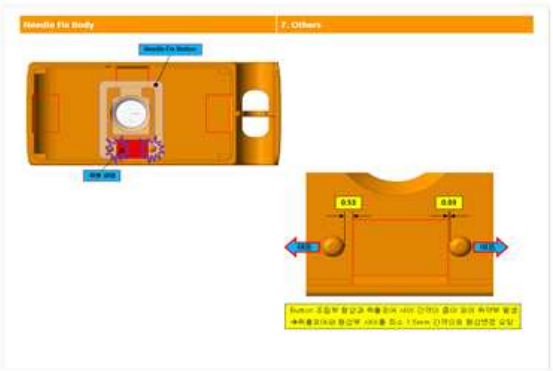

Needle Fix Body
3. P/L (Insert)

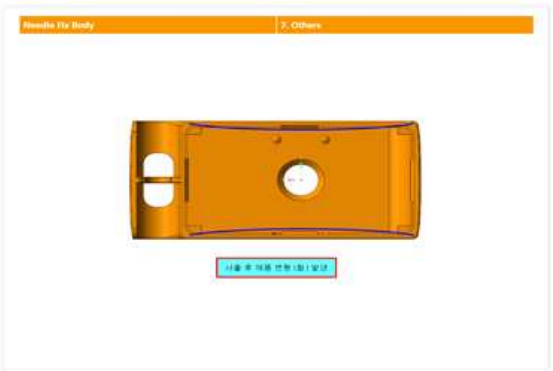
Needle Fix Body
4. Draft Check



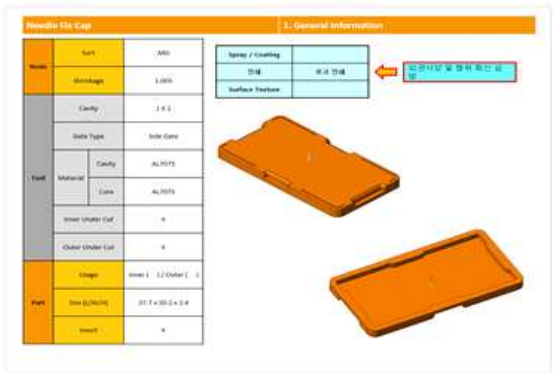


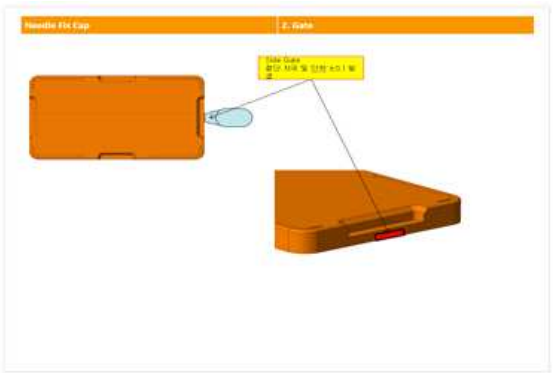


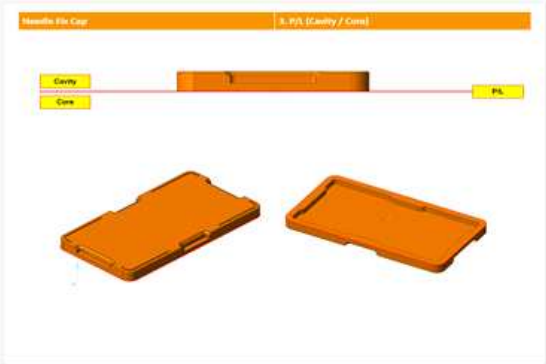


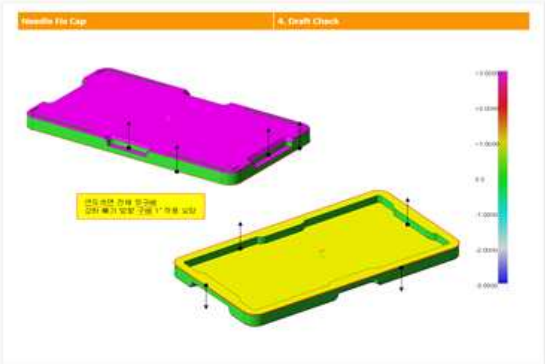


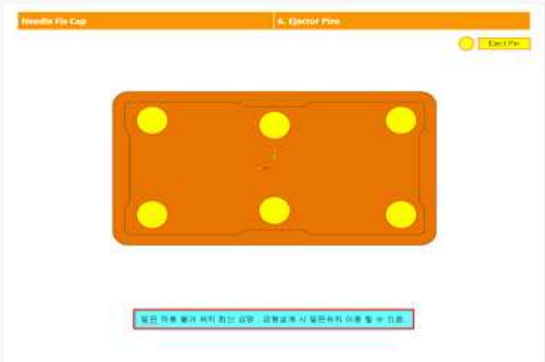
5) Needle Fix Cap 제품 디자인 검토



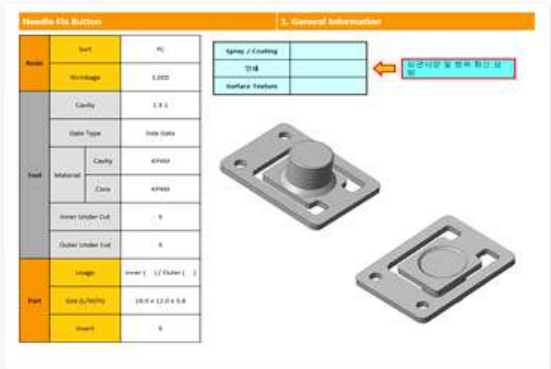


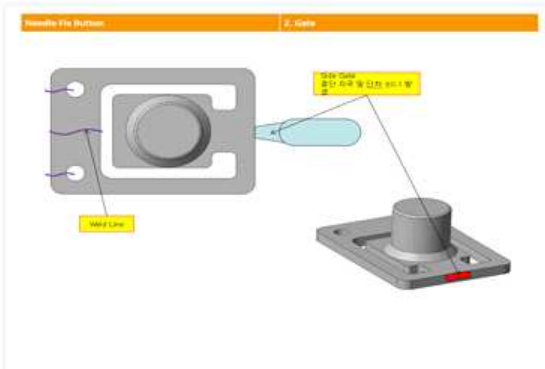


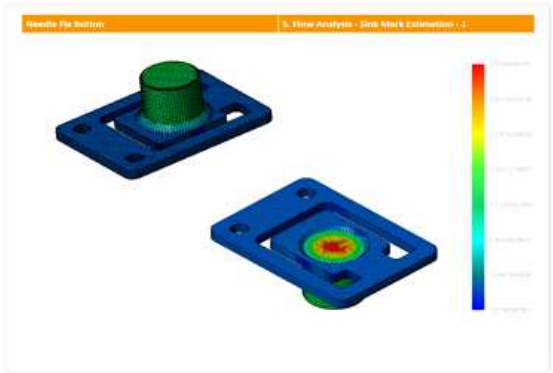


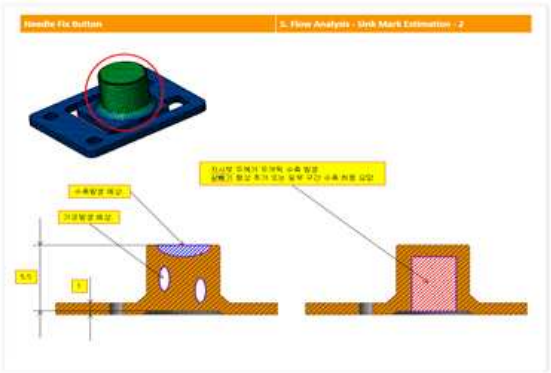


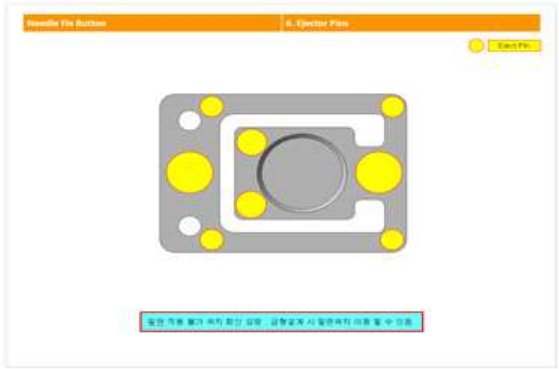
6) Needle Fix Button 제품 디자인 검토



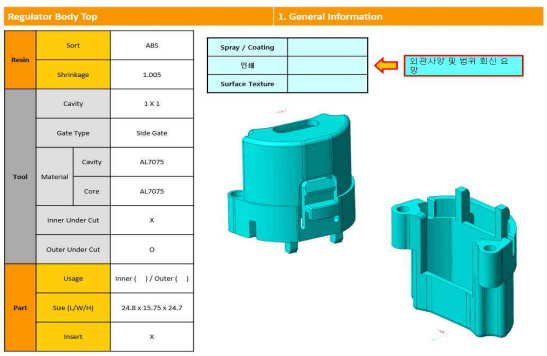


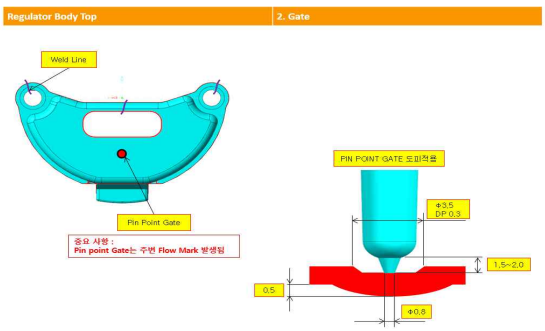


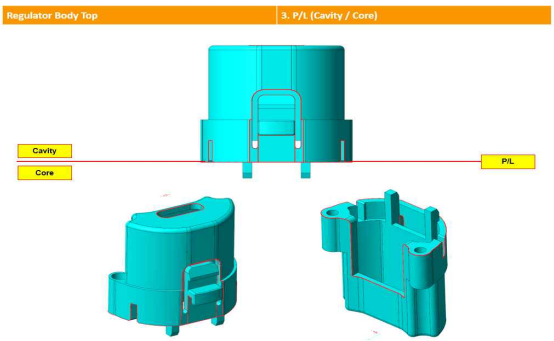


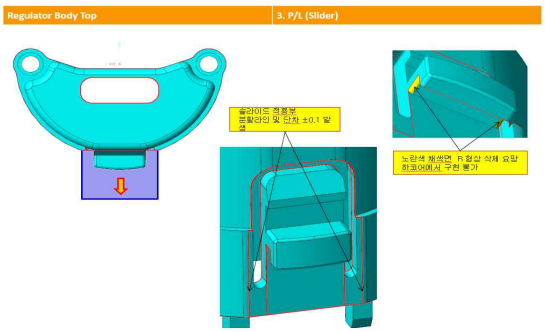


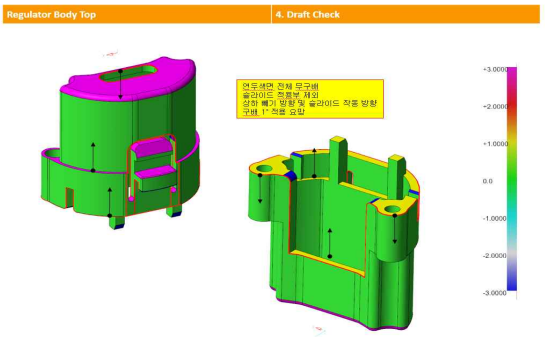
7) Regulator body cap 제품 디자인 검토

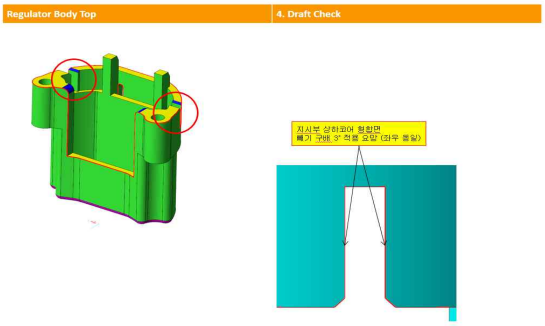


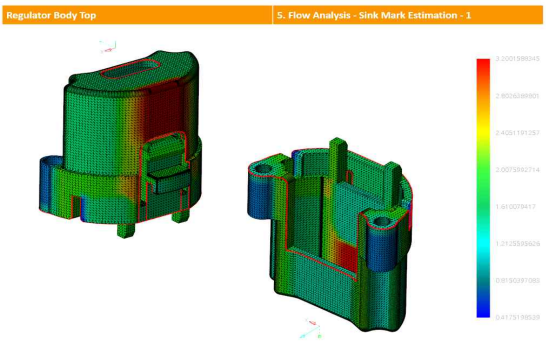


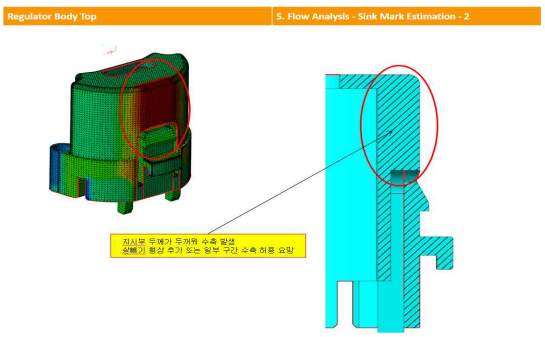


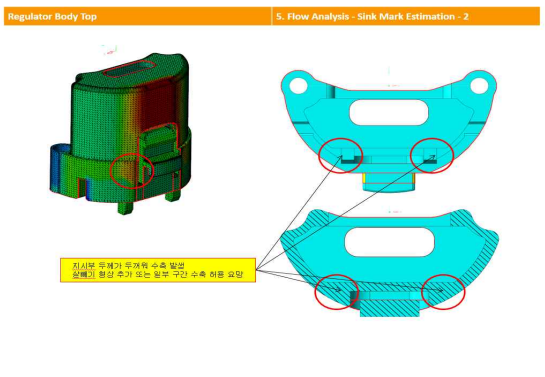


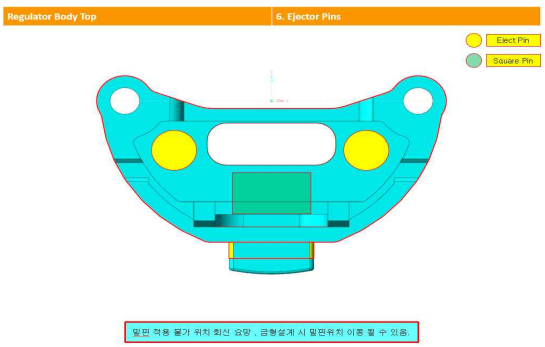












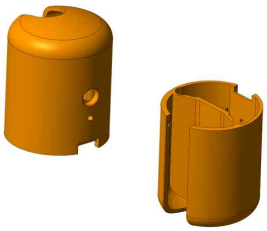
8) Regulator body 제품 디자인 검토

Regulator Body | 1. General Information

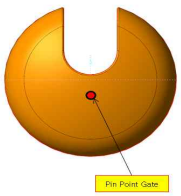
Resin	Sort	ABS
	Shrinkage	1.005
Tool	Cavity	1 X 1
	Gate Type	Pin Point Gate
	Material – Cavity	AL7075
	Material – Core	AL7075
	Inner Under Cut	O
	Outer Under Cut	O
Part	Usage	Inner ( ) / Outer ( )
	Size (L/W/H)	26.3 x 25.6 x 37
	Insert	X

Spray / Coating	
연세	로고 연세
Surface Texture	

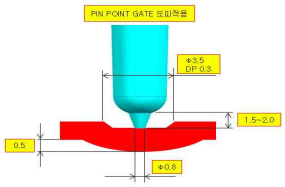
외관사양 및 범위 회신 요망



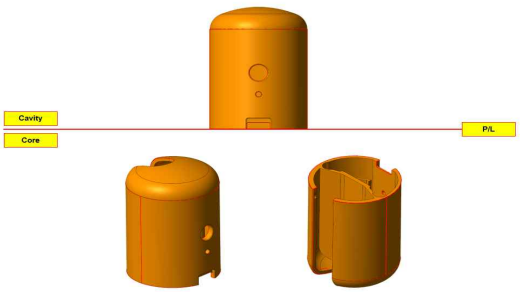
Regulator Body | 2. Gate



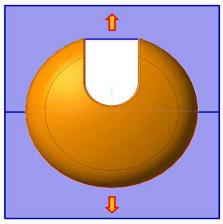
중요 사항 :
Pin point Gate는 주변 Flow Mark 발생원

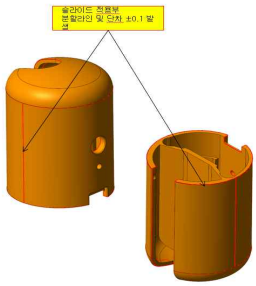


Regulator Body | 3. P/L (Cavity / Core)

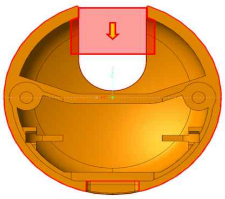


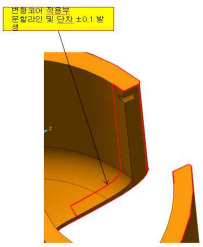
Regulator Body | 3. P/L (Slider)



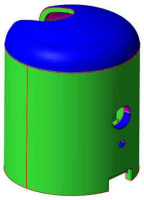


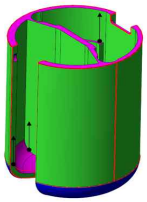
Regulator Body | 3. P/L (Lifter) [Undercut]



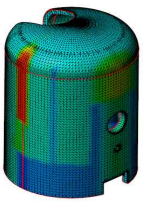


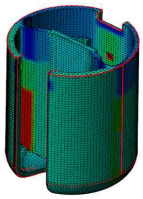
Regulator Body | 4. Draft Check



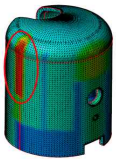


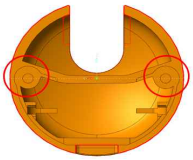
Regulator Body | 5. Flow Analysis - Sink Mark Estimation - 1

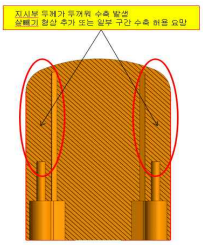




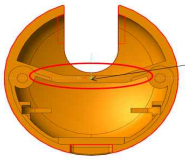
Regulator Body | 5. Flow Analysis - Sink Mark Estimation - 2

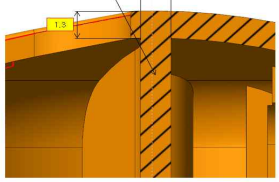




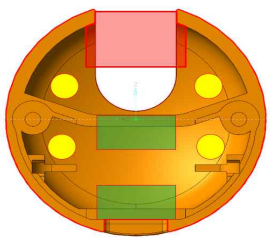


Regulator Body | 5. Flow Analysis - Sink Mark Estimation - 3





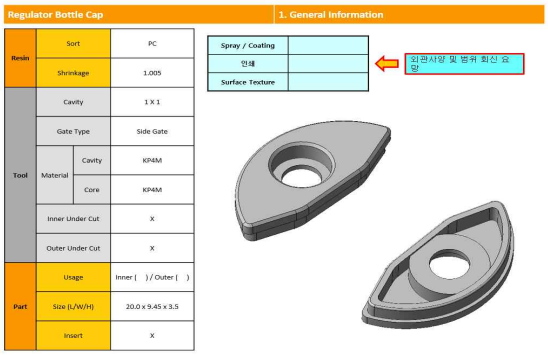
Regulator Body | 6. Ejector Pins

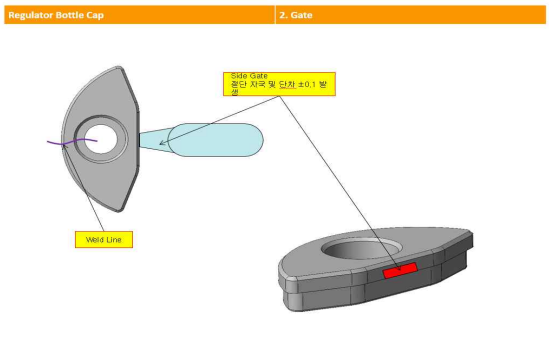


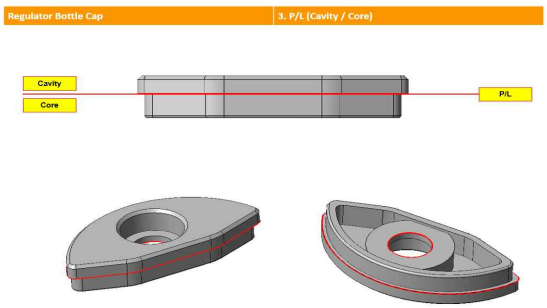
Elect Pin
Lifter
Square Pin

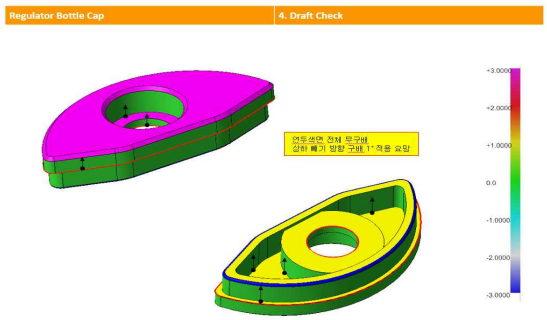
일부 적용 불가 위치 회신 요망 , 금형설계 시 일부위치 이동 될 수 있음.

