

시리즈 22

근거기반 임상간호실무지침

인공기도 흡인간호

Artificial Airway Suctioning

Evidence-Based Clinical Nursing Practice Guideline

KOREAN HOSPITAL NURSES ASSOCIATION

책임연구원 류재금(동아대학교 간호대학 교수)

연 구 원 김경숙(성균관대학교 임상간호대학원 교수)
김동연(서울성모병원 간호행정교육팀 수간호사)
김애란(삼성서울병원 간호교육팀 전문간호사)
김현정(경복대학교 간호학과 교수)
박경희(수원대학교 간호학과 교수)
서가진(서울아산병원 중환자간호팀 전문간호사)
서현주(충남대학교 간호대학 교수)
임은영(서울아산병원 암병원 간호2팀 팀장)
장선주(서울대학교 간호대학 교수)
장인실(중앙대학교 적십자간호대학 교수)
지현주(세브란스병원 입원간호1팀 병동호흡기관

※ 본 인공기도 흡인간호 강호실무지침은 병원간호사회의 응역연구비를 받아 개발하였으며 전문은 병원간호사회 홈페이지에서 볼 수 있습니다.

| 머리말 |

인공기도 흡인간호는 기도 분비물 제거를 통해 기도의 개방성을 유지하고 가스교환을 촉진하는 필수적인 간호중재로서, 중환자실을 포함한 급성기 의료기관에서 매우 빈번하게 수행되고 있다. 그러나 인공기도 흡인은 수행 과정에서 저산소혈증, 기도 점막 손상, 출혈, 감염, 심혈관계 불안정 등 다양한 합병증을 유발할 수 있는 침습적 술기이며, 수행자의 숙련도와 기관별 실무 관행의 차이에 따라 환자 안전과 임상 결과에 상당한 변이를 초래할 수 있다. 이러한 특성에도 불구하고 국내 임상현장에서는 성인 대상자에 대한 인공기도 흡인간호를 체계적으로 안내하는 표준화된 근거기반 실무지침이 충분히 마련되어 있지 않아, 간호사 개인의 경험이나 의료기관 내부 지침에 의존한 실무가 이루어져 왔다.

이에 본 연구팀은 임상현장에서 간호사가 인공기도 흡인간호를 안전하고 일관되게 수행할 수 있도록 지원하기 위하여, 국내 의료환경에 적합한 근거기반 인공기도 흡인간호 실무지침을 개발하고자 하였다. 본 실무지침은 기존 지침을 단순히 번역하거나 부분적으로 수정하는 수준을 넘어, 국제적으로 검증된 근거기반 실무지침을 체계적으로 검토·평가한 후 국내 실정에 맞게 수용개작하는 방법론을 적용하여 신규로 개발되었다.

지침 개발 과정에서는 호주 New South Wales Agency for Clinical Innovation (NSW ACI) 지침(2021), 중국 인공기도 흡인 지침(Hu 등, 2019), 미국 American Association for Respiratory Care (AARC) 지침(Blakeman 등, 2022), 질병관리청 지침(2023), 중앙방역대책 본부 지침(2024) 등 국내·외 주요 근거기반 지침을 체계적으로 검토하였다. 또한 권고안 도출 시에는 근거수준과 권고등급을 명확히 제시하여, 간호사가 임상현장에서 근거의 강도와 적용의 우선순위를 직관적으로 판단할 수 있도록 하였다.

본 실무지침은 인공기도 흡인 전·중·후 전 과정을 포괄하며, 흡인의 적응증과 금기, 대상자 사정, 술기 수행 방법, 모니터링, 합병증 예방, 교육 및 기록에 이르기까지 임상현장에서 실제 활용 가능한 구체적 권고안을 제시하고 있다. 이를 통해 인공기도 흡인간호 수행의 표준화를 도모하고, 환자 안전을 강화함과 동시에 간호 실무의 질 향상에 기여하고자 한다.

본 연구팀은 본 실무지침이 중환자실을 비롯한 다양한 임상현장에서 간호사의 의사결정을 지원하는 실질적인 도구로 활용되어, 인공기도 흡인간호의 안전성과 효과성을 높이는 데 기여하기를 기대한다. 더 나아가 본 지침이 향후 임상 적용 결과와 최신 근거를 반영하여 지속적으로 개정·보완됨으로써, 근거기반 간호 실무 정착을 위한 중요한 기반 자료로 활용되기를 바란다.

2025년 12월

인공기도 흡인간호 실무지침 개발 연구팀

목차

근거수준과 권리등급	1
권고안 요약	3
권고안 배경	13
I. 인공기도 흡인 전 준비	15
I -1. 적응증/금기증/합병증	15
I -2. 모니터링	18
I -3. 대상자 준비	20
I -4. 지식과 기술	22
II. 인공기도 흡인 과정	23
II-1. 손위생	23
II-2. 개인보호구 착용	24
II-3. 과산소화	28
II-4. 과팽창	31
II-5. 흡인 카테터 선택	32
II-6. 흡인 압력 선택과 적용	34
II-7. 흡인 방법 선택	36
II-8. 신종 호흡기 감염병에서의 흡인 원칙	39
II-9. 흡인 깊이 선택	40
II-10. 흡인 시간	41
II-11. 흡인 주기 선택	42
II-12. 생리식염수 점적	42
II-13. 흉부 물리요법	43
II-14. 성문하 배액 포트 흡인	44
II-15. 기관지경을 통한 분비물 제거	46
II-16. 스크랩 기구(scraping device) 사용	46
II-17. 검체 채취	48
II-18. 신종 호흡기 감염병에서의 검체 채취	49
II-19. 흡인통 교체 및 관리	52
III. 간호기록	53
참고문헌	55

