



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



변경금지. 귀하는 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공할 수 없습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 [이용허락규약\(Legal Code\)](#)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

[Disclaimer](#)

간호학석사 학위논문

간이식 입원환자의
가정용 인공호흡기 이탈 실패 위험요인

Risk Factors for Failure to Wean
from Home Mechanical Ventilation
in Liver Transplant Recipients on the General Ward

울산대학교 산업대학원
임상전문간호학전공
최슬기

간이식 입원환자의
가정용 인공호흡기 이탈 실패 위험요인

지도교수 최혜란

이 논문을 간호학 석사 학위 논문으로 제출함

2024년 8월

울산대학교 산업대학원
임상전문간호학전공
최슬기

최슬기의 간호학 석사학위 논문을 인준함

심사위원 정 영 선 인

심사위원 박 길 춘 인

심사위원 최 혜 란 인

울산대학교 산업대학원

2024년 8월

감사의 글

논문을 무사히 완성할 수 있도록 도움을 주신 모든 분들께 깊은 감사의 인사를 드립니다. 먼저, 끝까지 방향을 잡아주시고 지도해 주신 최혜란 교수님께 진심으로 감사드립니다. 그리고 애정 깊게 논문 심사해 주신 박길춘 교수님, 정영선 교수님께도 감사의 말씀을 드립니다.

또한, 늘 엄마의 빈자리를 느끼며 기다렸을 나의 반쪽 최율리에게 정말 고맙고 사랑한다는 말을 전합니다. 늘 지쳐있는 엄마를 작은 손으로 토닥여주며 응원해주고 기다려주어서 감사합니다. 그리고 엄마, 아빠 역할을 혼자 하면서 제일 고생 많이 했을 남편 최종명에게도 말로는 표현할 수 없는 고마움을 느낍니다. 힘든 과정을 옆에서 지켜보면서 걱정 제일 많이 해주시고 응원해주신 부모님께도 감사의 인사를 전합니다. 도움이 필요할 때 늘 달려와 주신 부모님 덕분에 5학기 대학원 과정과 석사 논문을 잘 마무리 할 수 있었습니다.

힘든 과정 속에서 함께 고생한 동기들 다들 정말 수고했고 힘이 되어 주어서 감사합니다. 그리고 곁에서 응원해 주신 정진아 팀장님, 송유길 유엠님, 그리고 간이식 및 간담도외과 전문 지원 인력 선생님들, 동료 간호사님들께도 감사의 인사를 전합니다. 여러분의 지원 덕분에 이 논문을 완성할 수 있었습니다.

국 문 초 록

본 연구는 간이식 수술후 가정용 인공호흡기 적용 대상자의 기계 이탈 실패 위험요인을 분석하여 성공적인 이탈을 위한 근거 자료로 활용하기 위해 시행되었다. 2019년 1월부터 2024년 1월까지 간이식 수술후 병동에서 가정용 인공호흡기를 적용한 대상자는 152명이며 퇴원 시점에 가정용 인공호흡기 적용 여부에 따라 이탈 성공군과 이탈 실패군으로 나누어 분석하였다. 수집된 자료는 SPSS를 이용하여 기술통계, independent t-test, Mann-Whitney test, χ^2 -test, Fisher's exact test, Logistic regression 을 이용하여 분석하였다.

다변량 분석 결과 가정용 인공호흡기 이탈 실패의 위험요인으로 중환자실 재입실 후 기계 환기 적용(odds ratio [OR]=6.838, 95% confidence interval [CI]=1.932-24.198, p =.003), T-piece 를 통한 자발 호흡 시도(OR=44.711, 95% CI=5.598-357.104, p <.001), 하지 근력(OR=0.785, 95% CI=0.635-0.971, p =.026) 이 통계적으로 유의하게 분석되었다.

본 연구를 통해 가정용 인공호흡기 이탈 실패의 위험요인을 확인하였다. 가정용 인공호흡기의 이탈을 위해 지속적으로 호흡기계 상태를 평가하는 것이 중요하며 적절한 시점에 이탈을 시도해야 한다. 연구 결과를 바탕으로 가정용 인공호흡기의 효과적인 이탈을 위한 근거 중심의 표준화된 프로토콜이 필요하다고 생각된다.

주요어: 간이식, 인공호흡기, 인공호흡기 이탈, 위험요인

목차

감사의 글.....	i
국문초록.....	ii
I . 서론.....	1
1. 연구의 필요성.....	1
2. 연구목적.....	4
3. 용어의 정의.....	5
II . 문헌고찰.....	6
1. 간이식.....	6
2. 가정용 인공호흡기 이탈 관련 요인.....	8
III . 연구방법.....	10
1. 연구설계.....	10
2. 연구대상.....	10
3. 연구도구.....	13
4. 자료수집.....	16
5. 윤리적 고려.....	16
6. 자료 분석.....	17
IV . 연구결과.....	18
V . 논의.....	32
VI . 결론 및 제언.....	37
참고문헌.....	38
부록.....	46
영문초록.....	48

Tables

Table 1. Comparison of General Characteristics between Home Mechanical Ventilation Weaning Success Group and Failure Group.....	19
Table 2. Comparison of Preoperative Characteristics between Home Mechanical Ventilation Weaning Success Group and Failure Group.....	21
Table 3. Comparison of Postoperative Characteristics between Home Mechanical Ventilation Weaning Success Group and Failure Group.....	23
Table 4. Comparison of Home Mechanical Ventilation Characteristics between Home Mechanical Ventilation Weaning Success Group and Failure Group	26
Table 5. Univariate Analysis of Risk Factors for Affecting Failure to Wean from Home Mechanical Ventilation in Recipients.....	29
Table 6. Multivariate Analysis of Risk Factors for Affecting Failure to Wean from Home Mechanical Ventilation in Recipients.....	31

Figure

Figure 1. Selection process of subjects.....	12
--	----

I . 서론

1. 연구의 필요성

오늘날 간이식은 간부전, 간암, 간경화증, 담즙 정체 간질환 및 윌슨병과 같은 대사 질환 등 거의 모든 간질환의 최종 치료 방법으로 제시되고 있다 (Zarrinpar & Busuttil, 2013). 국립 장기 조직 혈액 관리원의 장기이식 통계연보에 따르면 2008년 950건, 2010년 1,066건, 2021년 1,515건의 간이식이 시행되었으며 수술 건수가 꾸준히 증가하고 있다. 간이식 대기자도 점차 증가하고 있어 2011년 5월 31일까지 누적된 대상자의 수가 3,788명이며 2021년에는 6,388명으로 증가하였고 3개월 전체 생존율은 91.54%이며 1년 전체 생존율은 86.92%로 나타났다(The National Institute of Organ, Tissue and Blood Management, 2010, 2021). 간이식 술기의 향상 및 표준화, 효과적인 면역억제제의 개발로 인해 간이식의 장단기 생존율이 향상되었으나 간이식 수혜자들은 수술전 간질환으로 인해 여러 가지 문제를 동반하고 있어 수술후 관리가 매우 복잡하다(Kim et al., 2019).

간이식 수혜자는 수술후 일반적으로 이식편의 혈류 공급, 전신의 산소화 개선, 심폐 혈액학적 안정을 위하여 중환자실로 이동하여 기계 환기를 포함한 치료를 받는다. 간이식 수술전 수혜자의 상태가 좋지 않은 경우, 기증자의 간 상태가 나쁜 경우, 간이식 수술 방법이 복잡한 경우 및 수술중 흉벽 손상과 횡격막 장애가 발생한 경우에는 수술후 장기간의 기계 환기가 필요하다(Glanemann et al., 2001). 또한 수술후 근이완제, 마취제 등이 간에서 느리게 대사 되어 잔류하거나 간성혼수 증상이 남아있어 다른 일반 수술에 비해 대상자의 의식 상태 악성 과정이 지연되고 스트레스 반응으로 인한 항이뇨 작용의 증가로 발생하는 수분 정체, 진통제의 효과 및 과도한 수액 주입은 기계 환기의 이탈을 방해한다 (Feltracco et al., 2013; Stock & Payne, 1990). 장기간의 기계 환기는 감염, 인공호흡기 관련 폐 손상, 혈액학적 변화 등의 문제를 야기할 수 있고 중환자실 재실 기간이 늘어남에 따라 불필요한 의료 비용을 증가시킨다(MacIntyre et al., 2001; Mandell et al., 2002; Vincent et al., 2009). 간이식 후 기계 환기 기간은 수술전의 전신 상태, 선행된 질환의 중증도, 수술 자체의 영향, 이식 간의

기능 정도 및 수술후 여러 장기의 다발성 기능 부전의 정도에 영향을 받으며 장기간 기계 환기가 필요할 수도 있다(Kim et al., 2019). 이런 경우에는 안전하고 효과적인 치료를 위하여 기관절개를 시행한다(Miller et al., 2020).

장기간의 기계 환기가 요구되는 대상자들은 중환자실에서 치료가 필요하며 이는 결국 중환자실의 침상 부족 및 의료 비용의 증가를 초래한다(Esteban et al., 2000). 그러나 인공호흡기를 중환자실에서만 적용한다는 과거의 인식과는 다르게 기능이 뛰어난 가정용 인공호흡기(home mechanical ventilation, HMV)가 개발되어 호흡부전 환자들이 병동이나 가정에서도 기계 환기를 유지할 수 있게 되었다(Muir, 1993). 본 연구기관에서는 장기간 기계 환기가 요구되어 기관절개를 시행한 환자 중에서 혈액학적으로 안정적이며 적극적인 재활 치료를 통한 회복이 필요하다고 의료진이 판단하는 수혜자는 가정용 인공호흡기를 적용한 후 병동으로 이동하여 치료를 유지한다. 가정용 인공호흡기는 크기가 작고 이동성이 좋아 대상자가 기계 환기를 유지한 상태로 보행 및 재활 치료가 가능하고 퇴원하는 경우 병원감염의 감소, 신체 및 생리적 기능 개선, 입원 기간의 단축으로 의료 비용이 절감되는 경제적 효과를 가지고 있다(King, 2012). 국내에서 퇴원하여 집에서 가정용 인공호흡기를 사용하는 대상자의 수는 2009년 927명, 2011년 1,015명, 이후 대상자가 늘어나 2015년 8월부터 2017년 7월까지 4,785명인 것으로 조사되었다. 신경근육병을 진단받은 대상자가 42.0%, 폐 또는 기도 질환을 가진 대상자가 27.7%를 차지하였다(Kang, 2011; Kim et al., 2019; Shin, 2009). 적용 방식으로는 마스크를 통해 비침습적으로 사용하기도 하고 기관절개관을 통해 침습적으로도 적용할 수 있다(Lloyd-Owen et al., 2005).

침습적으로 기관절개관을 통해 가정용 인공호흡기를 장기간 적용하는 경우 기도가 손상되거나 협착, 누공 등의 문제가 생길 수 있고 삼킴 장애, 언어 장애, 감염, 통증 등 다양한 합병증이 발생할 수 있다. 또한 대상자의 삶의 질도 낮은 것으로 보고되었다(Huttman et al., 2015, 2018). 중환자실에서 기계 환기 이탈이 어려워 기관절개를 시행한 대상자중 중환자실 인공호흡기만 적용한 대상자에 비해 중환자실 인공호흡기 이탈 실패로 인해 가정용 인공호흡기를 적용한 대상자가 1년 사망률이 유의하게 높은 것으로 나타났다(Kim & Baek, 2021). 따라서 장기간 가정용 인공호흡기를 적용하고 있는 환자에서 기계 환기 이탈을 하는 것

은 중요한 일이며 의료진은 적절한 시기에 가정용 인공호흡기 이탈을 하기 위한 노력을 기울여야 한다(Korean Society of Critical Care Medicine, 2010). 국내 선행연구에 따르면 중환자실 환자 1,217명 중 84명이 인공호흡기 이탈이 어려워 가정용 인공호흡기를 적용 받았고 이 중 33명(46.0%)이 이탈에 성공하였다. 중환자실 입실시 측정된 높은 체질량 지수(body mass index, BMI), 낮은 Acute physiology and chronic health evaluation (APACHE II) 점수, 신경근육병이 없는 경우가 가정용 인공호흡기 이탈 성공과 관련이 있었다. 가정용 인공호흡기 이탈 성공군에 비해 이탈 실패군에서 병원 내 사망률이 높았고 3개월 생존율은 유의하게 낮았다(Lee et al., 2020). 그러나 국내에서 가정용 인공호흡기의 이탈에 관한 연구는 미흡한 실정이며 간이식 수혜자를 대상으로 하는 연구는 더욱 부족한 상황이다.