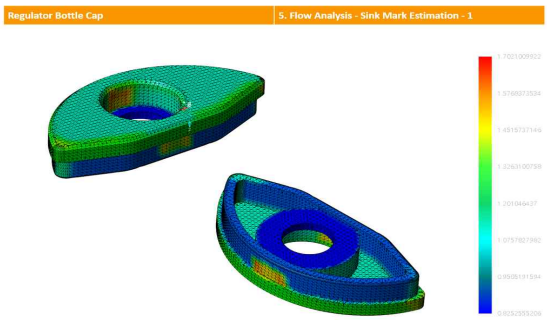
9) Regulator bottle cap 제품 디자인 검토

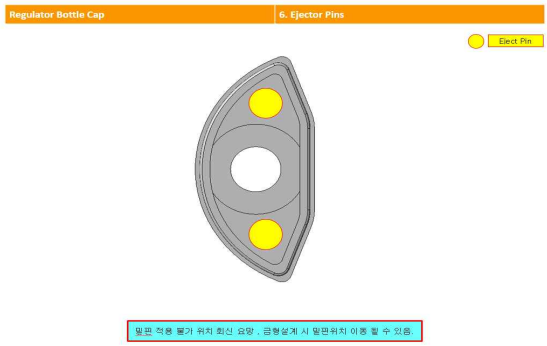




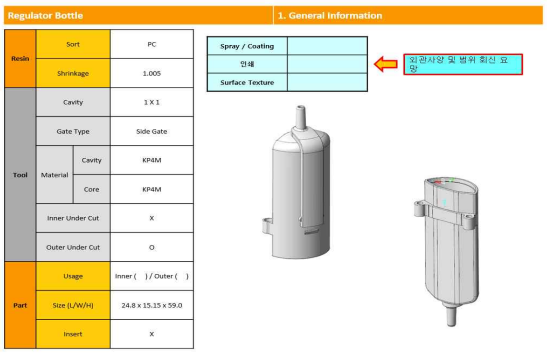


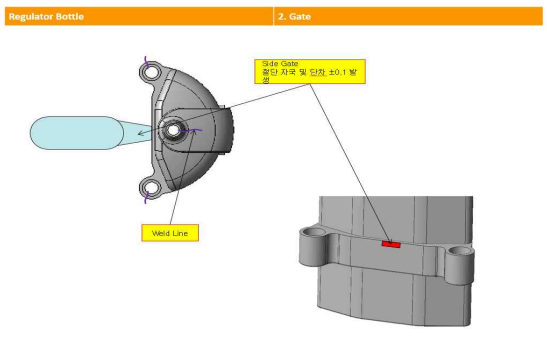


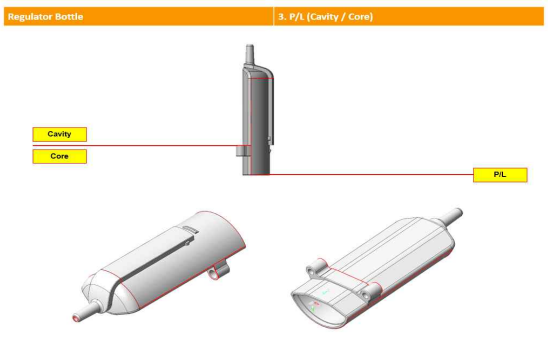


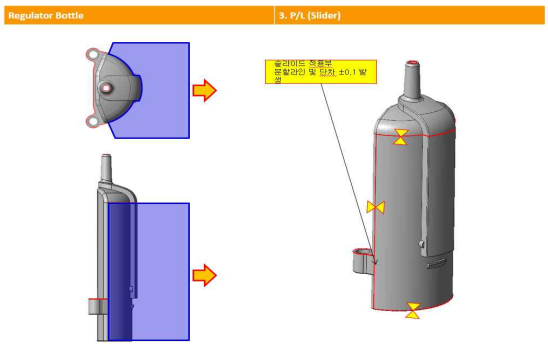


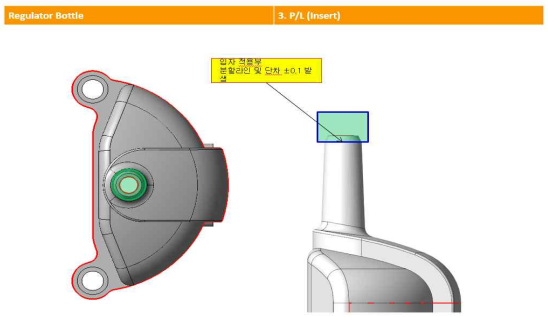
10) Regulator bottle 제품 디자인 검토

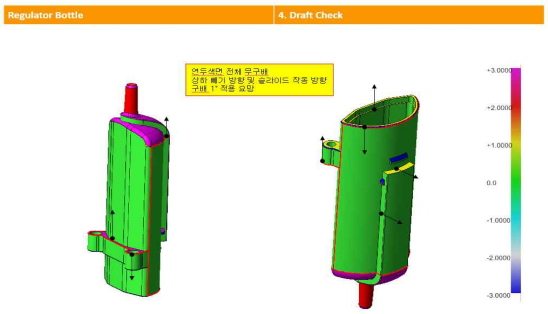


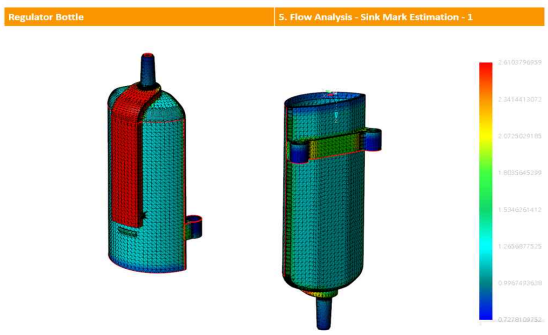


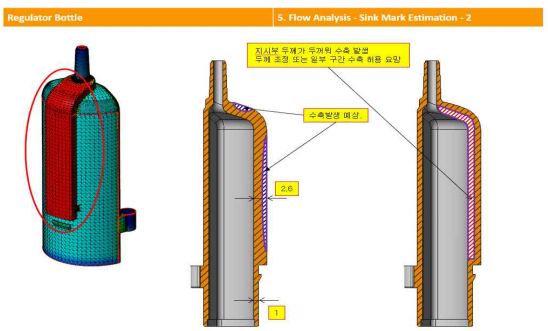


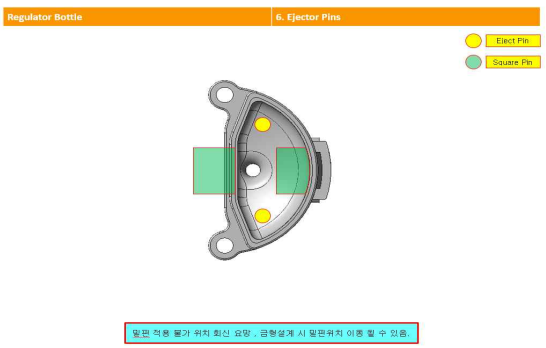




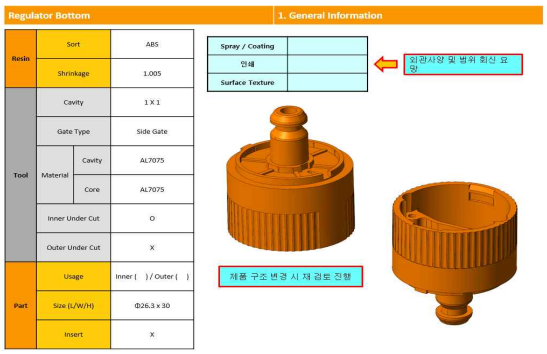


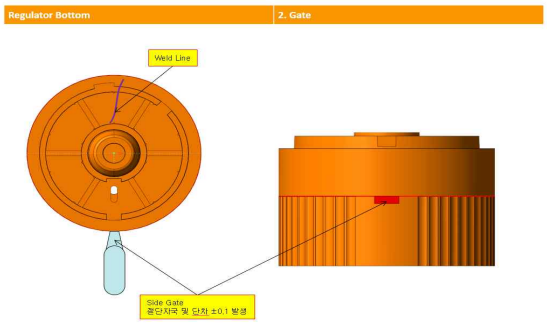


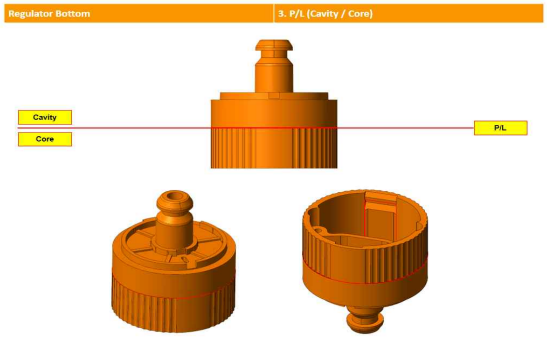


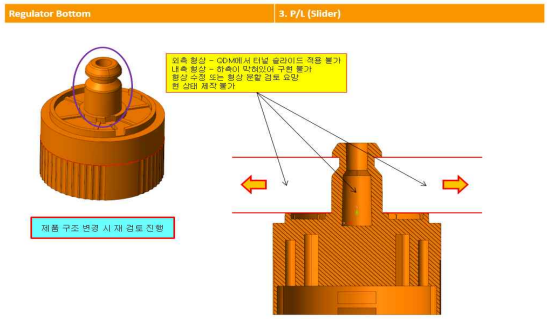


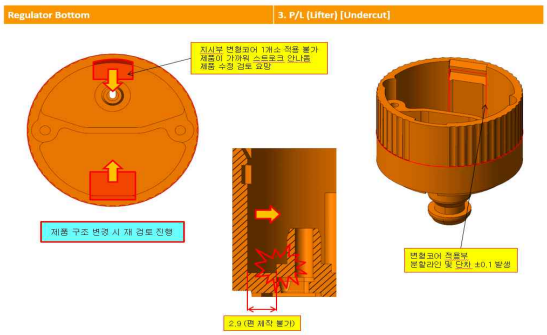
11) Regulator bottom 제품 디자인 검토

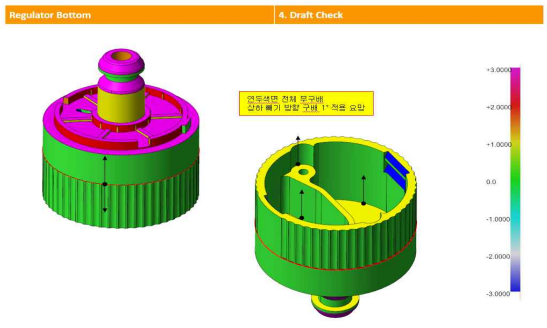


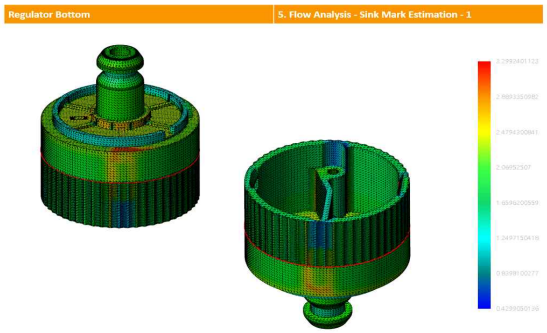


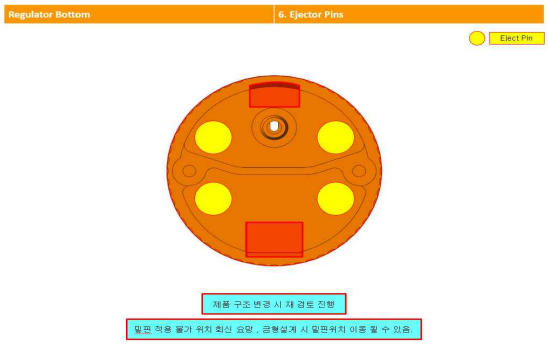




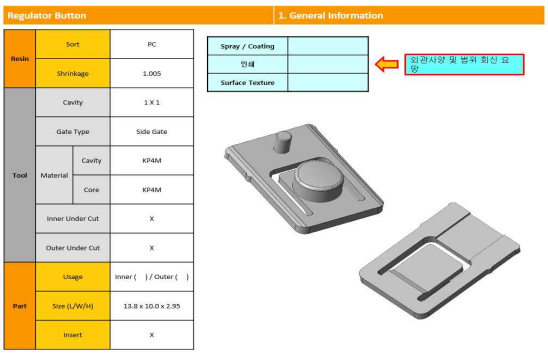


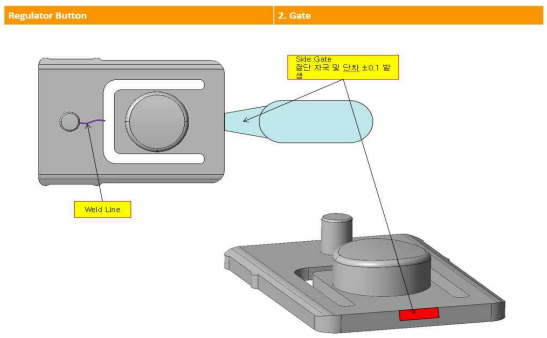


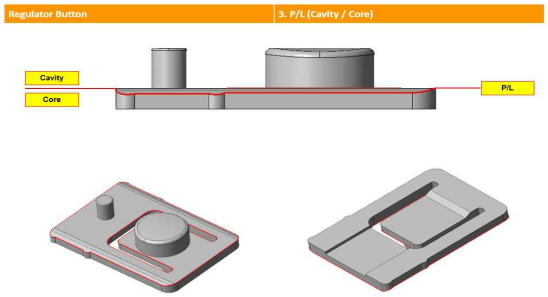


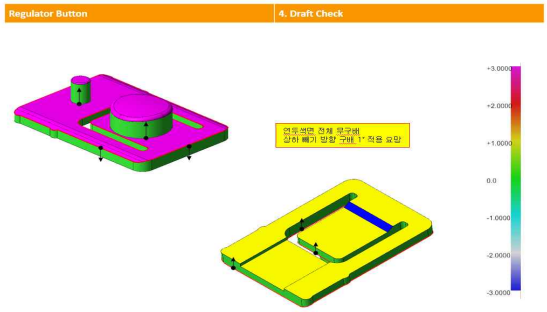


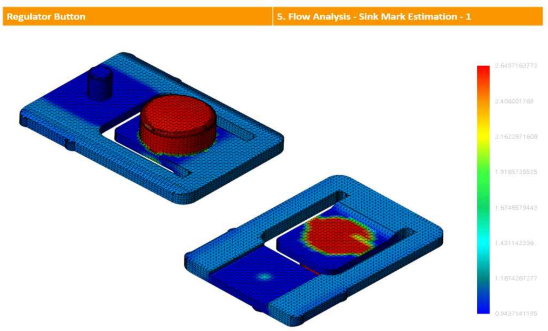
12) Regulator button 제품 디자인 검토

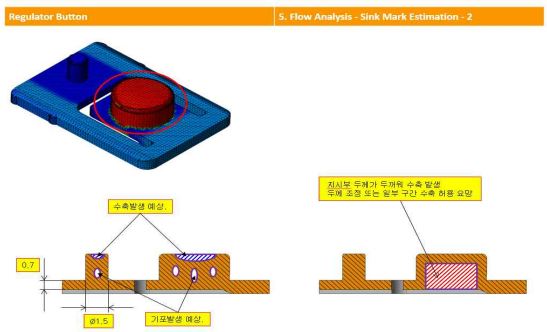


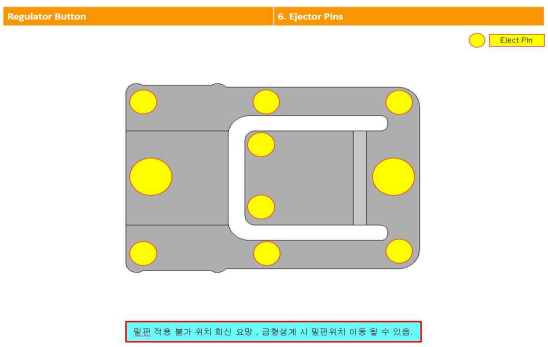




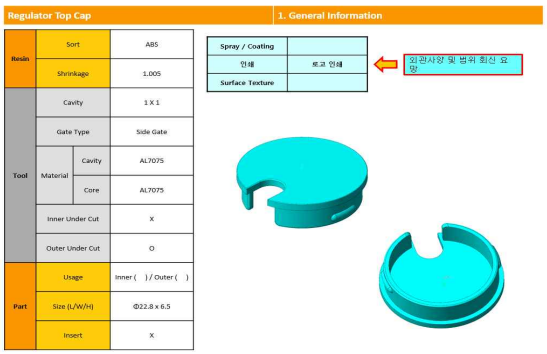


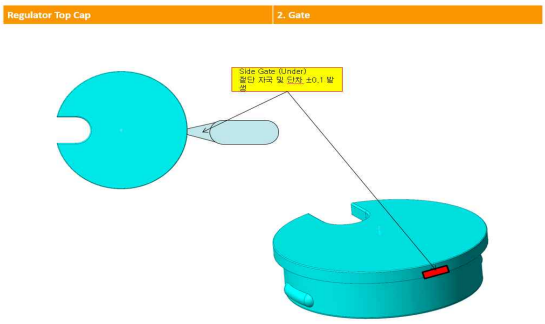


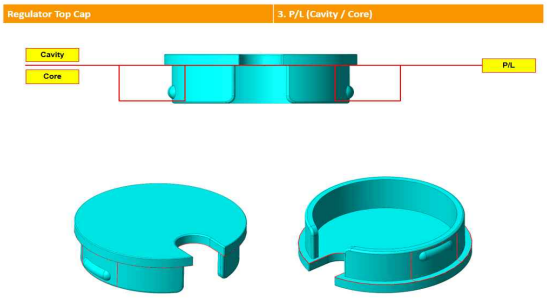


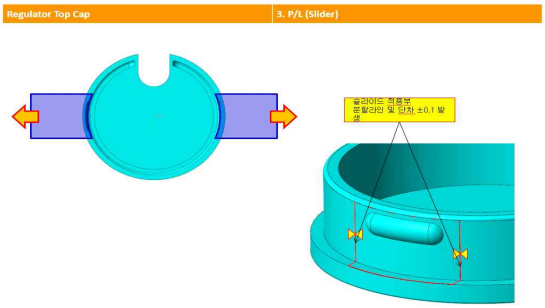


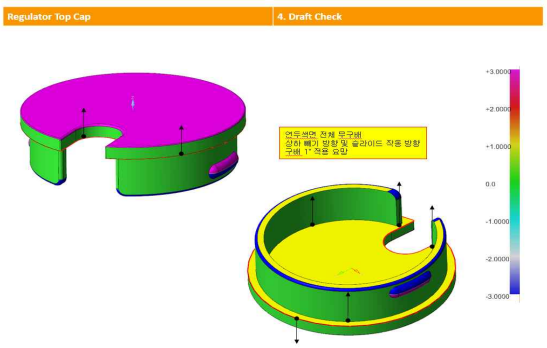
13) Regulator Top cap 제품 디자인 검토

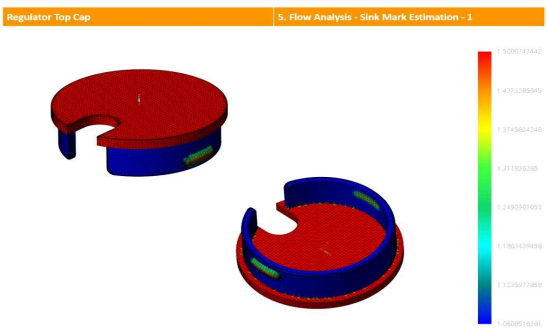


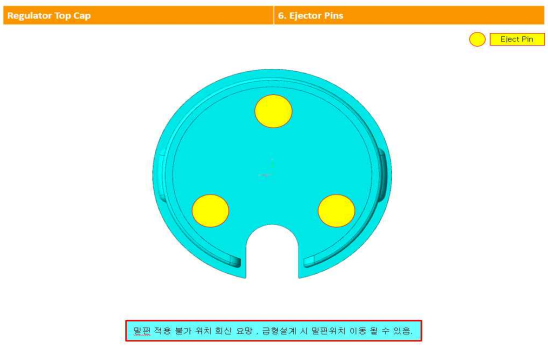




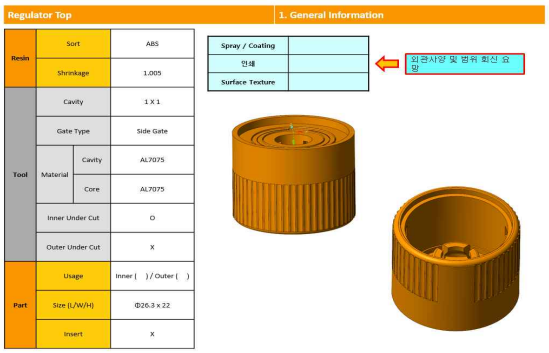


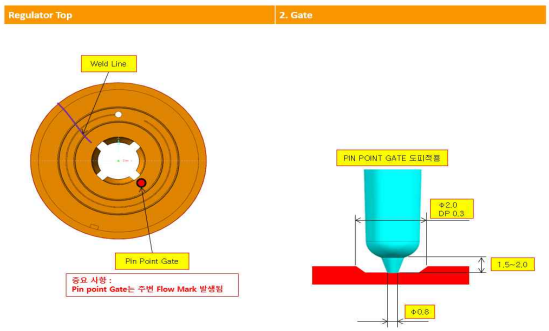


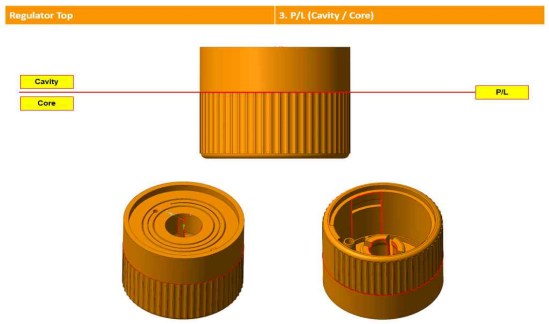


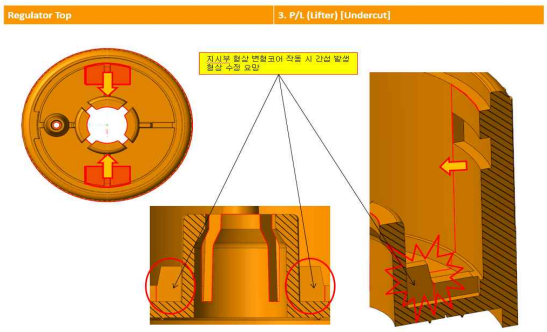


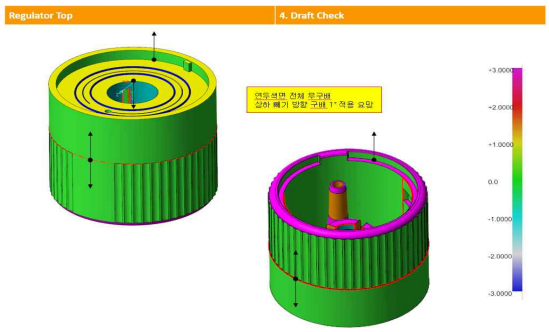
14) Regulator Top 제품 디자인 검토

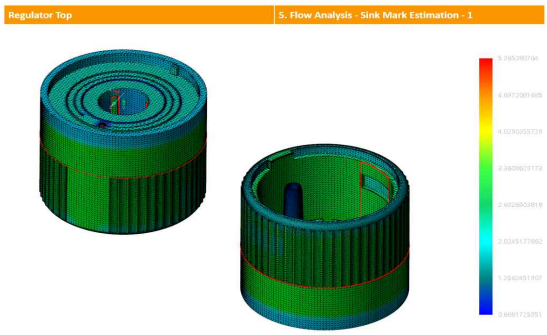


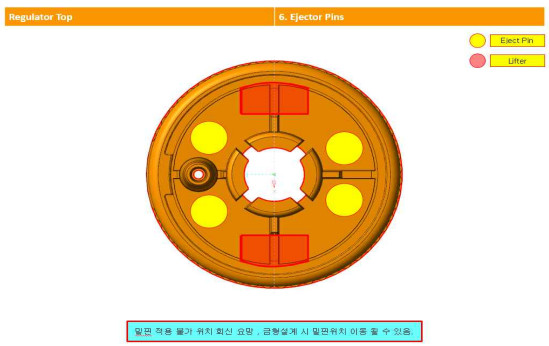






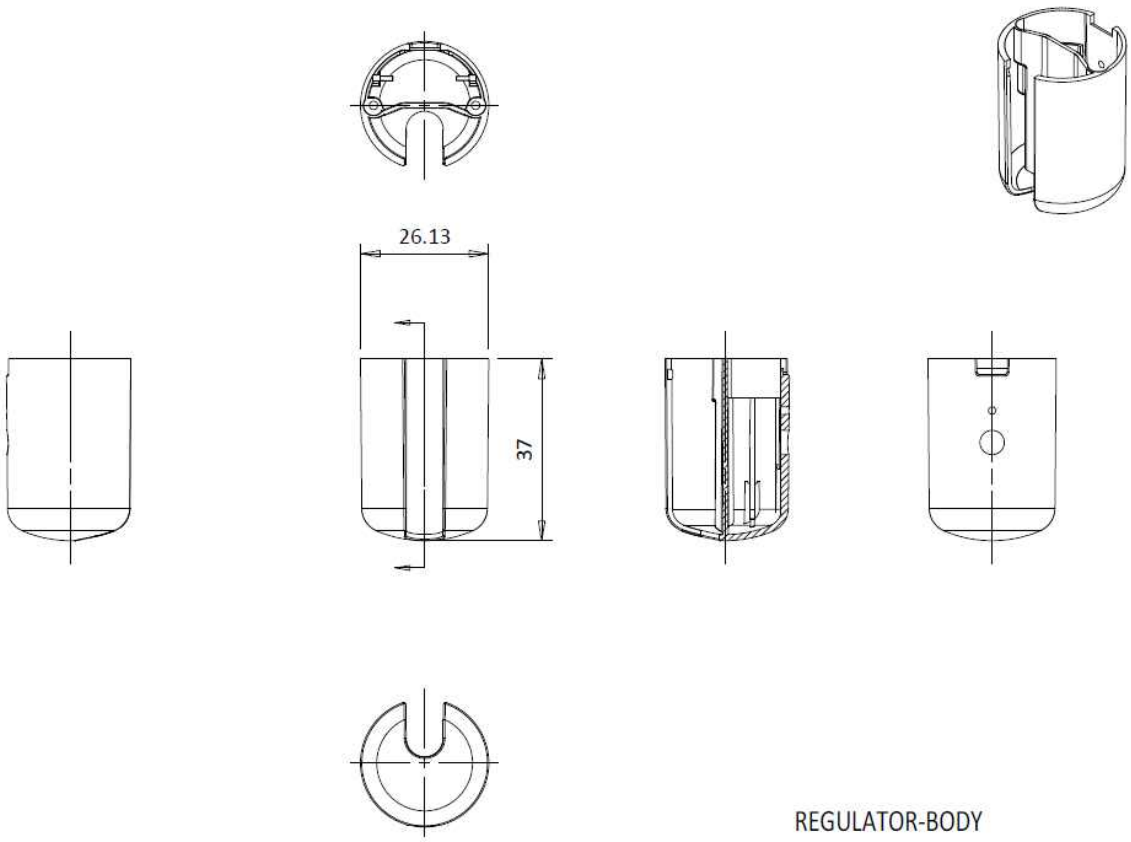






- 금형 2D 도면 및 금형 제작

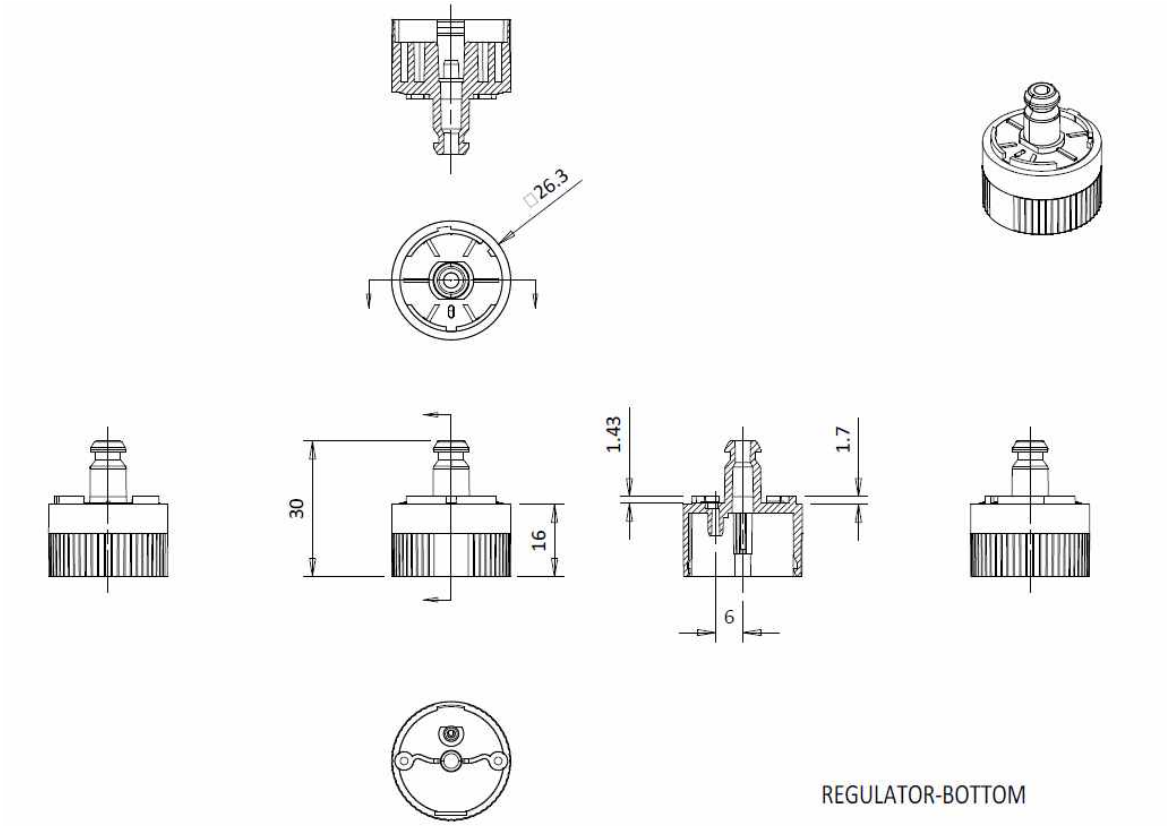
1) 레귤레이터 body 금형 제작 및 시사출

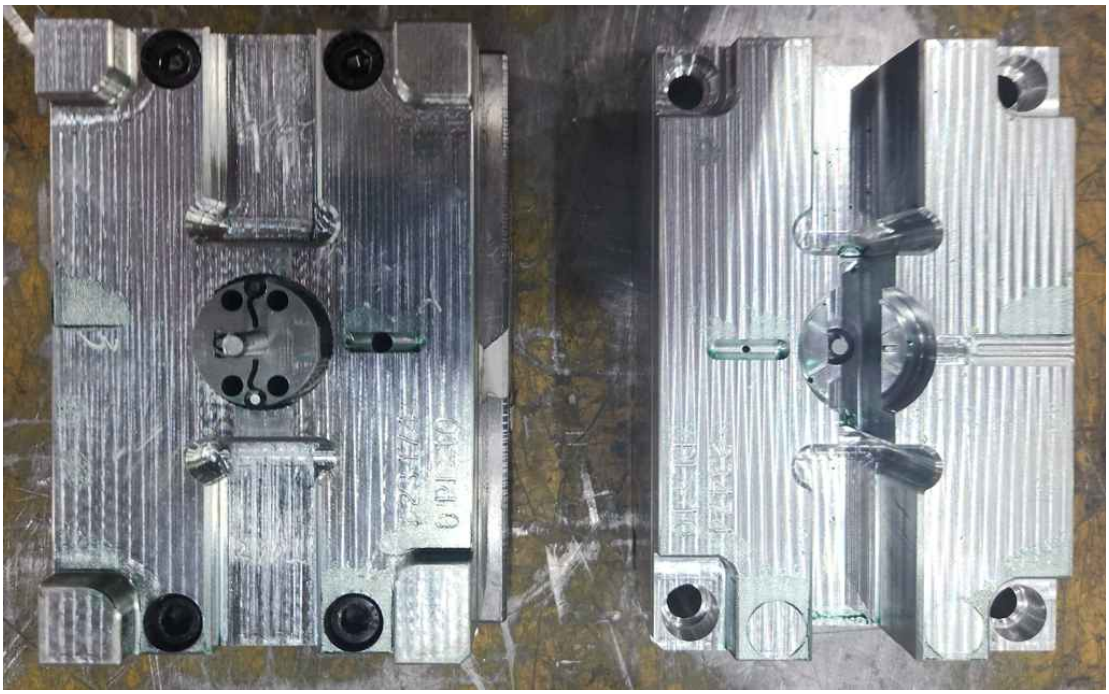


→ 기존 성원메디칼에서 사용하고 있는 레귤레이터의 경우 유량 측정 센서를 부착할 수 있는 방법이 없고, 센서를 부착하게 되면 기존에 판매하고 있는 레귤레이터의 형상이 달라져서 신규 허가 등록 진

행을 한 뒤 제품 판매를 진행해야함
→ 기존에 판매하고 있는 레귤레이터는 인의용 제품으로 판매하고 신규로 허가 등록을 위한 디자인 변경된 제품으로 금형을 제작하고 시사출 진행
→ 레귤레이터 body는 센서가 부착되는 공간이 필요하기에 2차년도에 디자인하여 시제품 제작했던 형상과 다르게 경량화, 길이 축소를 통해 수정/보완한 뒤 최소의 사이즈로 금형 제작 완료

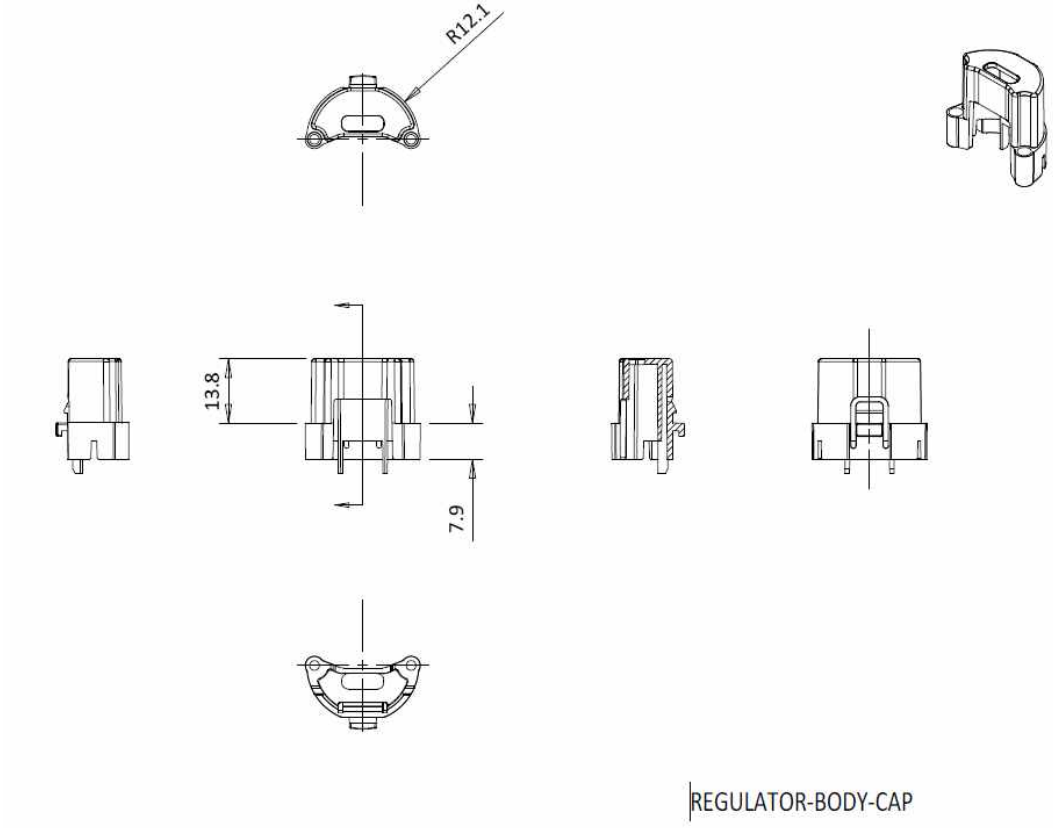
2) 레귤레이터 body bottom 금형 제작 및 시사출

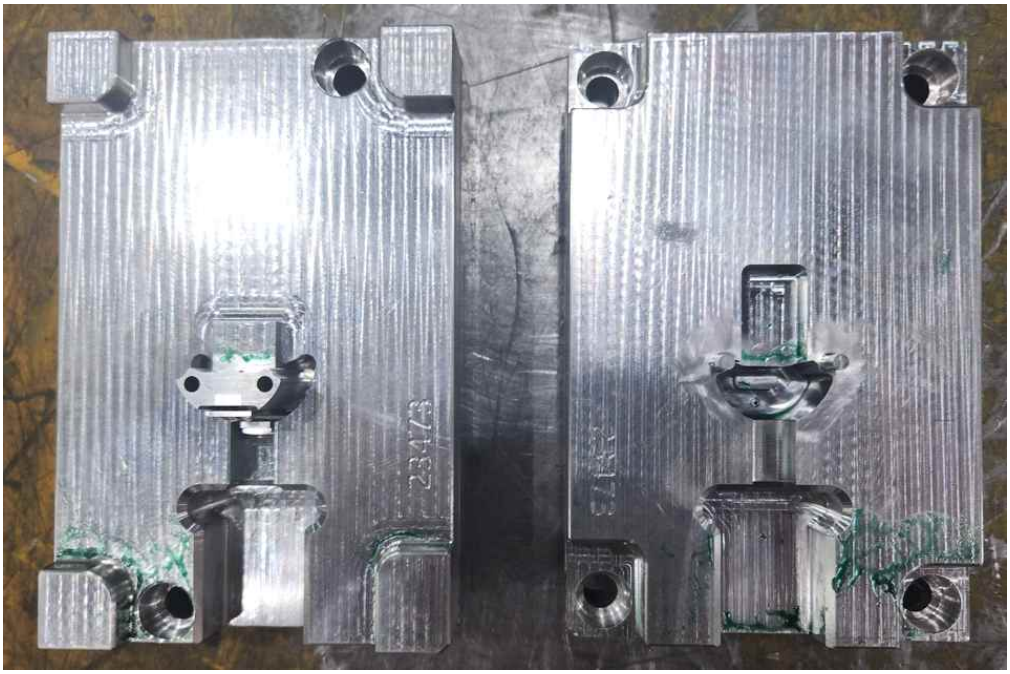




→ 레귤레이터 body 하측 금형 제작
→ 유량의 흐름을 제어하고 조절 가능한 레귤레이터 상/하 중 하측의 금형 제작 완료

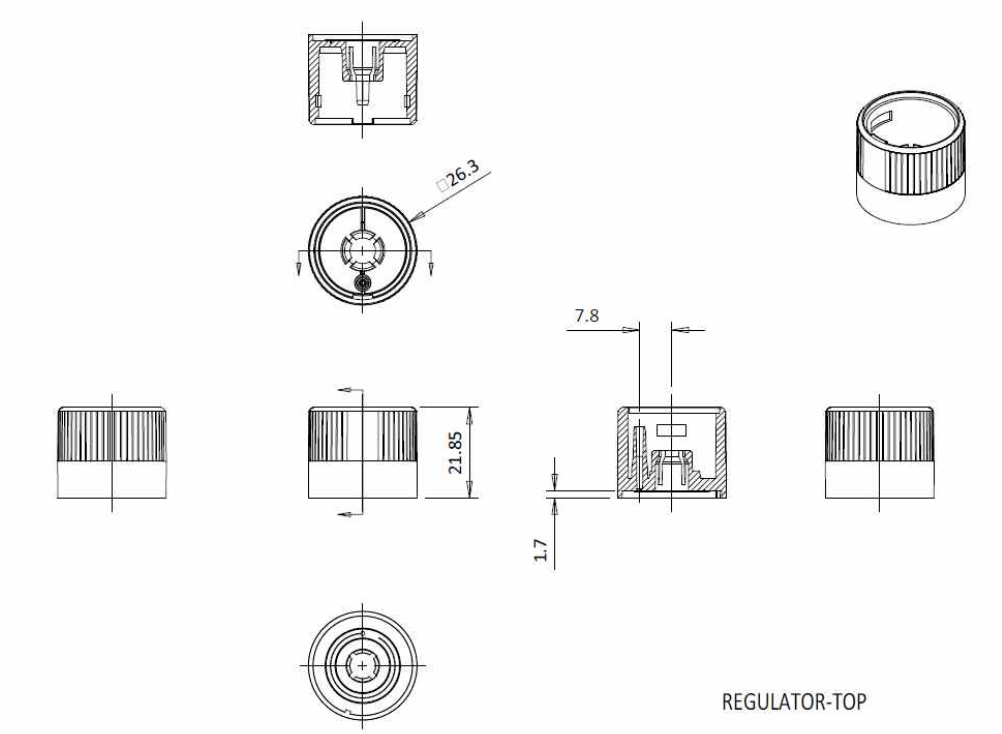
3) 레귤레이터 body cap 금형 제작 및 시사출

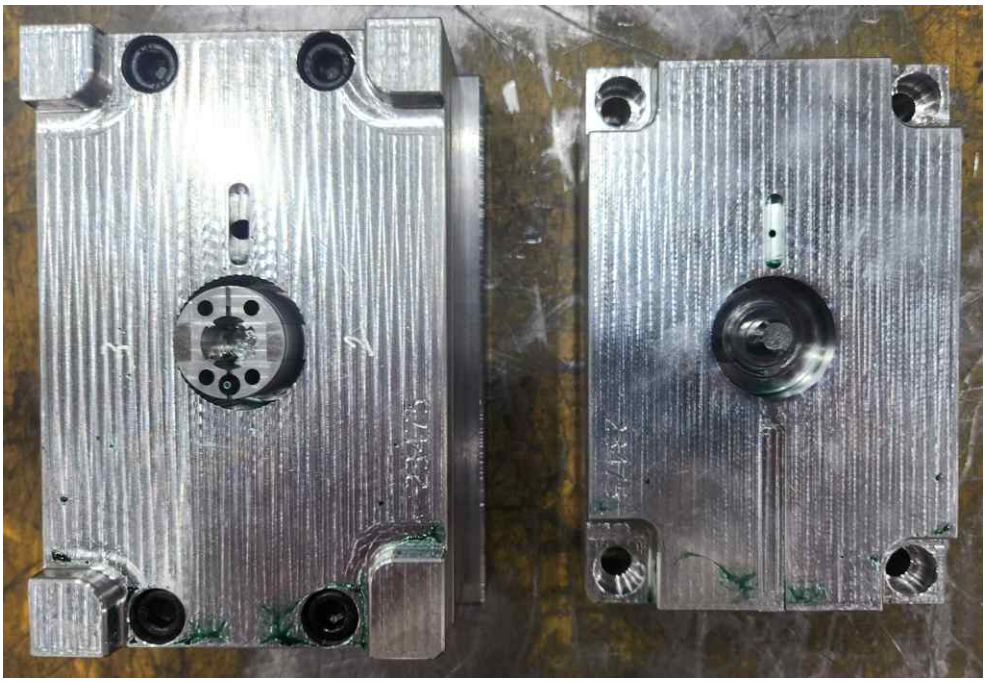




→ 레귤레이터 body cap은 센서 작동을 위한 충전 cap이며 동시에 레귤레이터를 cover 역할도 동일하게 적용

4) 레귤레이터 body top 금형 제작 및 시사출

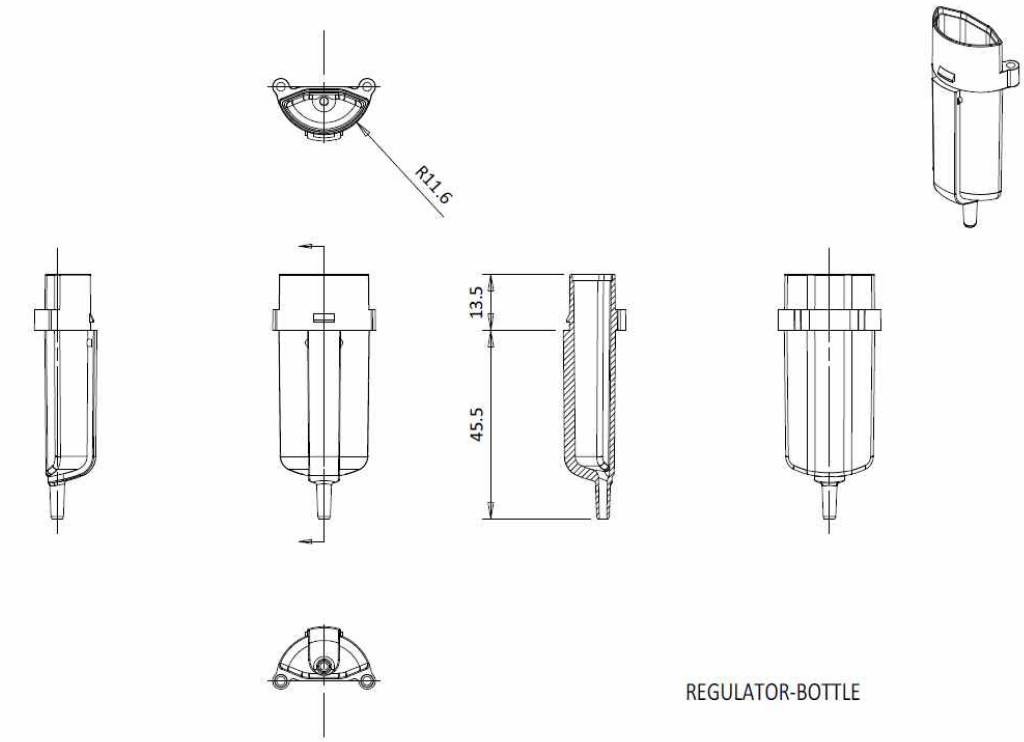




→ 레귤레이터 body 상측 금형 제작

→ 유량의 흐름을 제어하고 조절 가능한 레귤레이터 상/하 중 상측의 금형 제작 완료

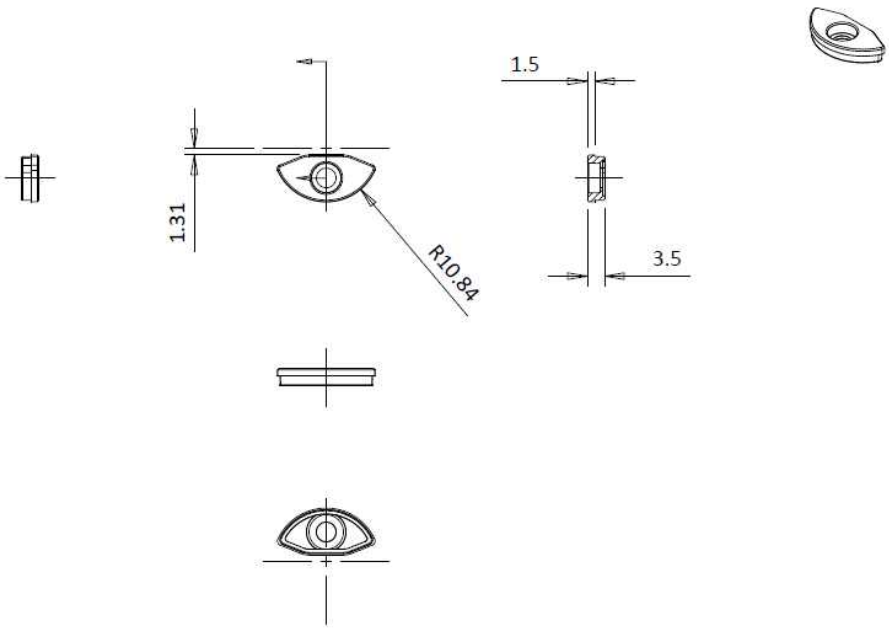
5) 레귤레이터 bottle 금형 제작 및 시사출



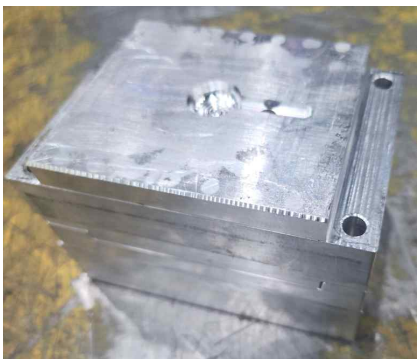
REGULATOR-BOTTLE

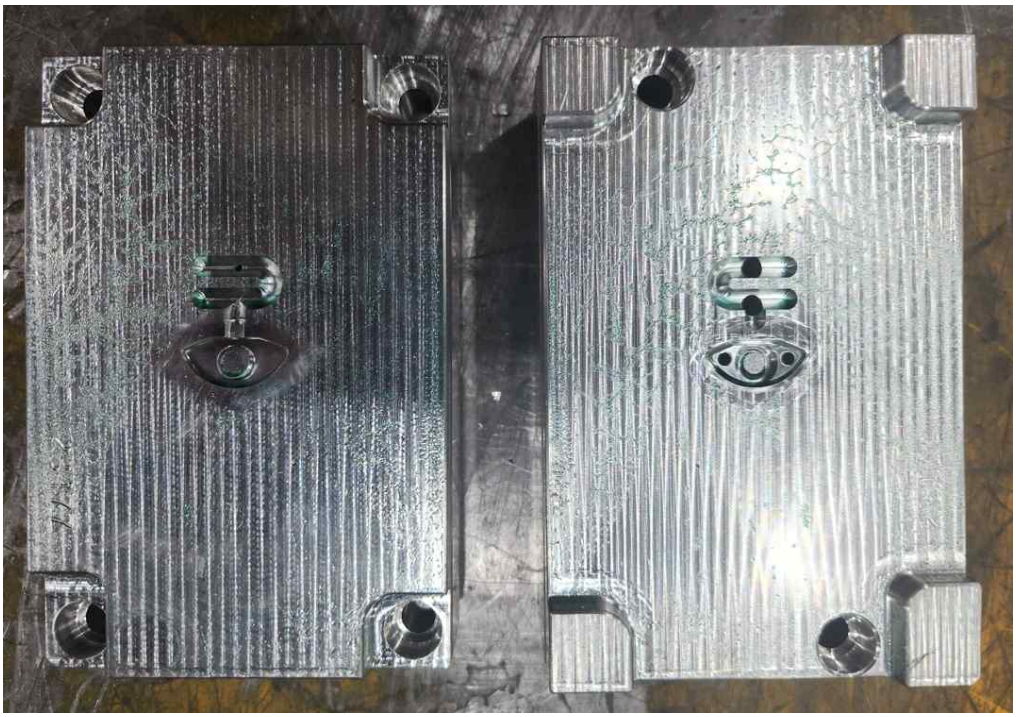
→ 유량은 진공 상태에서 흐르기에 직접 흐름을 측정할 방법이 없음
→ 직접 흐름을 측정한다고 하더라도 약액에 센서가 닿기 때문에 약물 접촉이 이루어져 많은 시험이 필요함
→ 약물도 시간당 20㎖ ~ 300㎖까지 랜덤으로 흐르며 아주 천천히 흐르기 때문에 약물 닿는 부분에서 흐름의 값을 계산하기도 어려움
→ 2차년도 시제품에서 구조를 변경하여 약물이 떨어질 때 방울의 크기와 속도를 센서로 측정하여 시간당 얼마의 유량이 흐르는지 확인하는 방법으로 변경
→ 해당 bottle은 레귤레이터에서 약물이 떨어질 때 약물을 받아놓는 통이기도 하면서 약물이 떨어질 때 센서로 측정하여 유량 값을 확인할 수 있는 구조임