따라서 본 연구는 간이식 수혜자를 대상으로 가정용 인공호흡기 이탈 성공군과 이탈 실패군의 일반적 특성, 수술전후 특성과 가정용 인공호흡기와 관련된 특성을 분석하고 이탈 실패의 위험요인을 파악하여 성공적인 가정용 인공호흡기 이탈을 위한 근거 자료로 이용되고자 한다.

2. 연구목적

본 연구는 간이식 수술후 가정용 인공호흡기 적용 대상자의 기계 이탈 실패 여부에 따른 일반적 특성과 관련된 요인을 파악하고 가정용 인공호흡기 이탈 실패의 위험요인을 분석하여 성공적인 이탈을 위한 근거 자료로 활용하기 위해 시행되었으며 구체적 목표는 다음과 같다.

- 1) 대상자의 일반적 특성, 수술전 특성, 수술후 특성, 가정용 인공호흡기 관련 특성을 파악한다.
- 2) 가정용 인공호흡기의 이탈 성공군과 이탈 실패군의 일반적 특성, 수술전 특성, 수술후 특성, 가정용 인공호흡기 관련 특성을 비교한다.
- 3) 간이식 수술후 가정용 인공호흡기 이탈 실패의 위험요인을 분석한다.

3. 용어의 정의

1) 가정용 인공호흡기

(1) 이론적 정의

가정용 인공호흡기는 장기간 기계 호흡이 필요한 만성 호흡부전 환자들에게 중환자실이 아닌 곳(주로 가정)에서도 기계 환기를 적용할 수 있는 이동식 장치를 의미한다(Muir, 1993).

(2) 조작적 정의

본 연구에서 가정용 인공호흡기란 병원내에서 기관절개관을 통해 적용되는 이동식 환기장치를 말한다.

2) 인공호흡기 이탈

(1) 이론적 정의

인공호흡기 이탈(weaning)이란 기계 호흡에서 자발 호흡으로 전환되는 과정을 말한다(Knebel et al., 1998). 적어도 7일 동안 인공호흡기로부터 완전히 독립하여 자가 호흡이 유지되는 상태로 정의한다(Scheinhorn et al., 1997).

(2) 조작적 정의

본 연구에서 가정용 인공호흡기를 떼고 자정을 기준으로 7일 동안 자발 호흡이 유지된 경우를 이탈에 성공한 것으로 정의한다. 이해 반해 퇴원 시점에 가정용 인공호흡기를 적용한 상태이거나 중환자실로 전동하여 가정용 인공호흡기를 떼고 중환자실 인공호흡기를 재적용한 경우를 이탈 실패로 정의한다.

II. 문헌고찰

1. 간이식

간이식은 기존의 치료법으로 간질환의 진행을 막을 수 없고 간이식을 시행하지 않으면 생존기간이 1년 미만인 진행성, 불가역적 만성 간질환, 여명이 1주 이내로 예상되는 급성 간부전 및 절제가 불가능한 간세포암이 있는 경우 시행한다(Kim et al., 2019). 말기 간질환을 가진 환자는 정맥류의 출혈, 복수, 간성 혼수, 황달, 신기능 장애, 감염, 근육량 감소를 경험하게 되며 간이식 시기가 늦어질수록 수술후 합병증의 빈도가 높아지면서 과도한 의료 비용의 증가로 이어질 수 있다. 따라서 적절한 간이식의 시기를 결정하는 것은 수술후 예후에 영향을 미치기 때문에 중요하다(Devarbhavi et al., 2023; Lee, 2005; Leunis, 2023).

간이식 수혜자는 수술 직후 중환자실로 이동하여 기계 환기를 받게 되며 이후 의료진은 안전하고 적절한 이탈 시점을 결정해야 한다(Stock & Payne, 1990). 수술후 일상적으로 기관내삽관을 유지하여 기계 환기를 하지 않고 수술직후 조기 발관이 시행된 수혜자에 대해 시행한 연구에서 수술중 수혈된 적혈구가 적을 수록, 수술후 측정된 혈청 젖산 수치(serum lactic acid)가 낮을 수록 조기 발관의 성공과 유의한 관련이 있는 것으로 나타났다(Ibrahim et al., 2022).

Avolio 등(2019)의 연구에서 간이식 후 48시간 이상 기계 환기를 하는 경우를 수술후 호흡부전으로 정의하였고 수혜자의 연령, 성별, Model for end-stage liver disease (MELD) 점수, 수술전 시행한 폐기능검사 결과상 제한성 환기 장애가 나온 경우, 수술중 정정맥 우회술을 시행한 경우, 발관 전 동맥혈 이산화탄소분압(partial pressure of arterial carbon dioxide, PaCO₂) 수치가 호흡부전과 유의한 관련이 있는 것으로 분석되었다. MELD 점수는 Child Turcotte Pugh (CTP) 점수를 보완하고자 개발되었으며 혈청 크레아티닌(serum creatinine), 혈청 빌리루빈(serum bilirubin), 국제표준화비율(international normalized ratio, INR)로 구성 되어있고 만성 간질환 환자의 예후를 예측할 수 있는 점수로 쓰이고 있다. CTP 점수는 문맥-정맥 단락술을 시행 받은 간경화증 환자의 예후를 예측하기 위하여 1964년에 처음 개발되었고 A, B, C 등급으로 분류하며 내과적 치

료를 받는 간경화증 환자의 예후를 잘 반영한다(Wiesner et al., 2003). 정정맥 우회술은 간이식 수술 과정에서 하대정맥과 간문맥을 무간기 동안 일시적으로 결찰함으로 생기는 급격한 혈액학적 변화, 복강내 장기 울혈, 신기능 부전을 완화하고자 시행된다(Shin et al., 2003).

장기간의 기계 환기가 요구되는 대상자들은 호흡기계 감염과 같은 여러가지 합병증이 발생할 수 있고 이는 불필요한 의료 비용의 증가를 초래한다(MacIntyre et al., 2001; Stock & Payne, 1990). Feltracco 등(2013)은 간이식 후 발생하는 폐 합병증을 감염성, 비감염성으로 나누고 흉수, 무기폐, 폐부종, 급성호흡곤란증후군, 폐렴으로 분류하였다. 이러한 합병증의 발생은 기관내삽관 시간의 연장, 난치성 호흡부전을 유발하여 기계 환기 이탈을 방해할 수 있다. 간이식 후 폐 합병증이 발생하는 원인이 다양하게 존재하며 광범위한 폐손상, 다장기 부전으로 진행하기 전에 신속하고 적극적으로 치료해야 한다(Kim et al., 2019).

간경화증 환자의 경우는 복잡한 기전을 거쳐 근감소증이 나타나고 이는 불량한 예후와 관련이 있다(Feltracco et al., 2013). DiMartini 등(2013)은 간이식 수술전 촬영한 컴퓨터단층촬영 영상을 통하여 근육량을 계산하고 수술후 결과에 미치는 영향을 조사하였다. 결과적으로 환자가 남성인 경우에서 근육량의 증가는 중환자실 재실 기간, 총 입원 기간, 기관내삽관 일수를 감소시켰다. 이와 더불어 최근 간이식 후 조기 회복을 위해 수술전 재활 치료를 시도한 연구도 시행되었다(Serper et al., 2024).

2. 가정용 인공호흡기 이탈 관련 요인

기계 환기가 요구되는 대상자들은 주로 중환자실에서 인공호흡기를 적용하며 장기간의 기계 환기가 요구되는 환자들이 많을수록 중환자실 침상 부족 현상이 초래된다(Esteban et al., 2000; MacIntyre et al., 2001). 이러한 의료 환경의 변화 속에서 가정용 인공호흡기의 기술이 발전하고 보급이 확대되면서 장기간 기계 환기가 필요한 대상자들이 중환자실이 아닌 병동이나 가정에서 기계 환기를 받을 수 있는 기회가 증가했다(Lee et al., 2020; Povitz et al., 2018). 가정용 인공호흡기는 말기 신경근육병, 경추 손상 및 만성폐쇄폐질환과 같은 호흡 보조가 필요한 질환을 가지고 있거나 만성 호흡부전을 진단받은 환자들이 가정에서도 지속적인 기계 환기를 받으며 증상을 조절하고 생존기간을 연장하기 위한 목적으로 개발되었다(Muir, 1993).

가정용 인공호흡기는 크기가 작고 이동이 가능하기 때문에 대상자들이 기계 환기를 유지한 상태에서 보행 및 재활 치료를 받는 것이 가능하다. 또한 가정용 인공호흡기를 적용한 채로 대상자가 퇴원하는 경우 병원 재원 기간이 단축되어 의료 비용의 절감, 병원감염 발생 감소 및 대상자의 삶의 질 향상을 기대할 수 있다(King, 2012). 이러한 장점이 있어 집에서 가정용 인공호흡기를 사용하는 대상자는 점차 증가하는 추세이지만 가정용 인공호흡기를 환자와 보호자가 직접 관리해야 하는 문제가 존재하고 가정에서 기계 환기를 적용해야 할 만큼의 높은 중증 질환을 가진 환자에 대한 보호자의 간병 부담이 높으며 삶의 질은 낮은 것으로 조사되었다(Son et al., 2020)

국내의 선행 연구에서 중환자실 기계 환기 이탈 지침에 따라 이탈에 실패한 환자에게 기관절개를 시행하였고 이탈이 어려운 환자에게 가정용 인공호흡기를 적용하였다. 가정용 인공호흡기 적용군과 중환자실 인공호흡기 적용군으로 나누어 비교한 연구 결과에서 가정용 인공호흡기 적용군이 유의하게 BMI가 낮았고 Sequential organ failure assessment (SOFA) 점수는 높았으며 만성 폐질환을 가진 대상자의 비율이 높았다(Kim & Baek, 2021).

중환자실 기계 환기 이탈 지침에 따라 이탈에 실패하여 기관절개를 시행하고 가정용 인공호흡기를 적용한 환자를 대상으로 한 연구에서 중환자실 입실시 측정한 높은 BMI, 중환자실 입실시 측정한 낮은 APACHE II 점수, 신경근질환이 없

는 경우가 이탈 성공과 유의하게 관련이 있는 것으로 나타났다(Lee et al., 2020). BMI는 Kim과 Baek (2021) 연구에서도 가정용 인공호흡기를 적용한 대상자에서 유의하게 낮은 것으로 나타났으며 임상에서 BMI는 혈청 알부민, 체중과 함께 영양 상태를 반영하는 지표로 사용되고 있다. BMI가 낮은 환자는 영양 실조가 있는 것으로 판단한다(Bouillanne et al., 2005).

Ⅲ. 연구방법

1. 연구설계

본 연구는 간이식 후 가정용 인공호흡기 적용 대상자의 이탈 실패 위험요인을 파악하기 위한 후향적 조사연구이다.

2. 연구대상

본 연구 대상은 서울시 소재 A병원에서 2019년 1월 1일부터 2024년 1월 31일까지 만 18세 이상 대한민국 국적 대상자 중 간이식 수술후 병동에서 기관절개관을 통해 가정용 인공호흡기를 적용한 대상자이며 처방 코드 RB0326(BiPAP apply, S/T) 또는 RB0324(BiPAP apply, PC)가 입력된 경우를 대상으로 하였다.

간이식 수술후 재원 기간 동안 가정용 인공호흡기를 이탈하고 퇴원한 경우 이탈 성공군으로 분류하였고 이탈 실패군은 퇴원 시점에 가정용 인공호흡기를 적용한 상태이거나 중환자실로 전동하여 가정용 인공호흡기를 떼고 중환자실 인공호흡기를 재적용한 대상자이다.

선정 기준에 의한 대상자는 총 174명이며 제외 기준에 해당하는 대상자는 22명으로 152명을 연구 대상자로 하였다. 이탈 성공군은 127명, 이탈 실패군은 25명이다(Figure 1). 구체적인 선정 기준 및 제외 기준은 다음과 같다.