6) 레귤레이터 bottle cap 금형 제작 및 시사출



REGULATOR-BOTTLE-CAP



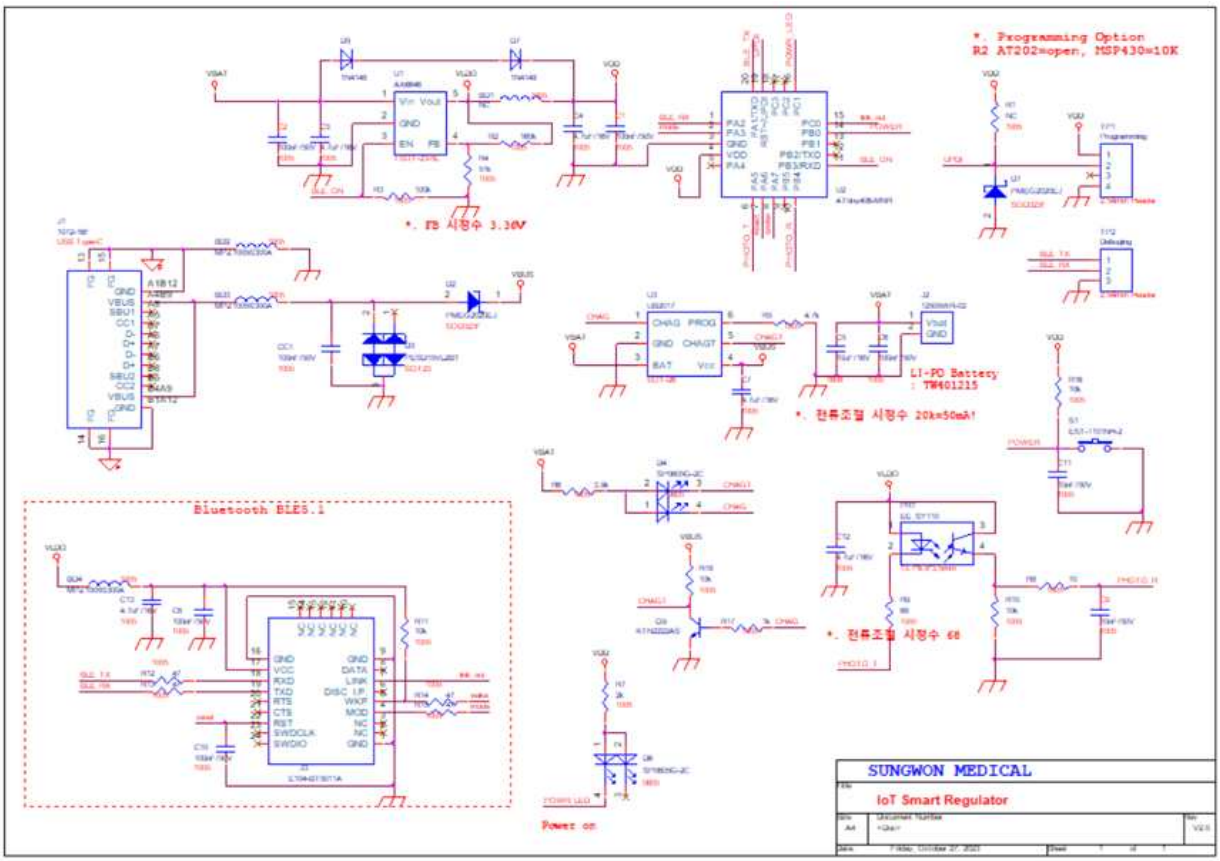


→ 레귤레이터 bottle 제품 덮개

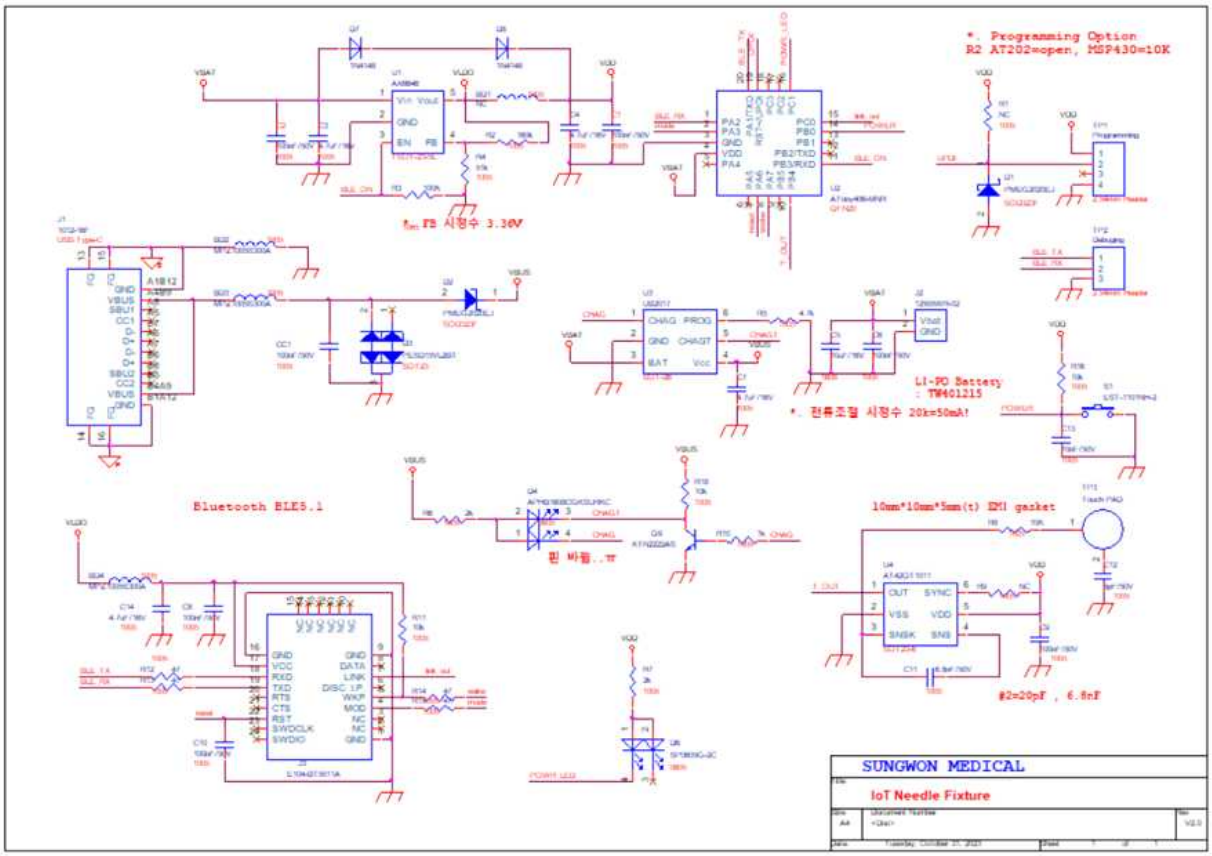
4. 시제품 제작을 위한 시스템 개발

- 회로도

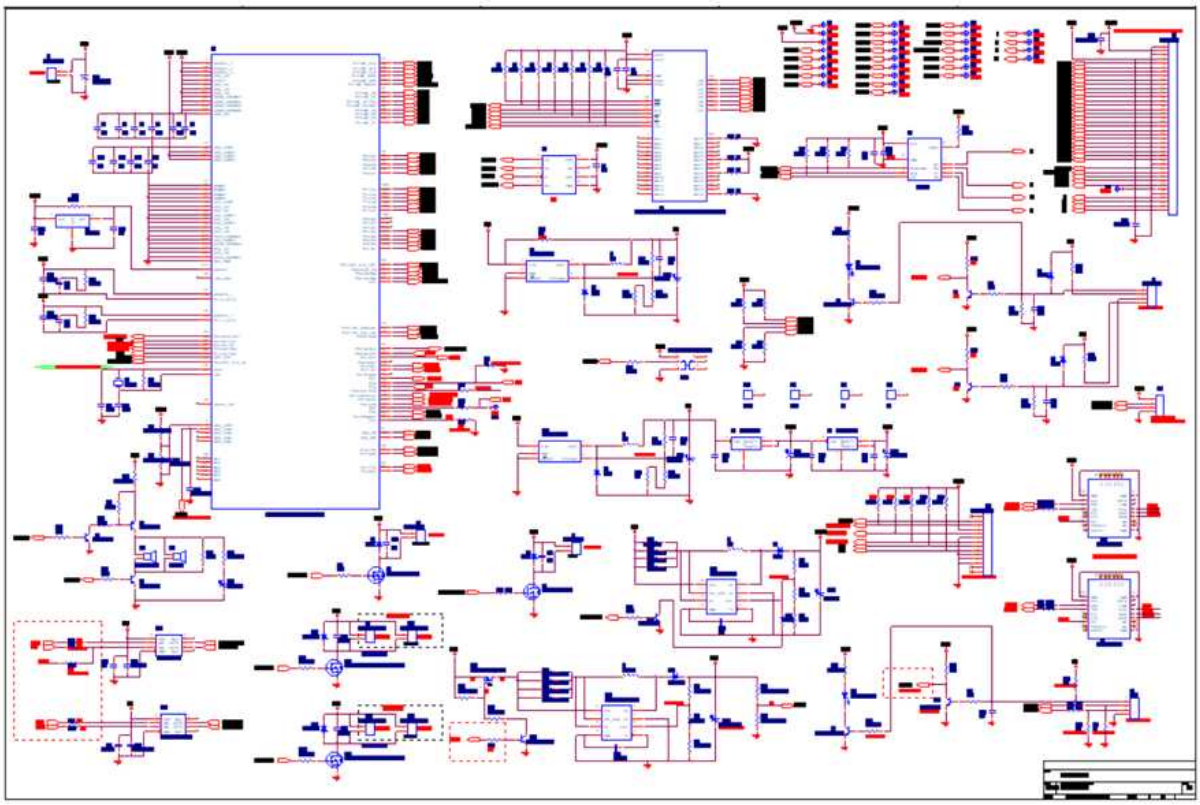
1) IoT Smart Regulator



2) IoT Needle Fixture

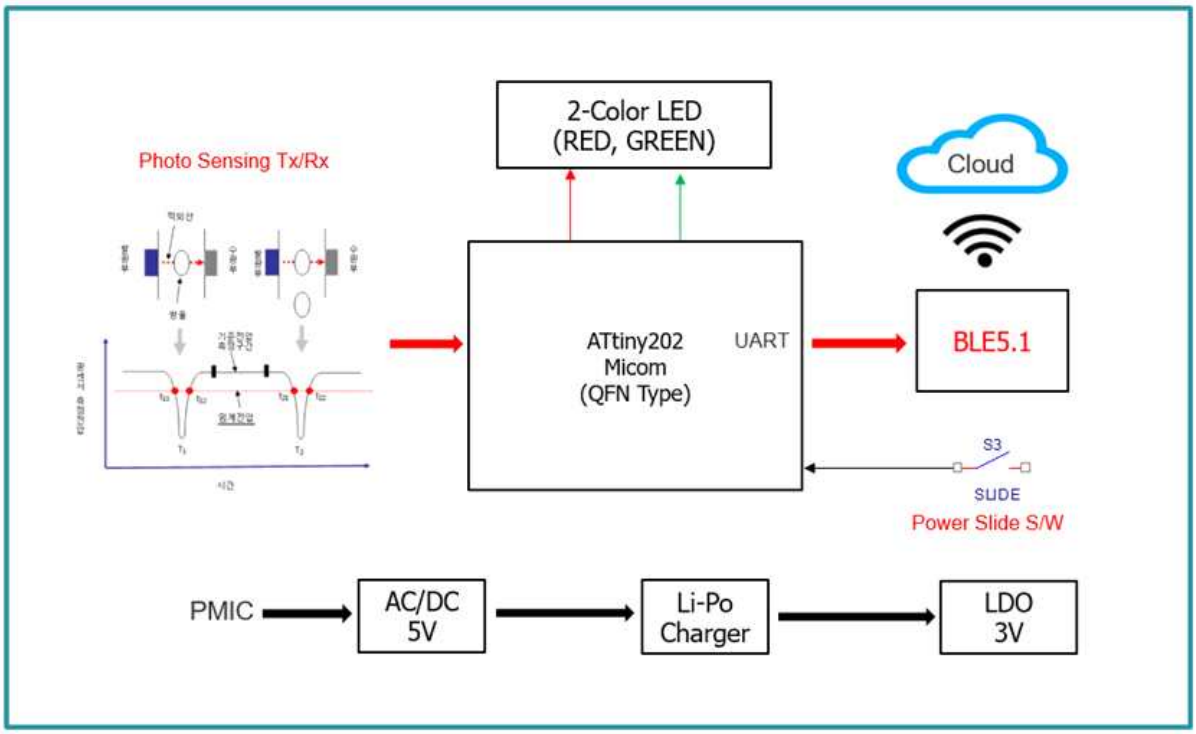


3) Real time Monitor Schematic



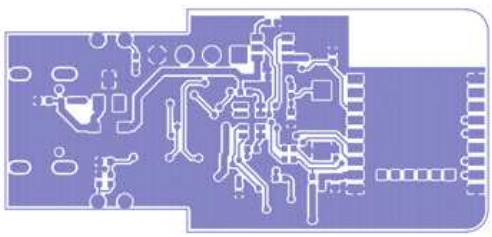
- PCB 및 보드 스펙

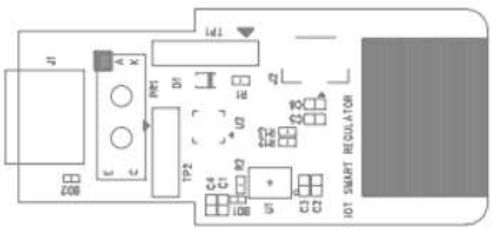
- 제작 사양서, 시스템 블록도



1) Regulator Specification

항목	사양	비고
BLE5.0 통신주파수	2.4Ghz	
밧데리 용량	40mAh	
충전 아답터	USB C type @5V	
통신 거리	100M 이상	Open Area 조건
밧데리 동작 시간	완충시 최대 8시간	
레귤레이터 값 확인 소자	IR Photo Sensor	
소비전류	최대 20mA	

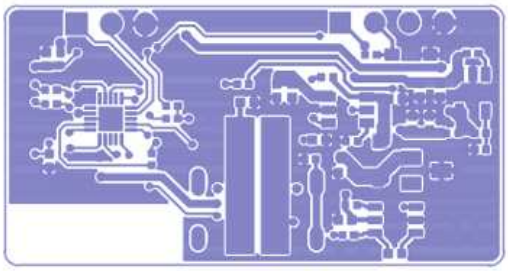


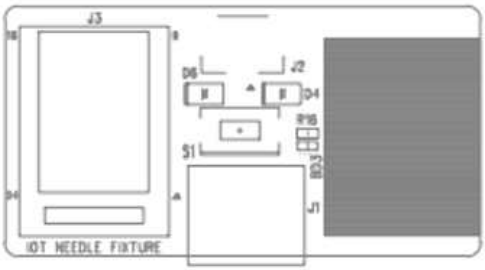


- 1단계 가변 저항 방식에서 IR 적외선 포토 센싱 방식으로 변경
- 1단계 제품보다 사이즈를 줄여서 초소형으로 개발

2) Needle Specification

항목	사양	비고
BLE5.0 통신주파수	2.4Ghz	
밧데리 용량	40mAh	
충전 아답터	USB C type @5V	
통신 거리	100M 이상	Open Area 조건
밧데리 동작 시간	완충시 최대 8시간	
근접센서 소자	IR Photo Sensor	
소비전류	최대 20mA	

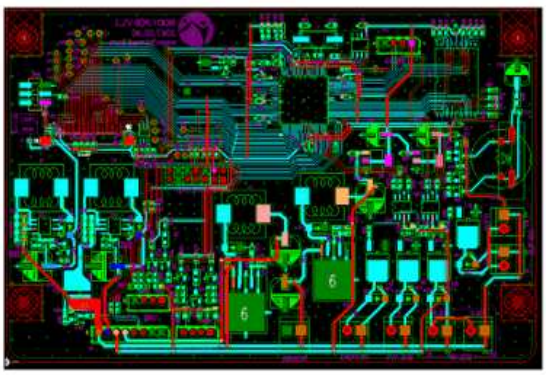




- 1단계 근접 센서를 정전 터치 센싱 방식으로 변경하여 감도를 향상시킴
- 1단계 제품보다 사이즈를 줄여서 초소형으로 개발

3) Monitor Specification

항목	사양	비고
LCD Size	7" TFT LCD with Touch	
BLE5.0 통신 주파수	2.4Ghz	
블루투수	BLE5.0 2ch	Master/Slave
밧데리 용량	5000mAh	
충전 아답터	5V @2A	
통신 거리	100M 이상	Open Area 조건
밧데리 동작 시간	완충시 최대 8시간	



- 1단계 Monitor보다 BLE5.0으로 변경하여 통신거리의 문제를 개선함
- BLE5.0 Long Range Mode는 이론적으로 수km까지 통신이 가능함
  다만, 전파 앞에 벽이 없을 경우에 가능 (이론적으로)

5. 최종 시제품 및 시제품의 사용 설명

1) Monitor

- 사용설명서

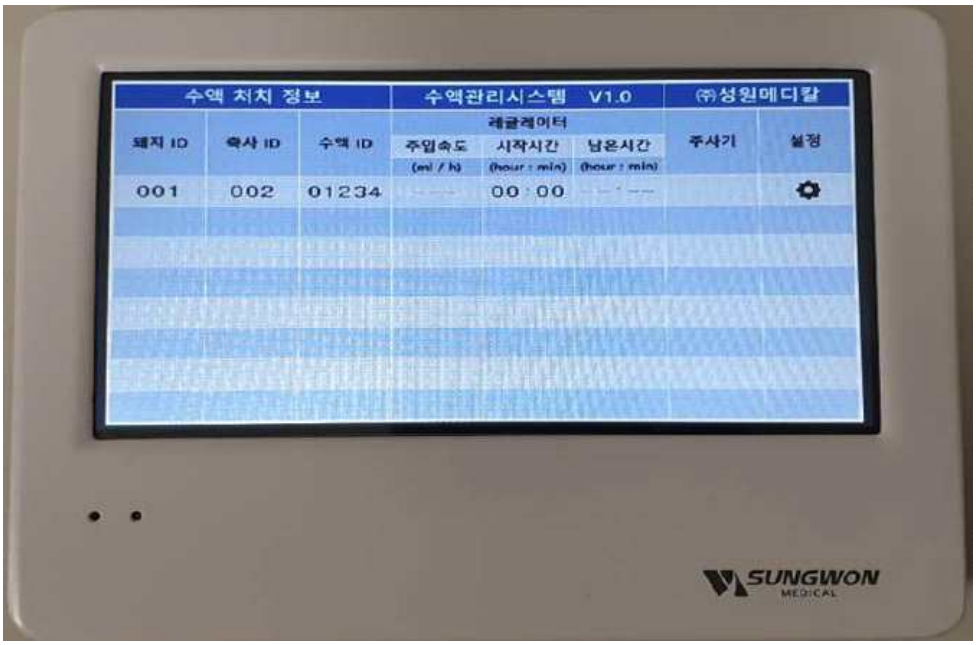
- 개요
  → 돼지 축사 안에서 처치 중인 수액과 주사기의 상태를 관리자가 쉽게 모니터링 할 수 있도록 앱을 구현함
  → 기본적으로는 관리자가 수액 모니터링 장비를 통해 수액과 주사기의 상태를 확인할 수 있으나 관리자의 편의를 위해 사용자 개인 단말기 휴대폰이나 태블릿(PC)에서도 확인할 수 있음
  → 수액 모니터링 장비와 사용자 개인 단말기 간의 블루투스 통신으로 연결

- 화면 표시 내용 (아래 그림 참고)
  → 수액 모니터링 장비와 사용자 개인 단말기 간의 통신 내용
  → 수액 모니터링 장비와 1분에 한번씩 통신하여 내용을 갱신함
  → 현재 수액 처치 중인 전체 돼지의 마리 수 돼지 두수를 표시
  → ID : 자리 수 (돼지) 0001~9999
  → ID : 자리 수 (축사) 01~99
  → ID : 자리 수 (수액) 000001~999999
  → 주입 속도, 시작 시간, 남은 시간, 레귤레이터의 상태 (㎖/h)
  → 주사기의 빠짐 상태 유/무, 정상/빠짐 또는 1 / 0으로 표시

- 전원 off

- 전원 스위치 (로커 스위치 방식)
- 장비 아래 면에 위치함
- Power 스위치는 On/Off로 누름

- 장비 아래 면의 전원 스위치를 On 위치로 눌러서 전원 켬
- 부팅 로고 화면 표시 확인



- 부팅 로고 표시 이후 수액, 주사기 탈/부착, Regulator 등의 정보가 나타나는 화면이 표시
- 돼지 ID / 축사 ID / 수액 ID / Regulator 정보(주입 속도, 시간 정보) / 주사기 정보 (정상, 빠짐) 설정 화면 버튼으로 구성

- 바코드 입력
  → 바코드는 EAN-8 포맷을 사용하여 ID 입력 시 바코드 리더기로부터 8bite의 문자를 수신함
  → 아래는 수신된 bite의 문자 포맷을 나타냄

```
BYTE[0] ~ BYTE[6] :    값
BYTE[7]           :    체크섬
```

체크섬을 제외한 7바이트의 데이터(ID)를 아래와 같이 정의하였다.

ID	Val [0]	Val [1:6]						Val [7]	참고
돼지	1	-	-	V	V	V	V	checksum	4자리
축사	2	-	-	-	-	V	V	checksum	2자리
수액	3	V	V	V	V	V	V	checksum	6자리
레귤레이터	4	V	V	V	V	V	V	checksum	6자리
주사기	5	V	V	V	V	V	V	checksum	6자리

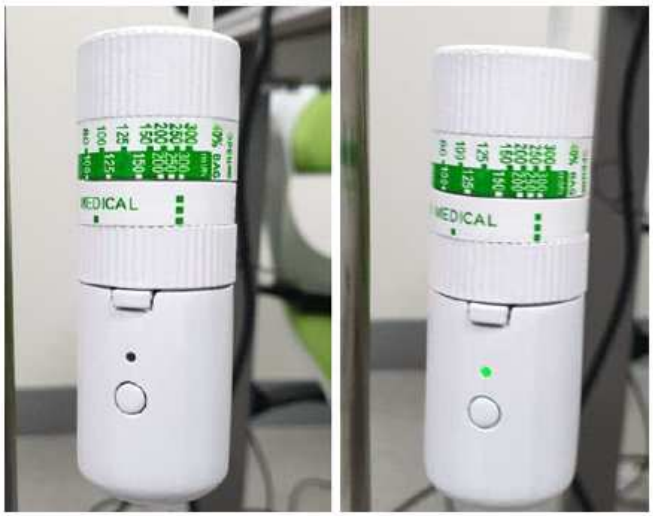
→ 아래에 실제 사용 가능한 바코드의 예를 표시

ID	Val [0]	Val [1:6]						참고 (Val [7] = checksum)
돼지	1	-	-	1	2	3	4	1001 2345
축사	2	-	-	-	-	1	2	2000 0127
수액	3	1	2	3	4	5	6	3123 4566
레귤레이터	4	9	8	7	6	5	4	4987 6543
주사기	5	3	4	5	6	7	8	5345 6786

2) Regulator Module

● 사용 방법 및 사용 설명

- 설정 메뉴는 현재 비활성화되어 있으며, 차후 바코드 리더 기능 구현 이후에 추가 예정
- 중계기의 전원을 켠 후, Regulator Module & 주사기 Module의 전원을 On



- Regulator Module 아래의 작은 둥근 버튼을 누르면 전원 On이 되고, 녹색불이 들어오면서 수액 흐름 검사를 시작
- 수액 흐름 검사는 약 30~40초 정도 수행하며, 수액 검사 및 데이터 전송 이후에 약 150초간 Sleep 모드로 진입
- 이후 Sleep 모드에서 다시 깨어난 후 약 30초간 수액 검사를 수행하고 다시 Sleep 모드로 진입
- 위의 작업을 반복적으로 시행
- 30초간 동작 중에 전원 버튼을 누르면 녹색불이 3번 정도 깜빡이고 Deep Sleep Mode로 진입
- Regulator Module 충전 시간 : 약 30분 이하
- Regulator Module 동작 시간 : 약 8시간 이상 (30초간 동작 후 150초 Deep Sleep 반복 시)

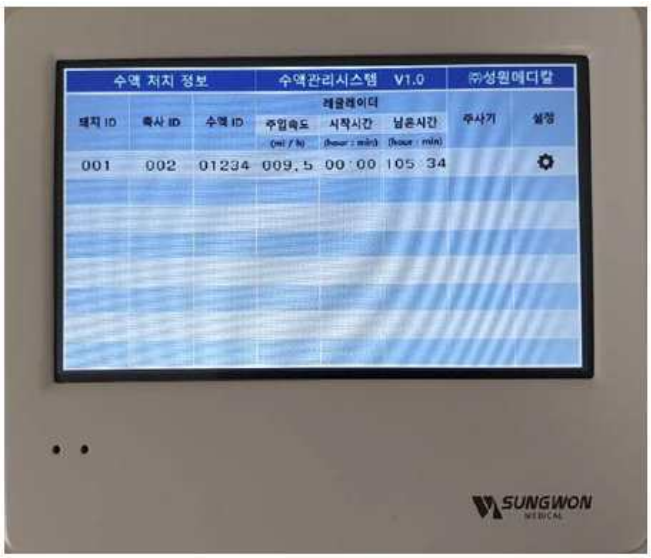
3) 주사기 Module

● 사용 방법 및 사용 설명

- 주사기 Module 아래의 작은 둥근 버튼을 누르면 전원이 On 되고 녹색불이 들어오면서 주사기의 탈/착 유무 검사를 시작
- 주사기 빠짐 검사는 약 5~10초 정도 수행하며, 검사 및 데이터 전송 이후에 약 60초간 Sleep 모드로 진입
- Sleep 모드에서 깨어난 뒤 5~10초간 검사를 수행하고 다시 Sleep 모드로 진입
- 위의 작업을 반복적으로 시행
- 10초간 동작 중에 전원 버튼을 누르면 녹색불이 3번 정도 깜빡이고 Deep Sleep Mode로 진입
- 주사기 Module 충전 시간 : 약 30분 이하
- 주사기 Module 동작 시간 : 약 10시간 이상 (10초간 동작 후 60초 Deep Sleep 반복 시)

4) 중계기

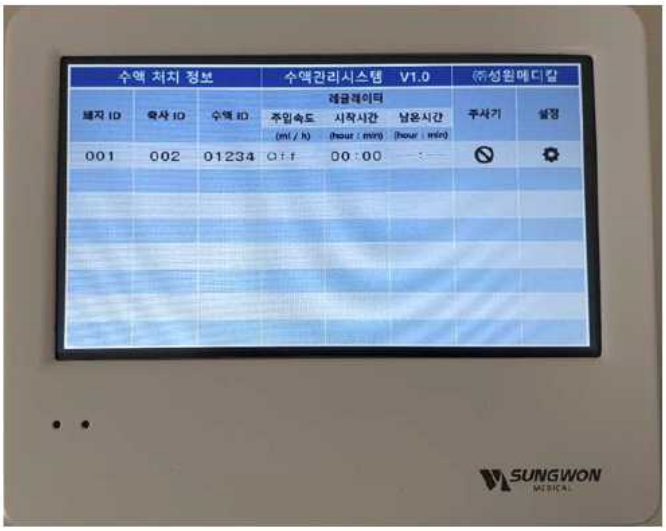
● 사용 방법 및 사용 설명



- Regulator Module과 통신이 시작되면 중계기 화면에 수액 주입 속도와 남은 시간이 표시됨
- 위의 화면은 설정 값이 9.5㎖/h

- 남은 시간 105:34분
- 주사기 상태 : 정보 없음

- 주사기 Module과 통신이 시작되면 중계기 화면에 주사기의 정상 or 빠짐 상태가 표시됨
- 위의 화면서 정상적으로 고정되어 있는 상태를 나타냄



- 해당 화면은 주사기가 빠진 상태로 1분에 한번씩 알람이 울림
- 화면에는 주사기가 빠져있다는 것을 의미하는 모양의 상태로 표시됨

- 아래의 경우 주기적으로 알람이 울림
  → 주사기가 빠진 경우 : 60초에 한번씩 알람이 울림
  → 주사기 Module과 통신이 안되는 경우 : 60초에 한번씩 알람이 울림
  → Regulator Module과 통신이 안되는 경우 : 150초에 한번씩 알람이 울림

6. 시운전 Test

- 1단계에서 해당 시스템 농가 적용하여 Test 완료했으나, 2단계에서는 농가에 적용하지 못함
  → 농가의 돼지열병, B형 독감 등으로 인해 농가 출입이 되지 않아 Test 진행의 어려움이 있음
  → 시제품의 수정/보완이 2단계 23년 말에 완료되어 해당 시제품으로 Test의 진행이 어려웠음

- 과제는 최종적으로 종료되었지만, 종료 이후 농가와 컨텍하여 일정 확인한 뒤 방문하여 Test 진행할 예정

- 이후 농가의 요구사항과 일치하는지 확인하고, 최소 1주일 동안 시운전 한 뒤, 수정/보완이 있을 경우 자체적으로 수정/보완 진행하거나 혹은 후속 과제를 통해 최종 시제품으로 완성하여 사업화 진행할 예정

210mm×297mm[(백상지(80g/m^2) 또는 중질지(80g/m^2)

제 2 세부과제(전북대학교)

○ **돼지 사육 주기별 체액 조성 분석 (Veterinary Medicine and Science, 2024)**

- 총 35마리의 제주 토종 돼지 (Jeju Native Pigs; JNPs)를 사육 주기에 따라 자돈의 경우 25일, 50일, 100일, 120일령으로 구분하였고, 모돈의 경우 후보돈, 임신돈, 분만돈으로 구분하여 pH, 주요 전해질 (Na+, Cl−, K+, Ca++, HCO3−), 산소분압(pO2), 이산화탄소분압(pCO2), 헤마토크릿(Hct), 헤모글로빈 농도(cHgb) 등을 측정
- 혈액 샘플은 경정맥에서 채취하여 EPOC® blood analysis 기기를 이용하여 혈액 화학 검사, 혈액 가스 검사를 진행
- 혈액 가스, 혈액 화학 검사 결과 자돈의 사육주기에 따른 검사 값의 유의미한 차이는 확인 되지 않았고 일부 수치가 차이를 보였으나 정상 범주에 포함되어 큰 차이는 없었음
- 다만, 일령 증가에 따라 포도당이 점차 감소하고 젖당이 증가하는 것을 확인
- 이는 어린 나이일수록 혈액의 절대량이 적고 혈당 조절 능력이 부족하기 때문으로 보이며, 이는 신생 자축의 설사로 인한 탈수 시 수분 손실뿐 아니라 에너지 손실로 인하여 회복이 어렵고 피해가 크게 나타나는 것을 확인할 수 있음
- 따라서 자돈의 수액의 경우 포도당의 공급을 우선시하여 에너지를 공급하고 쇼크를 예방하는 것이 요구됨