1) 선정 기준

- (1) 2019년 1월 1일부터 2024년 1월 31일까지 만 18세 이상 대한민국 국적 대상자중 간이식 수술후 병동에서 기관절개관을 통해 가정용 인공호흡기를 적용한 대상자
- (2) 첫 간이식 후 가정용 인공호흡기를 적용한 대상자

2) 제외 기준

- (1) 간이식 후 재입원하여 가정용 인공호흡기를 적용한 대상자
- (2) 불충분한 정보로 인해 자료 수집이 불가능한 대상자

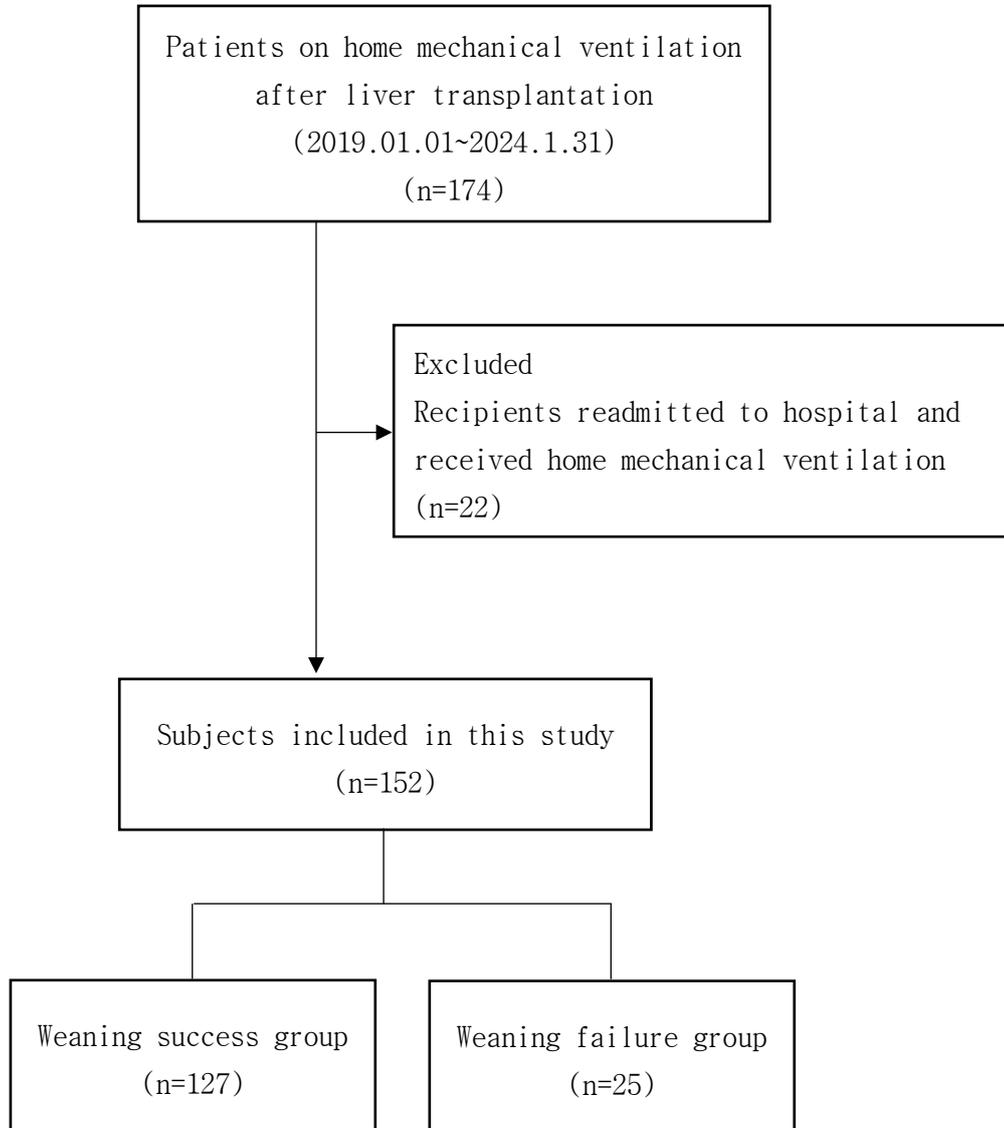


Figure 1. Selection process of subjects

3. 연구도구

간이식 수술후 가정용 인공호흡기 이탈 성공군과 이탈 실패군을 비교하고 이탈의 위험요인을 분석하기 위해 선행연구 및 문헌을 바탕으로 연구자가 작성한 구조화된 증례기록지를 사용하였다. 증례기록지는 연구 대상자의 일반적 특성, 수술전 특성, 수술후 특성, 가정용 인공호흡기 관련 특성으로 분류하였다. 일반적 특성(Chae et al., 2019)과 수술전후 특성(Avolio et al., 2019; Bronster et al., 2000; Feltracco et al., 2013; Kumar et al., 2018; Moreno & Brenguer, 2006; Yuan et al., 2014), 가정용 인공호흡기 관련 특성(Avolio et al., 2019; Lee et al., 2020)의 일부는 선행연구를 참고하여 선정하였다.

1) 대상자의 일반적 특성

일반적 특성은 나이, 성별, 키, 몸무게, BMI, 흡연력, 음주력, 입원 날짜, 퇴원 날짜, 총 재원 기간, 수술 날짜, 기관절개 날짜, 중환자실 입실 및 퇴실 날짜, 중환자실 재입실 및 퇴실 날짜, 중환자실 총 재원기간, 중환자실 기계 환기 적용 및 이탈 날짜, 중환자실 재입실 후 기계 환기 적용 및 이탈 날짜, 중환자실 기계 환기 총 적용 기간, 가정용 인공호흡기 적용 및 이탈 날짜, 가정용 인공호흡기 총 적용 기간을 조사하였다.

나이는 간이식 수술 시점의 나이를 조사하고 흡연력, 음주력, 키, 몸무게, BMI는 간이식 수술전 작성된 가장 최근의 환자평가기록지나 간호정보조사지 또는 신체계측기록지를 통해 확인하였다. 수술기록지를 통해 수술 날짜를 확인하고 시술기록지 및 수술기록지를 통해 기관절개 날짜를 확인하였다. 전동기록지를 통해 중환자실 입실 및 퇴실 날짜를 조사하였다. 임상관찰기록지를 통해 중환자실 기계 환기 적용 및 이탈 날짜, 가정용 인공호흡기 적용 및 이탈 날짜를 확인하였다.

2) 수술전 특성

수술전 특성으로는 기저 질환, 간질환과 관련된 합병증, MELD 점수, CTP 점수, 폐기능검사 결과를 조사하였고 수술전 가장 최근에 작성된 환자평가기록지 또는 간이식 경과기록지를 통해 확인하였다. 기저 질환은 당뇨, 고혈압, 심장질환, 폐질환, 신장질환을 확인하였고 간질환과 관련된 합병증은 간성혼수, 식도정맥류, 복수를 조사하였다. 검사결과지를 통해 수술전 가장 최근에 검사한 폐기능검사 결과를 조사하였다. 결과는 정상, 제한성 환기 장애, 폐쇄성 환기 장애로 분류하였다.

3) 수술후 특성

수술후 특성으로는 수술 시작 및 종료 시간, 총 수술 시간, 기증자 유형, 간이식을 받게 된 원인 질환, 투석 여부, 수술후 발생한 합병증, 중환자실 재입실 여부를 조사하였다.

수술 기록지를 통하여 수술 시간 및 종료 시간, 기증자 유형을 확인하였다. 기증자 유형은 생체 기증자, 뇌사자 기증자로 분류하였다. 원인 질환은 간이식 수술중 시행한 조직 검사 결과를 통해 확인하였고 Hepatitis B virus (HBV) 또는 Hepatitis C virus (HCV), 알코올, 그 이외인 경우로 구분하였다. 투석 여부는 재원 기간 동안 신대체요법이나 투석을 시행한 경우이며 투석기록지로 확인하였다. 수술장에서 신대체요법을 시행한 경우도 포함하였다.

수술후 발생한 합병증은 거부 반응, 출혈, 혈관 합병증, 담도 합병증, 감염, 신경계 문제, 호흡기계 문제로 분류하였고 영상 검사 결과, 간 조직 검사 결과, 간이식 경과기록지, 타과 회신서를 통해 확인하였다. 거부 반응은 간 조직 검사 결과로 진단한 경우이며 출혈은 영상 검사 결과에서 출혈 소견이 있는 경우로 정의하였다. 뇌에서 발생한 출혈은 신경계 문제로 분류하였다. 혈관 합병증은 간동맥 혈전증, 간문맥 협착 및 혈전증, 간정맥 협착이 영상 검사 결과에서 관찰되어 스텐트 삽입술 및 혈관확장술, 수술적 중재를 시행한 경우이다. 담도 합병증은 담도 협착, 담즙 누출이 영상 검사 결과에서 관찰된 경우로 정의하였다. 감염은 배양 검사에서 균이 동정되거나 감염 내과와 협진 하여 진료한 경우로

하였다. 신경계 문제는 발작이 나타난 경우, 영상 검사 결과상 뇌부종, 중심성 뇌교 수초 용해증(central pontine myelinolysis, CPM), 후두부 가역적 뇌병증 증후군(posterior reversible encephalopathy syndrome, PRES), 출혈이 관찰되는 경우로 하였다. 호흡기계 문제는 흉수, 무기폐, 폐부종, 폐렴을 영상 검사 결과로 확인하였다. 중환자실 재입실 여부는 전동 기록지를 통해 조사하였다.

4) 가정용 인공호흡기 관련 특성

가정용 인공호흡기 관련 특성으로는 중환자실 재입실 후 기계 환기 적용 여부, 수술 날짜~기관절개까지 기간, 기관절개 시행~가정용 인공호흡기 첫 적용까지 기간, 가정용 인공호흡기 이탈 성공 유무, 가정용 인공호흡기 처음 적용시 설정 모드, 가정용 인공호흡기 처음 적용시 산소 농도, T-piece를 통한 자발 호흡 시도 유무, 가정용 인공호흡기 처음 적용시 근력, 의식 상태, 섬망 사정 도구 점수(the confusion assessment method for the intensive care unit, CAM-ICU), 글라스고우 혼수 척도 점수(Glasgow coma scale, GCS), 이탈 시점의 재활 단계, 보행 가능 여부를 조사하였다. 혈액 검사 결과는 혈청 알부민(serum albumin), 혈청 단백질(serum protein), 헤모글로빈(hemoglobin), INR, 아스파르트산아미노기전달효소(aspartate aminotransferase, AST), 알라닌아미노기전달효소(alanine aminotransferase, ALT), 총 빌리루빈(total bilirubin), 동맥혈 산소분압(partial pressure arterial oxygen, PaO₂), 동맥혈 이산화탄소분압(partial pressure of arterial carbon dioxide, PaCO₂)을 조사하였다.

임상관찰기록지를 통하여 중환자실 재입실 후 기계 환기 적용 여부, 퇴원 시점의 가정용 인공호흡기 적용 여부를 통한 이탈 성공 유무, 가정용 인공호흡기 설정 모드, 산소 농도, T-piece를 통한 자발 호흡 시도 유무, 근력, 의식 상태, CAM-ICU, GCS를 조사하였다. 가정용 인공호흡기 설정 모드는 Pressure control 모드, Spontaneous timed mode로 분류하였다. GCS중 Best verbal response는 사정 불가하여 제외하였다. T-piece를 통한 자발 호흡 시도 유무는 가정용 인공호흡기 적용기간 동안 시행 여부를 확인하였다. 근력, 의식 상태, CAM-ICU, GCS는 가정용 인공호흡기를 처음 적용한 날의 가장 이른 시간의 기록을 조사하였다. 적용 당일 기록이 없는 경우 적용하기 전 가장 최근의 기록을 확인하였다. 재활

단계 및 보행 가능 여부는 재활 치료 기록지 또는 임상 관찰 기록지를 통해 가정용 인공호흡기 적용 기간에 기록된 가장 최근의 정보를 확인하였다. 혈액 검사 결과는 가정용 인공호흡기를 처음 적용한 날 가장 이른 시간에 시행한 검사 결과를 조사하였다. 적용 당일 기록이 없는 경우 적용하기 전 가장 최근의 기록을 확인하였다.

4. 자료수집

본 연구의 자료 수집은 전자의무기록을 이용하여 2024년 3월 25일부터 4월 15일까지 시행하였다. 자료 수집을 시행하기 전 연구기관의 간호부와 진료과의 동의를 얻었고 임상연구심의위원회(Institutional Review of Board, IRB)의 심의 통과(승인번호 2024-0390) 후 증례기록지를 바탕으로 자료를 수집하였다.

5. 윤리적 고려

수집된 자료는 연구자 본인이 관리 책임자이며 연구 목적으로만 활용하였다. 자료 수집시 대상자의 개인 식별 정보는 삭제하고 일련번호를 임의로 부여하여 가명 처리하였다. 수집된 모든 자료는 암호를 설정한 파일 형태로 연구자 본인만 접근 가능한 개인 컴퓨터에 저장하여 보관하였다. 수집된 자료는 연구 종료 후 3년 동안 보관할 예정이며 보관기간이 종료된 후에는 개인정보보호법에 의거하여 파일 형태의 자료는 복원할 수 없도록 영구 삭제 하고 서면 형태의 자료는 파쇄할 예정이다.

6. 자료분석

수집된 자료는 SPSS Statistics for Windows, Version 27.0을 이용하여 분석하였다. 구체적인 분석 방법은 다음과 같다.

- 1) 대상자의 일반적 특성, 수술전 특성, 수술후 특성, 가정용 인공호흡기 관련 특성은 빈도와 백분율, 평균과 표준편차로 분석하였다.
- 2) 이탈 성공군과 이탈 실패군의 특성에 따른 차이는 independent t-test 또는 Mann-Whitney test, χ^2 -test 또는 Fisher's exact test로 분석하였다.
- 3) 이탈 실패 위험요인은 Logistic regression을 이용하여 분석하였다.
- 4) 통계적 유의수준은 $p < .05$ 를 기준으로 하였다.

IV. 연구결과

1. 가정용 인공호흡기 이탈 성공군과 이탈 실패군의 일반적 특성에 대한 비교

대상자의 일반적 특성은 다음과 같다(Table 1). 대상자의 평균 연령은 58.99 ± 10.47 세였고 가정용 인공호흡기 이탈 성공군은 59.02 ± 10.35 세, 실패군은 58.84 ± 11.29 세로 두 군 간의 유의한 차이가 없었다($Z = -0.119$, $p = .905$). 성별은 남성이 85명(55.9%), 여성 67명(44.1%)이었고 이탈 성공군과 이탈 실패군 간의 유의한 차이는 없었다($\chi^2 = 1.771$, $p = .183$). 대상자의 평균 BMI는 23.19 ± 4.44 이었고 이탈 성공군은 23.41 ± 4.36 , 이탈 실패군은 22.08 ± 4.77 으로 두 군 간의 유의한 차이가 없었다($t = 1.377$, $p = .171$). 흡연력이 있는 대상자가 76명(50%)이었으며 흡연력이 있는 경우 이탈 성공군은 63명(49.6%), 이탈 실패군은 13명(52.0%)으로 두 군간 유의한 차이는 없었다($\chi^2 = 0.048$, $p = .827$). 음주력이 있는 대상자가 103명(67.8%)이었으며 음주력이 있는 경우 이탈 성공군 86명(67.7%), 이탈 실패군 17명(68.0%)으로 두 군간 유의한 차이는 없었다($\chi^2 = 0.001$, $p = .978$).

중환자실 재실 기간은 평균 34.91 ± 22.63 일이었고 이탈 성공군은 31.85 ± 18.44 일, 이탈 실패군은 50.48 ± 33.68 일로 두 군간 유의한 차이가 있었다($Z = -3.001$, $p = .003$). 중환자실 기계 환기 적용 기간은 평균 33.14 ± 22.58 일이었으며 이탈 성공군은 30.08 ± 18.52 일, 이탈 실패군은 48.72 ± 33.24 일로 두 군간 유의한 차이가 있었다($Z = -3.108$, $p = .002$).

Table 1. Comparison of General Characteristics between Home Mechanical Ventilation Weaning Success Group and Failure Group (N=152)

Characteristics	Total	Success group	Failure group	X ² or t	p
		(n=127)	(n=25)		
n (%) or M±SD					
Age (yr)	58.99±10.47	59.02±10.35	58.84±11.29	-0.119	.905*
Sex					
Male	85 (55.9)	68 (53.5)	17 (68.0)	1.771	.183
Female	67 (44.1)	59 (46.5)	8 (32.0)		
BMI	23.19±4.44	23.41±4.36	22.08±4.77	1.377	.171
Smoking					
Yes	76 (50.0)	63 (49.6)	13 (52.0)	0.048	.827
No	76 (50.0)	64 (50.4)	12 (48.0)		
Alcohol					
Yes	103 (67.8)	86 (67.7)	17 (68.0)	0.001	.978
No	49 (32.2)	41 (32.3)	8 (32.0)		
ICU stay (day)	34.91±22.63	31.85±18.44	50.48±33.68	-3.001	.003*
Duration of Mechanical ventilation (day)	33.14±22.58	30.08±18.52	48.72±33.24	-3.108	.002*

*Mann-Whitney U test

BMI=body mass index; ICU=intensive care unit

2. 가정용 인공호흡기 이탈 성공군과 이탈 실패군의 수술전 특성에 대한 비교

대상자의 수술전 특성은 다음과 같다(Table 2). 기저 질환이 있는 경우는 141명(92.8%)이었고 이탈 성공군은 116명(91.3%), 이탈 실패군은 25명(100.0%)으로 두 군간 유의한 차이는 없었다($p=.213$). 기저질환 중 폐질환이 있던 경우는 총 45명(29.6%)이었고 이탈 성공군은 34명(26.8%), 이탈 실패군은 11명(44.0%)으로 두 군간 유의한 차이가 없었다($\chi^2=2.975, p=.085$).

간질환과 관련된 합병증이 있었던 대상자는 총 149명(98.0%)이었고 이탈 성공군이 124명(97.6%), 이탈 실패군이 25명(100.0%)로 두 군간 유의한 차이는 없었다($p=1.000$). 간성혼수가 있던 경우는 총 105명(69.1%)이었고 이탈 성공군이 83명(65.4%), 이탈 실패군은 22명(88.0%)으로 두 군간 유의한 차이가 있었다($\chi^2=5.015, p=.025$). 식도정맥류가 있었던 경우는 총 109명(71.7%)이었고 이탈 성공군이 92명(72.4%), 이탈 실패군이 17명(68.0%)으로 두 군간 유의한 차이는 없었다($\chi^2=0.203, p=.652$). 복수가 있던 경우는 총 133명(87.5%)이었고 이탈 성공군이 109명(85.8%), 이탈 실패군이 24명(96.0%)으로 두 군간 유의한 차이는 없었다($p=.203$).

MELD 점수는 전체 평균 27.38 ± 11.10 점이었으며 이탈 성공군은 27.28 ± 10.98 , 이탈 실패군은 27.88 ± 11.90 으로 두 군간 유의한 차이는 없었다($Z=-0.366, p=.715$). CTP 등급은 A 등급 8명(5.3%), B 등급 31명(20.4%), C 등급 113명(74.3%)이었다. 이탈 성공군에서 A 등급 8명(6.3%), B 등급 26명(20.5%), C 등급 93명(73.2%)이었고 이탈 실패군에서 A 등급 0명(0.0%), B 등급 5명(20.0%), C 등급 20명(80.0%)으로 CTP 등급에 따른 두 군간 유의한 차이는 없었다($\chi^2=1.706, p=.426$).

Table 2. Comparison of Preoperative Characteristics between Home Mechanical Ventilation Weaning Success Group and Failure Group (N=152)

Characteristics	Total	Success group	Failure group	X ² or t	p
		(n=127) n (%) or M±SD	(n=25)		
Comorbidity					
Yes	141 (92.8)	116 (91.3)	25 (100.0)	-	.213*
DM	48 (31.6)	38 (29.9)	10 (40.0)	0.982	.332
HTN	42 (27.6)	34 (26.8)	8 (32.0)	0.286	.593
Heart disease	61 (40.1)	48 (37.8)	13 (52.0)	1.754	.185
Lung disease	45 (29.6)	34 (26.8)	11 (44.0)	2.975	.085
Kidney disease	61 (40.1)	48 (37.8)	13 (52.0)	1.754	.185
No	11 (7.2)	11 (8.7)	0 (0.0)		
Complication of liver disease					
Yes	149 (98.0)	124 (97.6)	25 (100.0)	-	1.000*
HEP	105 (69.1)	83 (65.4)	22 (88.0)	5.015	.025
Varix	109 (71.7)	92 (72.4)	17 (68.0)	0.203	.652
Ascites	133 (87.5)	109 (85.8)	24 (96.0)	-	.203*
No	3 (2.0)	3 (2.4)	0 (0.0)		
MELD	27.38±11.10	27.28±10.98	27.88±11.90	-0.366	.715 [†]
CTP					
A	8 (5.3)	8 (6.3)	0 (0.0)	1.706	.426
B	31 (20.4)	26 (20.5)	5 (20.0)		
C	113 (74.3)	93 (73.2)	20 (80.0)		

*Fisher's exact test; [†]Mann-Whitney U test

CTP=Child Turcotte Pugh; DM=diabetes mellitus; HEP=hepatic encephalopathy;

HTN=hypertension; MELD=model for end-stage liver disease

3. 가정용 인공호흡기 이탈 성공군과 이탈 실패군의 수술후 특성에 대한 비교

대상자의 수술후 특성은 다음과 같다(Table 3). 수술 시간은 평균 669.27 ± 138.08 분이었고 이탈 성공군은 662.56 ± 134.30 분, 이탈 실패군은 703.36 ± 154.32 분으로 두 군간 유의한 차이는 없었다($t=-1.354$, $p=.178$). 생체 기증자로부터 기증 받은 대상자가 97 명(63.8%)이었고 이탈 성공군은 81 명(63.8%), 이탈 실패군은 16 명(64.0%)이었다. 뇌사자 기증자로부터 기증 받은 대상자가 55 명(36.2%)이었고 이탈 성공군은 46 명(36.2%), 이탈 실패군은 9 명(36.0%)으로 두 군간 유의한 차이는 없었다($\chi^2=0.000$, $p=.983$). 수술중 시행한 조직 검사 결과로 확인한 원인 질환이 HBV 또는 HCV ($\chi^2=0.016$, $p=.899$), 알코올($\chi^2=0.003$, $p=.953$), HBV 또는 HCV, 알코올을 제외한 나머지인 경우($\chi^2=0.227$, $p=.634$) 모두 두 군간 유의한 차이가 없었다.

재원 기간 동안 투석이나 신대체요법을 받은 대상자가 총 88 명(57.9%)이었고 받지 않은 대상자가 64 명(42.1%)였다. 투석을 받은 경우 이탈 성공군은 71 명(55.9%), 이탈 실패군은 17 명(68.0%)으로 두 군간 유의한 차이는 없었다($\chi^2=1.253$, $p=.263$). 거부 반응, 출혈, 혈관 합병증, 담도 합병증, 감염, 신경계 문제, 호흡기계 문제로 분류된 수술후 합병증이 발생한 대상자는 152 명(100.0%)이었다($p=1.000$). 수술후 합병증 발생 개수는 평균 2.97 ± 1.30 개였고 이탈 성공군 2.76 ± 1.21 개, 이탈 실패군 4.08 ± 1.15 개로 두 군간 유의한 차이가 있었다($Z=-4.578$, $p<.001$). 중환자실 재입실력이 있는 대상자는 총 40 명(26.3%)이었고 재입실 하지 않았던 대상자는 112 명(73.7%)이었다. 재입실력이 있는 대상자중 이탈 성공군 22 명(17.3%), 이탈 실패군 18 명(72.0%)으로 두 군간 유의한 차이가 있었다($\chi^2=32.205$, $p<.001$).