- 자돈 사육 주기 별 혈액 검사 평균값

	Day 25		Day 50		Day 100		Day 120	
	Mean ± SD	Reference interval	Mean ± SD	Reference interval	Mean ± SD	Reference interval	Mean ± SD	Reference interval
pH	7.34 ±0.04	7.26 −7.42	7.46 ±0.04	7.39 −7.52	7.38 ±0.09	7.15 −7.69	7.28 ±0.03	7.22 −7.34
pCO2 (mmHg)	57.36 ±7.04	43.57 −71.14	36.2 ±6.12	24.2 −48.2	44.72 ±14.63	16.05 −73.39	70.34 ±3.98	62.56 −78.13
pO2 (mmHg)	62.62 ±16.26	30.75 −94.45	69.48 ±22.8	24.79 −114.17	68.6 ±23.37	22.8 −114.4	52.84 ±8.56	36.08 −69.6
cHCO3− (mmol/L)	30.62 ±1.13	28.40 −32.84	26.54 ±3.4	19.89 −33.19	25.82 ±2.61	20.7 −30.94	33.16±2.64	27.98 −38.34
BE (ecf) (mmol/L)	4.82 ±0.87	3.11 −6.53	2.94 ±3.3	−3.52 −9.4	0.76 ±1.76	−2.69 −4.21	6.46±3.03	0.52 −12.4
cSO2 (mmol/L)	87.06 ±7.05	73.24 −100.88	90.6 ±12.21	59.24 −132.43	87.14 ±12.93	61.8−112.48	79.62±8.42	57.69 −108.08
cTCO2 (mmol/L)	31.08 ±1.18	28.77 −33.39	26.8 ±3.2	20.52 −33.08	26.4 ±2.78	20.95−31.85	33.8±2.48	28.94 −38.66
Na^+ (mmol/L)	141.2 ±0.45	140.32 −142.08	142 ±2.55	137 −147	142 ±4.06	134.04 −149.96	146 ±2	142.08 −149.92
K^+ (mmol/L)	6.44 ±0.97	4.55 −8.33	6.44 ±0.75	4.96 −7.92	6.96 ±0.29	6.40 −7.52	7.1±0.46	6.19 −8.01
Ca^{2+} (mmol/L)	1.55 ±0.02	1.51 −1.59	1.34 ±0.03	1.27 −1.4	1.37 ±0.05	1.27 −1.47	1.42 ±0.04	1.34 −1.49
Cl^- (mmol/L)	102.8 ±1.3	100.24 −105.36	104 ±3.24	97.65 −110.35	104.80 ±3.63	97.68 −111.92	103 ±3.39	96.35 −109.65
Hct (%)	36 ±5.20	25.82 −46.18	31.2 ±1.92	27.43 −34.97	31.8 ±2.77	26.36 −37.24	40.6 ±3.05	34.62 −46.58
cHgb (g/L)	122.8 ±17.7	88.1 −157.5	106.6 ±6.9	93.1 −120.1	108.8 ±9.1	85.3 −140.1	138.4 ±10.8	117.2 −159.6
Glucose (mmol/L)	8.82 ±0.47	7.5 −10.18	7.34 ±0.39	6.58 −8.1	6.14 ±0.65	4.86 −7.41	5.93 ±0.61	4.74 −7.12
Lactate (mmol/L)	3.92 ±1.13	1.71 −6.14	3.77 ±1.41	1 −6.53	5.92 ±1.67	2.65 −9.19	7.27 ±1.5	4.33 −10.20

BUN (mmol/L)	2.93 ±0.78	1.41 −4.45	2.5 ±0.36	1.79 −3.2	2.86 ±0.56	1.75 −3.96	4.28 ±1.04	2.24 −6.32
Urea (mmol/L)	2.94 ±0.76	1.44 −4.44	2.47 ±0.45	1.58 −3.35	2.84 ±0.65	1.57 −4.11	4.24 ±1.06	2.17 −6.31
Creatinine (μmol/L)	1.08 ±0.12	0.85 −1.31	0.93 ±0.08	0.78 −1.09	1.38 ±0.09	1.2 −1.55	1.96 ±0.18	1.61 −2.32
BUN/Crea (mg/mg)	7.64 ±2.2	3.33 −11.95	7.3 ±0.7	5.93 −8.67	5.88 ±1.68	2.59 −9.17	6.02 ±1	4.05 −7.99

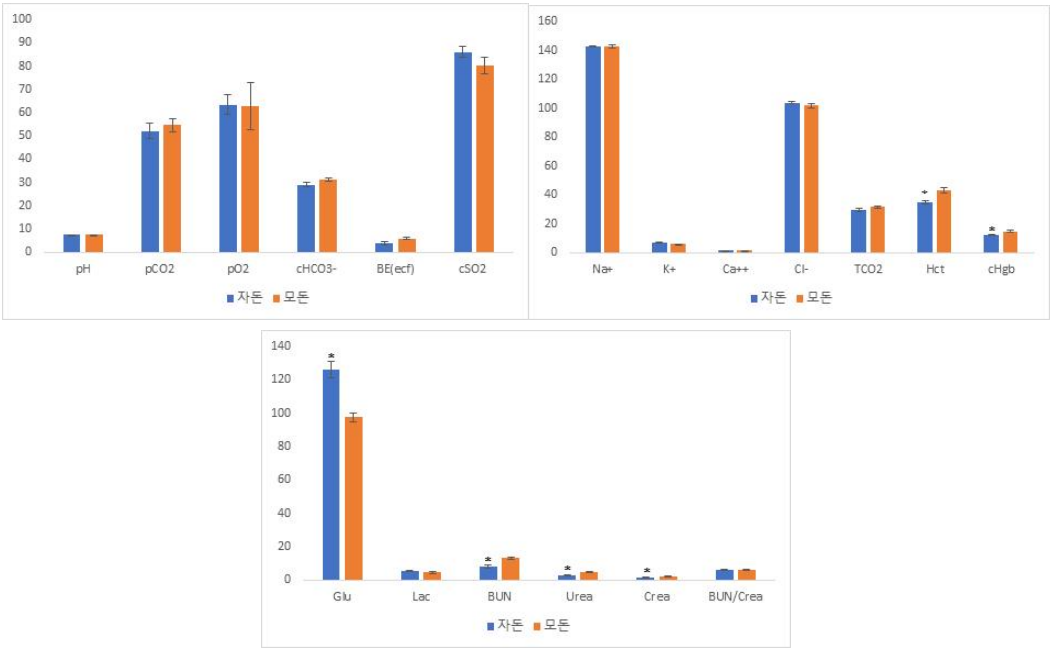
- 모돈에서는 혈액 가스 검사 결과 임신 상태에 따른 검사 값의 유의미한 차이는 확인되지 않았음
- 혈액 화학 검사 결과 모돈의 임신 진행에 따라 분만 이후 헤마토크릿과 헤모글로빈 농도의 감소가 측정
- 이는 임신과 분만 과정에서 태반 혈류 공급 및 분만 시 출혈, 수유로 인한 혈구 재생 감소 등의 요인으로 모체의 적혈구 감소로 인한 것으로 추정되며 빈혈이나 혈액 순환 장애에 대한 사양관리와 대비가 요구
- 자돈과 유사하게 임신 중 포도당의 감소 확인
- 이는 태반 혈류 공급과 태아 에너지 공급에 의한 혈당 감소로 인한 것으로 보이며 임신한 돼지에서 저혈당으로 인한 피해를 방지하기 위한 급이와 수액을 통한 포도당 공급이 도움이 될 것으로 예상

- 모돈 사육 주기 별 혈액 검사 평균값

	후보돈		**임신돈**		**분만돈**	
	Mean ± SD	Reference interval	Mean ± SD	Reference interval	Mean ± SD	Reference interval
pH	7.34±0.05	7.25-7.43	7.37±0.09	7.20-7.55	7.40±0.03	7.33-7.46
pCO2 (mmHg)	61.7±9.05	31.66-84.8	53.14±13.68	26.33 -79.95	48.98±6.78	35.69-62.27
pO2 (mmHg)	40.68±5.61	29.68-51.68	69.84±52.7	-33.46 -173.14	78.48±39.97	0.14-156.82
cHCO3- (mmol/L)	33.12±1.63	29.93-36.31	30.22±2.77	24.8-35.64	30±2.42	25.26-34.74
BE (ecf) (mmol/L)	7.34±1.55	4.30-10.38	5.02±1.97	1.16-8.88	5.16±2.04	1.16-9.16
cSO2 (mmol/L)	69.78±9.2	51.75-87.81	79.94±16.15	48.29 -111.59	90.44±7.36	76.01 -104.87
cTCO2 (mmol/L)	33.5±1.68	30.21-36.79	30.62±2.87	24.99 -36.25	30.3±2.34	25.72-34.88
Na^+ (mmol/L)	142.4±5.98	130.67 -154.13	144.8±2.59	139.73 -149.87	142±3.67	134.8-149.2
K^+ (mmol/L)	5.56±0.67	4.25-6.87	6.16±1	4.2-8.12	5.56±0.67	4.25-6.87
Ca^{2+} (mmol/L)	1.39±0.1	1.2-1.59	1.28±0.12	1.05-1.51	1.34±0.05	1.25-1.43
Cl^- (mmol/L)	98.2±5.26	84.74 -116.26	106.2±1.92	102.43 -109.97	100.6±3.78	93.19 -108.01
Hct (%)	49.6±4.83	40.14-59.06	43.2±6.06	31.33 -55.07	37±2.92	31.29-42.71
chgb (g/L)	168.8±16	137.46 -200.14	14.76±2.03	10.78 -18.74	125.6±10.6	104.74 -146.46
Glucose (mmol/L)	5.31±0.3	4.72-5.89	5.1±0.5	4.09-6.1	5.85±0.49	4.89-6.81
Lactate (mmol/L)	6.01±2.78	0.57-11.45	3.8±1.9	0.08-7.51	3.37±1.44	0.54-6.2
BUN (mmol/L)	3.86±0.92	2.05-5.67	4.71±1.66	1.45-7.97	5.35±0.67	4.04-6.67
Urea (mmol/L)	3.78±0.8	2.21-5.35	4.62±1.63	1.42-7.82	5.32±0.63	4.09-6.56
Creatinine (μmol/L)	2.14±0.26	1.64-2.65	2.33±0.28	1.77-2.89	2.29±0.51	1.29-3.29
BUN/Crea (mg/mg)	4.98±1.04	2.94-7.02	5.54±1.65	2.31-8.77	6.74±1.33	4.14-9.35

- 자돈과 모돈의 혈액 가스 검사 평균값 비교 결과 유의미한 차이는 확인 되지 않았으며 이들 수치는 나이나 체중의 증가에 따라 큰 변화는 없는 것으로 보임
- 자돈과 모돈의 혈액 화학 검사 평균값 비교 결과 모돈에서 헤마토크릿과 헤모글로빈농도가 증가 하는 것을 확인할 수 있었으며 이는 성장에 따른 혈액량 증가로 인한 차이로 추정됨

- 모돈에서의 분만 이후 이들 수치의 감소는 증가했던 혈액의 손실을 반영하는 것으로 생각하며 분만 이후 회복과 건강관리를 위하여 혈류량 및 체액 증대를 위한 수액 처치와 철분 함량을 늘린 수액 처방이 필요
- 자돈에서 포도당의 증가, 모돈에서 BUN, 요소, 크레아틴의 증가 확인
- 자돈에서의 포도당의 증가는 앞선 결과와 같이 신생 자돈에서 나타나는 높은 혈당에 의한 것으로 자돈 체액의 포도당 함량이 높으므로 자돈용 수액에서는 이를 반영하여야 함
- 모돈에서 BUN, 요소, 크레아틴의 증가는 체중과 대사의 증가로 배출되는 양의 증가로 인한 것으로 보이며 BUN/크레아틴의 비율은 크게 변화가 없으므로 크게 고려해야 할 사항은 아님



자돈과 모돈의 혈액 검사 결과 값 비교

○ 맞춤형 돼지 수액 조성 및 시제품 제작 (논문 투고 중)

- 혈액 분석 결과에 따라 저혈당 및 빈혈 방지를 목적으로 포도당, 철분 등을 직접적으로 투여하기에 앞서 이것들이 잘 용해될 수 있는 기본 수액 조성을 구성하고자 함
- 일반적으로 소나 돼지 등 중대동물에서 탈수 증상 외에 지속적인 구토, 설사 등으로 인한 체액과 전해질의 손실 정도가 수액의 경구투여 (PO)로 충분하지 않을 때 정맥주사 (IV)를 통해 보충
- 이때 통상적으로 사용되는 수액으로는 0.9% NaCl, 5% Dextrose, Hartmann's Solution(H/S)이 있는데, 이 중 상대적으로 균형 잡힌 수액으로 알려진 H/S를 대조군 및 바탕 용액 (base solution)으로 설정
- H/S는 염화나트륨, 염화칼륨, 염화칼슘, 락트산나트륨으로 구성되어 있으며 각 성분의 양을 조정함으로써 그룹을 설정. Group1은 Na+, 중탄산염 농도를 상승시켰고, Group2는 Cl- 농도를, Group3는 K+를, Group4는 돼지 체액과 가장 비슷하게 Na+, K+, Cl-, Lactate 농도를 모두 상승

- 각 그룹의 실제 투여량

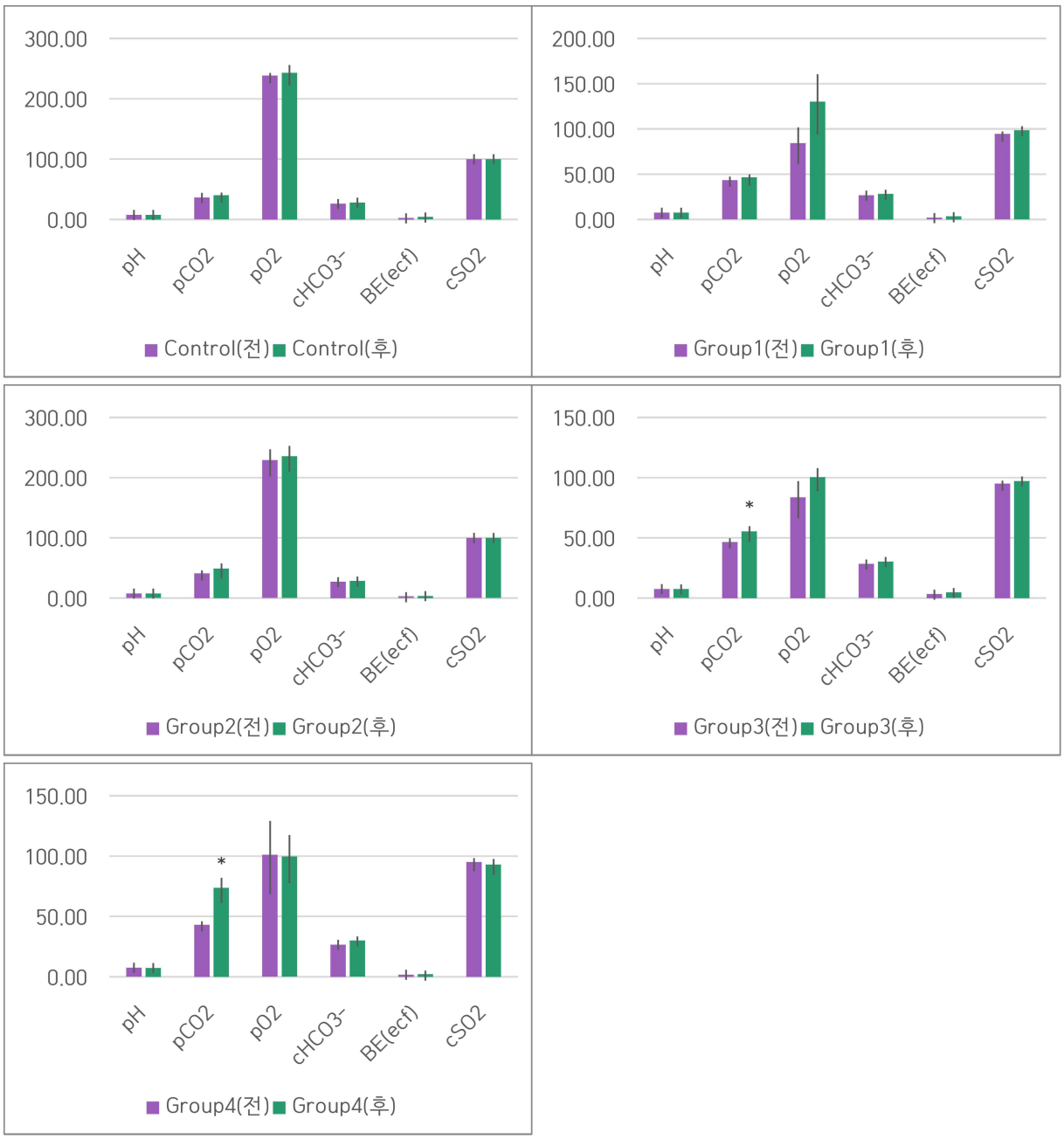
질량 (g/L)	NaCl	KCl	CaCl2 · 2H2O	Sodium Lactate 60%
Control (H/S)	5.0	0.30	0.20	3.10
Group 1	6.0	0.30	0.20	5.50
Group 2	7.15	0.30	0.20	3.10
Group 3	6.0	0.50	0.20	3.10
Group 4	6.0	0.50	0.20	5.50

- 각 그룹의 목표 이온 농도

그룹	Na+ (mEq/L)	K+ (mEq/L)	Ca2+ (mEq/L)	Cl- (mEq/L)	Lactate (mEq/L)
Control (H/S)	130	4	2.7	109	28
Group 1	150	4	2.7	109	49
Group 2	149	4	2.7	128	28
Group 3	130	6.6	2.7	111.6	28
Group 4	150	6.6	2.7	111.6	49

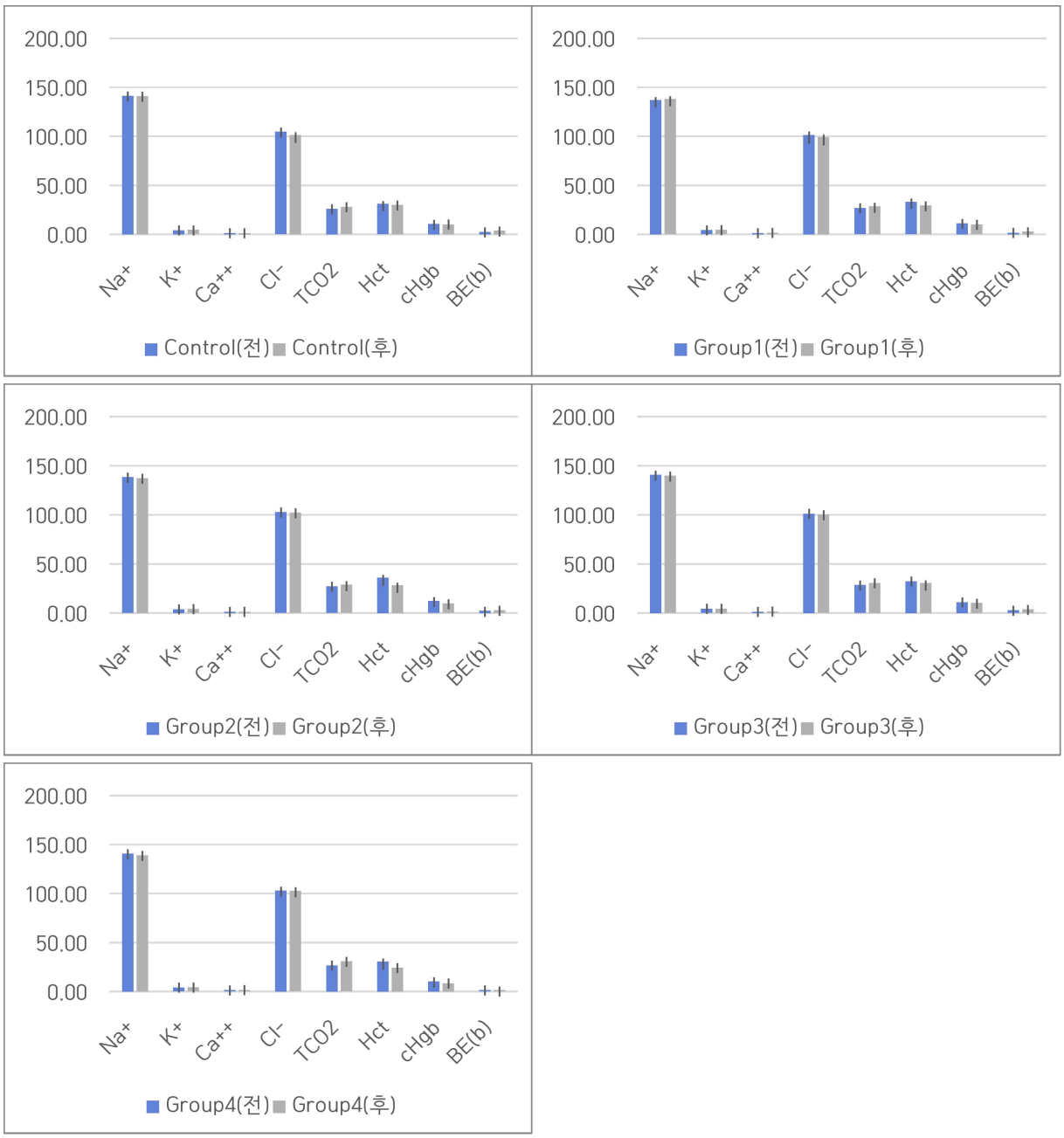
*H/S는 시중에 판매되는 제품으로, 이온 농도는 계산된 농도

- 제조한 수액들이 실제 개체에 투여될 때 부작용을 유발하지 않는지 조사하기 위해 각 그룹당 정상 개체 3마리, 수액 500㎖씩 2시간 동안 투여 전후 혈액 검사 결과를 비교함으로써 혈액 조성 변화를 관찰
- 앞서 채혈 후 혈액 분석 시 단순 보정 후 채혈이 가능했으나, 일정 시간 동안 수액을 투여할 때 개체의 활동성 때문에 수액 라인이 잘 고정되지 않을 가능성이 크므로 호흡 마취 후 이정맥을 통해 수액을 투여
- 제조한 수액들이 실제 개체에 투여될 때 부작용을 유발하지 않는지 조사하기 위해 각 그룹당 정상 개체 3마리, 수액 500㎖씩 2시간 동안 투여 전후 혈액 검사 결과를 비교함으로써 혈액 조성 변화를 관찰
- 혈액가스 수치의 경우 모든 그룹에서 대부분의 수치가 큰 차이가 없었으나, Group3, Group4의 경우 pCO2 수치가 수액 투여 전에 비해 유의미하게 증가했는데, 이는 마취 회복 시 저호흡으로 인한 C02 배출 불량을 고려해볼 수 있음



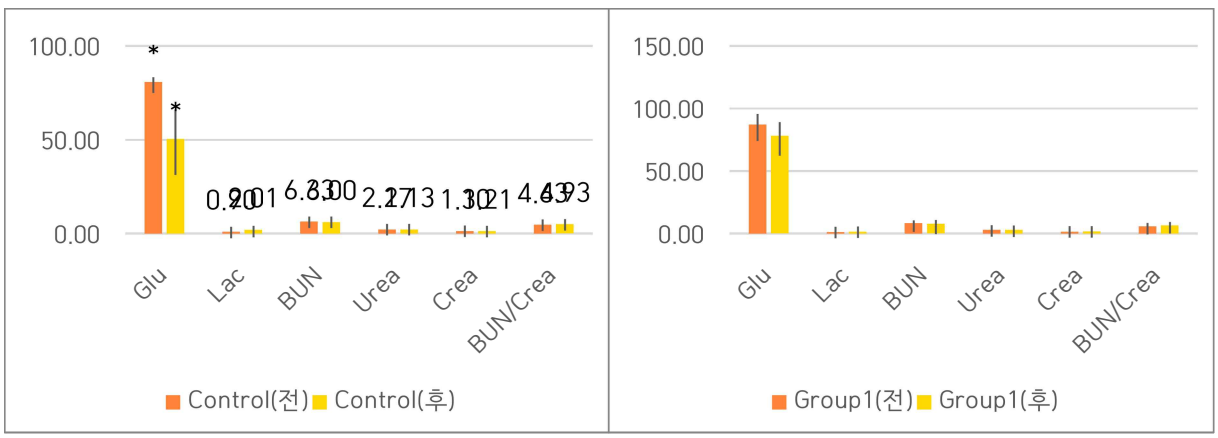
그룹별 수액 투여 전후 혈액가스 검사 평균값 비교

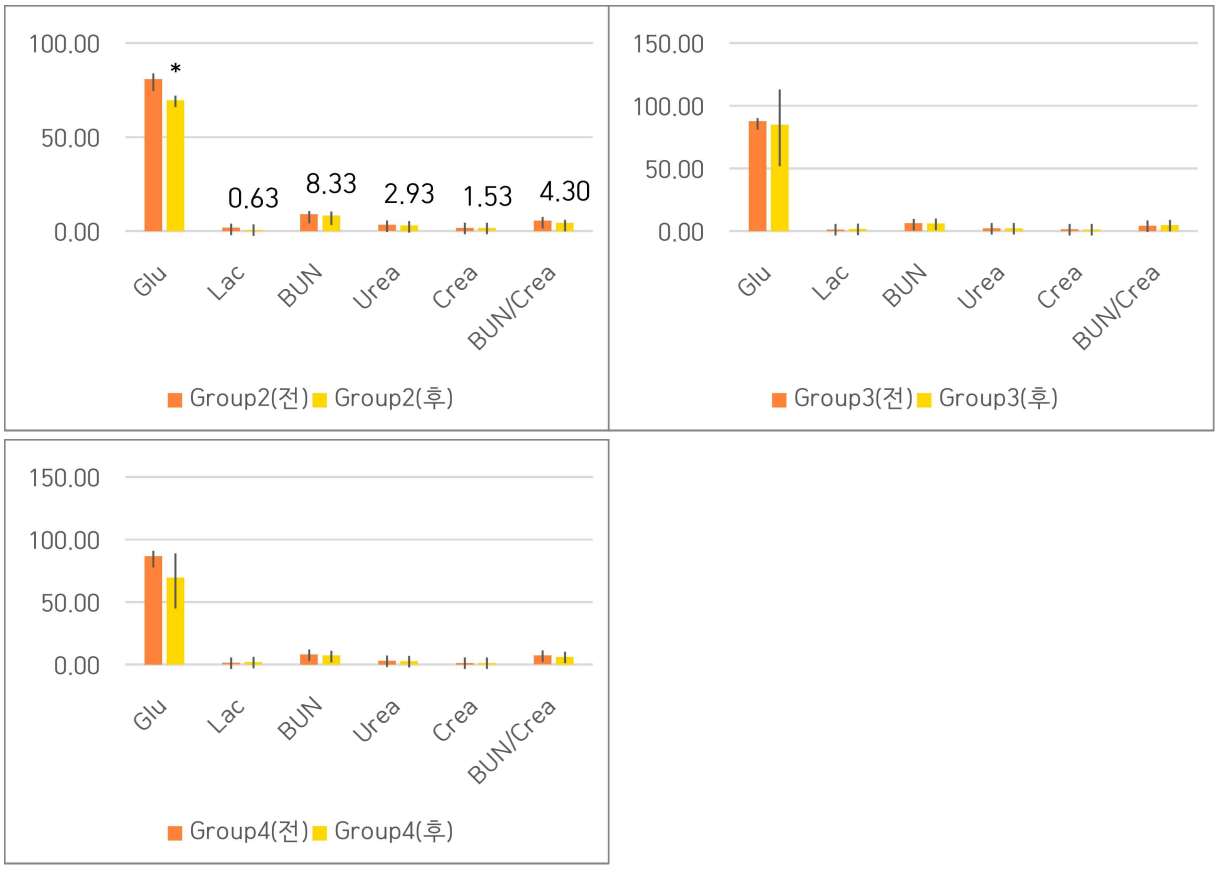
- 혈액 화학 검사의 경우 모든 그룹에서 전체적으로 수액 투여 전후로 큰 차이가 없음



그룹별 수액 투여 전후 혈액 화학 검사 평균값 비교

- 대사산물 검사의 경우 일부 그룹에서 Glucose 수치가 차이가 있었으나 이외의 항목들의 결과 값은 전체적으로 수액 투여 전후로 큰 차이가 없음





그룹별 수액 투여 전후 대사산물 검사 평균값 비교

- H/S의 조성을 이온별로 조정한 수액들을 건강한 상태의 돼지에 투여 후 임상증상에서 부작용이 관찰되지 않았고 혈액 검사 결과에서도 혈액가스, 혈액 화학, 대사산물 수치 모두 돼지에 직접적으로 영향을 미치지 않는 것을 확인함으로써 맞춤용 수액의 안정성을 검증

○ 정상 상태 및 유증상 돼지 개체에 대한 현장 적용 시험 (논문 준비 중)

- 실제 맞춤용 수액이 농가 현장에서 흔히 관찰할 수 있는 구토, 탈수, 식욕 부진 등 증상이 있는 개체에 투여한 후 맞춤용 수액이 효과가 있는지 검증하고자 함
- 앞선 연구에서 혈액 조성에 맞게 Na+, K+, Cl−, Lactate를 모두 증가시킨 'Group 4'를 본 연구에서 투여하는 용액으로 설정하였고 투여 용량도 1L를 투여하는 그룹도 추가
- 총 5개의 집단을 대조군 및 실험군으로 설정 : N.C-g(수액 투여하지 않은 건강한 개체), N.C-b(수액 투여하지 않은 유증상 개체), P.C(하트만 용액 투여한 유증상 개체), T1(맞춤용 수액 500㎖ 투여한 유증상 개체), T2(맞춤용 수액 1L 투여한 유증상 개체)
- 그룹별 4마리의 돼지를 무작위로 선정하였으며 그룹 내에서는 최대한 나이와 무게가 비슷한 개체들을 선발하였음. 또한, 수액 투여의 주목적인 탈수 개선 여부를 확인하기 위해 임상증상 관찰과 채혈 후 혈액 분석을 수액 투여 전/수액 투여 완료 후 1시간 경과/수액 투여 완료 1일 후 총 3번 실시
- 수액 투여 시 이정맥을 통해 투여하였으며 수액 투여 속도는 500㎖는 1시간, 1000㎖는 2시간 동안 투여했음. 임상증상 및 혈액 분석 결과 과수화가 의심되는 점은 관찰되지 않았음
- 임상증상 관찰 항목으로는 기본적인 체온(℃), 심박수(회/분), 호흡수(회/분)와 활동성 (활발함/둔함/멍함/혼수상태), 임상증상(설사, 구토, 식욕 부진 등)으로 설정하였음. 탈수 평가 항목으로는 배쪽 피부를 잡아당기고 1~2초 안에 바로 원상태로 돌아가는지 확인하는 Skin turgor, 구강 점막(수컷) 혹은 질 점막(암컷) 색깔 (창백/분홍/밝음) 확인, 점막을 손가락으로 눌러보고 원래 색깔로 돌아가는 데 걸리는 시간인 Capillary refill time(CRT)와 기타 피모, 코 등의 건조 여부, 안구의 패임 여부 등을 확인

돼지 맞춤용 수액세트 투여 전후 결과 평가를 위한 체크리스트

실험 일자: 2023. 9. 7

수액 투여 전 / 수액 투여 완료 후 1시간 경과 / 수액 투여 완료 후 다음날

[기본 정보]

- **개체 번호** : F6-9 (정상 / 하트만 / 맞춤용 수액 500ml / 맞춤용 수액 1000ml) T1-2
- **몸무게** : 14 kg, **나이** : 2 (개월/년)령, **성별** : 수컷 / 암컷
- **TPR** : 체온 (℃) / 심박수 (회/분) / 호흡수 (회/분)
- **활동성 평가** : 활발함 / 둔함 / 멍함 / 혼수상태 (활발함 = 자극에 대해 정상적으로 반응하는 상태 / 둔함 = 자극에 대한 상대적인 무관심 / 멍함 = 자극에 대한 상대적인 무관심. 자극에는 전혀 반응하지는 않지만 스스로 일어서고 움직일 수 있음 / 혼수상태 = 동물이 의식이 없고 깨울 수 없는 상태)
- **임상증상 :** 설사, 구토, 식욕부진(급이반응) 등 육안으로 확인할 수 있는 임상 증상 작성

	수액 투여 전	수액 투여 완료 후 1 시간 경과	수액 투여 완료 후 다음날
체온	39℃	36℃	39.1
심박수	75	64	85
호흡수	83	44	90
활동성	멍함	멍함 ([illegible])	멍함
임상증상	[illegible]	변화없음	변화없음

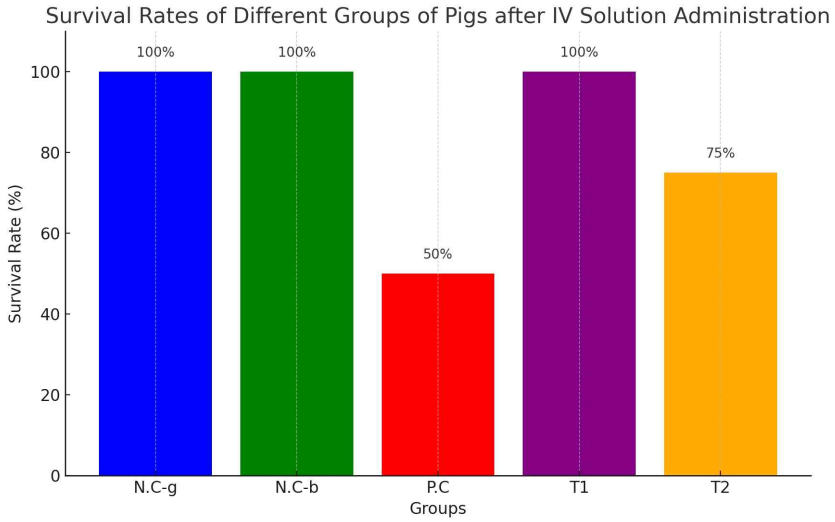
[탈수 평가]

- **Skin turgor**: 배쪽 피부를 잡아당기고 1~2초 안에 바로 원상태로 돌아갑니까? (Y / N)
- **Mucous membrane color** : 구강 점막 (수컷) 혹은 질 점막 (암컷) 의 색깔은 어떻습니까? (창백 / 분홍 / 붉음)
- **Capillary refill time (CRT)** : 점막을 손가락으로 눌러보고 원래 색깔로 돌아가는데 얼마나 걸립니까? (2초 미만 - 정상 / 2초 이상 – 비정상)
- **기타 육안으로 확인할 수 있는 증상** : 예시) 피모가 상대적으로 건조, 안구가 더 들어가 있음, 코가 상대적으로 더 마르는 등