Table 3. Comparison of Postoperative Characteristics between Home Mechanical Ventilation Weaning Success Group and Failure Group (N=152)

Characteristics	Total	Success group	Failure group	X ² or t	p
		(n=127)	(n=25)		
n (%) or M±SD					
Operation time (min)	669.27±138.08	662.56±134.30	703.36±154.32	-1.354	.178
Donor					
Living	97 (63.8)	81 (63.8)	16 (64.0)	0.000	.983
Deceased	55 (36.2)	46 (36.2)	9 (36.0)		
Underlying liver disease					
HBV or HCV	41 (27.0)	34 (26.8)	7 (28.0)	0.016	.899
Alcohol	60 (39.5)	50 (39.4)	10 (40.0)	0.003	.953
Others	55 (36.2)	47 (37.0)	8 (32.0)	0.227	.634
Renal replacement					
Yes	88 (57.9)	71 (55.9)	17 (68.0)	1.253	.263
No	64 (42.1)	56 (44.1)	8 (32.0)		
Postoperative complication					
Yes	152 (100.0)	127 (100.0)	25 (100.0)	-	1.000
Number of complications	2.97±1.30	2.76±1.21	4.08±1.15	-4.578	<.001*
ICU readmission					
Yes	40 (26.3)	22 (17.3)	18 (72.0)	32.205	<.001
No	112 (73.7)	105 (82.7)	7 (28.0)		

*Mann-Whitney U test

HBV=hepatitis B virus; HCV=hepatitis C virus; ICU=intensive care unit

4. 가정용 인공호흡기 이탈 성공군과 실패군의 가정용 인공호흡기 관련 특성에 대한 비교

대상자의 가정용 인공호흡기 관련 특성은 다음과 같다(Table 4). 중환자실에 재입실하여 기계 환기를 재적용한 대상자가 37명(24.3%)이며 이탈 성공군이 19명(15.0%), 이탈 실패군이 18명(72.0%)으로 두 군간 유의한 차이가 있었다($\chi^2=36.901$, $p<.001$). 수술날짜에서 기관절개 시행일까지 기간이 평균 18.24 ± 23.28 일이었고 이탈 성공군이 17.78 ± 21.51 일, 이탈 실패군이 20.56 ± 31.19 일로 두 군의 유의한 차이는 없었다($Z=-0.182$, $p=.856$). 기관절개 시행일로부터 가정용 인공호흡기를 적용한 기간이 평균 14.82 ± 18.59 일이었고 이탈 성공군이 12.87 ± 15.97 일, 이탈 실패군이 24.72 ± 26.71 일로 두 군간 유의한 차이가 있었다($Z=-2.339$, $p=.019$). 가정용 인공호흡기 적용시 Pressure control 모드를 적용한 대상자가 87명(57.2%)이며 이탈 성공군이 71명(55.9%), 이탈 실패군은 16명(64.0%)으로 두 군간 유의한 차이는 없었다($\chi^2=0.559$, $p=.455$). 가정용 인공호흡기 적용시 산소 농도는 평균 $3.68\pm 1.71\text{L/min}$ 이었고 이탈 성공군은 $3.59\pm 1.41\text{L/min}$, 이탈 실패군은 $4.12\pm 2.78\text{L/min}$ 으로 두 군간 유의한 차이는 없었다($Z=-0.475$, $p=.635$).

가정용 인공호흡기 적용 기간 동안 T-piece 를 통한 자발 호흡 시도를 한 대상자는 139명(91.4%)이며, 시행하지 않은 대상자는 13명(8.6%)이었다. 시행한 대상자중 이탈 성공군은 125명(98.4%), 이탈 실패군은 14명(56.0%)이었고 시행하지 않은 대상자중 이탈 성공군은 2명(1.6%), 이탈 실패군은 11명(44.0%)으로 두 군간 유의한 차이가 있었다($p<.001$). 가정용 인공호흡기 첫 적용시 상지 근력은 평균 7.13 ± 2.69 점이었고 이탈 성공군은 7.39 ± 2.44 점, 이탈 실패군은 5.80 ± 3.50 점으로 두 군간 유의한 차이가 있었다($Z=-1.985$, $p=.047$). 하지 근력은 평균 6.61 ± 2.88 점으로 이탈 성공군은 7.00 ± 2.60 점, 이탈 실패군은 4.60 ± 3.42 점으로 두 군간 유의한 차이가 있었다($Z=-3.274$, $p=.001$). 가정용 인공호흡기 첫 적용시 의식 수준은 명료하지 않은 대상자가 122명(80.3%)이며 그렇지 않은 대상자중 이탈 성공군은 103명(81.1%), 이탈 실패군은 19명(76.0%)으로 두 군간 유의한 차이는 없었다($p=.585$). CAM-ICU 점수는 Positive 인 경우 99명(65.1%)이며 Positive 인 대상자중 이탈 성공군은 84명(66.1%), 이탈 실패

군은 15 명(60.0%)으로 두 군간 유의한 차이는 없었다($\chi^2=0.347$, $p=.556$). 가정용 인공호흡기 첫 적용시 GCS 점수는 전체 평균 9.13 ± 1.11 점이었고 이탈 성공군 9.19 ± 1.02 점, 이탈 실패군 8.80 ± 1.47 점으로 두 군간 유의한 차이는 없었다($Z=-1.161$, $p=.246$). 가정용 인공호흡기 적용 기간 동안 가장 마지막으로 평가된 재활 단계는 전체 평균 3.88 ± 1.70 점이었고 이탈 성공군은 4.17 ± 1.54 점, 이탈 실패군은 2.36 ± 1.71 점으로 두 군간 유의한 차이가 있었다($Z=-4.646$, $p<.001$). 가정용 인공호흡기 적용 기간 동안 가장 마지막으로 기록된 보행 가능 여부에서 보행이 불가능한 대상자가 59 명(38.8%)이며 이탈 성공군은 39 명(30.7%), 이탈 실패군은 20 명(80.0%)으로 두 군간 유의한 차이가 있었다($\chi^2=21.369$, $p<.001$).

가정용 인공호흡기 첫 적용시 나간 혈액 검사 결과에서 혈청 알부민 수치는 전체 평균 $3.62\pm 2.58\text{g/dL}$ 이었고 이탈 성공군은 $3.67\pm 2.82\text{g/dL}$, 이탈 실패군은 $3.36\pm 0.31\text{g/dL}$ 로 두 군간 유의한 차이는 없었다($Z=-1.229$, $p=.219$). 혈청 단백질($Z=-0.966$, $p=.334$), 헤모글로빈($t=-0.523$, $p=.602$)은 두 군간 유의한 차이가 없었으나 INR 수치는 전체 평균 1.17 ± 0.15 이었고 이탈 성공군은 1.15 ± 0.13 , 이탈 실패군은 1.27 ± 0.21 으로 두 군간 유의한 차이가 있었다($Z=-3.399$, $p=.001$). AST ($Z=-0.743$, $p=.457$), ALT ($Z=-0.992$, $p=.321$)는 두 군간 유의한 차이가 없었으나 총 빌리루빈 수치는 전체 평균 $5.29\pm 5.17\text{mg/dL}$ 이었고 이탈 성공군은 $4.84\pm 4.98\text{mg/dL}$, 이탈 실패군은 $7.58\pm 5.61\text{mg/dL}$ 로 두 군간 유의한 차이가 있었다($Z=-2.530$, $p=.011$). PaO_2 ($t=0.935$, $p=.351$), PaCO_2 ($t=-0.328$, $p=.744$)는 두 군간 유의한 차이가 없었다.

Table 4. Comparison of Home Mechanical Ventilation Characteristics between Home Mechanical Ventilation Weaning Success Group and Failure Group (N=152)

Characteristics	Total	Success group (n=127)	Failure group (n=25)	X ² or t	p
	n (%) or M±SD or Median(IQR)				
Reapplication of the ventilator after ICU readmission					
Yes	37 (24.3)	19 (15.0)	18 (72.0)	36.901	<.001
No	115 (75.7)	108 (85.0)	7 (28.0)		
Duration from operation to tracheostomy (day)	18.24±23.28	17.78±21.51	20.56±31.19	-0.182	.856*
Duration from tracheostomy to HMV initiation (day)	14.82±18.59	12.87±15.97	24.72±26.71	-2.339	.019*
Mode on HMV					
Pressure control	87 (57.2)	71 (55.9)	16 (64.0)	0.559	.455
Spontaneous timed	65 (42.8)	56 (44.1)	9 (36.0)		
O ₂ (L/min)	3.68±1.71	3.59±1.41	4.12±2.78	-0.475	.635*
T-piece trial					
Yes	139 (91.4)	125 (98.4)	14 (56.0)	-	<.001 [†]
No	13 (8.6)	2 (1.6)	11 (44.0)		
Muscle strength					
Upper	7.13±2.69	7.39±2.44	5.80±3.50	-1.985	.047*
Lower	6.61±2.88	7.00±2.60	4.60±3.42	-3.274	.001*
Mental state					
Alert	30 (19.7)	24 (18.9)	6 (24.0)	-	.585 [†]
Others	122 (80.3)	103 (81.1)	19 (76.0)		
CAM-ICU					
Negative	53 (34.9)	43 (33.9)	10 (40.0)	0.347	.556
Positive	99 (65.1)	84 (66.1)	15 (60.0)		
GCS	9.13±1.11	9.19±1.02	8.80±1.47	-1.161	.246*
Rehabilitation	3.88±1.70	4.17±1.54	2.36±1.71	-4.646	<.001*
Ambulation					
Yes	93 (61.2)	88 (69.3)	5 (20.0)	21.369	<.001
No	59 (38.8)	39 (30.7)	20 (80.0)		
Laboratory data					
Albumin (g/dL)	3.62±2.58	3.67±2.82	3.36±0.31	-1.229	.219*
Protein (g/dL)	5.73±4.22	5.82±4.61	5.28±0.46	-0.966	.334*
Hemoglobin (g/dl)	8.61±0.90	8.60±0.89	8.70±0.94	-0.523	.602
INR	1.17±0.15	1.15±0.13	1.27±0.21	-3.399	.001*

Table 4. (Continued)

Characteristics	Total	Success group	Failure group	χ^2 or t	P
		(n=127)	(n=25)		
n (%) or M±SD					
AST (IU/L)	52.78±36.46	51.82±35.42	57.64±37.06	-0.743	.457*
ALT (IU/L)	93.78±83.96	94.72±83.23	89.04±89.18	-0.992	.321*
Total bilirubin (mg/dL)	5.29±5.17	4.84±4.98	7.58±5.61	-2.530	.011*
PaO ₂ (mmHg)	157.79±31.28	158.85±30.53	152.44±35.01	0.935	.351
PaCO ₂ (mmHg)	32.79±5.82	32.72±5.54	33.14±7.20	-0.328	.744

* Mann-Whitney U test; †Fisher's exact test

ALT=alanine aminotransferase; AST=aspartate aminotransferase; CAM-ICU=the confusion assessment method for the intensive care unit; GCS=glasgow coma scale; HMV=home mechanical ventilation; ICU=intensive care unit; INR=international normalized ratio; PaCO₂=partial pressure of arterial carbon dioxide; PaO₂=partial pressure arterial oxygen

5. 가정용 인공호흡기 이탈 실패의 위험요인에 대한 단변량 분석

가정용 인공호흡기 이탈 실패 위험요인을 파악하기 위해 단변량 로지스틱 회귀분석을 통해 유의 수준 0.1을 기준으로 각각의 특성에 따른 위험요인을 분석하였다. 독립변수 중 중환자실 재실 기간은 중환자실 기계 환기 적용 기간과 중복된 결과값을 나타내어 제외하였고 중환자실 재입실 여부도 중환자실 재입실 후 기계 환기 적용 여부와 중복되는 결과값을 확인하여 제외하였다. 유의한 위험요인은 다음과 같다(Table 5).

일반적 특성에서 가정용 인공호흡기 이탈 실패 위험요인으로 중환자실 기계 환기 적용 기간(odds ratio [OR]=1.230, 95% confidence interval [CI]=1.091-1.388)이 통계적으로 유의하였다. 수술전 요인으로는 기저 질환으로 폐질환이 있었던 경우(OR=2.149, 95% CI=0.890-5.192), 간성혼수 증상이 있었던 경우(OR=3.888, 95% CI=1.102-13.711)가 통계적으로 유의하였다. 수술후 요인으로는 수술후 합병증의 개수(OR=2.382, 95% CI=1.588-3.573)가 유의하게 관련이 있는 것으로 분석되었다.

가정용 인공호흡기 관련 요인으로는 중환자실에 재입실 후 기계 환기를 적용한 경우(OR=14.617, 95% CI=5.377-39.731), 기관절개 시행일부터 가정용 인공호흡기 첫 적용일까지 걸린 기간(OR=1.027, 95% CI=1.007-1.048), T-piece를 통한 자발 호흡 시도 여부(OR=49.107, 95% CI=9.868-244.376), 상지 근력(OR=0.818, 95% CI=0.703-0.951), 하지 근력(OR=0.754, 95% CI=0.646-0.880), 재활 단계(OR=0.474, 95% CI=0.337-0.666), 보행 가능 여부(OR=9.026, 95% CI=3.158-25.792)가 통계적으로 유의하게 관련이 있었다. 혈액 검사 결과중에서는 INR(OR=1.544, 95% CI=1.175-2.028), 총 빌리루빈(OR=1.092, 95% CI=1.014-1.175)이 통계적으로 유의하게 분석되었다.

Table 5. Univariate Analysis of Risk Factors for Affecting Failure to Wean from Home Mechanical Ventilation in Recipients (N=152)

Variables	OR	95% CI	<i>p</i>
Every 7 days of mechanical ventilation (day)	1.230	1.091-1.388	.001
Preoperative factors			
Lung disease	2.149	0.890-5.192	.089
HEP	3.888	1.102-13.711	.035
Postoperative factor			
Number of complications	2.382	1.588-3.573	<.001
Home mechanical ventilation related factors			
Reapplication of the ventilator after ICU readmission	14.617	5.377-39.731	<.001
Duration from tracheostomy to HMV initiation (day)	1.027	1.007-1.048	.007
T-piece trial (No)	49.107	9.868-244.376	<.001
Muscle strength of upper extremity	0.818	0.703-0.951	.009
Muscle strength of lower extremity	0.754	0.646-0.880	<.001
Rehabilitation	0.474	0.337-0.666	<.001
Ambulation	9.026	3.158-25.792	<.001
INR	1.544	1.175-2.028	.002
Total bilirubin (mg/dL)	1.092	1.014-1.175	.019

ICU=Intensive care unit; HEP=Hepatic encephalopathy; ICU=Intensive care unit; HMV=Home mechanical ventilation; INR=International normalized ratio

6. 가정용 인공호흡기 이탈 실패의 위험요인에 대한 다변량 분석

본 연구의 단변량 분석 결과 유의수준 0.1 을 기준으로 통계적으로 유의한 독립변수를 투입하여 다변량 분석을 시행하였고 결과는 다음과 같다(Table 6). 후진 Likelihood Ratio (LR) 방법으로 시행하였고 모형계수 $p < .001$ 로 통계적으로 유의하였다. 설명력은 Nagelkerke 결정계수에 의해 59%로 나타났고 Hosmer-Lemeshow 검정 결과 모형은 적합한 것을 확인하였다($\chi^2=4.053$, $p < .001$).

최종 분석 결과 가정용 인공호흡기 이탈 실패의 위험요인으로 중환자실 재입실 후 기계 환기를 적용 여부(OR=6.838, 95% CI=1.932-24.198, $p = .003$), T-piece를 통한 자발 호흡 시도 여부(OR=44.711, 95% CI=5.598-357.104, $p < .001$), 하지 근력(OR=0.785, 95% CI=0.635-0.971, $p = .026$)이 통계적으로 유의하게 분석되었다.

Table 6. Multivariate Analysis of Risk Factors for Affecting Failure to Wean from Home Mechanical Ventilation in Recipients (N=152)

Variables	OR	95% CI	<i>p</i>
Postoperative factors			
Number of complications	1.673	0.993-2.818	.053
Home mechanical ventilation related factors			
Reapplication of the ventilator after ICU readmission (day)	6.838	1.932-24.198	.003
T-piece trial (No)	44.711	5.598-357.104	<.001
Muscle strength of lower extremity	0.785	0.635-0.971	.026

ICU=Intensive care unit

V. 논의

본 연구는 간이식 수술후 병동에서 가정용 인공호흡기를 적용한 대상자의 이탈 실패 위험요인을 분석하기 위해 시행되었다. 후향적 조사연구로서 분석한 결과를 중심으로 논의하고자 한다.

중환자실 입실 대상자에 대해 분석한 연구에서 가정용 인공호흡기 이탈 실패율은 54.0%로 보고하였고(Lee et al., 2020) 본 연구에서 이탈 실패율은 16.5%로 나타났다. 본 연구는 간이식 수혜자만을 대상으로 하였으므로 선행 연구와 비교하기 어려우므로 간이식 수혜자를 대상으로 하는 지속적인 연구가 필요하다. 로지스틱 회귀분석을 통하여 분석된 가정용 인공호흡기 이탈 실패의 위험요인은 가정용 인공호흡기 첫 적용시에 평가된 하지 근력, T-piece를 통한 자발 호흡 시도 여부, 중환자실 재입실 후 기계 환기 적용 여부였다.

본 연구에서 가정용 인공호흡기 적용 시점의 하지 근력의 저하가 가정용 인공호흡기 이탈 실패의 위험요인으로 분석되었다. 간이식 후에는 근육량 감소가 나타나 근감소증이 발생할 수 있고(Brown et al., 2023) 간이식 수술전 측정된 근육량은 중환자실 재실 기간, 총 입원 기간, 기관내삽관 일수에 영향을 줄 만큼 중요하다(DiMartini et al., 2013). 근감소증은 단일 근육이나 신체에 국한되지 않는 전신 질환으로 근육량, 신체적 기능, 근력 측정을 통해 종합적으로 진단하며(Leunis et al., 2023) 한 부위의 근력은 다른 부위의 근력과 밀접한 연관이 있다고 판단한다(Pahor et al., 2009). 이탈을 위해서는 호흡근이 호흡기계에 주어진 일을 감당할 수 있을 정도의 기능을 수행할 수 있어야 하며 호흡근의 약화는 이탈 지연을 유발하는 요인으로 근육 자체의 질환 때문인 경우도 있고 기저 질환, 수면의 질, 영양 상태가 영향을 미친다(Leem, 2010; Zein et al., 2016). 선행 연구에서 사지 근육 약화는 호흡근과도 연관이 있으며 발관 실패와 독립적인 연관성이 있다고 분석하여(Jeong et al., 2018) 이는 본 연구결과와 유사하였다. 따라서 하지 근육의 약화는 호흡근과도 연관이 있고 가정용 인공호흡기의 이탈 실패와 관련이 있을 것으로 판단된다. 그러나 본 연구에서 호흡근 약화 유발 요인으로 수면의 질에 대해 분석하지 못하였으므로 이와 가정용 인공호흡기 이탈 실패와의 관계를 분석하는 후속 연구가 필요하다.

본 연구에서 T-piece를 통한 자발 호흡 시도를 못한 경우가 가정용 인공호흡

기 이탈 실패의 위험요인으로 분석되었다. 기계 환기 이탈 과정에서 T-piece를 통한 자발 호흡 시도가 이루어지고 있으며 이는 호흡근의 힘과 지구력을 증강시켜 호흡일을 스스로 할 수 있도록 하는 훈련이고(Zein et al., 2016) 기계 환기 적용 중의 간헐적 자발 호흡 시도를 통해 횡격막의 위축을 예방하여 환기 능력을 유지하는데 도움이 된다(Gayan-Ramirez et al., 2005). 이러한 이탈 과정을 시작하기 위해서는 호흡부전을 유발한 원인 질환이 치료되어야 하며 다음의 상황들을 전체적으로 평가하여 이탈 가능성을 예측한 뒤 시도한다. 이탈 가능성에 대한 종합적인 평가로 적절한 기침을 할 수 있는지, 기관지 분비물의 정도, 질병의 급성기로부터 호전 상태인지, 의식상태, 심혈관 상태, 산소포화도, 동맥혈 가스 분석 검사 결과, 폐기능 상태 등을 확인한다. 이와 더불어 다양한 임상 상황을 고려하여 이탈 계획을 세우며 이탈 과정에서 호흡근이 허탈 상태에 빠지게 되면 근육의 구조적 손상을 초래할 수도 있고 회복하기까지 오랜 시간 기계 환기를 재적용해야 한다. 따라서 환자의 상태에 비해 빠른 이탈 시도는 오히려 환자의 상태를 악화시킬 수 있으므로 어려운 경우는 시행하지 않으며 이탈 실패의 원인은 환기 능력과 관련된 요인 뿐만 아니라 정신적 요인, 심장 기능 이상 등에도 있을 수 있다(Leem, 2010). 기계 환기는 횡격막의 기능 약화를 유발하며 이는 인공호흡기 의존도를 증가시켜 이탈 실패에 유의한 영향을 미치므로(Dres et al., 2017) T-piece를 통한 자발 호흡이 이루어지지 않는 경우 횡격막의 약화로 인해 가정용 인공호흡기 이탈 실패에 영향을 미치는 것으로 판단된다. 그러나 본 연구에서 T-piece를 통한 자발 호흡 시도를 시행하지 못한 사유를 조사하지 못하였으므로 추가적인 연구를 통해 가정용 인공호흡기 이탈과의 연관성을 분석해야 한다고 판단한다. 중환자실 기계 환기 이탈 과정에서 T-piece를 통한 자발 호흡 시도는 전통적으로 시행된 방법으로 호흡근 훈련 측면에서 효과적이라는 것이 기존의 연구들에 의해 검증되었다(Thille et al., 2022). 따라서 가정용 인공호흡기 이탈 과정에서 T-piece를 통한 자발 호흡 시도의 효과를 검증할 수 있는 중재 연구가 필요하다고 사료된다.

본 연구에서 중환자실 재입실 후 기계 환기를 적용한 경우 가정용 인공호흡기 이탈 실패의 위험요인으로 나타났다. 본 연구기관에서 간이식 수혜자는 수술 직후 중환자실에서 기계 환기를 시행하며 이후 혈액학적 상태가 안정되는 시기에 이탈을 시도한다. 장기간 기계 환기가 요구되는 환자는 기관절개를 시행하고 의

료진의 판단에 따라 가정용 인공호흡기를 적용하여 병동으로 이동하며 이후 환자 상태 악화 정도에 따라 필요한 경우 중환자실에 재입실하여 기계 환기를 다시 적용할 수 있다(Stock & Payne, 1990). 선행 연구에서 중환자실에 입실한 전체 대상자중 9.6%가 중환자실에 재입실 했고 사유는 호흡부전인 경우가 87.9%로 가장 많은 비중을 차지했다(Jo et al., 2015). 중환자실에 재입실한 대상자는 그렇지 않은 대상자에 비해 병원에서 사망할 확률이 11배 이상 높고 재원 기간은 2배 정도 긴 것으로 나타났다(Rosenberg et al., 2001). 선행연구에서 중환자실 획득 위약(ICU acquired weakness)이 호흡근에 영향을 미쳐 발관 실패와 독립적인 연관성이 있다고 분석하였다(Thille et al., 2020). 따라서 중환자실에 재입실 하는 경우의 대부분은 호흡부전과 관련되어 있고 중환자실 획득 위약 및 장기간의 기계 환기는 호흡근의 위축을 유발하여 가정용 인공호흡기 이탈 실패와 관련이 있을 것으로 판단된다. 그러나 본 연구에서는 중환자실 재입실 후 기계 환기를 적용한 사유를 조사하지 못하였으므로 간이식 수혜자의 중환자실 재입실 및 기계 환기 적용 사유와 이탈 실패와의 연관성을 확인하는 후속 연구가 필요할 것으로 생각된다.

본 연구에서 다음의 요인들은 가정용 인공호흡기 이탈 실패의 위험요인으로 나타나지는 않았지만 이탈 실패군과 이탈 성공군에서 유의한 차이가 있었다. 중환자실 기계 환기 적용 기간, 수술전 간성혼수 여부, 수술후 발생한 합병증의 개수, 기관절개 시행일로부터 가정용 인공호흡기 첫 적용까지의 기간, 가정용 인공호흡기 첫 적용시 측정된 상지 근력, 이탈 직전의 재활 단계 및 보행 가능 여부, 가정용 인공호흡기 첫 적용시 채혈한 INR, 총 빌리루빈 검사 결과이다.