	수액 투여 전	수액 투여 완료 후 1 시간 경과	수액 투여 완료 후 다음날
Skin turgor	Y	Y	Y
Mucous membrane color	창백	창백	창백
Capillary refill time (CRT)	정상	정상	정상
기타 - 육안 확인 증상	피모 & 코 건조	변화없음	변화없음

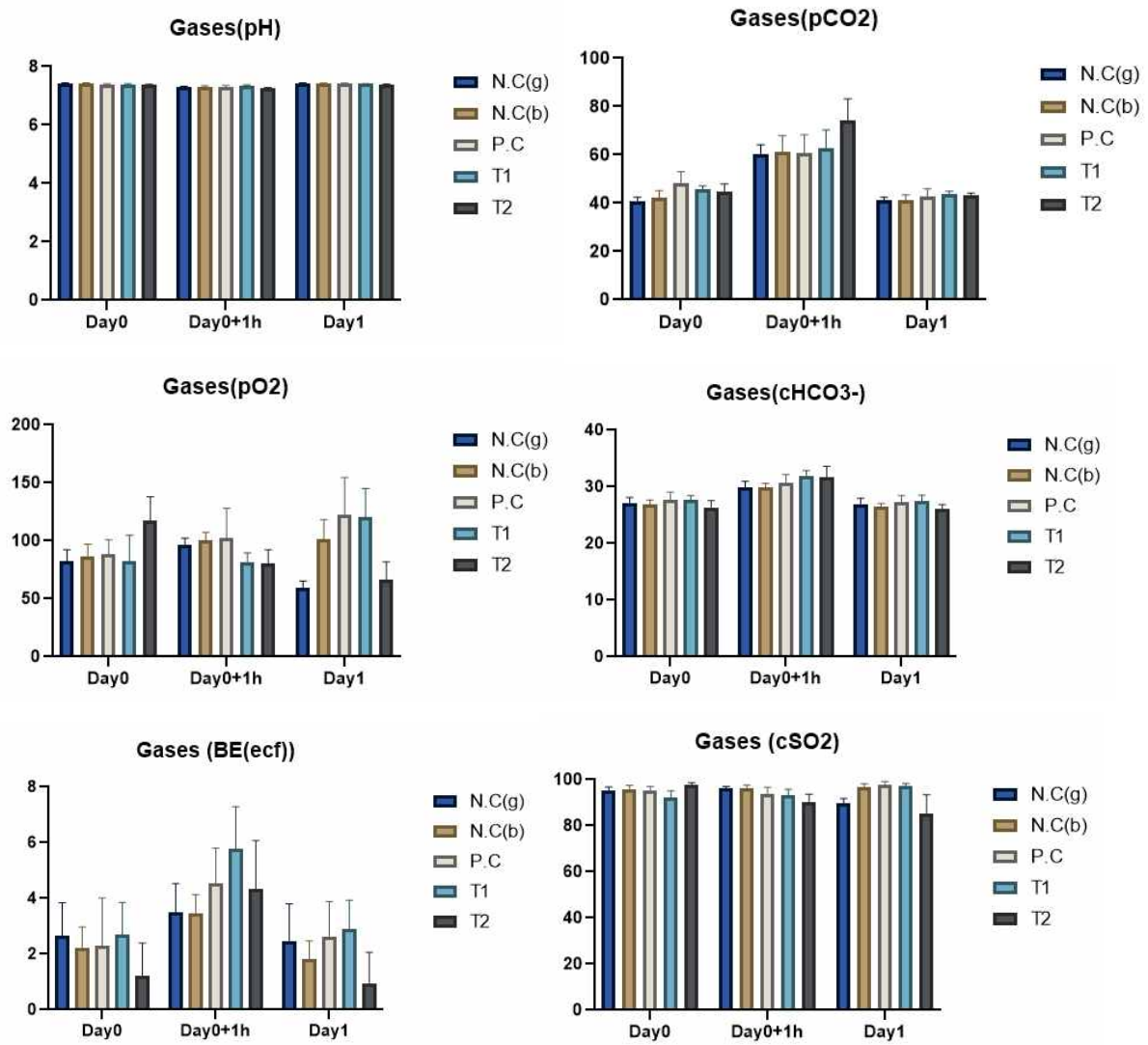
실제 수액 투여 전/후 작성한 임상증상 및 탈수 평가 체크 리스트 작성 예시

- 임상증상 및 탈수 평가 결과, 수액 종류와 상관없이 하트만 용액과 맞춤용 수액 모두 눈에 띄는 개선점은 없음
- 이는 임상증상 관찰 및 탈수 평가 모두 주관적인 평가라는 점과 개와 고양이 같은 소동물의 경우 탈수 개선을 위해 평균 24~48시간 동안 수액을 투여하는 반면, 본 연구는 길어야 2시간 동안 투여하는 일회성 투여이므로 눈에 띄는 개선점은 찾기 어려워 보임
- 그룹별 생존율 평가 결과, 하트만 용액 투여 그룹에서 수액 주사 후 1일차, 7일차에 각각 한 마리씩 폐사하여 총 2마리가 폐사하였고 개발수액 1000㎖ 주사 후 17일차에 1마리가 폐사
- 하트만 용액을 투여한 그룹에서 2마리가 폐사한 것으로 보아 수액 투여만으로는 증상 개선이 어려운, 상대적으로 중증의 개체인 것으로 보이고 개발수액 1000㎖ 그룹에서 폐사한 개체도 유사한 상태였던 것으로 판단됨



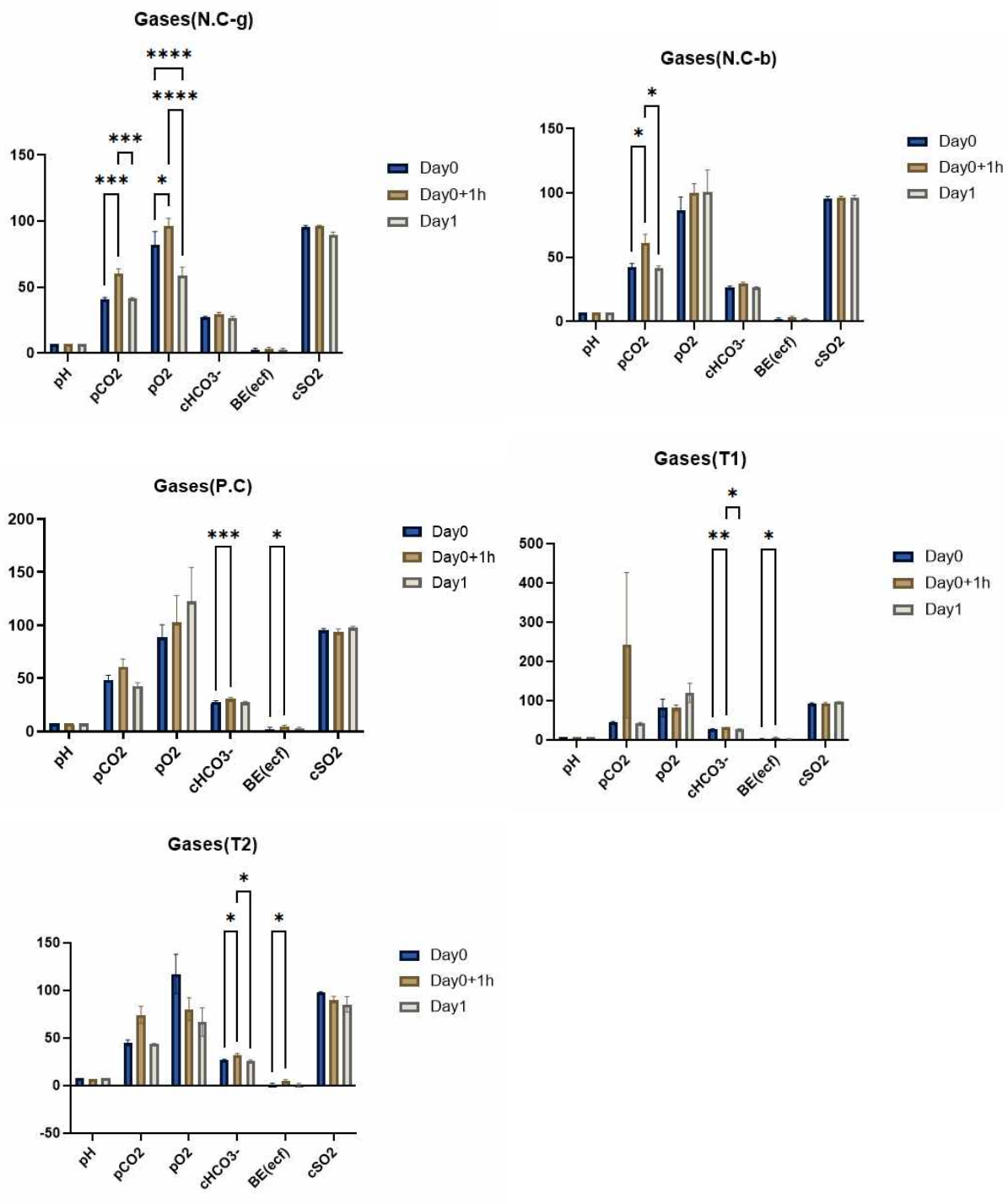
그룹별 수액 투여 후 생존율 평가

- 임상증상 및 탈수 평가와 동시에 이전 연구와 같은 방법으로 채혈 후 혈액 분석을 하였음.
- 혈액가스, 혈액 화학, 대사산물 관련 수치를 분석하였으며 1) 같은 시간에 그룹 간 비교, 2) 같은 그룹 내 시간별 수치 비교로 결과 값을 분석
- 혈액가스 관련 모든 수치는 그룹 간에 차이가 없음. 이는 수액의 성상과 상관없이 수액의 투여 여부가 혈액가스 관련 수치에는 영향을 미치지 않는 것으로 보임



혈액가스 검사항목별 평균값 비교
(pCO2, pO2=mmHg, cHCO3-, BE(ecf)=mmol/L, cSO2=%)

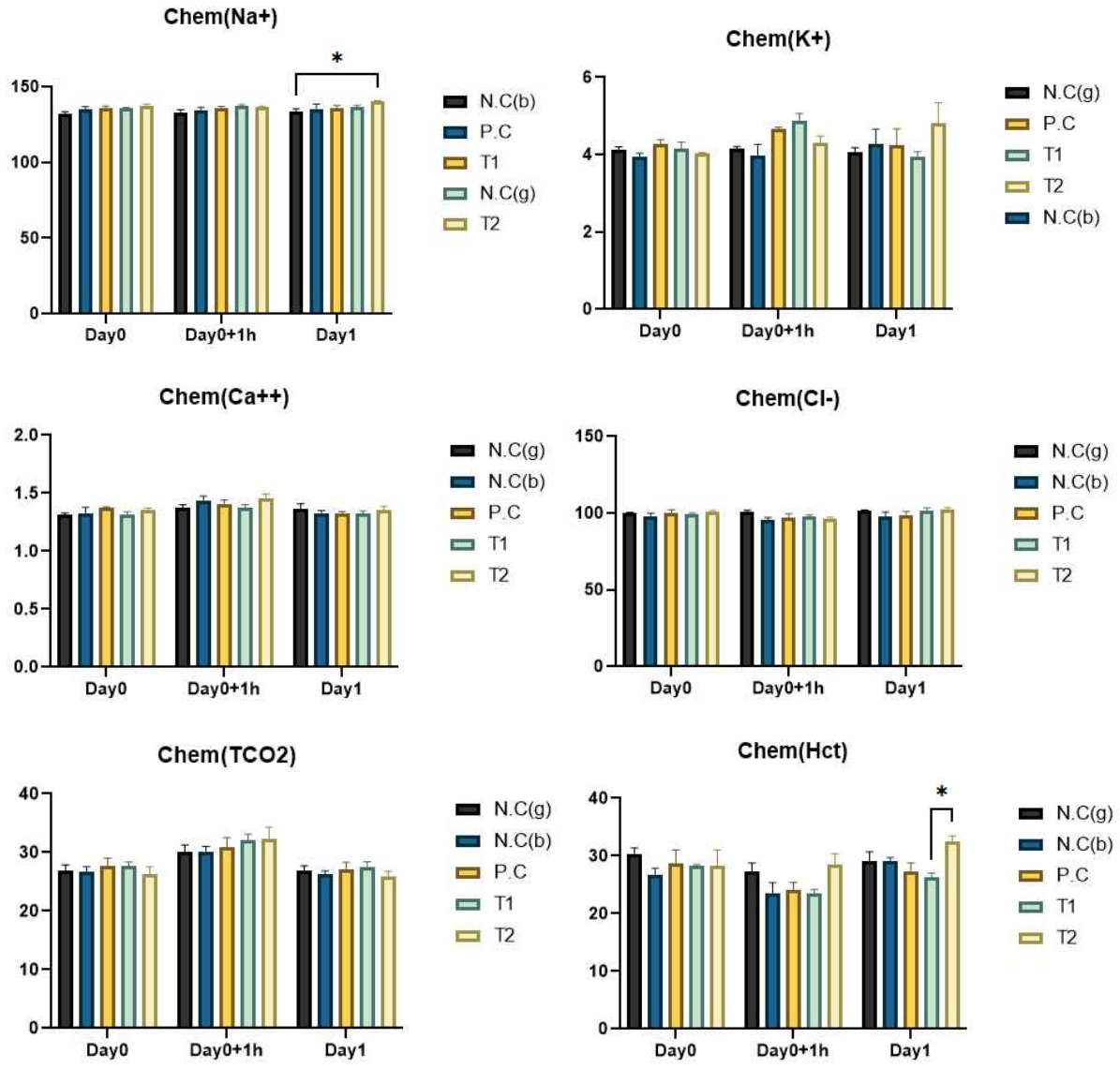
- 그룹별 수액 투여 전/후를 비교했을 때, 수액을 투여하지 않은 그룹 (N.C-g, N.C-b)과 수액을 투여한 그룹 (H/S, T1, T2) 간에 나타나는 경향이 다소 차이가 있음
- 수액을 투여하지 않은 그룹에서 pCO2와 pO2의 값이 마취 전과 후가 차이가 있었는데, 일반적으로 정반대의 경향을 보여야 하는 두 수치가 여기에서는 같은 경향을 보임
- 이는 정맥에서 채혈한 점, 채혈 시 공기와의 접촉 등이 영향을 미친 것으로 보임
- 수액을 투여한 그룹에서는 cHCO3-와 BE(ecf) 값이 수액 투여 전/후 차이가 있었는데, 중탄산염은 체내 pH의 균형을 맞추기 위해 수동적으로 변하는 수치라는 점, BE(ecf)보다 양이온과 음이온의 차이를 나타내는 음이온갭(Anion gap) 수치가 임상적으로 더 의미가 있는 점을 고려하면 두 수치 모두 맞춤용 수액을 투여했음에도 대조군인 하트만 용액과 차이가 없는 것에 의의를 두고 있음

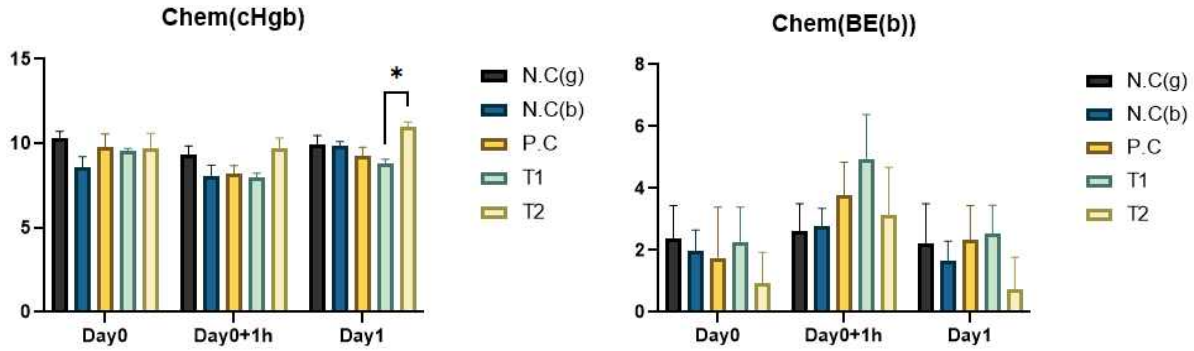


그룹별 수액 투여 전/후 혈액 가스 검사 평균값 비교

(pCO2, pO2=mmHg, cHCO3-, BE(ecf)=mmol/L, cSO2=%)

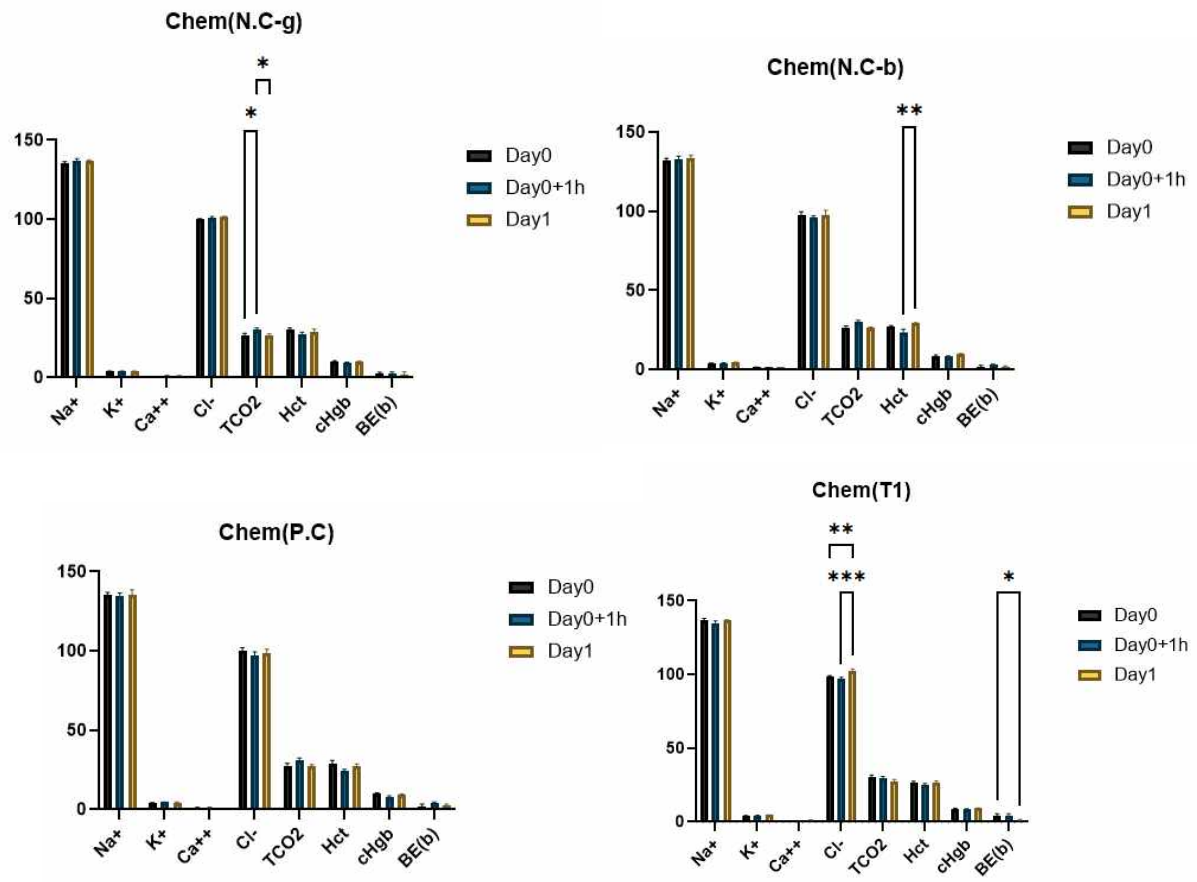
- 혈액 화학 검사에서는 수액 투여 하루 후 수액을 투여하지 않은 유증상 그룹과 맞춤용 수액 1L를 투여한 그룹에서 Na+ 수치가 유의미한 차이를 보였고, 맞춤용 수액 투여 그룹 간 Hct, cHgb 수치가 유의미한 차이를 보였음
- Na+의 경우 수액 투여 하루 후 차이가 났으나 두 그룹 모두 정상 범위 (140~150mmol/L, University of Guelph)이내였으며 일반적으로 수액 투여 24시간 후에는 체내 항상성으로 전해질 교정이 다 되기 때문에 수액 투여 1시간 후의 차이를 더 중요하게 생각하므로 수액을 투여했음에도 투여하지 않은 그룹과 Na+ 수치의 차이가 없었다고 판단함
- Hct와 cHgb의 경우 탈수와 가장 연관 있는 수치라고 볼 수 있는데 맞춤용 수액 1L를 투여한 그룹에서 유난히 다른 그룹에 비해 수액 투여 하루 후 상승한 점은 마취 후 수분 섭취가 계속해서 적었을 가능성도 존재함. 실제로 해당 그룹의 데이터를 관찰해보니 4마리 중 2마리가 상대적으로 매우 높게 나왔기 때문에 Hct와 cHgb의 유의미한 차이는 해당 그룹 내 개체 상태에 따라 발생한 것으로 판단됨

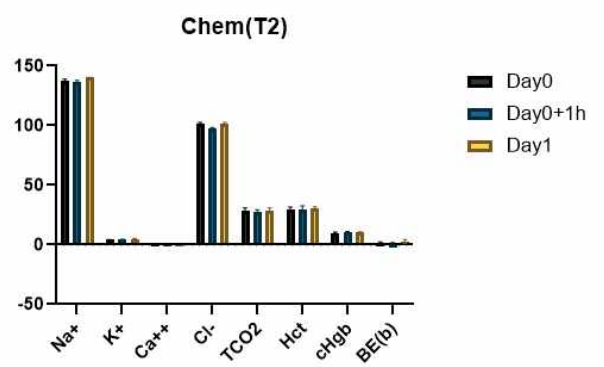




혈액 화학 검사 항목별 평균값 비교
(Na+, K+, Ca++, Cl-, TCO2, BE(b)=mmol/L, HCT=%, cHgb=g/dL)

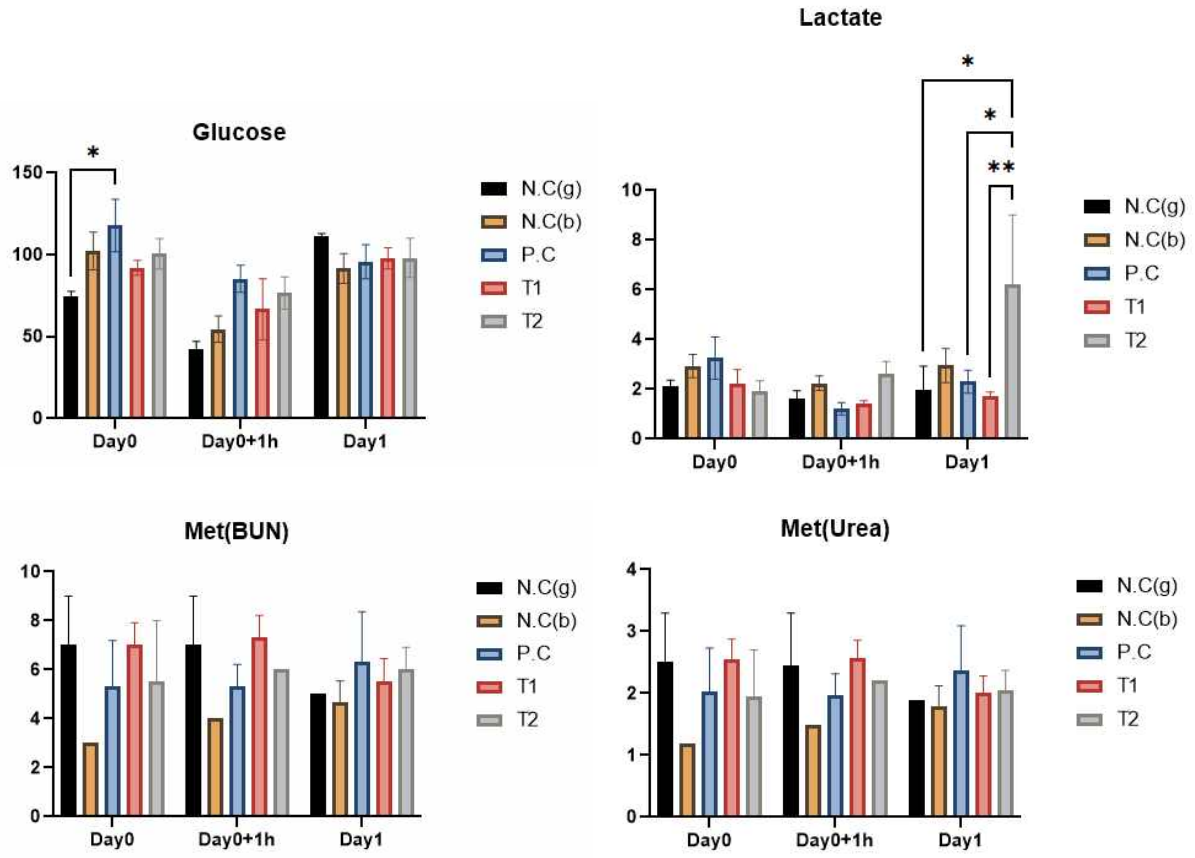
- 수액을 투여하지 않은 정상 그룹에서는 TCO2가 수액 투여 1시간 후 증가했다가 다음 날 원래 수치로 회복했음. 혈액 내 이산화탄소 총량을 측정하는 TCO2의 경우 단독으로 판단하기보다 Na+, K+, Cl-과 같이 판단하는데 이 3개의 이온이 유의미한 차이가 없었던 것으로 보아 마취로 인해 발생한 호흡성 불균형이 TCO2로 나타난 것으로 보임
- 수액을 투여하지 않은 유증상 그룹에서는 Hct 수치가 감소했다가 증가했는데(그림10) 앞에서 언급했듯이 Hct 수치가 증가하면 탈수상태일 가능성이 크고 수액을 투여하지 않았기 때문에 다음 날 다시 증가한 것을 관찰할 수 있음
- 맞춤용 수액 500㎖를 투여한 그룹에서는 수액 투여 하루 후의 Cl- 수치가 상대적으로 그 전보다 높았지만 모두 정상 범위 (99-105mmol/L, University of Geulph) 내 속했으며 2마리가 104mmol/L로 높게 나와 나온 결과인 것으로 보임
- Be(b)는 혈액가스 검사에서 관찰됐던 BE(ecf)와 비슷하게 혈액 내 염기과잉(base excess)을 의미하는데, 수액 투여 하루 후의 값이 수액 투여 전보다 유의미하게 감소하였으나 두 시기 모두 정상 범위 이내이며 하트만 용액을 투여한 그룹에서도 절대적인 값의 변화는 비슷한 것을 보아 적어도 이 수치에서는 하트만 수액과 큰 차이가 없다는 것을 알 수 있음

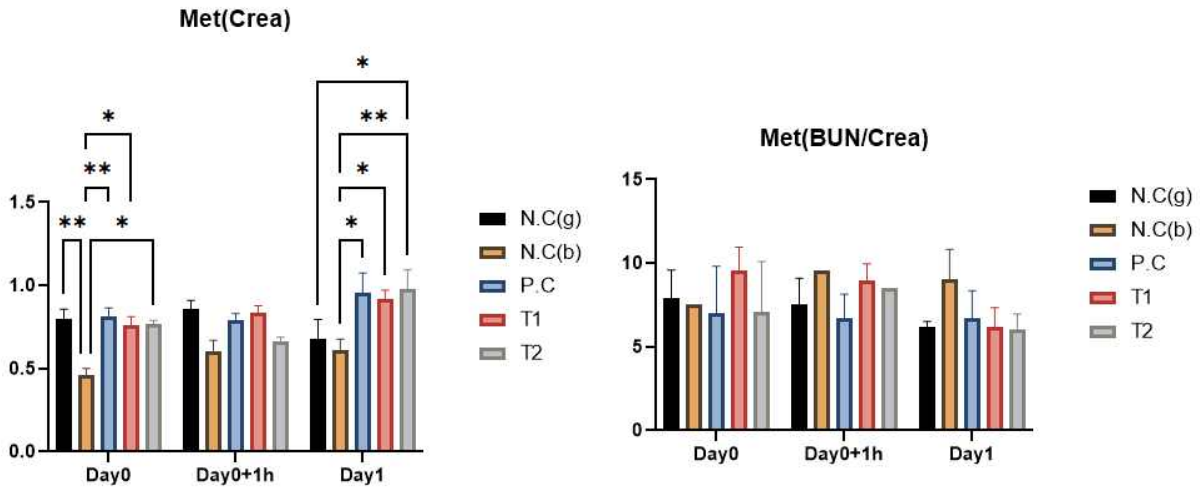




그룹별 수액 투여 전/후 혈액 화학 검사 평균값 비교
(Na+, K+, Ca++, Cl−, TCO2, BE(b)=mmol/L, HCT=%, cHgb=g/dL)

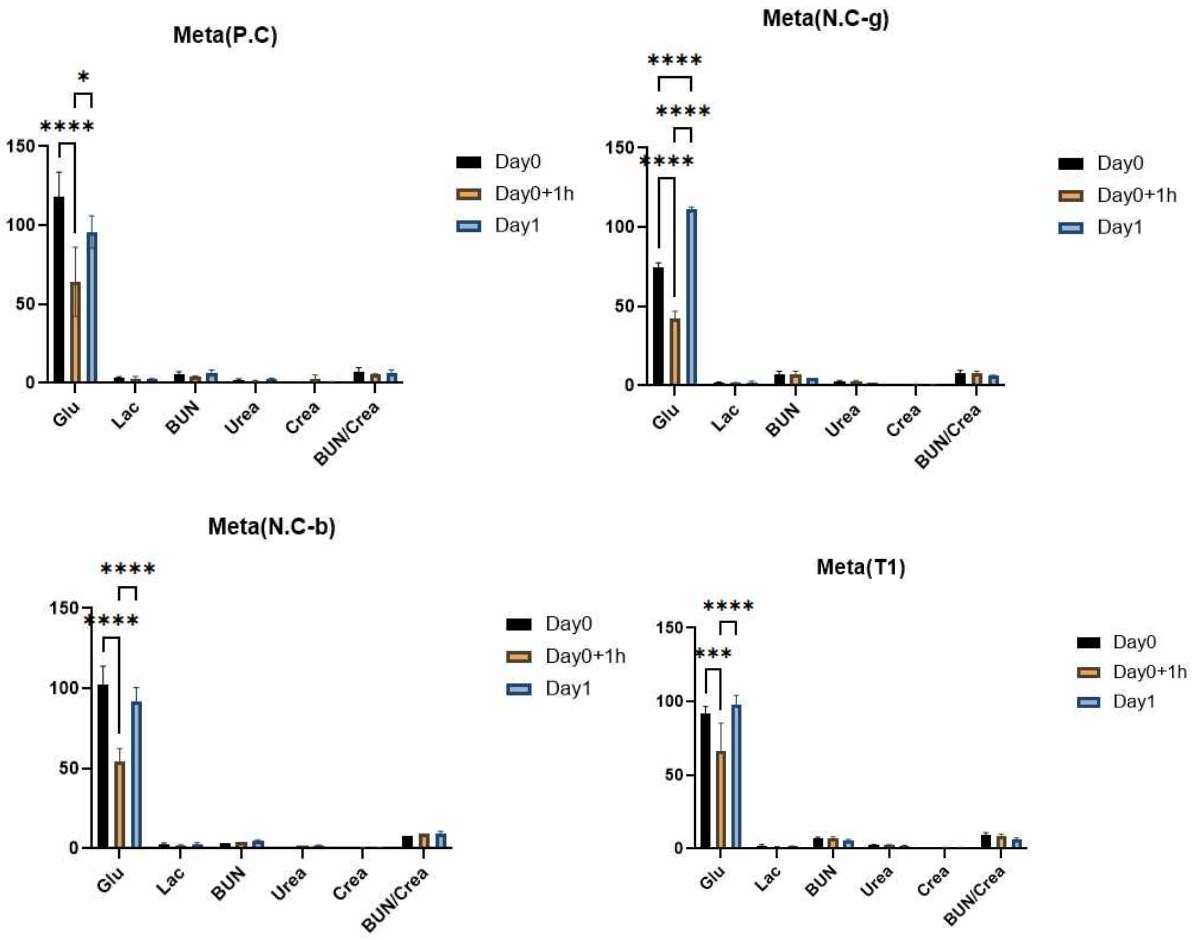
- 대사산물 검사에서는 혈당(Glucose), 젖산(Lactate), 크레아티닌(Creatinine)이 유의미한 차이를 보였음
- 먼저, 혈당(Glucose)의 경우 수액 투여 전에 수액을 투여하지 않은 정상 그룹과 하트만 용액을 투여한 그룹에서 차이가 난 것이므로 수액 투여 여부가 아닌 개체의 차이라고 볼 수 있음
- 젖산(Lactate) 수치는 수액 투여 하루 후 맞춤용 수액 1L를 투여한 그룹의 수치가 다른 그룹보다 월등히 높았는데 앞서 Hct값이 상대적으로 많이 차이가 났던 그 2마리가 이 항목에서도 동일 그룹 내 다른 개체들과 달리 많이 높았음. 이는 수액 투여 여부와 상관없이 체액량의 소실이 두 개체에서 심했을 것으로 판단
- 크레아티닌(Creatinine)은 근육 내에 존재하므로 이 값은 개체의 근육량에 따라 변함. 따라서, 수액을 투여하지 않은 유증상 그룹 내 개체들의 무게가 상대적으로 적었기 때문에 (평균 12.5kg) 다른 그룹들(평균 16kg 이상)과 유의미한 차이를 보임

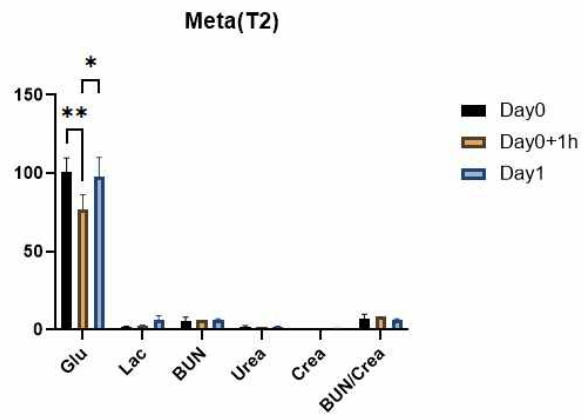




대사산물 검사 항목별 평균값 비교
(Glu, BUN, Crea=mg/dL, Lac, Urea=mmol/L, BUN/Crea=mg/mg)

- 수액 투여 전/후를 비교했을 때는 Glucose가 유일하게 시간에 따라 유의미한 차이를 보였음. 수액 투여 여부와 상관없이 모두 수액 투여 1시간 후 감소했다가 다음 날 수액 투여 전으로 회복하는 경향을 나타냈음. 다만, 모든 값이 정상 범위 (65-150mg/dL, Iowa state university) 내인 것을 보면 이러한 경향은 마취 유도 시 받은 스트레스로 인해 소비한 혈당으로 해당 수치가 감소한 것으로 보임