중환자실 기계 환기 적용 기간은 가정용 인공호흡기 이탈 성공군보다 이탈 실패군이 더 긴 것으로 나타났으나 가정용 인공호흡기 이탈 실패와 유의한 관련은 없었다. 간이식 대상자의 중환자실 기계 환기 적용 기간은 이식 간을 포함한 여러 장기들의 기능을 유지하고 회복시키는 것이 목적이므로(Kim et al., 2019) 환자의 다양한 임상적 상태와 연관성이 있어 유의하지 않은 것으로 판단된다. 수술전 간성혼수도 가정용 인공호흡기 이탈 성공군보다 이탈 실패군에서 더 많은 것으로 차이가 있었지만 가정용 인공호흡기 이탈에 유의하게 영향을 미치지 않았다. 간이식 수술후 중환자실 기계 환기를 48시간 이상 시행한 경우를 간이식 수술후 호흡부전으로 정의한 선행 연구(Avolio et al., 2019)에서 수술전 간성혼

수는 수술후 호흡부전에 유의한 영향을 미치지 않는 것으로 나타나 본 연구의 결과와 유사하였다. 그러나 수술전 시행한 폐기능검사 결과상 제한성 환기 장애가 나온 경우가 수술후 호흡부전과 유의하게 관련이 있었으나(Avolio et al., 2019) 본 연구에서는 수술전 폐기능검사를 시행하지 못하여 의무기록으로 확인이 불가능한 대상자가 33명(27.7%)으로 분석이 불가능하여 수술전 폐기능 검사는 변수에서 제외하였다. 수술전 폐기능검사를 시행하지 못한 대상자는 수술전 간성혼수로 의식 상태가 명료하지 않거나 혈액학적 불안정 상태, 기관내삽관 상태로 검사 진행 자체가 불가능한 상황이었을 것으로 추측된다.

본 연구에서 수술후 합병증의 개수가 이탈 성공군에 비해 이탈 실패군에서 유의하게 많았으나 가정용 인공호흡기 이탈에 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 간이식 수술후 발생한 합병증은 신속하게 진단하고 치료하기 때문에(Kim et al., 2019) 가정용 인공호흡기 이탈 실패에는 영향을 미치지 않는 것으로 판단된다. 기관절개 시행일로부터 가정용 인공호흡기 첫 적용까지 기간은 이탈 실패군이 이탈 성공군에 비해 유의하게 길었지만 가정용 인공호흡기 이탈 실패에 영향을 주지는 않았다. 본 연구기관에서 기관절개 이후 출혈 등의 합병증이 없으며 안정적인 경우 가정용 인공호흡기를 적용하고 있으며 의무 기록으로는 확인이 어렵지만 병원에 사용 가능한 가정용 인공호흡기가 없는 경우 대기해야 하는 상황이 영향을 미쳤을 것이라고 생각한다.

가정용 인공호흡기 첫 적용 시점의 하지 근력은 가정용 인공호흡기 이탈 실패의 위험요인으로 분석되었으나 상지 근력은 관련이 없는 것으로 분석되었다. 선행 연구에서 노인을 대상으로 하지 근력이 높을수록 보행 능력이 증가함을 분석했고 보행 능력의 향상을 위하여 근력 운동 프로그램을 시행하는 것을 제안하였다(Chung, 2011). 하지 근력은 보행과 직접적인 관련이 있어 상지 근력과 다르게 분석된 것으로 추측되며 이를 검증할 추가 연구가 필요하다. 가정용 인공호흡기 이탈 직전의 재활 단계 및 보행 가능 여부는 이탈 성공군과 이탈 실패군이 유의한 차이를 보였으나 가정용 인공호흡기 이탈 실패에는 영향을 미치지 않았다. 재활 단계, 보행 가능 여부만으로는 호흡근의 상태를 평가할 수 없기 때문에 가정용 인공호흡기 이탈 실패와는 관련이 없는 것으로 판단한다.

가정용 인공호흡기 첫 적용 시점에 채혈한 INR, 총 빌리루빈 검사 결과는 이탈 성공군과 이탈 실패군에서 유의한 차이가 있었으나 가정용 인공호흡기 이탈

실패에는 영향을 미치지 않았다. INR, 총 빌리루빈은 만성 간질환의 중증도를 평가하는 MELD 점수에 반영되는 검사 수치로 이탈 실패군에서 이탈 성공군에 비해 INR, 총 빌리루빈이 유의하게 높다는 것은 이식 후 간의 상태를 반영하는 결과이다(Lee, 2005). 그러나 두가지 검사 결과만으로는 간 기능을 구체적으로 파악할 수 없고 가정용 인공호흡기 이탈과의 관련성을 확인할 수 없어 가정용 인공호흡기 이탈의 실패와는 관련이 없는 것으로 판단한다.

본 연구에는 다음과 같은 제한점이 있다. 단일 기관 연구이므로 대상자의 수가 한정되어 있기 때문에 연구 결과를 일반화하기에 한계가 있다. 또한 후향적 연구로서 의무 기록으로 남아있지 않은 요인들은 조사할 수 없었다.

하지만 본 연구는 간이식 수술후 병동에서 적용중인 가정용 인공호흡기의 이탈 실패의 위험요인을 조사하였고 국내에서는 많이 시도되지 않은 연구로서 가정용 인공호흡기의 성공적인 이탈을 위한 근거 자료로 사용될 수 있다는 점에서 의의가 있다. 본 연구를 바탕으로 가정용 인공호흡기의 이탈에 대한 확대된 연구가 활발히 진행되어 가정용 인공호흡기 이탈 기준을 마련하는데 기여할 수 있을 것으로 기대한다.

VI. 결론 및 제언

1. 결론

본 연구는 간이식 수술후 병동에서 가정용 인공호흡기를 적용한 대상자의 이탈 실패 위험요인을 파악하기 위하여 시행되었다.

최종 결과 간이식 수술후 병동에서 적용한 가정용 인공호흡기 이탈 실패의 위험요인으로 중환자실 재입실 후 기계 환기 적용 여부, T-piece를 통한 자발 호흡 시도 여부, 가정용 인공호흡기 첫 적용시에 평가된 하지 근력이 분석되었다. 병동에서 사용되는 가정용 인공호흡기에 대한 연구는 국내에서 시행된 바가 많지 않으며 특히 이탈과 관련된 연구 자료는 거의 없는 실정이다. 본 연구 결과는 가정용 인공호흡기의 성공적인 이탈을 위한 근거 자료로 사용될 수 있다는 점에서 의의가 있으며 이후 많은 관련 연구가 촉진되길 기대한다.

2. 제언

본 연구의 결과를 바탕으로 다음과 같이 제언하고자 한다.

첫째, 본 연구는 단일 기관을 대상으로 한 연구로 대상자의 수가 한정되어 있기 때문에 연구 표본을 확대할 수 있는 다기관 연구를 제언한다.

둘째, 가정용 인공호흡기 이탈 과정에서 T-piece를 통한 자발 호흡 시도의 효과를 검증하기 위한 중재 연구가 필요하다고 사료된다.

참고문헌

- Avolio, A. W., Gaspari, R., Teofili, L., Bianco, G., Spinazzola, G., Soave, P. M., et al. (2019). Postoperative respiratory failure in liver transplantation: risk factors and effect on prognosis. *Public Library of Science One*, *14*(2), e0211678.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0211678>
- Bouillanne, O., Morineau, G., Dupont, C., Coulombel, I., Vincent, J. P., Nicolis, I., et al. (2005). Geriatric nutritional risk index: a new index for evaluating at-risk elderly medical patients. *The American Journal of Clinical Nutrition*, *82*(4), 777-783.
<https://doi.org/10.1093/ajcn/82.4.777>
- Bronster, D. J., Emre, S., Boccagni, P., Sheiner, P. A., Schwartz, M. E., & Miller, C. M. (2000). Central nervous system complications in liver transplant recipients - incidence, timing, and long-term follow-up. *Clinical Transplantation*, *14*(1), 1-7.
<https://doi.org/10.1034/j.1399-0012.2000.140101.x>
- Brown, S., Richardson, B., Bouquet, E., Reid, E., Mercer, E., Goncalves, M., et al. (2023). Cirrhosis-related sarcopenia may not resolve after liver transplantation. *The Journal of Hepatology*, *5*(11), 100881.
<https://doi.org/10.1016/j.jhepr.2023.100881>
- Chae, M. S., Kim, J. W., Jung, J. Y., Choi, H. J., Chung, H. S., Park, C. et al. (2019). Analysis of pre- and intraoperative clinical for successful operating room extubation after living donor liver transplantation: a retrospective observational cohort study. *Biomed Central Anesthesiology*, *19*(1), 112.
<https://doi.org/10.1186/s12871-019-0781-z>
- Chung, J. S. (2011). Effect of leg strength on flexibility, balance and gait characteristics in elderly women. *The Korean Journal of Growth and Development*. *19*(3), 233-239.

- Devarbhavi, H., Asrani, S. K., Arab, J. P., Nartey, Y. A., Pose, E., & Kamath, P. S. (2023). Global burden of liver disease: 2023 update. *Journal of Hepatology*, *79*(2), 516-537.
<https://doi.org/10.1016/j.jhep.2023.03.017>
- DiMartini, A., Cruz, R. J., Jr, Dew, M. A., Myaskovsky, L., Goodpaster, B., Fox, K., et al. (2013). Muscle mass predicts outcomes following liver transplantation. *Liver Transplantation*, *19*(11), 1172-1180.
<https://doi.org/10.1002/lt.23724>
- Dres, M., Goligher, E. C., Heunks, L. M. A., & Brochard, L. J. (2017). Critical illness-associated diaphragm weakness. *Intensive Care Medicine*, *43*(10), 1441-1452.
<https://doi.org/10.1007/s00134-017-4928-4>
- Esteban, A., Anzueto, A., Alía, I., Gordo, F., Apezteguía, C., Pálizas, F., et al. (2000). How is mechanical ventilation employed in the intensive care unit? An international utilization review. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, *161*(5), 1450-1458.
<https://doi.org/10.1164/ajrccm.161.5.9902018>
- Feltracco, P., Carollo, C., Barbieri, S., Pettenuzzo, T., & Ori, C. (2013). Early respiratory complications after liver transplantation. *World Journal of Gastroenterology*, *19*(48), 9271-9281.
<https://doi.org/10.3748/wjg.v19.i48.9271>
- Gayán-Ramirez, G., Testelmans, D., Maes, K., Rácz, G. Z., Cadot, P., Zádor, E., et al. (2005). Intermittent spontaneous breathing protects the rat diaphragm from mechanical ventilation effects. *Critical Care Medicine*, *33*(12), 2804-2809. <https://doi.org/10.1097/01.ccm.0000191250.32988.a3>
- Glanemann, M., Langrehr, J., Kaisers, U., Schenk, R., Müller, A., Stange, B., et al. (2001). Postoperative tracheal extubation after orthotopic liver transplantation. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, *45*(3), 333-339. <https://doi.org/10.1034/j.1399-6576.2001.045003333.x>

- Huttmann, S. E., Storre, J. H., & Windisch, W. (2015). Home mechanical ventilation: Invasive and noninvasive ventilation therapy for chronic respiratory failure. *Der Anaesthetist*, *64*(6), 479-487.
<https://doi.org/10.1007/s00101-015-0049-z>
- Huttmann, S. E., Magnet, F. S., Karagiannidis, C., Storre, J. H., & Windisch, W. (2018). Quality of life and life satisfaction are severely impaired in patients with long-term invasive ventilation following ICU treatment and unsuccessful weaning. *Annals of Intensive Care*, *8*(1), 38. <https://doi.org/10.1186/s13613-018-0384-8>
- Ibrahim, D. G. M., Zaki, G. F., Aboseif, E. M. K., Elfawy, D. M. A., & Abdou, A. M. H. (2022). Predictors of success of immediate tracheal extubation in living donor liver transplantation recipients. *Brazilian Journal of Anesthesiology*, *72*(2), 274-279.
<https://doi.org/10.1016/j.bjane.2021.04.006>
- Jeong, B. H., Nam, J., Ko, M. G., Chung, C. R., Suh, G. Y., & Jeon, K. (2018). Impact of limb weakness on extubation failure after planned extubation in medical patients. *Respirology*, *23*(9), 842-850
<https://doi.org/10.1111/resp.13305>
- Jo, Y. S., Lee, Y. J., Park, J. S., Yoon, H. I., Lee, J. H., Lee, C. T., et al. (2015). Readmission to medical intensive care units: risk factors and prediction. *Yonsei Medical Journal*, *56*(2), 543-549.
<http://doi.org/10.3349/ymj.2015.56.2.543>
- Kang, S. W. (2011). *Operation of a central control system for pulmonary rehabilitation in patients with rare and incurable diseases*. Seoul: Korea Centers for Disease Control and Prevention.
- Kim, H. I., Cho, J. H., Park, S. Y., Lee, Y. S., Chang, Y., Choi, W. I., et al. (2019). Home mechanical ventilation use in South Korea based on national health insurance service data. *Respiratory Care*, *64*(5), 528-535. <https://doi.org/10.4187/respcare.06310>