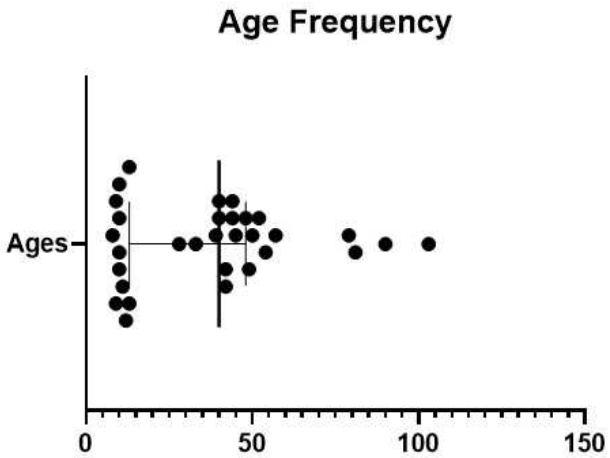


그룹별 수액 투여 전/후 대사산물 검사 평균값 비교
(Glu, BUN, Crea=mg/dL, Lac, Urea=mmol/L, BUN/Crea=mg/mg)

- 전체적인 결과를 종합해보면, 몇몇 수치가 유의미한 차이가 났지만 대부분 적은 수의 개체 (그룹당 4마리), 수액 투여 시 유도한 마취 등이 가장 큰 원인이었고 수액의 성상으로 나타난 차이는 매우 적었음. 따라서, 이전 연구에서 정상 개체에서 맞춤용 수액을 투여했을 때 임상적인 부작용이 없었음을 증명했고 본 연구에서도 정상 개체와 유증상 개체 모두 맞춤용 수액을 투여한 후 하트만 용액을 투여했을 때와 혈액 검사 수치상 큰 변화가 없다는 것을 알 수 있음. 이로써 맞춤용 수액의 성상은 돼지에게 악영향을 미치지 않으며 기존에 사용되고 있는 하트만 용액의 대체품으로써의 가능성을 증명함

○ 소 사육 주기별 체액 조성 분석 및 맞춤형 수액 제작

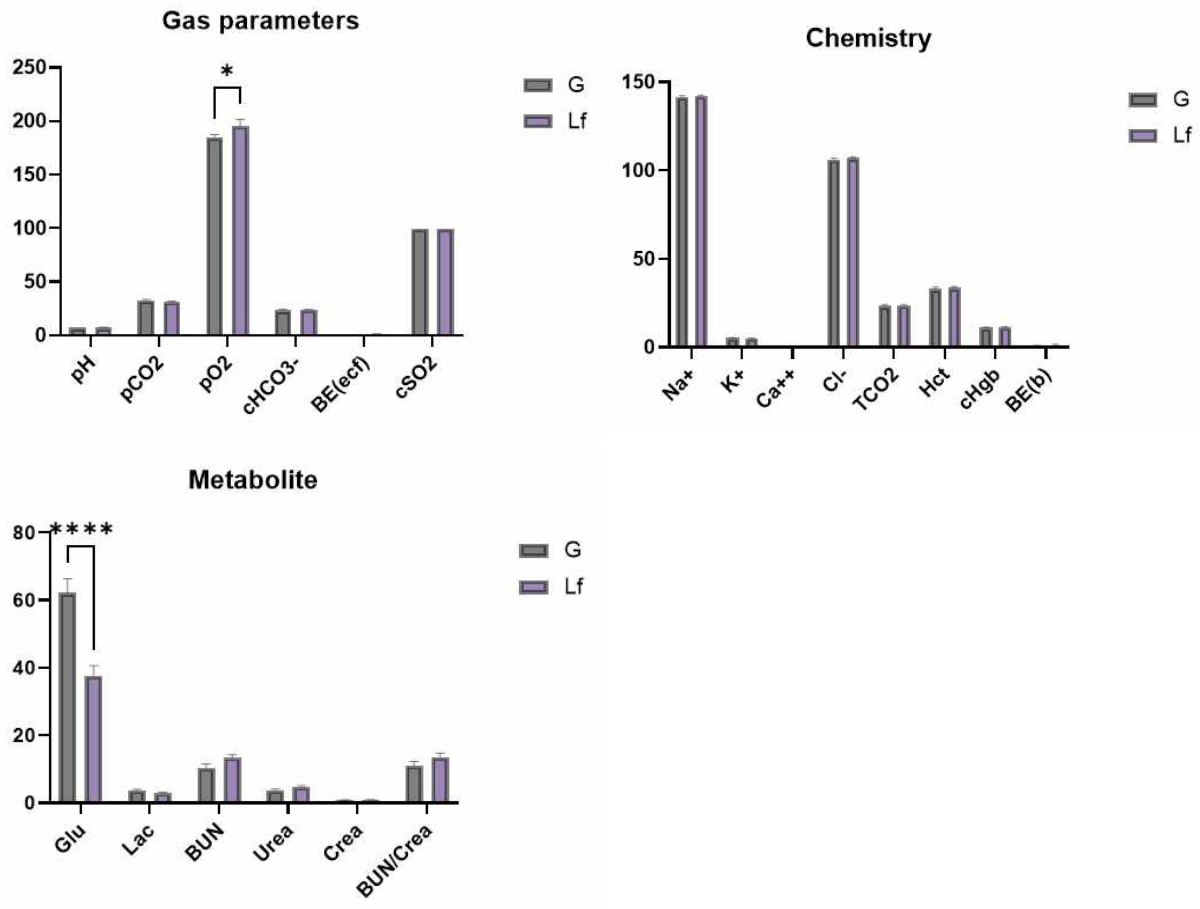
- 전라북도 김제시에 위치한 총 12개의 농장에서 31두의 소를 무작위로 선발하여 혈액을 분석했으며, 수컷은 6두, 암컷은 25두를 분석
- 모든 수컷 개체의 연령은 13개월령 이하였으며 암컷 개체는 최소 8개월령에서 최대 103개월령까지 다양한 연령 분포를 나타냄



혈액 분석에 활용된 소의 월령 분포

- 돼지에서 번식 주기에 따라 혈액을 분석한 것과 동일한 방식으로 육성기(4~13개월령), 비육 전기(13~18개월령), 비육 중기(19~24개월령), 비육 후기(25개월령 이상)로 나눠 시기별 개체의 혈액을 분석할 계획이었으나 실제 개인 소유의 농장에서 농장주의 허락을 받고 소수의 개체만 무작위로 채혈했기 때문에 시기별 개체를 선발하는 데 한계가 있어 채혈 후 축산물이력제 시스템을 통해 월령을 확인한 결과 31두 중 육성기 11두, 비육 후기 20두만 선발
- 소 보정 후 경정맥 (Extra jugular vein)에서 10cc 주사기를 이용하여 이전 연구에서 사용했던 것과 동일한 EPOC® Blood Analyzer로 혈액가스, 혈액 화학, 대사산물로 나눠 pH, 주요 전해질(Na^+, Cl^-, K^+, Ca^{++}, HCO_3^-), 산소분압(pO2), 이산화탄소분압(pCO2), 헤마토크릿(Hct), 헤모글로빈 농도(cHgb) 등을 측정

- 분석 결과, pO2와 Glucose 수치가 유의미한 차이를 보였음(그림14). 먼저, 산소 포화도(pO2)는 혈장에 용해된 산소의 양을 나타내는 혈액 내 산소 분압으로 두 시기의 소에서 이것이 차이가 나는 이유로 소의 사료 섭취와 먹이의 구성 차이 때문으로 보임
- 육성기의 소는 비육 후기의 소보다 사료 급여 횟수가 더 많고 조사료 섭취량이 많으므로 반추위에서의 발효와 그에 따른 이산화탄소 생성량이 많아 산소 포화도가 낮아질 수 있음. 반대로 비육 후기의 소는 육성기의 소에 비해 사료 섭취 횟수가 더 적고 농후사료를 더 많이 섭취하여 반추위에서의 발효와 이산화탄소 생성량이 상대적으로 적어 산소 포화도가 더 높아진 것으로 보임
- Glucose는 pO2와 다르게 육성기에서 더 높은 수치를 보였는데, 이 역시 사료의 구성과 섭취량으로 인해 나타난 가능성이 있음. 육성기의 소는 전분이 풍부한 곡물을 더 많이 섭취하여 간에서 마이크로바이옴인 프로피오네이트 (propionate)의 생산과 포도당의 합성을 증가시킬 수 있음. 반대로 비육 후기의 소는 농축된 사료를 더 많이 섭취하여 반추위의 pH를 낮추고 프로피오네이트 생성 박테리아를 억제할 수 있음
- 또한, 신체 상태와 지방 가동화(fat mobilization)의 차이로 발생할 수도 있는데 육성기의 소는 체지방이 적고 지방 분해가 적기 때문에 글리세롤과 비에스테르형 지방산 (non estrified fatty acid; NEFA)이 혈액으로 더 적게 방출될 수 있음. 글리세롤은 포도당 생성의 전구체로 사용될 수 있지만, NEFA는 말초 조직의 포도당 흡수 및 이용을 억제할 수 있음. 이에 따라 육성기에서 Glucose 수치가 상대적으로 더 높게 나온 것으로 판단됨



정상 소에서의 혈액 분석 결과 그래프 (G = Growth period; 육성기, Lf = Late Fattening Period; 비육 후기. / pCO2, pO2=mmHg, cHCO3-, BE(ecf)=mmol/L, cSO2=%, Na+, K+, Ca++, Cl-, TCO2, BE(b)=mmol/L, HCT=%, cHgb=g/dL, Glu, BUN, Crea=mg/dL, Lac, Urea=mmol/L, BUN/Crea=mg/mg)

- 본 연구 결과, 농가 현장에서 많이 쓰이는 수액 중 하나인 Hartmann's solution(H/S)의 Na+(130mEq/L), K+(4mEq/L)과 혈액 분석 결과가 다소 차이가 있어 이를 반영하여 만든 수액의 성상은 다음과 같음

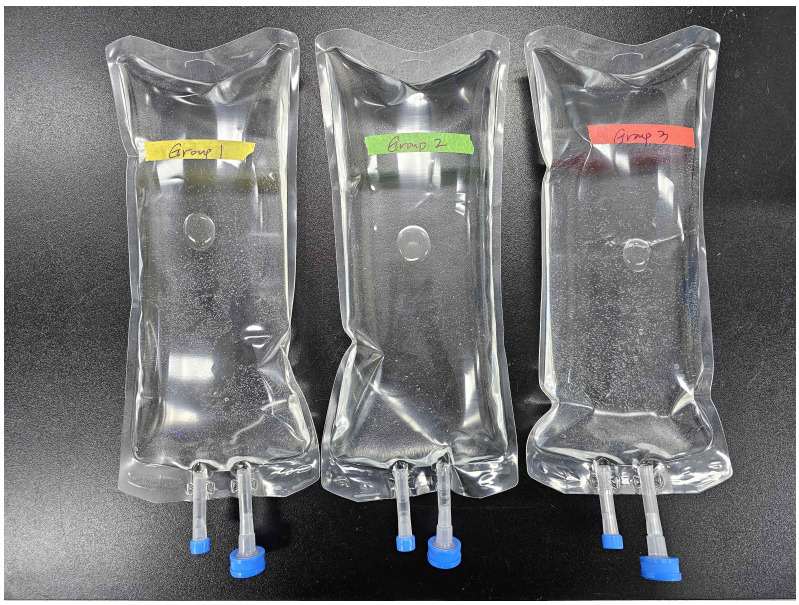
그룹별 수액 조성 : 실제 투여량 (1000㎖ 기준)

질량 (g/L)	NaCl	KCl	CaCl2 · 2H20	Sodium Lactate 60%
Control (H/S)	5.0	0.30	0.20	3.10
Group 1	5.58	0.30	0.20	4.97
Group 2	5.0	0.40	0.20	3.10
Group 3	5.58	0.40	0.20	4.97

각 실험군의 목표 이온 농도

그룹	Na+ (mEq/L)	K+ (mEq/L)	Ca2+ (mEq/L)	Cl- (mEq/L)	Lactate (mEq/L)
Control (H/S)	130	4	2.7	109	28
Group 1	140	4	2.7	119	55.8
Group 2	130	5.3	2.7	110.3	28
Group 3	140	5.3	2.7	110.3	55.8

- Group1은 Na+, 중탄산염 농도를 상승시켰고, Group2는 K+ 농도를, Group3는 Na+, K+, 중탄산염을 모두 상승시켰음
- 중탄산염의 농도를 조정한 이유는 NaCl의 양만 증가시킬 때 이미 Cl- 이온이 NaCl, KCl, CaCl2·2H2O로 3가지의 물질에 포함되어 있으므로 고칼슘혈증(hyperchloremia)의 위험성이 있어 Na+의 목표 이온 농도를 상승시키기 위해 60% Sodium Lactate의 양을 증가시킴. 이전에 돼지 맞춤용 수액을 제작하는 데 있어서 Lactate의 목표 이온 농도를 49mEq/L로 설정했고 실제 수액 투여 시 이로 인한 부작용은 없었음



소 맞춤용 수액 (1000㎖, 좌측부터 차례대로 Group1, Group2, Group3)

○ 정상 상태 및 유증상 소에 대한 현장 적용 시험 계획

- 축산물이력제 데이터랩에 의하면, 국내 소 사육 농가 대부분이 한우를 사육하고 있으며 (86.8%) 그다음으로 젖소 (9.7%), 육우 (3.4%)가 뒤를 잇고 있음. 따라서, 소 맞춤용 수액 역시 대부분의 수요를 맞출 수 있는 한우(Hanwoo)를 대상으로 제작하고자 함.
- 돼지에서 신생자돈의 설사가 개체의 사망으로 이어질 확률이 높은 것과 유사하게 송아지에서의 설사 역시 경제적 손실을 유발할 수 있는 원인 중 하나로 이에 대한 수액 처치가 필요함.
- 유증상 개체의 소에 투여하기에 앞서 사육 주기별로 구분, 맞춤용 수액의 부작용 여부를 확인하고자 함.
- 특히 송아지의 경우에는 소화기질병에 의한 폐사가 분만 후 7주 이내 68% 발생하지만, 생후 8주령 이후 송아지 연령이 증가할수록 전체적인 폐사율이 감소한다는 연구 결과가 있어 개월별로 더 자세하게 구분할 필요가 있음. 따라서, 본 연구에서는 개체 수 확보가 가능할 경우 송아지는 생후 1주, 1개월, 3개월,

- 6개월로 구분하여 수액을 투여하고자 함.
- 수액은 송아지의 경우 21G 주사침, 육성우와 비육우는 18G 주사침을 사용하여 경정맥에 아래와 같은 속도로 수액을 투여함.

소 맞춤용 수액 투여 정상 개체 구분

그룹	한우					
	송아지				육성우	비육우
개월령	생후 1주	1개월	3개월	6개월	6~13개월	13~30개월
체중	~40kg	40~60kg	60~100kg	100~150kg	150~300kg	300kg~650kg
수액 투여 속도	1-2mL/hr/kg				1-1.5mL/hr/kg	0.5-1mL/hr/kg

- 수액 투여 후 부작용이 관찰되지 않는다면, 실제 설사 등으로 탈수증상이 나타나는 개체에서 수액을 투여해보고 맞춤용 수액의 효과를 농가에서 사용하고 있는 하트만 용액과 비교하고자 함.
- 2022년 발표된 한 연구에 의하면, 설사하는 송아지에서 BUN, Glucose, Na+, K+ 등이 정상 개체와 유의미하게 차이가 있었고 특히 저혈당증(hypoglycemia)과 고칼륨혈증(hyperkalemia)이 나타난 송아지의 사망률이 더 높다는 연구가 있음. 따라서, 본 연구에서도 포도당을 추가하기 전 기반 용액을 제작하는 데 있어 돼지와는 다르게 K+를 제외한 Na+, 중탄산염 농도를 증가시킨 Group1을 실제 개체에 투여하고자 하는 맞춤용 수액으로 설정하고 수액 처치가 매우 중요한 송아지로 대상 개체를 한정함.

소 맞춤용 수액 투여 유증상 개체 구분

그룹	NC1	NC2	PC	T1	T2
수액 용량		1L			2L
수액 투여 속도		50kg 미만 : 4~6시간 / 50kg 이상 :3~4시간			
수액 투여 위치		경정맥 (Extra jugular vein)			

- 총 5개의 집단을 대조군 및 실험군으로 설정 : NC1 (수액 투여하지 않은 건강한 개체), NC2 (수액 투여하지 않은 유증상 개체), PC (하트만 용액 투여한 유증상 개체), T1(맞춤용 수액 1L 투여한 유증상 개체), T2(맞춤용 수액 2L 투여한 유증상 개체)
- 그룹별 10마리의 송아지를 무작위로 선정할 계획이며 그룹 내에서는 최대한 나이와 무게가 비슷한 개체들을 선발. 또한, 수액 투여의 주목적인 탈수 개선 여부를 확인하기 위해 임상 증상 관찰과 채혈 후 혈액분석을 수액 투여 전/수액 투여 완료 후 1시간 경과/수액 투여 완료 1일 후 총 3번 실시

임상 증상 및 탈수 평가항목

관찰 위치	뒤	좌측	우측	머리
임상 증상 평가항목	체온(℃) 위 채움 평가 분변 호흡 질	심박수 폐 청진 피부 (탈수 평가) 1위 청진	기관 척추 경정맥 폐 청진	귀 눈 코 입
탈수 평가 항목	활동성, 젖먹이 반사, 안구 주위 패임, 피부 잡아당기기, 잇몸 색깔 등			

- 체온 : 직장 검사 전 직장에 체온계 삽입 후 측정 (38.5~39.5℃)
- 위 채움 평가 (Gut Fill) : 뒤에서 관찰했을 때 좌측/우측/양측이 부풀었는지 확인
- 분변 : 섭취하는 사료에 따라 다르지만, 분변의 색깔, 설사 여부 등 확인
- 호흡 : 호흡 횟수 측정 (송아지의 경우 정상 호흡수는 20~40회/분)
- 질 (Vulva) : 냄새, 점막 색깔, 분비물의 색깔 확인
- 심박수 : 송아지의 경우 분당 72~100회가 정상. 청진시 리듬과 심박 강도 측정
- 폐 청진 : 호흡 횟수뿐만 아니라 폐 청진시 특이한 소리 여부 확인
- 피부 : 목 주위 피부를 꼬집어서 들고 난 다음 1초 내로 원래 위치로 돌아가는지 확인
- 1위 : 마지막 갈비뼈 뒤쪽 청진으로 분당 2~3회 움직이는지 확인. 제4위전위증 확인을 위해 청진기를 대고 손가락으로 때려보고 맑은소리가 들리는지 확인

- 척추 : 소의 어깨 바로 뒤 척추(whither)를 꼬집은 후 반응 관찰
- 젖먹이 반사 : 손가락을 송아지의 어금니 뒤에 넣은 후 씹으려고 하는지 확인

○ 축종별 맞춤형 수액 조성물 및 제조 방법 기술이전

- 본 연구진은 돼지의 생리학적 특성과 혈액 및 체액의 전해질 조성을 분석하여 돼지 맞춤형 수액 조성물을 개발하고 그 제조 방법에 관한 기술을 확립하였음.
- 사육주기별(자돈-육성돈-모돈), 생리적 상태별(임신-수유), 질병 상태별(설사, 탈수 등)로 구분하여 각 단계에 적합한 맞춤형 수액 조성을 도출하였음.
- 혈액 분석 결과를 바탕으로 Na+, K+, Cl- 등의 최적 농도를 설정하고, 맞춤용 수액의 조성을 확립하였음.

돼지 맞춤용 수액 조성 (포도당 미첨가, 1L 기준)

그룹	Na+	K+	Ca2+	Cl-	Lactate
이온농도 (mEq/L)	145	5	2	127	25
원천 물질	2.17g/L NaCl	0.37g/L KCl	0.15g/L CaCl2	(NaCl, CaCl2)	2.8g/L Sodium Lactate

※ 하트만 용액과 비교하여 Na+와 Cl-의 농도를 약간 높이고, K+와 Ca2+는 유사한 수준으로 유지. Lactate의 농도는 25mEq/L로 약간 낮추어 대사성 알칼리증 위험을 줄이면서도 완충 효과는 유지할 수 있도록 함

돼지 맞춤용 수액 조성 (포도당 첨가, 1L 기준)

그룹	Na+	K+	Ca2+	Cl-	Lactate	Glucose
이온농도 (mEq/L)	145	5	2	127	25	50
원천 물질	2.17g/L NaCl	0.37g/L KCl	0.15g/L CaCl2	(NaCl, CaCl2)	2.8g/L Sodium Lactate	9g/L Glucose

※ Na+, K+, Cl-의 농도는 하트만 용액보다 약간 높게 설정하여 전해질 손실을 보충하고, 특히 포도당을 50mEq/L (5%)로 높여 에너지 공급을 강화하였음

- 확립된 맞춤형 수액 조성을 구현하기 위해 각 성분의 혼합 비율, 용해 순서, pH 조절, 멸균 방법, 포장 등 제조 공정을 표준화하고 관련 기술을 정립하였음.

맞춤용 수액 제조 방법 예시

◎ 저온 플라즈마 멸균을 통한 수액백 및 수액세트 삽입 캡 멸균
◎ 800 mL의 주사용수에 NaCl 2.17 g, KCl 0.37 g, CaCl2 0.15 g을 완전히 용해
◎ 60% Sodium Lactate 용액 46.7 mL를 첨가
◎ 주사용수로 전량을 1 L로 맞추고 잘 혼합
◎ 0.22 μm 필터로 여과한 후, 멸균된 수액백에 무균 충전
◎ 수액백에 라벨을 부착하고 품질검사 후 출하

- 제조된 돼지 맞춤형 수액의 안전성과 유효성을 평가하기 위해 건강한 돼지군과 질병 모델 돼지군에 투여 실험을 진행하였고, 투여량, 투여 속도 등의 프로토콜도 확립하였음.
- 투여 실험 결과 대조군 대비 부작용 발생이 없음을 입증하여 안전성을 검증하며 기존에 사용되고 있는 수액의 대체제로서의 가능성을 발견하였음.
- 본 기술을 통해 개발된 돼지 맞춤형 수액 조성물 및 제조 방법에 대해서는 특허출원을 진행할 계획이고, 향후 기술이전을 통한 제품화를 추진할 예정임.
- 본 기술이전은 2023 농림축산식품 과학기술대전 연계 프로그램인 농식품 우수 유망 기술 발표회에서 협약식을 실시하였음(2023.11. 29(수)).
- 이를 통해 현재 사람 의약품을 개량하여 사용하고 있는 동물용 수액제에 대한 문제점들을 해소하고, 양돈 산업에서 실제로 활용할 수 있는 돼지 맞춤형 수액 제품의 개발이 기대됨.

210mm×297mm[(백상지(80g/m^2) 또는 중질지(80g/m^2)

(175쪽 중 142쪽)

.

제 3 세부과제((주)크로넥스)

○ 스마트 수액세트의 전임상 시험을 위한 기반 확립 및 동물 모델 구축

- **스마트 수액 세트의 전임상 시험을 위한 시험 동물군 조성**
  - 동물 체중 기준에 따른 투여시간 기준 확립 후 성별, 연령, 체중에 따라 그룹별로 선별하여 전임상 시험을 위한 시험 동물군 조성을 계획하고, 수액 주입 후 혈액 분석을 통하여 개발된 돼지 맞춤형 수액에 따른 혈액분석을 조사

수액 투여에 따른 전임상 시험 진행을 위한 시험 동물군 조성 계획

실험군		N.C	P.C	T1	T2
실험 두수		4	4	4	4
수액 종류		-	하트만	맞춤형 수액	맞춤형 수액
용량(ml)		0	500	500	1000
기준 투여시간(hr)	50kg 이상	0	2	2	4
	50kg 미만	0	3.3	3.3	6.6
실험 투여시간(hr)	20~30kg	0	2.5	2.5	3.5

※ 참고사항

1. 실험 전 - 24시간 절식
2. 실험군 - 설사 등 임상 증상 보이는 개체 선발
3. 장시간 마취 시 고려사항 - 체온, 심박수 등 체크
4. 호흡수, 심박수 체크 - 호흡마취 직후, 투여 시작 후 1시간, 2시간, 투여 완료 후 10분
   Cf. 성돈 평균, 체온 37~39℃, 심박수 60~90회/분, 호흡수 15~20회/분
5. 채혈 - 혈액 분석 실시 후, 분석 데이터 출력

수액 투여에 따른 전임상 시험 진행을 위한 시험 동물군 1차 조성

실험군		P.C	T1	T2	T3	T4
실험 두수		3	3	3	3	3
수액 종류		하트만	맞춤형 수액	맞춤형 수액	맞춤형 수액	맞춤형 수액
개체정보	ID(#1)	I4-16 (♀/6개월령/ 50~55kg)	IY-1 (♂/7개월령/ 45~50kg)	H12-46 (♀/9개월령/ 55~60kg)	I2-22 (♂/8개월령/ 60~65kg)	H12-35 (♂/9개월령/ 70~75kg)
	ID(#2)	I4-18 (♀/6개월령)	I5-8 (♀/6개월령)	H12-38 (♀/9개월령)	H12-14 (♀/9개월령)	H12-41 (♂/9개월령)
	ID(#3)	I4-19 (♀/6개월령)	I3-12 (♀/7개월령)	H12-49 (♀/9개월령)	H12-19 (♀/9개월령)	H12-16 (♂/9개월령)

수액 투여에 따른 전임상 시험 진행을 위한 시험 동물군 2차 조성

실험군	수액종류	투여량	투여시간	개체번호	성별	개월령	체중(Kg)	건강상태
N.C-1	N.C	-	-	K4-18	F	4	33	상
N.C-2	N.C	-	-	23-050	M	6	40	상
N.C-3	N.C	-	-	23-053	M	6	36	상
N.C-4	N.C	-	-	23-060	M	4	30	상
P.C-1	하트만	500	1시간	K4-19	F	4	20	중
P.C-2	하트만	500	1시간	K4-7	M	4	17	하
P.C-3	하트만	500	1시간	K4-3	F	5	21	하
P.C-4	하트만	500	1시간	K-8	M	4	25	중
T1-1	맞춤형 수액	500	1시간	K4-20	F	4	21	중
T1-2	맞춤형 수액	500	1시간	K6-9	M	2	14	하
T1-3	맞춤형 수액	500	1시간	K4-11	M	4	18	하
T1-4	맞춤형 수액	500	1시간	23-076	M	5	16	하
T2-1	맞춤형 수액	1000	2시간	K4-14	F	4	24	중
T2-2	맞춤형 수액	1000	2시간	K5-16	M	3	18	하
T2-3	맞춤형 수액	1000	2시간	K5-17	M	3	19	하
T2-4	맞춤형 수액	1000	2시간	23-044	M	5	30	중

- **전임상 시험을 위한 사육 주기별/생장 주기별 데이터 수집 및 적용**

- 안정적인 수액 투여 시스템 구축을 통해 수집된 데이터의 신뢰도 및 데이터 수집 편의를 확보

수액 투여 모습

- **전임상 시험을 위한 모델 동물의 사육 주기별/생장 단계별 규격 표준화**

- 사육 주기별 및 생장 단계별은 포유-이유-육성 단계로 나눠 다음과 같은 표준지침작업에 따라 규격 표준화 관리를 진행

1) 포유 자돈의 사양 관리

- 돼지 젖의 분비 및 출산 전 대리모돈의 관리
  : 어미돼지(대리모)의 젖꼭지는 복부 양쪽에 12~14개가 있음. 돼지에서 젖이 나오는 기전은 새끼돼지가 어미젖을 자극하거나 찾는 소리를 내면 어미는 신경자극을 받아 신경물질이 뇌하수체 후엽에 전달되어 옥시토신이라는 젖 분비 호르몬이 분비되어 젖이 나옴
  : 일반적으로 돼지 젖은 우유에 비해 단백질, 지방 및 고형물의 함량을 높게 함유하고 있음. 따라서 대리모로 쓰이는 어미돼지는 비교적 짧은 기간에 진한 젖을 많이 생산하므로 대리모의 사양관리에 특히 유의하여야 함
- 포유 횟수
  : 분만 후 어미돼지가 포유 시키는 횟수는 일반돼지와 같이 분만 후 3일까지는 1일 24회, 1주일까지는 26회 정도이고, 그 후 차츰 감소하여 이유 시에는 1일 17회 정도가 됨

: 어미돼지가 젖을 분비하는 시간은 분만 후 3일까지는 22~47초 정도이며, 이유 전에는 11초 정도이므로 외부 환경에 민감하게 반응하는 출산 모돈(대리모)의 경우 충분한 포유를 할 수 있도록 관리 시 특별한 주의를 기울임

- 포유 자돈의 관리

: 포유기 자돈은 생리적으로 피하지방이 적고 피모가 조밀하지 않아 스스로 외부 환역에 대한 체온 조절 능력이 약하고 질별에 대한 면역기능이 없으므로 소화기 및 호흡기 질병에 항상 노출되어 있으므로 인위적으로 최적 환경을 만들어야 함

: 크로넥스(주)의 동물 관리 시설은 시설 내 온/습도가 일정하게 유지 될 수 있도록 시스템을 유지하고 출생 직후의 자돈 보온을 위하여 보온 등을 추가 설치하여 자돈 보온에 각별히 유의하여 관리함

포유 자돈의 적정 온도 및 습도

일령 또는 체중	온도 범위	최적 온도	습도
출생 직후	30~35	35	60~70
1주일령	25~30	25	60~70
1주일~이유전	20~25	20~25	60~80

- 자돈의 사료 공급

: 새끼 돼지는 출생 직후에는 어미젖에 의존하여 자라지만 생후 1~2주령이 지나면 체중이 2배 이상 급속히 성장함으로 발육에 필요한 영양소를 보충하기 위하여 자돈 사료의 공급은 생후 1~2주후 대용유를 급이하여 포유에서 사료

- 자돈의 빈혈 예방

: 출생 시 자돈은 약 40mg의 철분을 가지고 있으나, 자돈이 1일 헤모글로빈의 생성에 소요되는 양이 많아 빈혈증에 걸리기 쉬우므로, 이를 예방하기 위하여 철분주사를 실시함

: 빈혈증 예방을 위해 생후 1~3일과 10~14일 2차에 걸쳐 각 100mg/두씩 대퇴부 또는 목 부위 근육에 주사하여 빈혈증에 걸리지 않도록 주의함

2) 이유 자돈의 사양 관리

- 이유 전 행동

: 이유 후 즉각 이유 전 자돈이 요구했던 만큼 가능하면 많이 섭취하기 위해 노력하는 습관이 매우 중요

: 모든 자돈들은 각자의 급수기, 급이기를 이용하고 사료를 먹거나 물을 마시는데 경쟁을 최소화하여야 하며 따뜻한 액상의 사료를 먹거나 마실 수 있게 하며, 자돈들은 무리지어 물을 마시거나 잠을 자는 경향을 보이며 개체별로 인식하지 못하고 그룹으로 인식하는 경향을 보이는 것이 특징이며 이유 시기는 8~10주에 시행

- 이유 자돈의 환경 관리

: 자돈에 있어 최초로 부딪치는 것이 최대의 스트레스 이유

: 즉, 어미와 떨어져 새로운 환경으로부터 모유에서 고형사료 섭취와 급수기를 통환 차가운 음수, 돈군의 재편성 등으로 초조와 불안한 환경에서 생활하여야 하므로 이유 돈사는 온도와 습도의 관리가 적절히 조절되는 시설을 이용함

: 이유 자돈은 추위에 매우 민감하고 이유 및 각종 스트레스로 인하여 사료섭취량 감소로 체온 유지에 어려움을 겪을 수 있음. 따라서, 적정한 온도 및 습도를 유지하여 체온 유지를 위한 에너지 손실을 최소화할 수 있게 함

이유 자돈에 대한 적정 온도 및 습도

일령 또는 체중	온도 범위	최적 온도	습도
이유시	25~30	25	60~80
이유~35kg	18~22	21	50~80
35kg 이상	15~20	18	40~60

- 이유 자돈의 영양 관리

: 이유 사료는 이유 초기 대리모돈의 젖과 비슷한 영양 성분의 사료를 급여하면서 서서히 사료 순치 기간을 두고 점차 성장 단계에 맞는 젖먹이사료로 급여

: 자돈의 빠른 성장률과 지방축적을 위해서는 사료 섭취량을 증가시키기 위해 기호성과 소화율이 좋은 사료를 공급해야 하며, 자돈 성장기에 사료 교체에 따른 스트레스를 많이 받을 수 있기 때문에 첨가제(유기산제, 생균제, 효소제 등)을 이용하여 소화를 도와 자돈의 성장이 향상될 수 있도록 함.

: 자돈 성장기부터 사육관리자는 사료 공급을 통해 경계심을 줄여주고 사람과 친근감이 생길 수 있도록 관리

- 이유 자돈의 위생/질병 관리

: 돼지를 사육함에 있어 질병을 예방하고 생산성을 높이기 위해서는 동물의 생리적 기능을 이해하고 최적의 사육환경을 유지하며, 돈군에 대한 세심한 관리로 병원균의 침입 방지, 프로그램화된 예방접종 실시 등의 대책이 수립되어야 함

: 사육관리자는 사육환경에 대한 돼지의 성장과 돈군의 건강상태를 성장 단계별로 예측하면서 관리에 임하고 재발 될 수 있는 관리상의 오류를 최소화하기 위해 사전 점검과 기록하는 습관을 가져야 함

: 일반적으로 건강한 자돈의 상태는 연령에 알맞게 발육을 하고, 사람이 가까이 가면 사료를 먹기 위해 소리를 지르며, 사료를 남기지 않고, 원기가 있고 다른 돼지와 같이 행동하고 보행이 바르며, 체표와 피모에 광택이 있고, 눈은 생기가 있게 빛나고 콧등이 습하며, 설사나 변비, 이취가 없고, 체온(37.5~39.5℃) 과 맥박(60~80회/분), 호흡(20~30회/분)이 정상을 유지함

: 이유 자돈의 사육 두수를 고려하지 않고 밀사를 하거나, 자돈 돈군의 재편성시 돈사소독을 체대로 실시하지 못하는 등의 문제로 여러 가지 질병을 유발 시킬 수 있으므로 각별히 주의하여 이로 인한 질병의 발생하지 않도록 각별히 주의함. 외부로부터 작업원이나 작업 물품으로 인한 병원균 차단을 위해 크로넥스(주)에서 준비된 표준 작업 지침서에 따라 입/출입 관리하며 사내 구비된 예방접종 프로그램을 적용하여 질병으로부터 자돈을 보호함

백신 접종 프로그램

3일령	2주	4주	6주	8주	10주
철분제/바이콕스	PRRS	PCV/MG	AP(1차)	AP(1차)	ER/HC

백신 제품 목록 및 접종량

백신 종류	제품명	제조회사	접종량
PRRS	베링거PRRS	베링거인겔하임	1 mL
써코+마이코	PCV M하이오	한국MSD	2 mL
흉막폐렴	헤모백	베타코리아	2 mL
단콜	돼지열병단독	코미팜	1 mL

3) 육성돈의 사양 관리

- 자돈의 이유 시부터 체중 20kg(3개월)까지의 육성은 그 이후 성장 및 건강에 큰 영향을 주므로 이유 후 2~3일간은 환경이 급변하여 식욕이 떨어지고 거동이 불안하며 이유 후 2주령까지는 설사와 피부질환 등이 발생하기 쉽고 포유기간에 비해 증체가 낮아질 수 있으므로 이 기간에는 동물들이 스트레스를 받지 않도록 세심한 주의가 필요

- 사료 급이

: 이유 후의 자돈에 대하여 정량급여를 할 때는 하루에 2회(오전/오후) 나누어 공급하고 1회 사료 급여량은 5~6분 내에 섭취하는 사료량을 공급하고, 이는 크로넥스(주)의 표준작업지침서에 제시된 양에 따라 공급함

- 음수

: 동물에 대한 물 공급은 정상적인 발육과 체내대사에 있어서 없어서는 안 될 중요한 요소로서 돼지의 물 요구량은 기온의 변화, 발육 정도 및 섭취하는 사료의 종류에 따라 다르나, 보통 사료 섭취량의 3~5배의 양을 섭취하므로 항상 깨끗한 물을 먹을 수 있게 하여야 함.

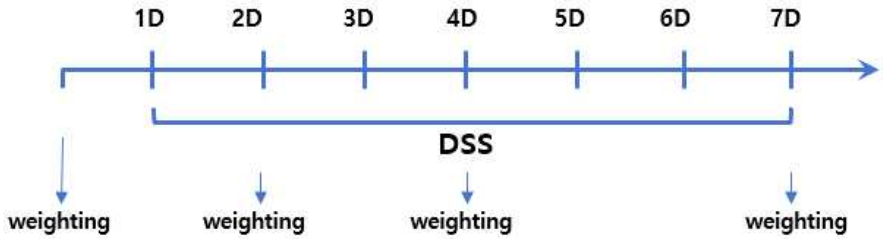
: 크로넥스(주)의 동물 사육 시설은 신선한 음수가 공급될 수 있도록 3중 필터 시스템이 구비된 자동화 된 음수 공급 라인이 구축되어 있어 음수 공급에 차질이 발생하지 않도록 시설 관리에 각별한 주의를 기울여야 함

돼지의 음수량

계절	평균체중(kg)	음수량(L)	사료섭취에 대한 비율(%)	체중에 대한 비율(%)
여름	50	11.5	5.0	23.0
봄/가을	50	8.0	4.0	16.0
겨울	50	5.0	2.5	10.0

- **스마트 수액 세트의 전임상 시험을 위한 동물의 질환 모델 확립**

- 돼지 설사병은 바이러스, 세균, 기생충 등 다양한 병원체에 기인되는 전염성 질병과 유질이 불량한 모유나 인공유의 급여, 부적절한 사료, 과식 및 각종 중독에 기인하는 비전염성 설사로 대변할 수 있음
- 그러나 양돈장에서 매일 같이 볼 수 있는 설사증의 대부분은 자돈의 유전적, 생리적 및 사육환경, 관리 소홀로 인한 발병유인과 미생물학적 요인이 밀접하게 결합되어 설사병이 발생하는 경우가 많음
- 대장균증에 걸린 돼지는 설사로 인하여 탈수증상이 심하게 나타나며 초기증상은 약간의 설사를 하는 정도의 경미한 증상의 돼지로부터 갑작스럽게 폐사되는 돼지에 이르기까지 다양함
- 설사변은 물과 같이 점도가 낮고 투명하며 분변이 항문으로부터 물방울처럼 똑똑 떨어지는 경우도 가끔 있으며 체중의 30～40%에 해당하는 수분이 설사로 배설되는 경우도 있음
- 이때는 체중감소와 탈수증상이 뚜렷하여 피부가 탄력이 없고 매우 수척해지며 탈수증이 심하면 대부분 폐사됨



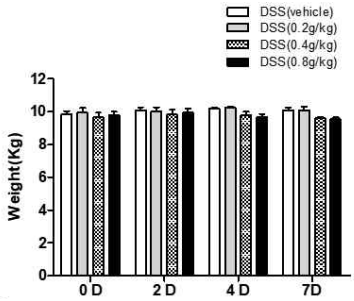
Group	Animals	DSS dose(g/kg)	Number	Sex
A (Vehicle)	CRONEX M-pig	-	3	Female
B		0.2	3	Female
C		0.4	3	Female
D		0.8	3	Female

Scheme of Colitis model

- 수액은 체액량 혹은 전해질이나 수분 등을 보충해 주는 치료법으로 정맥투여를 통해 빠르게 체내에 영양분을 공급해주는 것이 특징
- 탈수 및 전해질의 불균형을 초래하는 대장균성 설사병은 탈수 및 체내 전해질의 손실을 초래
- 따라서, 이와 유사한 대장염 동물모델을 선정 및 개발하여 수액의 안전성과 유효성을 평가를 위한 동물모델로 이용하고자 함
- 대장염 모델을 유발하기 위해 설치류 모델에서 이용되는 DSS(dextran sulfate sodium)를

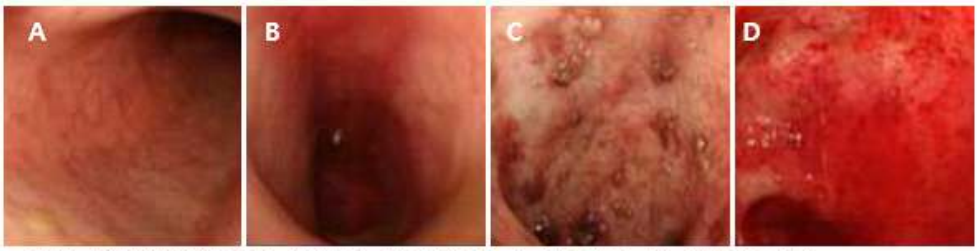
0.2g/Kg~10.8g/Kg로 사료와 함께 7일 동안 매일 섭취하게 함
- 실험에 중 4회 실험 돼지의 체중을 측정하였고, DSS 투여 후 7일째에 내시경을 통행 대장염의 발병 정도를 대장내시경 영상으로 확인
- DSS 투여에 따른 체중 변화 및 투여 용량에 따른 유의적인 체중 변화 없음
- 5~7일차에 변의 색깔 변화, 혈변, 설사, 식욕부진 등의 임상 변화를 관찰되고, 임상 증상의 정도는 DSS 처리 농도가 높은 실험군에서 높게 관찰됨

Group	Clinical sign	Autopsy gross examination
A	Look fine	Normal
B	Started dark feces(hard) on day 7	Round nodules & some patches of hemorrhages appear on mucosal surface of distal colon
C	Started inappetence & dark feces on day 7. weakness	• Dark soft hard feces at the rectal/anal area • Slightly dark blue colon especially at the spiral and distal part
D	Started inappetence & bloody diarrhea on day 5. Severe weakness	• Fresh dark blood & soft feces at the rectum-anal area • Dark bloated large intestines especially at the distal part, small round nodules can be seen from several surface of the colon



Clinical sign & body weight change

- 7일차 내시경을 이용하여 대장 내를 관찰한 결과, DSS를 투여하지 않은 대조군은 깨끗한 대장내막이 관찰되었고 DSS를 투여한 군에서는 대장 내피 염증과 출혈이 관찰됨
- DSS 투여 농도에 따라 경증부터 중증까지 식별 가능하게 다른 증상을 보임을 확인되어 수액을 안정성 및 유효성 평가를 위한 동물모델로 적합함을 확인



대장내시경 촬영 사진, A) Vehicle, B) DSS(0.2g/kg), C) DSS(0.4g/kg), D) DSS(0.8g/kg)

- 스마트 수액 세트의 전임상 시험을 위한 병성검증 시스템 구축
- 동물실험에 있어 실험결과의 정확성, 균일성 및 재현성(반복성)을 확보하기 위해서는 유전 및 미생물학적 표준화 절차가 필요
- 동물 집단의 유전적 표준화는 특수 번식프로그램과 생명공학적 기법을 통한 육종 번식 기술로 이루어질 수 있고, 미생물학적 표준화의 한 방법으로는 특정병원균부재동물(Specific Pathogen Free 동물)을 생산하여 실험에 활용하는 방법이 있음
- 이 경우, SPF 동물은 실험 목적에 맞도록 특정 질병이 없는 상태로 유지하기 위하여, 세균, 바이러스, 곰팡이 및 기생충 등 미생물 감염이 되지 않도록 유지, 관리되는 동물로 정의되는데, 각종 병원성 미생물은 동물의 번식 또는 성장에 영향을 미쳐 생산을 방해할 수 있으며, 생물, 의학 관련 실험결과의 신뢰성을 낮추거나 실험 도중 동물의 폐사 등을 유발하여 중요한 실험이 중단되는 사태를 초래할 수 있음
- 이러한 장애를 제거하기 위하여 병원성 미생물이 없는 실험동물을 사육 번식시킬 필요가 있음
- 또한, 돼지에는 비병원성을 나타내는 미생물이 인간에는 병원성을 나타낼 가능성도 있으므로 생물, 의학 실험용으로 돼지를 이용하기 위해서는 미생물학적 통제가 필요함
- 생산된 소형화 SPF 재래흑돼지의 생산, 유지 및 검증 및 실험동물로 이용하기 위하여 바이러스성/세균성 감염에 대한 진단방법을 개발하고 표준화를 수행함
- SPF 병성검사 항목의 설정은 FELASA(Federation of European Laboratory Animal Sciecne Associations)와 National SPF Swine Accerditiing Agency의 가이드라인을 따라 개발을 진행하였고 항목은 아래 그림과 같이 설정하였음

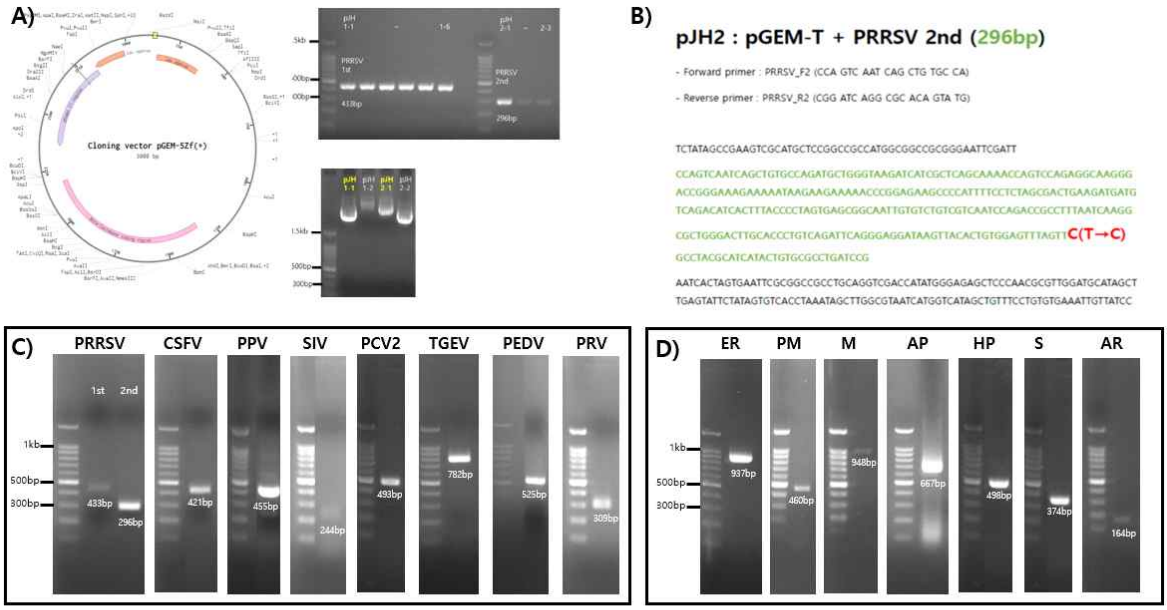
병성 검사를 위한 항목

- 바이러성/박테리아성 감염의 검경 및 검경 표준화를 위하여 바이러스성 및 세균성 병원균의 양성 대조군을 제작하였음

병성 검사를 위한 primer 서영 및 양성대조군 제작을 위한 template

종류	Forward primer	Reverse primer	Template	Product size
PRRSV (1st)	ATG GCC AGC CAG TCA ATC A	TCG CCC TAA TTG AAT AGG TGA	인겔백 피알알에스 생독 백신	433 bp
PRRSV (2nd)	CCA GTC AAT CAG CTG TGC CA	CGG ATC AGG CGC ACA GTA TG	인겔백 피알알에스 생독 백신	296 bp
CSFV	CTA GCC ATG CCC ACA GTA GG	CAG CTT CAG CGT TGA TTG T	프로백_돼지열병-단독 백신	421 bp
TGEV	GCC ATT GAT TTA TGG AGA CA	GTA TAA AAC CTC CTG GCT GT	프로백 티알2 백신	782 bp
PEDV	GTC TTA CAT GCG AAT TGA CC	CAA CCT TAT AGC CCT CTA CA	수이샷 PED-SM 백신	525 bp
PPV	CCA TAC ACA CCA GCA GCA CC	ACC TGA GCT GGC CTA ATT GC	프로백 돼지파보 백신	455 bp
PCV2	CAC GGA TAT TGT AKT CCT GGT CG	CGC ACC TTC GGA TAT ACT G	에이알-엑스 백신	493 bp
RV	AAA GAT GCT AGG GAC AAA ATT G	TTC AGA TTG TGG AGC TAT TCC A	프로백 티알2 백신	309 bp
SIV	ATG AGY CTT YTA ACC GAG GTC GAA ACG	TGG ACA AAN CGT CTA CGC TGC AG	수이샷 플루-3 백신	244 bp
Actinobacillus pleuropneumoniae	GGC GTG GTT TAT GTC ACC GGC A	CGT TCC CGC CCC AAT CTT TGC T	헤모백 백신	667 bp
Hemophilus parasuis	TGG CGG ACG GGT GAG TAA TGC T	ACT TAA GTC ACC GCC TGC GTG C	수이샷 올레스 백신	498 bp
Streptococcosis	TCA AAC GAG CGC GGC GTT TTT C	TGG TGA CAT CGG TGT CGG TGG T	수이샷 올레스 백신	374 bp
Erysipelothrix rhusiopathiae	CGA TTA TAT TCT TAG CAC GCA ACG	TGC TTG TGT TGT GAT TTC TTG ACG	프로백 백신	937 bp
Mycoplasma	GGG CCG ATG AAA CCT ATT AAA ATA GCT	GCC GCG AAA TTA AAT ATT TTT AAT TGC ATC CTG	수이샷 올레스 백신	948 bp
Pasteurella multocida	ATC CGC TAT TTA CCC AGT GG	GCT GTA AAC GAA CTC GCC AC	수이샷 올레스 백신	460 bp
Atropic rhinitis	CCC CCG CAC ATT TCC GAA CTT C	AGG CTC CCA AGA GAG AAA GGC TT	수이샷 올레스 백신	164 bp

- SPF 양성대조군의 제작은 시판되는 백신으로부터 해당되는 병원체의 유전자를 추출한 후 유전자를 증폭하여 타겟 유전자를 확보하고 T vector에 삽입하여 cloning을 완료하였으며 PCR 항원검사를 위한 양성 판정 기준으로 사용



[그림6. A) Cloning vector 및 PRRSV RT-PCR 결과, B) Cloning 된 PRRSV의 Sequencing data. A)바이러스성 항원의 양성대조군 RT-PCR 결과, PRRSV: Porcine Reproductive & Respiratory Syndrome virus, CFSV: Classical swine influenza virus, PPV: Porcine Pavo Virus, SIV: Swine Influenza virus, PCV2: Porcine circo virus, TGEV: Transmissible gastroenteritis virus, PEDV: Porcine epidemic diarrhea virus, PRV: Porcine rota virus, B) 세균성 항원의 양성대조군 RT-PCR 결과, ER: Erysipelothrix rhusiopathiae, PM: Pasteurella multocida, M: Mycoplasma, AP: Actinobacillus pleuropneumoniae, HP: Hemophilus parasuis, S: Streptococcosis, AR: Atropic rhinitis]

SPF 양성대조군의 제작 결과

– 바이러스 및 세균에 대한 병성검증을 위하여 바이러스성 항원 8종, 세균성 항원 7종에 대해 PCR 검출법을 확립하였으며, 이중 바이러스성 항원 6종 및 세균성 항원 5종에 대하여 항체검출법(ELISA) 확립하여 병성 검사 시스템의 신뢰도로 높임

바이러스성 및 세균성 병성 검사 구축 항목

	바이러스	PCR	ELISA
1	PRRSV (돼지생식기 호흡기 증후군 바이러스) porcine reproductive and respiratory syndrome virus	√	√
2	CFSV (돼지 열병) Classical Swine Fever Virus	√	
3	Porcine Parvovirus (파보바이러스) PPV Porcine parvovirus	√	
4	PCV2 (돼지써코바이러스 2형) Porcine circo virus 2	√	√
5	TGEV 돼지 전염성 위장염 Transmissible Gastroenteritis Virus	√	√
6	PEDV (돼지 유행성 설사) Porcine Epidemic Diarrhea Virus	√	√
7	Swine Influenza H1N1 (인플루엔자) Swine Influenza Virus	√	√
8	Rota virus 로타바이러스 Rota virus	√	
9	FMDV (구제역) Foot and Mouth Disease Virus		√

	세균	PCR	ELISA
1	돼지단독 Erysipelothrix rhusiopathiae	√	
2	파스튜렐라증 Pasteurella multocida A, D	√	√
3	마이크로플라즈마 폐렴 Mycoplasma hyopneumoniae	√	√
4	액티노바실러스성흉막폐렴 Actinobacillus pleuropneumoniae serotype	√	√
5	글래서씨병 Haemophilus parasuis	√	√
6	연쇄상구균증 Streptococcosis	√	
7	돼지위축성비염 Atropic rhinitis : Bordetella bronchiseptica 균	√	응집

○ 스마트 수액세트의 전임상 시험을 통한 유효성 검증

– 스마트 수액세트의 전임상 시험을 진행하기 위하여 혈액 샘플을 이용한 임상화학(Clinical Chemistry) 검사를 통한 혈당, 혈청 지질, 간기능 검사 등의 다양한 항목의 결과를 해석하여 건강 상태를 판단할 수 있음

– 미니피그종 중에서 기존에 알려진 유카탄 종의 혈청 화학검사의 기준 범위에 비교하여 크로넥스(주) 미니피그를 이용한 수액 실험의 진단 지표에 활용하고자 함

혈청 화학검사의 기준 범위(Yucatan micropigs (Mature))

No.	항목	성분	단위	수컷	암컷
1	TP	Total Protein	g/dl	5.16~8.51	4.95~8.84
2	ALB	Albumin	g/dl	3.31~4.96	2.93~5.1
3	GLO	Globulin	g/dl	1.27~4.13	1.39~4.37
4	A/G	Albumin/Globulin	ratio	0.49~2.82	0.9~4.1
5	AST	Aspartate Aminotransferase	IU/L	16.4~504	13~168
6	ALT	Alanine Aminotransferase	IU/L	13.2~53.2	8.18~40.29
7	ALP	Alkaline Phosphate	IU/L	11~677.2	0~380.03
8	T-BIL	Total Bilirubin	mg/dl	0.06~0.84	0.06~0.72
9	BUN	Blood Urea Nitrogen	mg/dl	5.59~18.87	4.48~22.93
10	CREA	Creatinine	mg/dl	0.84~2.19	0.69~1.98
11	IP	Inorganic Phosphate	mg/dl	5.28~18.88	2.83~12.01
12	Ca	Calcium	mg/dl	9.28~13.82	8.35~12.59
13	T-CHO	Total Cholesterol	mg/dl	59.6~265.4	53~290
14	TG	Triglyceride	mg/dl	0.6~154.4	0~63.71
15	HDL-C	High Density Lipoprotein-CHO	mg/dl	20.69~80.88	26.17~80.62
16	LDL-C	Low Density Lipoprotein-CHO	mg/dl	15.2~140.8	24~182

혈청 화학검사 항목별 효과

No.	항목	검사 효과
1	TP	탈수 상태, 신장, 간, 염증성 질환에 대한 평가
2	ALB	혈청 단백질로 장, 간, 신장 질병 평가
3	GLO	면역 단백질로 만성적인 염증 또는 특정 질환 평가
4	A/G ratio	급성 간염, 간 경변 등 간 질병 평가
5	AST	간, 심장, 골격근 상태 평가
6	ALT	급성 간염과 같은 간 손상 상태 평가
7	ALP	간의 손상, 부신피질 기능항진증, 뼈 성장 평가
8	T-BIL	간 질환, 담도계 이상과 특정 빈혈 종류 판별
9	BUN	신장 기능 평가
10	CREA	신장 기능 평가
11	IP	신장 질환, 갑상선 기능 항진증, 응고계 이상 판단
12	Ca	종양, 부갑상선 기능항진증, 신장 질환, 저알부민혈증 등 평가
13	T-CHO	갑상선 기능저하증, 간 질환, 부신피질 기능항진증, 당뇨병 진단에 도움
14	TG	콜레스테롤과 함께 고지혈증의 지표
15	HDL-C	동맥경화증에 예방적 역할을 하는 좋은 콜레스테롤
16	LDL-C	고지혈증 환자 및 위험군의 분류, 치료시기 결정 및 치료경과 판정

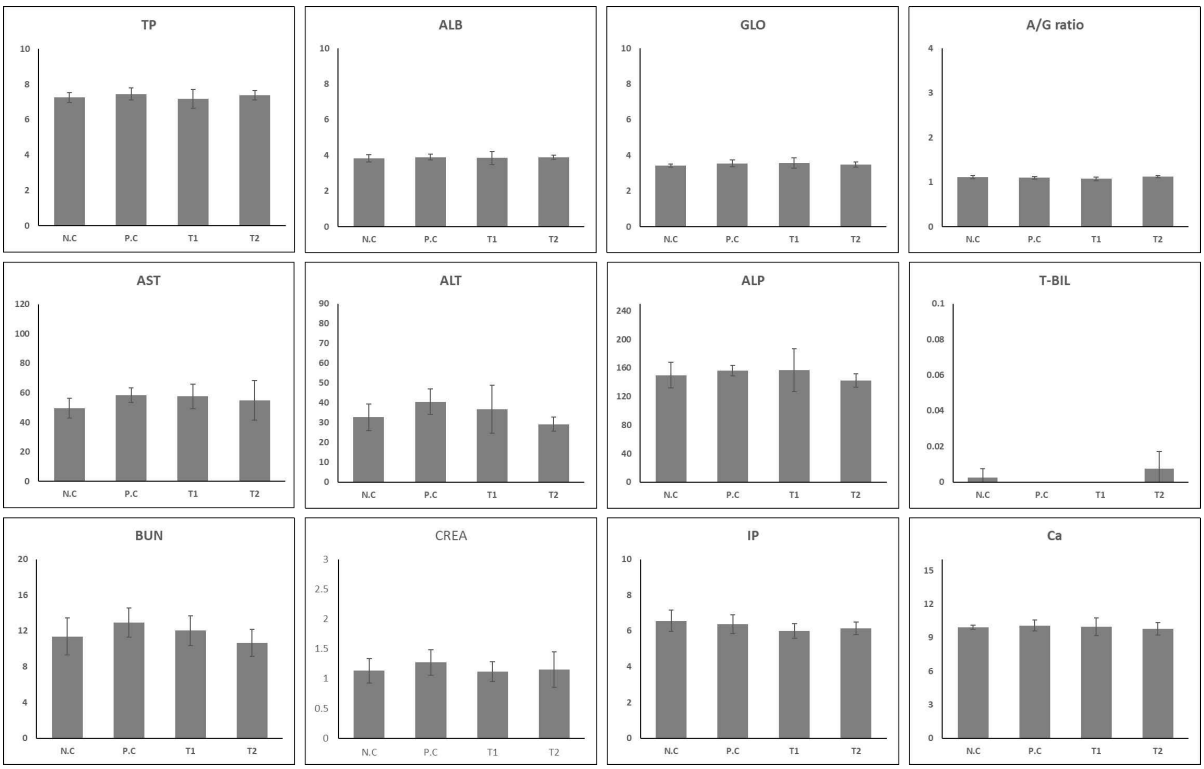
- **전임상 시험을 통한 수액세트의 사육 주기별/생장 단계별 적용 및 유효성 검증**

- 전북대에서 개발된 돼지 맞춤형 수액 효과를 확인하기 위하여 당사의 크로넥스(주) 미니피그로 구성한 전임상 시험 진행용 1차 시험 동물군에 수액 투입 실험을 완료한 후, 실험 개체별 채혈 샘플로 혈액 분석을 실시한 결과(전북대학교 연구팀 결과 참조), 성별, 체중, 개월령별에 따른 가스, 생화학, 대사 관련 혈액 분석 결과는 차이가 나지 않은 것을 확인하였음
- 이러한 결과에 따라 이후의 맞춤형 수액 투여 실험은 이유중인 위축돈들을 대상으로 전임상 시험 진행용 2차 시험 동물군을 활용하여 임상화학(Clinical Chemistry) 검사를 실시를 진행한 결과, 이들 결과에서도 비투여군보다는 하트만이나 맞춤형 수액에서 일부 증감이 있는 경향은 있었으나, 전체적으로 유의적인 차이가 없음을 확인하였음
- 따라서, 개발된 맞춤형 수액은 적정의 수액 구성으로 고가의 인간용 기성 수액과 효과적인 면에서 유사

한 것을 입증하였음

크로넥스(주) 미니피그를 이용한 임상 화학(Clinical Chemistry) 검사 - 혈당, 간기능 분석

항목	TP	ALB	GLO	A/G	AST	ALT	ALP	T-BIL	BUN	CREA	IP	Ca
단위	g/dl	g/dl	g/dl	Ratio	IU/L	IU/L	IU/L	mg/dl	mg/dl	mg/dl	mg/dl	mg/dl
N.C-1	7.5	4.0	3.5	1.14	29	27	159	0.00	9.8	0.95	6.4	9.8
N.C-2	7.5	4.0	3.5	1.14	30	27	147	0.07	9.4	0.96	6.0	10.1
N.C-3	7.0	3.7	3.3	1.12	45	38	567	0.00	13.1	1.33	6.4	9.7
N.C-4	7.0	3.6	3.4	1.06	74	39	526	0.00	13.2	1.29	7.4	10.0
P.C-1	7.6	3.9	3.7	1.05	68	43	663	0.00	13.8	1.19	6.7	10.1
P.C-2	7.8	4.1	3.7	1.11	122	48	661	0.00	16.5	1.48	6.9	10.5
P.C-3	7.4	3.9	3.5	1.11	149	50	604	0.00	19.8	1.40	7.4	10.3
P.C-4	7.0	3.7	3.3	1.12	152	52	547	0.00	24.6	1.24	8.0	9.6
T1-1	6.5	3.3	3.2	1.03	112	55	412	0.00	13.8	1.02	6.3	9.0
T1-2	8.0	4.1	3.9	1.05	68	32	171	0.00	9.8	0.90	5.7	10.7
T1-3	7.6	4.0	3.6	1.11	60	30	174	0.00	12.1	0.94	5.6	10.5
T1-4	7.6	4.0	3.6	1.11	50	30	170	0.00	12.4	0.97	5.9	9.7
T2-1	7.1	3.8	3.3	1.15	47	27	150	0.02	11.8	1.02	6.4	9.4
T2-2	7.2	3.8	3.4	1.12	40	26	138	0.04	8.5	1.03	5.9	9.2
T2-3	7.6	4.0	3.6	1.11	64	30	151	0.00	11.6	0.98	5.8	10.1
T2-4	7.6	4.0	3.6	1.11	108	34	231	0.00	10.8	0.96	6.5	10.4



크로넥스(주) 미니피그를 이용한 임상 화학검사 - 혈당, 간기능 분석

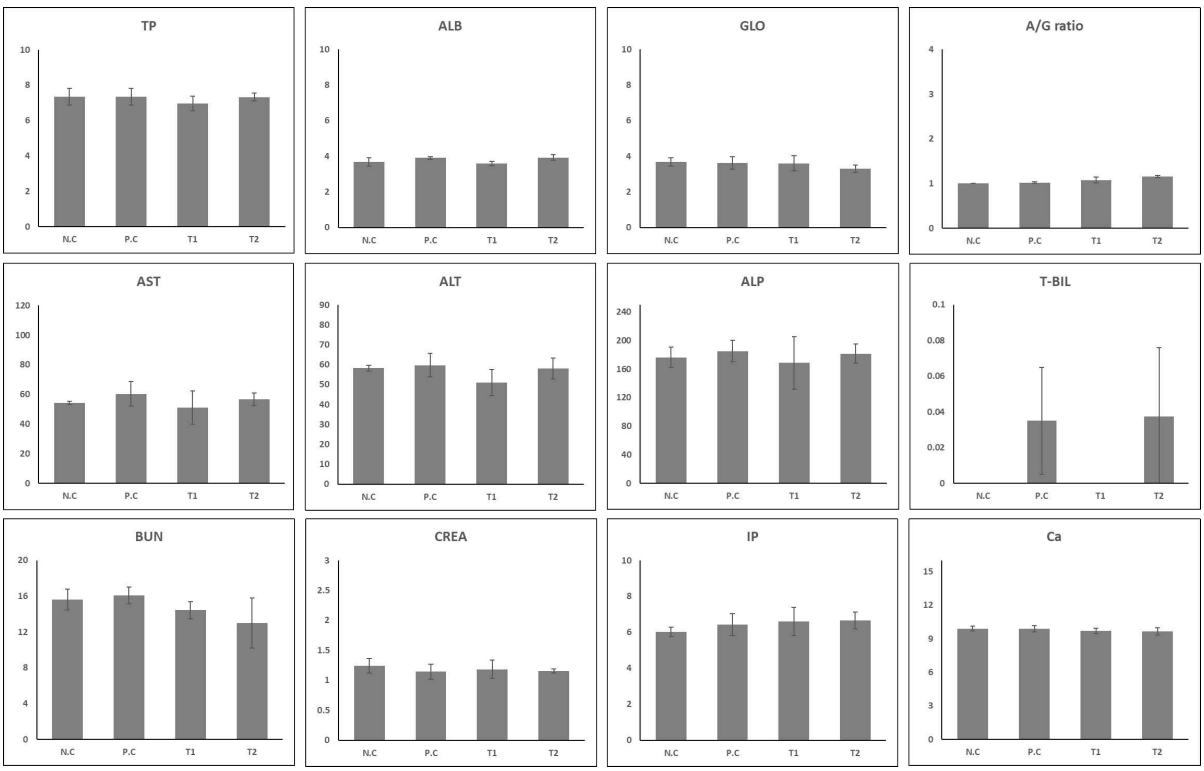
- **수액세트 시제품의 질환 동물 모델 적용 및 안정성 및 유효성 검증**

- DSS 투여에 따른 유도된 대장염 질환 모델 돼지 대상으로 같은 방법의 수액 투여 실험을 진행함.
- 기성 수액인 하트만과 개발한 맞춤형 수액 투여 후 채혈을 통한 혈액 샘플을 이용하여 임상화학(Clinical Chemistry) 검사를 실시한 결과, 혈당 분석 및 간기능 분석, 혈청 지질 분석에서 모두 질병에 걸린 돼지에 투여한 하트만과 맞춤형 수액의 효과가 유사한 것을 확인하였음.

- 이러한 결과는 동물용 수액의 부재로 대체품으로 사용된 고가의 인간용 수액이 아닌 본 과제에서 개발된 돼지 맞춤형 수액을 사용해도 충분히 효과적인 것을 입증하였음.