- Kim, S. H., Seo, K. S., Lee, G. W., & Jang, J. Y. (2019). *Hepatobiliary pancreatic surgery*(4th ed.). Seoul: Uihak Publisher.
- Kim, W. Y., & Baek, M. S. (2021). Long-term mortality in critically ill tracheostomized patients based on home mechanical ventilation at discharge. *Journal of Personalized Medicine*, *11*(12), 1257.
<https://doi.org/10.3390/jpm11121257>
- King, A. C. (2012). Long-term home mechanical ventilation in the United States. *Respiratory Care*, *57*(6), 921-932.
<https://doi.org/10.4187/respcare.01741>
- Knebel, A., Shekleton, M. E., Burns, S., Clochesy, J. M., & Hanneman, S. K. (1998). Weaning from mechanical ventilatory support: refinement of a model. *American Journal of Critical Care*, *7*(2), 149.
- Korean Society of Critical Care Medicine. *2010 Guidelines for weaning and discontinuing ventilatory support*. Retrieved October 31, 2023 from <https://www.kscm.org/html/?pmode=BBBS0006700004&page=1&smode=view&seq=2465&searchValue=&searchTitle=strTitle>
- Kumar, S. S., Mashour, G. A., & Picton, P. (2018). Neurologic considerations and complications related to liver transplantation. *Anesthesiology*, *128*(5), 1008-1014. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000002148>
- Lee, J. M., Lee, S. M., Song, J. H., & Kim, Y. S. (2020). Clinical outcomes of difficult-to-wean patients with ventilator dependency at intensive care unit discharge. *Acute and Critical Care*, *35*(3), 156-163.
<https://doi.org/10.4266/acc.2020.00199>
- Lee, S. G. (2005). Current status of liver transplantation in Korea. *Journal of Korean Gastroenterology*, *46*(2), 75-83.
- Leem, C. M. (2010). Weaning of mechanical ventilation. *Journal of Neurocritical Care*, *3*(2), 79-83.
- Leunis, S., Vandecruys, M., Van Craenenbroeck, A. H., Cornelissen, V., Bogaerts, S., De Smet, S., et al. (2023). Sarcopenia in end-stage liver disease and after liver transplantation. *Acta Gastro-*

- Enterologica Belgica*, 86(2), 323-334.
<https://doi.org/10.51821/86.2.11412>
- Lloyd-Owen, S. J., Donaldson, G. C., Ambrosino, N., Escarabill, J., Farre, R., Fauroux, B., et al. (2005). Patterns of home mechanical ventilation use in Europe: results from the eurovent survey. *The European Respiratory Journal*, 25(6), 1025-1031.
<https://doi.org/10.1183/09031936.05.00066704>
- MacIntyre, N. R., Cook, D. J., Ely, E. W., Jr, Epstein, S. K., Fink, J. B., Heffner, J. E., et al. (2001). Evidence-based guidelines for weaning and discontinuing ventilatory support: a collective task force facilitated by the American college of chest physicians; the American association for respiratory care; and the American college of critical care medicine. *Chest*, 120(6 Suppl), 375S-95S.
https://doi.org/10.1378/chest.120.6_suppl.375s
- Mandell, M. S., Lezotte, D., Kam, I., & Zamudio, S. (2002). Reduced use of intensive care after liver transplantation: influence of early extubation. *Liver Transplantation*, 8(8), 676-681.
<https://doi.org/10.1053/jlts.2002.34379>
- Miller, S. M., Jean, R. A., Chiu, A. S., Oliveira, K., & Yoo, P. S. (2020). Earlier is better: evaluating the timing of tracheostomy after liver transplantation. *Respiratory Care*, 65(12), 1883-1888.
<https://doi.org/10.4187/respcare.07519>
- Moreno, R., & Berenguer, M. (2006). Post-liver transplantation medical complications. *Annals of Hepatology*, 5(2), 77-85.
- Muir, J. F. (1993). Pulmonary rehabilitation in chronic respiratory insufficiency. 5. home mechanical ventilation. *Thorax*, 48(12), 1264-1273. <https://doi.org/10.1136/thx.48.12.1264>
- Pahor, M., Manini, T., & Cesari, M. (2009). Sarcopenia: clinical evaluation, biological markers and other evaluation tools. *The Journal of Nutrition, Health & Aging*, 13(8), 724-728.

<https://doi.org/10.1007/s12603-009-0204-9>

- Povitz, M., Rose, L., Shariff, S. Z., Leonard, S., Welk, B., Jenkyn, K. B., et al. (2018). Home mechanical ventilation: A 12-year population-based retrospective cohort study. *Respiratory Care*, *63*(4), 380-387. <https://doi.org/10.4187/respcare.05689>
- Rosenberg, A. L., Hofer, T. P., Hayward, R. A., Strachan, C., & Watts, C. M. (2001). Who bounces back? physiologic and other predictors of intensive care unit readmission. *Critical Care Medicine*, *29*(3), 511-518. <https://doi.org/10.1097/00003246-200103000-00008>
- Scheinhorn, D. J., Chao, D. C., Stearn-Hassenpflug, M., LaBree, L. D., & Heltsley, D. J. (1997). Post-ICU mechanical ventilation: treatment of 1,123 patients at a regional weaning center. *Chest*, *111*(6), 1654-1659. <https://doi.org/10.1378/chest.111.6.1654>
- Serper, M., Jones, L. S., Clement, T., Reddy, R. K., & Reese, P. P. (2024). A randomized, controlled, prehabilitation intervention to maximize early recovery (PRIMER) in liver transplantation. *Liver Transplantation*, *30*(1), 10-19. <https://doi.org/10.1097/LVT.0000000000000198>
- Shin, B. S., Kim, G. S., Gwak, M. S., Kim, C. S., & Kwon, M. A. (2003). Does the venovenous bypass influence coagulation status in living-related liver transplantation? *Korean Journal of Anesthesiology*, *44*(4), 513-520.
- Shin, H. I. (2009). *Survey of ventilator support in patients with rare and incurable disease*. Seoul: Korea Centers for Disease Control and Prevention.
- Son, J. H., Moon, M. H., Cho, M. K., Yun, R. Y., Huh, S. C., Min, J. H., et al. (2020). Survey on the care burden and quality of life in family caregivers of patients using home mechanical ventilator in Yeongnam region, Korea. *The Journal of Korean Society of Community based Occupational Therapy*, *10*(1), 39-49.

<https://doi.org/10.18598/kcbot.2020.10.1.04>

Stock, P. G., & Payne, W. D. (1990). Liver transplantation. *Critical Care Clinics*, 6(4), 911-926.

The National Institute of Organ, Tissue and Blood Management. *Annual report of the transplant*. Retrieved October 31, 2023 from https://www.konos.go.kr/board/boardListPage.do?page=sub4_2_1&boardId=30

The National Institute of Organ, Tissue and Blood Management. *2010 Konos Annual report*. Retrieved October 31, 2023 from <https://www.konos.go.kr/board/boardListPage.do>

Thille, A. W., Boissier, F., Muller, M., Levrat, A., Bourdin, G., Rosselli, S., et al. (2020). Role of ICU-acquired weakness on extubation outcome among patients at high risk of reintubation. *Critical Care*, 24(1), 86. <https://doi.org/10.1186/s13054-020-2807-9>

Thille, A. W., Gacouin, A., Coudroy, R., Ehrmann, S., Quenot, J. P., Nay, M. A., et al. (2022). Spontaneous breathing trials with pressure-support ventilation or a T-piece. *The New England Journal of Medicine*, 387(20), 1843-1854. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa2209041>

Vincent, J. L., Rello, J., Marshall, J., Silva, E., Anzueto, A., Martin, C. D., et al. (2009). International study of the prevalence and outcomes of infection in intensive care units. *The Journal of American Medical Association*, 302(21), 2323-2329. <https://doi.org/10.1001/jama.2009.1754>

Wiesner, R., Edwards, E., Freeman, R., Harper, A., Kim, R., Kamath, P., et al. (2003). Model for end-stage liver disease (MELD) and allocation of donor livers. *Gastroenterology*, 124(1), 91-96. <https://doi.org/10.1053/gast.2003.50016>

Yuan, H., Tuttle-Newhall, J. E., Chawa, V., Schnitzler, M. A., Xiao, H., Axelrod, D., et al. (2014). Prognostic impact of mechanical ventilation after liver transplantation: a national database study. *The American Journal of Surgery*, 208(4), 582-590.

<https://doi.org/10.1016/j.amjsurg.2014.06.004>

Zarrinpar, A., & Busuttil, R. W. (2013). Liver transplantation: past, present and future. *Nature Reviews. Gastroenterology & Hepatology*, *10*(7), 434-440. <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2013.88>

Zein, H., Baratloo, A., Negida, A., & Safari, S. (2016). Ventilator weaning and spontaneous breathing trials; an educational review. *Emergency*, *4*(2), 65-71.

[부록] 증례기록지(Case Report Form)

Study No. _____					
Demographics					
Age				Sex ① M ② F	
Height		Weight		BMI	
Smoking		<input type="checkbox"/> Y <input type="checkbox"/> N		Alcohol <input type="checkbox"/> Y <input type="checkbox"/> N	
Date of admission				Date of discharge	
Operation date				Tracheostomy date	
ICU in date				ICU out date	
ICU readmission date				ICU redischage date	
Ventilator start date				Ventilator end date	
Ventilator start date after ICU readmission				Ventilator end date after ICU readmission	
HMV apply date				HMV weaning date	
Preoperative Characteristics					
Comorbidity		<input type="checkbox"/> Y ① Diabetes mellitus ② Hypertension ③ Heart disease ④ Lung disease ⑤ Kidney disease <input type="checkbox"/> N			
Complication of liver disease		<input type="checkbox"/> Y ① Hepatic encephalopathy ② Esophageal varix ③ Ascites <input type="checkbox"/> N			
MELD				CTP score <input type="checkbox"/> A <input type="checkbox"/> B <input type="checkbox"/> C	
Pulmonary function test		<input type="checkbox"/> Normal <input type="checkbox"/> Restrictive <input type="checkbox"/> Obstructive			
Postoperative Characteristics					
Operation time		(min)	Start	End	
Donor		<input type="checkbox"/> Living <input type="checkbox"/> Deceased			
Underlying liver disease		① HBV or HCV ② Alcoholic ③ Other			

ABSTRACT

Risk Factors for Failure to Wean from Home Mechanical Ventilation in Liver Transplant Recipients on the General Ward

Choi, Seul Gi

Department of Clinical Nursing
The Graduate School of Industry

Directed by Professor
Choi, Hye Ran, RN. MPH

This study was conducted to identify the risk factors for failure to wean from home mechanical ventilation in patients after liver transplantation, and to use it as evidence for successful weaning. From January 2019 to January 2024, the study included 152 patients on home mechanical ventilation after liver transplantation in the general ward. They were divided into a weaning success group and a weaning failure group at the time of discharge. Data were collected from electronic medical records using SPSS Statistics. Statistical analyses included independent t-test, Mann-Whitney test, χ^2 -test, Fisher's exact test and Logistic regression to identify risk factors for failure to wean from home mechanical ventilation.

Risk factors for failure to wean from home mechanical ventilation were reapplication of the ventilator after ICU readmission (odds ratio [OR]=6.838, 95% confidence interval [CI]=1.932-24.198, $p=.003$), T-piece trial (OR=44.711,

95% CI=5.598-357.104, $p < .001$), muscle strength of lower extremity (OR=0.785, 95% CI=0.635-0.971, $p = .026$).

This study identified risk factors for failure to wean from home mechanical ventilation. It is important to continuously assess the respiratory system for weaning from home mechanical ventilation and to attempt weaning at the appropriate time. Based on the study results, there is a need for an evidence-based protocol for successful weaning from home mechanical ventilation.

Key words: Liver transplantation, Ventilators, Mechanical, Ventilator weaning, Risk factors