DSS 투여에 따른 유도된 대장염 질환 모델 돼지를 이용한 임상 화학(Clinical Chemistry) 검사 - 혈당, 간기능 분석

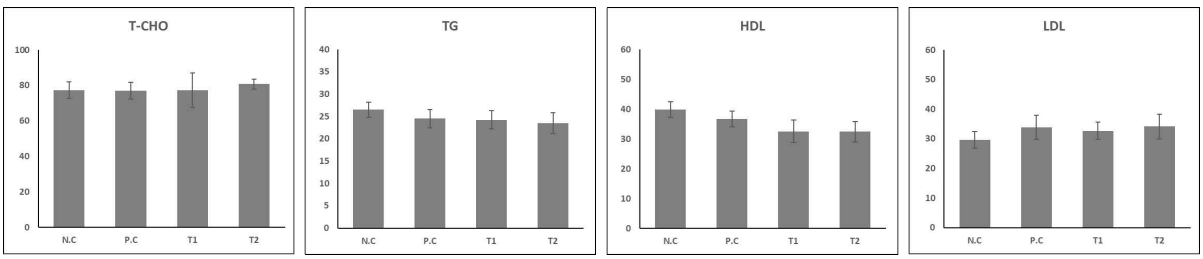
항목	TP	ALB	GLO	A/G	AST	ALT	ALP	T-BIL	BUN	CREA	IP	Ca
단위	g/dl	g/dl	g/dl	Ratio	U/L	U/L	U/L	mg/dl	mg/dl	mg/dl	mg/dl	mg/dl
N.C-1	7.4	3.7	3.7	1.00	54	59	195	0.00	16.6	1.35	5.8	9.8
N.C-2	7.0	3.5	3.5	1.00	53	57	165	0.00	14.5	1.15	6.3	9.7
N.C-3	7.0	3.5	3.5	1.00	55	57	165	0.00	14.7	1.13	6.2	9.9
N.C-4	8.0	4.0	4.0	1.00	105	70	211	0.00	16.6	1.34	5.8	10.2
P.C-1	7.7	3.9	3.8	1.03	191	71	195	0.06	19.0	1.33	6.7	9.9
P.C-2	7.8	3.9	3.9	1.00	162	73	197	0.06	18.3	1.36	7.1	10.1
P.C-3	7.5	3.8	3.7	1.03	116	71	184	0.12	11.3	1.26	5.7	9.5
P.C-4	7.9	4.0	3.9	1.03	112	84	165	0.00	9.9	1.32	6.2	10.1
T1-1	7.4	3.7	3.7	1.00	63	71	149	0.00	11.4	1.12	6.0	9.9
T1-2	7.2	3.7	3.5	1.06	58	48	427	0.00	8.2	1.11	6.6	9.4
T1-3	6.6	3.5	3.1	1.13	40	43	394	0.00	7.6	1.09	8.1	9.8
T1-4	6.6	3.5	3.1	1.13	43	44	404	0.00	7.5	1.04	7.7	9.7
T2-1	7.2	3.8	3.4	1.12	106	51	466	0.00	9.2	1.33	7.0	9.7
T2-2	7.4	4.0	3.4	1.18	172	57	477	0.04	13.0	1.44	8.1	9.9
T2-3	7.6	4.1	3.5	1.17	164	62	485	0.09	15.9	1.44	9.2	9.8
T2-4	7.1	3.8	3.3	1.15	177	62	498	0.32	13.9	1.18	7.3	9.2



DSS 투여에 따른 유도된 대장염 질환 모델 돼지를 이용한 임상 화학(Clinical Chemistry) 검사 - 혈당, 간기능 분석

DSS 투여에 따른 유도된 대장염 질환 모델 돼지를 이용한 임상 화학(Clinical Chemistry) 검사 - 혈청 지질 분석

항목(단위)	T-CHO(mg/dl)	TG(mg/dl)	HDL(mg/dl)	LDL(mg/dl)
N.C-1	77	26	41.0	28.57
N.C-2	74	26	38.0	27.92
N.C-3	74	29	37.4	28.14
N.C-4	84	25	43.1	33.90
P.C-1	79	15	38.4	30.02
P.C-2	76	15	37.2	31.85
P.C-3	71	25	28.5	34.44
P.C-4	82	15	32.8	39.35
T1-1	63	13	27.3	28.71
T1-2	84	26	41.3	35.34
T1-3	82	26	39.1	32.89
T1-4	80	29	39.9	33.89
T2-1	85	21	41.8	36.31
T2-2	84	17	40.8	37.07
T2-3	81	16	39.7	36.74
T2-4	79	24	28.1	41.78



DSS 투여에 따른 유도된 대장염 질환 모델 돼지를 이용한 임상 화학(Clinical Chemistry) 검사 - 혈청 지질 분석

3. 연구개발과제의 수행 결과 및 목표 달성 정도

1) 연구수행 결과

(1) 정성적 연구개발성과

● **최종 목표**
축종별 질병과 사육 주기에 맞는 **권장 수액 전해질 분석 및 가이드라인 개발**과 **ICT 기술을 활용한 수액세트 감염 및 정량 주입**을 확인할 수 있는 **관리시스템 개발**

● **세부 목표**
1. 축종별 질병과 주기에 맞는 권장 수액 전해질 분석 및 가이드라인 개발
2. 농장동물 복지를 위한 축종별 맞춤형 수액세트 및 가이드라인 구축
3. ICT 기술을 활용하여 수액세트 감염 및 정량 주입을 확인할 수 있는 관리 시스템 개발

▷ **정성적 연구개발 성과**
1. 설정된 제품군으로 농가 Test 및 문제점 보완
2. 센서 시스템 구성
3. 고정 장치 개발
4. 스마트 수액세트 사용성 Test
5. 돼지 체액 조성 분석 결과에 따라 자돈/모돈 수액 제작
6. 수액 시제품 현장 적용
7. 전임상 시험을 위한 동물의 질환 모델 확립 / 병성 검증 시스템 구축

(2) 정량적 연구개발성과(해당 시 작성하며, 연구개발과제의 특성에 따라 수정이 가능합니다)

▶ **정량적 목표**

✓ **축종별 질병과 주기에 맞는 권장 수액 전해질 분석 및 가이드라인 개발**
- 축종별 체액 전해질 조성 분석에 따른 수액 제품 개발
- 농가 실증 실험을 통한 기본 (축종, 체중 등) 가이드라인 개발
- 기본 가이드라인 구축 후 세부(가축 컨디션, 기저 질환 등) 가이드라인 구축

✓ **가이드라인 구축에 따른 가축 전용 수액세트 개발**
- 인체용 수액세트 가축 적용 한계점을 분석(인체용 부품의 적정성 및 구성품 변경 여부 분석)
- 농장동물(소, 돼지) 현장 맞춤형 수액세트 구성품 개발
- 수액세트 고정 방법 개발

✓ **ICT 기술을 활용하여 수액세트 감염을 확인할 수 있는 관리 시스템 개발**
- 수액세트 내 박테리아 번식 및 개체 수 확인할 수 있는 판독기를 연결하여 감염 여부 판독 기술 개발
- 이물질 혼입 방지 및 수액의 오염을 탐지하여 농가에 Real-time 전송 시스템 구축

✓ **기술이전**
- 축종별 수액처치 노하우
: 축종별 맞춤형 수액세트 개발과 시험을 위하여 축종별 수액 처치에 관한 노하우 정립
- 축종별 맞춤형 수액 조성
: 돼지의 생리학적 특성과 혈액 및 체액의 전해질 조성을 분석하여 돼지 맞춤형 수액 조성물을 개발하고 그 제조 방법에 관한 기술

▶ **핵심 목표 수치**
특허출원(등록) 4건, 기술이전 2건, 제품개발 2건, 매출액 150억

정량적 목표	내용	달성 시기
특허	수액세트 핵심 부품 특허	2022년 출원 / 종료 1차년도 등록
	스마트 수액세트 (또는 시스템) 특허	2023년 출원 / 종료 2차년도 등록

	돼지 맞춤형 수액의 조성 소 맞춤형 수액의 조성	2022년 출원 / 종료 1차년도 등록 종료 1년차 출원 / 종료 3차년도 등록
논문(SCI)	신생 자돈 수액 처치	2022년
	모돈 관리 및 수액 처치	2023년
	송아지 수액 처치	종료 1차년도
	모우 관리 및 수액 처치	종료 2차년도
기술이전	축종별 수액 처치 노하우	2022년
	축종별 맞춤형 수액 조성	2023년
제품개발	일반 수액세트 개발(소, 돼지용)	2022년
	스마트 관리시스템 수액세트 개발	2023년
매출액	동물용 수액세트 매출액 30억	종료 2차년도
	동물용 수액세트 매출액 40억	종료 3차년도
	동물용 수액세트 매출액 40억	종료 4차년도
	동물용 수액세트 매출액 40억	종료 5차년도
고용창출	관리직, 생산직 고용 3명	2022년
	관리직, 생산직 고용 3명	2023년

< 정량적 연구개발성과표 >

(단위 : 건, 천원)

성과지표명 \ 연도			1단계 (2021~2022)	2단계 (2023~2023)	계	가중치 (%)
전담기관 등록·기탁 지표[1]		목표(단계별)	-	-	-	-
		실적(누적)	-	-	-	-
		목표(단계별)	-	-	-	-
		실적(누적)	-	-	-	-
연구개발과제 특성 반영 지표[2]	특허출원	목표(단계별)	2	1	3	100
		실적(누적)	2	2	4	100
	특허등록	목표(단계별)	-	-	-	-
		실적(누적)	-	1	1	100
계		목표	2	2	4	100
		실적	-	1	1	-

< 연구개발성과 성능지표 >

평가 항목 (주요성능[1])		단위	전체 항목에서 차지하는 비중[2] (%)	세계 최고		연구개발 전 국내 성능수준	연구개발 목표치		목표설정 근거
				보유국/보유기관	성능수준	성능수준	1단계 (2021~2022)	n단계 (2023~2023)	
1	여과기	㎛	20	-	210	104	200㎛ 이하	-	의료기기 품목 및 품목별 등급에 관한 규정 (식품의약품안전처고시)
2	기밀도	kPa	30	-	50kPa	50kPa 이상	적합	-	의료기기 품목 및 품목별 등급에 관한 규정 (식품의약품안전처고시)
3	유량정확도	㎖	50	-	±15%	±15%	적합	-	의료기기 품목 및 품목별 등급에 관한 규정 (식품의약품안전처고시)

(3) **세부 정량적 연구개발성과**(해당되는 항목만 선택하여 작성하되, 증빙자료를 별도 첨부해야 합니다)

[과학적 성과]

☐ 논문(국내외 전문 학술지) 게재

번호	논문명	학술지명	주저자명	호	국명	발행기관	SCIE 여부 (SCIE/비SCIE)	게재일	등록번호 (ISSN)	기여율
1	Analysis of blood composition by porcine breeding cycle	Veterinary Medicine and Science	이성주	10(2)	영국	wiley	SCIE	2024.2.15	2053-1095	100

☐ 국내 및 국제 학술회의 발표

번호	회의 명칭	발표자	발표 일시	장소	국명
1	2022 대한수의학회 춘계학술대회	이성주	2022.4.28.	H호텔세종시티	대한민국
2	2022 한국동물생명공학회 정기 학술대회	이성주	2022.6.24.	연세대학교 미래캠퍼스	대한민국
3	2022 대한수의학회 추계학술대회	이성주	2022.11.16.	제주국제컨벤션센터	대한민국
4	2023년 한국동물생명공학회 정기 학술대회	이성주	2023.06.23	한국생명공학연구원	대한민국
5	42회 한국 발생생물학회	이성주	2023.08.24	강릉원주대학교	대한민국

☐ 기술 요약 정보

연도	기술명	요약 내용	기술 완성도	등록 번호	활용 여부	미활용사유	연구개발기관 외 활용여부	허용방식
-	-	-	-	-	-	-	-	-

☐ 보고서 원문

연도	보고서 구분	발간일	등록 번호
-	-	-	-

☐ 생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물

번호	생명자원(생물자원, 생명정보)/화합물 명	등록/기탁 번호	등록/기탁 기관	발생 연도
-	-	-	-	-

[기술적 성과]

☐ 지식재산권(특허, 실용신안, 의장, 디자인, 상표, 규격, 신품종, 프로그램)

번호	지식재산권 등 명칭 (건별 각각 기재)	국명	출원				등록			기여율	활용 여부
			출원인	출원일	출원 번호	등록 번호	등록인	등록일	등록 번호		
1	ICT기반 동물의 수액주사 관리 장치 및 그 방법	-	성원메디칼	2022.10.26	10-2022-0139268	-	성원메디칼	23.04.03	10-2518605	100	유
2	원격 수액관리 장치	-	성원메디칼	2022.12.05.	10-2022-0168155	-	-	-	-	-	-
3	포토센서 점적통을 갖는 ICT 스마트레귤레이터의 수액주사 속도측정 시스템 및 방법	-	성원메디칼	2023.11.08.	10-2023-0153297	-	-	-	-	-	-
4	포토센서와 점적통을 갖는 IoT 스마트레귤레이터	-	성원메디칼	2023.11.08.	10-2023.0153298	-	-	-	-	-	-

ㅇ 지식재산권 활용 유형

번호	제품화	방어	전용실시	통상실시	무상실시	매매/양도	상호실시	담보대출	투자	기타
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

□ 저작권(소프트웨어, 서적 등)

번호	저작권명	창작일	저작자명	등록일	등록 번호	저작권자명	기여율
-	-	-	-	-	-	-	-

□ 신기술 지정

번호	명칭	출원일	고시일	보호 기간	지정 번호
-	-	-	-	-	-

□ 기술 및 제품 인증

번호	인증 분야	인증 기관	인증 내용		인증 획득일	국가명
			인증명	인증 번호		
-	-	-	-	-	-	-

□ 표준화

ㅇ 국내표준

번호	인증구분[1]	인증여부[2]	표준명	표준인증기구명	제안주체	표준종류[3]	제안/인증일자
-	-	-	-	-	-	-	-

ㅇ 국제표준

번호	표준화단계구분[1]	표준명	표준기구명[2]	표준분과명	의장단 활동여부	표준특허 추진여부	표준개발 방식[3]	제안자	표준화 번호	제안일자
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

[경제적 성과]

□ 시제품 제작

번호	시제품명	출시/제작일	제작 업체명	설치 장소	이용 분야	사업화 소요 기간	인증기관 (해당 시)	인증일 (해당 시)
-	-	-	-	-	-	-	-	-

□ 기술 실시(이전)

번호	기술 이전 유형	기술 실시 계약명	기술 실시 대상 기관	기술 실시 발생일	기술료 (해당 연도 발생액)	누적 징수 현황
1	기술 노하우	축종별 수액 처치 노하우	송백농장	2022.04.20	₩ 5,000,000	-
2	기술 이전	축종별 맞춤형 수액 조성	전북대학교	2023.11.01	₩ 5,000,000	-

□ 사업화 투자실적

번호	추가 연구개발 투자	설비 투자	기타 투자	합계	투자 자금 성격*
-	-	-	-	-	-

□ 사업화 현황

번호	사업화 방식[1]	사업화 형태[2]	지역[3]	사업화명	내용	업체명	매출액		매출 발생 연도	기술 수명
							국내 (천원)	국외 (달러)		
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–

* 1」 기술이전 또는 자기실시
* 2」 신제품 개발, 기존 제품 개선, 신공정 개발, 기존 공정 개선 등
* 3」 국내 또는 국외

□ 매출 실적(누적)

사업화명	발생 연도	매출액		합계	산정 방법
		국내(천원)	국외(달러)		
–	–	–	–	–	–
합계		–	–	–	–

□ 사업화 계획 및 무역 수지 개선 효과

성과				
		–		
사업화 계획	사업화 소요기간(년)	–		
	소요예산(천원)	–		
	예상 매출규모(천원)	현재까지	3년 후	5년 후
		–	–	–
	시장 점유율 단위(%)	현재까지	3년 후	5년 후
	시장 점유율 국내	–	–	–
	시장 점유율 국외	–	–	–
	향후 관련기술, 제품을 응용한 타 모델, 제품 개발계획	–		
무역 수지 개선 효과(천원)	수입대체(내수)	현재	3년 후	5년 후
		–	–	–
	수출	–	–	–

□ 고용 창출

순번	사업화명	사업화 업체	고용창출 인원(명)		합계
			2022년	2023년	
1	2025 축산현안대응	성원메디칼주식회사	1	0	1
2	2025 축산현안대응	크로넥스	2	3	5
합계			3	3	6

□ 고용 효과

구분			고용 효과(명)
고용 효과	개발 전	연구인력	1
		생산인력	2
	개발 후	연구인력	–
		생산인력	3

□ 비용 절감(누적)

순번	사업화명	발생연도	산정 방법	비용 절감액(천원)
–	–	–	–	–
–	–	–	–	–
합계				–

□ 경제적 파급 효과

(단위: 천원/년)

구분	사업화명	수입 대체	수출 증대	매출 증대	생산성 향상	고용 창출 (인력 양성 수)	기타
해당 연도	-	-	-	-	-	-	-
기대 목표	-	-	-	-	-	-	-

□ 산업 지원(기술지도)

순번	내용	기간	참석 대상	장소	인원
-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-

□ 기술 무역

(단위: 천원)

번호	계약 연월	계약 기술명	계약 업체명	계약업체 국가	기 징수액	총 계약액	해당 연도 징수액	향후 예정액	수출/ 수입
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

[사회적 성과]

□ 법령 반영

번호	구분 (법률/시행령)	활용 구분 (제정/개정)	명 칭	해당 조항	시행일	관리 부처	제정/개정 내용
-	-	-	-	-	-	-	-

□ 정책활용 내용

번호	구분 (제안/채택)	정책명	관련 기관 (담당 부서)	활용 연도	채택 내용
-	-	-	-	-	-

□ 설계 기준/설명서(시방서)/지침/안내서에 반영

번호	구 분 (설계 기준/설명서/지침/안내서)	활용 구분 (신규/개선)	설계 기준/설명서/ 지침/안내서 명칭	반영일	반영 내용
-	-	-	-	-	-

□ 전문 연구 인력 양성

번호	분류	기준 연도	현황										
			학위별				성별		지역별				
			박사	석사	학사	기타	남	여	수도권	충청권	영남권	호남권	기타
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

□ 산업 기술 인력 양성

번호	프로그램명	프로그램 내용	교육 기관	교육 개최 횟수	총 교육 시간	총 교육 인원
-	-	-	-	-	-	-

□ 다른 국가연구개발사업에의 활용

번호	중앙행정기관명	사업명	연구개발과제명	연구책임자	연구개발비
-	-	-	-	-	-

□ 국제화 협력성과

번호	구분 (유치/파견)	기간	국가	학위	전공	내용
-	-	-	-	-	-	-

□ 홍보 실적

번호	홍보 유형	매체명	제목	홍보일
-	-	-	-	-

□ 포상 및 수상 실적

번호	종류	포상명	포상 내용	포상 대상	포상일	포상 기관
-	-	-	-	-	-	-

[인프라 성과]

□ 연구시설・장비

구축기관	연구시설/ 연구장비명	규격 (모델명)	개발여부 (○/×)	연구시설・장비 종합정보시스템* 등록여부	연구시설・장비 종합정보시스템* 등록번호	구축일자 (YY.MM.DD)	구축비용 (천원)	비고 (설치 장소)
-	-	-	-	-	-	-	-	-

[그 밖의 성과](해당 시 작성합니다)

-

(4) 계획하지 않은 성과 및 관련 분야 기여사항(해당 시 작성합니다)

-

2) 목표 달성 수준

추 진 목 표	달 성 내 용	달성도(%)
○ 수액세트 제품군 설정	○ 농가에서 원하는 부품, 길이에 대한 내용 적용하여 최종 제품군 설정 완료	○ 100
○ 시제품 제작	○ 최종 제품군으로 시제품 제작 및 농가 적용 Test 진행 → 수액세트는 시제품 Test 완료했으나, 스마트 수액세트 블루투스 연결 Test는 수정/보완이 2단계 과제 마무리에 완료되어 농가 Test 진행을 못한 상황 → 최종 보고서 제출 이후 농가와 컨텍하여 추가 Test 진행할 예정	○ 0
○ 고정 장치 개발	○ 수액을 돼지의 귀에 고정할 수 있도록 고정 장치 개발 완료	○ 100
○ 센서 시스템 개발	○ 수액세트에서 모듈, 테블릿으로 전송되는 시스템 개발 완료 → 수액 처치 시간, 남은 시간, 고정 장치 탈착 유/무 확인 가능	○ 100
○ 농가의 문제점 파악 및 개발 제품 Test 진행	○ 농가에 수액 처치 시 어려움이나 불편함을 파악하고, 보완한 제품으로 Test 진행	○ 100
○ 돼지의 체액 조성 분석	○ 4단계 자돈 성장 단계별 체액 조성 분석 완료 → 성장에 따라 포도당 감소와 젖당 증가 확인	○ 100
○ 돼지의 상태에 따른 체액 전해질 조성 분석	○ 임신 전, 중, 후 3단계 모돈 체액 조성 분석 완료 → 임신 진행에 따라 헤모글로빈 감소 측정	○ 100
○ 자돈 및 모돈 맞춤형 수액 제작	○ 수액의 주요 구성 성분을 조정하여 4종의 맞춤형 수액 제작	○ 100
○ 전임상 시험을 위한 시험 동물군 조성	○ 수액세트의 전임상 시험을 위한 동물군 조성을 완료함	○ 100
○ 사육 주기별/생장 주기별 데이터 수집 및 적용 ○ 단계별 규격 표준화 ○ 동물의 질환 모델 확립	○ 수액세트의 전임상 시험을 위한 동물의 사육 주기별/생장 단계에 따른 데이터 수집 및 단계별 규격 표준화 완료	○ 100
○ 병성검증 시스템 구축	○ 수액세트 안전성 및 유효성 평가를 위한 대장염 동물 모델 구축 완료	○ 100
	○ 수액세트의 전임상 실험을 위한 동물의 품질 관리 및 신뢰도 높은 데이터 확보 차원의 병성 검증 시스템 구축 완료	○ 100

4. 목표 미달 시 원인분석(해당 시 작성합니다)

1) 목표 미달 원인(사유) 자체분석 내용

- 인장강도 시험
  1단계 과제 진행에서 수액세트에 대한 인장강도 시험 외 점적통 시험, 연결관 시험, 여과 시험, 유량조절기 시험, 약액주입부 시험, 기밀도 시험, 보호덮게 시험을 한꺼번에 진행 했지만 스마트 수액세트에 대한 수정/보완이 2단계 말에 완료되어 추가 시험을 진행하지는 못함
- 세포독성 시험
  수액세트에 대한 세포독성 시험은 과제 진행하기 전에 시험이 완료된 상태이기에 해당 부분은 시험에서 제외하고 다른 시험인 유량 정확도 시험을 진행
  유량 정확도 시험도 수액세트에 대한 유량 정확도 시험이고 스마트 수액세트에 대한 수정/보완으로 인해 추가 시험을 진행하지는 못함
- 소 수액제제 임상시험
  과제 진행 당시 럼피긴스병의 전국 유행으로 임상평가가 진행되지 못함.
  과제 완료 후 소에 대한 임상평가 계획 수립 후, 과제 기간 중 진행되지 못한 임상평가를 진행 할 계획

2) 자체 보완활동

- 스마트 수액세트의 완제품이 2단계 말에 수정/보완 완료되어 농가에 직접 적용하여 Test는 진행하지 못함
  농가에서도 현재 돼지열병, B형 독감 등으로 인해 직접 Test 진행하기는 어렵다고하며, 이를 대신하여 내부 자체적으로 블루투스가 잘 연결되는지 Test 진행

3) 연구개발 과정의 성실성

- 농가의 문제점 파악 및 수액세트의 구성품, 시제품 제작을 위해 월 1회 꾸준한 미팅을 통해 피드백을 받고 피드백을 적용하여 시제품 보완
- 농가의 문제점 및 시제품 적용을 위해 년 1회 위탁기관인 송백농장 출장으로 현장에서 직접 시제품 Test 진행 및 미팅
  → 2단계에서는 시제품 수정/보완으로 인해 직접 농가 적용 Test는 못했으나 자체적으로 블루투스 통신 Test 진행함
- 공동연구개발기관과 월 1회 화상 미팅을 통해 과제 개발 진척 현황 공유
- 충북대학교 수의학과 교수님과 주기적인 미팅으로 시제품 검토 및 시제품에 대한 피드백을 통해 제품 개선, 보완

5. 연구개발성과의 관련 분야에 대한 기여 정도

○ 최종 결과물
: ICT 기술을 도입한 스마트 수액세트 제품 개발

○ 활용 방안
: 제품화 및 신산업, 다양한 의료기기에 접목하기 위한 의료기기 후속연구

- 국내 동물용 의료기기 업체들은 대다수가 다품목 소량생산을 하고 있기 때문에 인체용 의료기기에 비해 협소하고 영세한 시장규모를 형성하고 있으나 최근 첨단 인체용 의료기기를 포함하여 다양한 종류의 의료기기들이 개, 고양이 등의 반려동물과 말, 소, 돼지, 가금류의 산업 동물을 포함하여 실험동물 및 야생동물에 질병 진단 및 치료에 사용되고 있음

- 산업동물에 있어서도 각종 질병 진단 및 치료를 통한 농장의 생산성 향상을 위하여 사람에게 사용되는 다양한 유형의 의료용 장비들이 수의의료 분야에 도입되는 추세로 산업동물을 시작으로 반려동물, 인체용 의료기기로서 제품화를 실현할 예정임

- 우리나라의 동물용의료기기 품목신고 현황은 2002년 국내 15개 업체 11개 품목에 불과했지만 의료기기법 개정으로 동물용의료기기 품목등록 업무를 한국동물약품협회에서 농림축산검역본부로 전환한 2007년부터 등록업체수가 증가하기 시작해 2008년 이후에는 매년 40건 이상, 2011년 이후에는 매년 60건 이상의 품목신고가 이뤄지고 있음

- 최근에는 의약품주입펌프, 수정체절단장치, 동물용인공수정체, 전자청진기, 동물용폴리디옥사논 봉합사, 뼈대체재, 동물용치과영상획득장치,환축감시장치 등 다양한 제품과 프리미엄급의 인체용 의료기기들이 동물용의료기기로 새롭게 등록되고 있는 추세

- 한국동물약품협회에 보고된 동물용의료기기의 2013년 판매 실적은 206억원규모. 하지만 농림축산검역본부에 등록하지 않은 동물용의료기기 및 인체용 의료기기가 동물용 의료기기로 등록하지 않은 채 판매되는 등 판매 실적에 반영되지 않는 경우가 많고, 체외진단시약의 경우에는 현재 동물용의약품으로 분류돼 있어 실제 동물용 의료기기 시장 규모는 이보다 훨씬 클 것으로 추정 됨

- 동물용 의료기기는 인체용보다 비교적 인허가 장벽이 낮아 인의용 의료기기에 대한 기술적 노하우를 바탕으로 연구 개발 내용을 응용하여 추가적으로 동물용 의료기기 품목을 확대하여 시장을 선점하기 위한 경쟁우위 확보가 예상됨

○ 과학, 기술적 측면

● 4차 혁명과 스마트 의료기기
- 최근의 기술동향으로는 ICT(Information and Communication Technology) 기술의 발전이 전통적인 진단과 치료 방법에서 새로운 의료서비스의 형태로 진화를 유도하고 있음. ICT 기술과 의료기기의 융합을 통하여 진단, 치료, 의료정보화 및 개인건강관리 분야에 이르기까지 신속하고 정확하고 효율적인 의료서비스 개선을 추구하고 있음. 전세계적인 정보통신망 인프라의 활성화와 개인용 스마트 디바이스의 보급으로 정보와 기기에 대한 접근성이 훨씬 용이해지고 웰빙에 대한 관심이 높아지면서 동물복지에 대한 인식이 높아지고 있음. 이러한 환경에서 양돈 농가에서 겪는 인력의 부족, 관리의 효율성 및 편의성 증대의 요구가 예상되는 미래환경에서 ICT 기술의 기여도는 점점 더 커질 것으로 예상함

○ 경제, 산업적 측면

● 동물용 의료기기 선진화 및 수출가능성

- 국내외에서 수의진료기술의 발달과 임상수의사의 관심 증가에 의하여 동물용 의료기기 수요가 지속적으로 증가하고 있음. 그리하여 동물전용의 의료기기를 포함하여 사람에서 사용되는 각종 다양한 종류의 의료기기들이 반려동물과 산업동물 진료에 이용되고 있음
- 동물용 의료기기는 인체용보다 허가가 까다롭지 않으며, 국내에서는 동물용 의료기기를 판매하기 위하여 농림축산검역본부의 허가를 받아야 하나, 미국, 중국, 유럽, 인도 등에서는 허가 절차 없이도 판매가 가능함. 인체용 의료기기의 수출 시 각 국가별 규제로 인해 해외 수출의 경우 짧게는 2년, 길게는 3~4년이 소요됨. 그만큼 절차가 까다롭고 진입장벽이 높은 것이 의료기기이며, 동물용 의료기기의 경우 인허가 규제 제한이 없어 판매 장벽이 낮기 때문에 해외 진출과 수출판로 개척에 유리할 것으로 예상함

○ 사회적 측면

- 의료기기 분야는 기술적 요인으로 ICT를 비롯하여 기술간 융복합화가 가속화되고 있으며, 사용자 편의성 (소형화, 무구속, 최소침습, 비침습)의 요구가 증대되고 있음. 사회적 요인으로 고령화 사회 도래와 더불어 만성질환자 증가가 예상되면서 조기진단, 예방, 개인 맞춤형 진료 및 관리의 수요증가를 예상함. 경제적으로는 소득증가와 삶의 질 추구, 사회적 환경 변화로 인한 의료비 지출 증가에 따라 비용효율적인 방법과 정책이 요구됨. 따라서 이러한 여러 요인을 해소하기 위해 ICT 기술과의 융합은 필수적임

- 국내에서는 아직 의료기기 법규 및 제도의 한계와 비즈니스 모델의 부재로 각종 시범사업 이후로도 ICT 융합 의료기기들에 대해 의료기관 밖에서의 체감이 낮음. 관련 기술에 대해 국내 수준은 선진국과 큰 격차는 없으나 신뢰성 있는 생체신호 측정을 위한 센서 등의 원천기술에 대한 확보가 필요함. 또한 분석의 정확도 및 건강관리 효율 향상을 위한 빅데이터 기반의 의료분석 기술 개발로 다양한 수익 모델 개발이 시도되어야 함. 따라서 사회 환경적 변화에 따라 유망 분야로 주목받고 있는 의료기기 연구개발에 있어서 동물용 의료기기 개발을 통해 다양한 수익 모델을 개발하여, 인체용 의료기기에 접목함으로써 기술의 발전과 국내 원천 기술을 확보하고자 함

(단위 : 백만원, %)

총괄과제명	세부과제명	기관명	유형	총 연구개발비 (A)	정부지원 연구개발비 (B)	정부지원 연구개발비 비율 (C=B/A)	성과 유형	기술기여도	
								산정 근거	비율
가축 사육 주기별 맞춤형 수액세트 개발	*가이드라인 구축에 따른 가축 전용 수액세트 개발*	*성원메디칼*	*중소기업 (영리)*	*770*	*553.25*	*1.000*	*신규 기술개발*	*①-①*	*71.85*
	축종별 질병과 사육 주기에 맞는 권장 수액 전해질 분석 및 가이드	*전북대학교*	*대학 (비영리)*	*265*	*265*	*1.000*	*신규 기술개발*	*해당 없음*	*-*
	스마트 수액세트 전임상 시험을 통한 유효성 검증	*크로넥스*	*중소기업 (영리)*	*340*	*186*	*54.7*	*신규 기술개발*	*①-①*	*54.7*
계				***1,375***	***1,004.25***	*-*	*-*	*-*	*-*

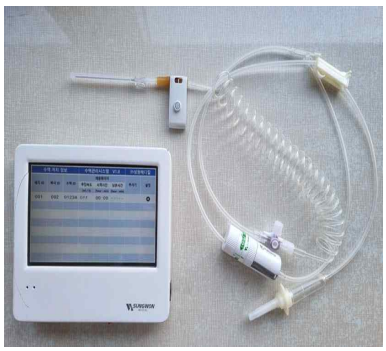
6. 연구개발성과의 관리 및 활용 계획

◯ 과제 결과물 : 축종별 맞춤형 스마트 수액세트 시제품 개발

- 기본형 수액세트 : 동물 맞춤형 일반 수액세트
- 1회용 수액세트 : 맞춤형 일반 수액세트 + IV Catheter 부분에서 탈착 되었을 경우 알람으로 알려줄 수 있는 고정 장치 추가
- 다회용 수액세트 : 수액 처치 시간, 남은 시간, 유량의 흐름, 고정 장치로 이루어진 구성품이며, 시스템은 충전 방식으로 수액 라인만 교체하면 사용이 가능한 제품

기본형 수액세트

1회용 수액세트 (고정 장치)


다회용 수액세트 (Full 옵션)

- 농림축산검역본부 인허가 : 인허가 등록 완료 **[별첨 2 참조]**

◯ 활용 방안 : 개발기술의 실용화 및 사업화 전략

1) 1단계 : 사업화 형태 및 규모
   - 형태 : 축산농가, 동물병원, 대형병원
   - 주요수요처 : 대규모 양돈 농가 및 동물용 의료기기 대리점, 동물병원 등
   - 예상 단가 : 4,000 ~ 100,000원/개당
     ① 기본형 수액세트 (10,000원), ② 고정창치 추가형 (15,000원)
     ③ 다회용 스마트 Full 옵션 (100,000원), ④ 다회용 소모품 (4,000원)
   - 투입인력 및 기간 : 총 8명, 약 3년 예상

2) 2단계 : 상용화 능력 및 자원 보유
   - 인의용 수액세트 제조업 26년 이상의 제조기술 보유
   - 인의용 수액세트 제조 Line-up(6종)을 보유하고 있으며, 동물용 수액세트 제조 Line 확보/추가가 단기간에 가능

3) 3단계 : 사업화 계획 및 일정
   - 농림축산검역본부 제조 및 품목 인허가 진행 (2022년 완료), **[별첨2 참조]**
   - 과제를 통해 개발된 기술의 실용화를 위한 생산 설비 구축 (생산 금형 및 장비, 2024년~2025년)
   - 시 생산을 통한 수정 및 보완을 통한 제품의 최종 양산화 준비 (2025~2026년)

4) 4단계 : 마케팅 계획 (2026년~2027년)
   - 동물용 의료기기 관련 영업 인력 확보 및 대리점 모집
   - 홈페이지 제작 및 운영
   - 국내 수의 학회 발표 및 전시회 부스 참가하여 제품 우수성 홍보, 적극적인 마케팅 예정
   - 기존 해외 파트너를 통해 동물용 수액 세트 수출 및 지속적인 바이어 발굴
   - 향후 해외 파트너에 대한 지사화 추진

< 연구개발성과 활용계획표 >

구분(정량 및 정성적 성과 항목)			연구개발 종료 후 5년 이내				
			2023	2024	2025	2026	2027
국외논문	SCIE		-	-	-	-	-
	비SCIE		-	-	-	-	-
국내논문	SCIE		-	1	1	1	-
	비SCIE		-	-	-	-	-
특허출원	국내		2	1	-	-	-
	국외		-	-	-	-	-
특허등록	국내		1	-	2	1	-
	국외		-	-	-	-	-
인력양성	학사		-	-	-	-	-
	석사		-	-	-	-	-
	박사		-	-	-	-	-
사업화	시제품개발		2	-	-	-	-
	상품출시		-	-	-	-	-
	기술이전		1	-	-	-	-
	공정개발		-	-	-	-	-
	매출액(단위 : 천원)		-	-	-	500,000	1,000,000
	기술료(단위 : 천원)		-	-	-	-	-
비임상시험 실시			-	-	-	-	-
임상시험 실시 (IND 승인)	의약품	1상	-	-	-	-	-
		2상	-	-	-	-	-
		3상	-	-	-	-	-
	의료기기		-	-	-	-	-
진료지침개발			-	-	-	-	-
신의료기술개발			-	-	-	-	-
성과홍보			-	-	-	-	-
포상 및 수상실적			-	-	-	-	-
정성적 성과 주요 내용			-	-	-	-	-

< 별첨 자료 >

중앙행정기관 요구사항	별첨 자료
1. 공통요구자료	1) 자체평가의견서
	2) 연구성과 활용계획서
2. 최종 보고서 수정 및 보완	1) 평가위원단 평가의견에 대한 조치
	2) 농림축산검역본부 인허가증

210mm×297mm[(백상지(80g/m^2) 또는 중질지(80g/m^2)

[별첨 2] 농림축산검역본부 허가증

제 161 - 3 호

동물용의약품등 [■]제조 [ ]수입 품목 허가증

1. 업 체 명 : 성원메디칼(주)

2. 업 종 : 동물용의약품등 제조업

3. 제 품 명 : 수액세트[2]

4. 구 분 : 동물용의료기기

5. 허 가 조 건 : _

6. 허가번호 : 제 161 - 3 호

7. 최 초 허 가 연 월 일 : 2022.11.03

8.부 표 : 별 첨

동물용의약품등취급규칙 제 11 조 및 제 16 조 제 4 항 따라 위와 같이 허가(조건부허가)합니다.

2022 년 11 월 3 일

농림축산검역본부장

210mm×297mm[(백상지(80g/m^2) 또는 중질지(80g/m^2)

[뒷면지]

주 의

1. 이 보고서는 농림축산식품부에서 시행한 농림축산식품 연구개발사업 축산현안대응 연구개발과제 최종보고서이다.

2. 이 연구개발내용을 대외적으로 발표할 때에는 반드시 농림축산식품부(농림식품기술기획평가원 전문기관)에서 시행한 농림축산식품 연구개발사업의 결과임을 밝혀야 한다.

3. 국가과학기술 기밀 유지에 필요한 내용은 대외적으로 발표 또는 공개하여서는 안 된다.

210mm×297mm[(백상지(80g/m^2) 또는 중질지(80g/m^2)