근거수준과 권고등급

표 1. '인공기도 흡인간호' 실무지침 내 권고안의 근거수준과 권고등급

근거수준	정의
I	1개 이상의 무작위대조연구(RCT)에 의한 근거
II	1개 이상의 잘 설계된 비무작위대조연구, 코호트연구, 환자-대조군연구 (다기관 연구 선호), 다수의 시계열연구, 특징적 결과를 보이는 비대조연구
III	전문가 의견, 임상적 경험, 기술연구, 전문서적
권고등급	
A	사용을 권장 또는 반대하도록 지지할 좋은 근거가 있음
B	사용을 권장 또는 반대하도록 지지할 보통 수준의 근거가 있음
C	사용을 권장 또는 반대하도록 지지할 근거가 미약함

출처: IDSA (Hooton 등, 2010) 지침

권고안 요약

I. 인공기도 흡인 전 준비

I-1. 적응증/금기증/합병증

권고안	근거 수준	권고 등급
1. 흡인은 대상자를 평가하여 적응증에 해당될 때 수행한다.	I	A
2. 다음과 같은 임상 징후와 증상이 확인되면 흡인을 고려한다. <ul style="list-style-type: none"> 1) 분비물: 분비물이 보이거나 소리가 들릴 때(예: 가래, 위장/상기도 내용물, 혈액) 2) 호흡기계 증상과 징후 <ul style="list-style-type: none"> • 산소포화도(SpO_2) 감소 • 최고 흡기 압력(peak inspiratory pressure, PIP) 상승 • 일회 호흡량(tidal volume, TV) 감소 • 호흡수 증가 • 호흡일(work of breathing, WOB) 증가 • 청진 시 거친 호흡음 3) 인공호흡기 파형: 호기 유량-시간 파형(expiratory flow-time waveform) 또는 유량-용적 루프(flow-volume loop)에서 톱니 모양 패턴(saw-tooth pattern) 4) 기타 <ul style="list-style-type: none"> • 인공기도(기관내관, 기관절개관) 유지 중 심박수 및 혈압 증가 • 인공기도 유지 중 대상자의 갑작스러운 불안, 동요, 빌한 	II A	
3. 다음과 같은 금기증에 해당하는 경우 합병증 유발 및 악화를 예방하기 위해서 흡인을 수행하지 않는다. 단, 대상자의 상태에 따라 기도유지를 위해서 흡인이 필요한 경우 시행할 수 있다. <ul style="list-style-type: none"> 1) 뇌압상승 2) 중증 응고장애 3) 후두 또는 기관지 경련 4) 중증 저산소혈증 5) 중증 혈역학적 불안정(severe cardiac instability), 부정맥 6) 폐출혈 	II	A
4. 인공기도 흡인과 관련하여 다음과 같은 합병증이 나타나는지 확인한다. <ul style="list-style-type: none"> 1) 기도 손상 2) 저산소혈증 3) 고혈압 4) 부정맥, 빈맥 5) 두개내압 증가 6) 구토, 기관지 경련 등 반사성 반응 7) 서맥, 저혈압 등 미주신경 반응 	II	A
5. 인공기도 흡인의 합병증 발생을 예방하고 악화를 방지하기 위해 완화전략을 사용한다. (예: 흡인 전 과산소화, 필요 시에만 흡인 수행 등)	II	A

I -2. 모니터링

권고안	근거 수준	권고 등급
6. 흡인 전, 중, 후에는 다음과 같은 대상자의 상태 변화를 모니터링한다. 1) 호흡음 2) 산소포화도 3) 호흡수 및 호흡양상 4) 혈역학적 변수(예. 혈압, 심박수, 부정맥) 5) 분비물 특성 6) 기침 특성 7) 두개내압 8) 인공호흡기 감시 파라미터	III	C
7. 흡인 중에는 대상자의 임상적 안정성을 평가해야 하며, 흡인 지속 여부는 분비물의 양과 대상자의 안정성에 따라 결정한다. *안정성이란 활력징후, 호흡기계와 순환기계가 안정화되어 있음을 의미한다.	III	C

I -3. 대상자 준비

권고안	근거 수준	권고 등급
8. 흡인 전 대상자에게 흡인과정에 대해 설명한다.	III	C
9. 협조가 가능한 대상자는 분비물 배출에 도움이 되도록 흡인 전 기침을 격려한다.	II	A
10. 금기가 아니라면, 분비물과 위내용물의 흡인(aspiration) 예방을 위해서 대상자의 상체를 30~45도 올린 자세로 유지한다.	I	B

I -4. 지식과 기술

권고안	근거 수준	권고 등급
11. 간호사는 흡인 시 잠재적인 위험을 줄이기 위해 흡인 절차에 대한 지식과 솔기를 갖추어야 한다.	II	A

II. 인공기도 흡인 과정

II-1. 손위생

권고안	근거 수준	권고 등급
12. 흡인 전, 후 손위생을 수행한다.	I	B

II-2. 개인보호구 착용

권고안	근거 수준	권고 등급
13. 흡인은 에어로졸을 생성할 수 있으므로, 흡인 시 표준주의와 전파경로별 주의에 따라서 적절한 개인보호구(장갑, 가운, 마스크, 고글, 안면보호구 등)를 착용한다.	III	A
14. 신종 호흡기 감염병 대상자의 흡인 시 호흡기 보호(KF94 등급 이상의 호흡기 보호구 또는 전동식 호흡기 보호구), 전신 보호(일회용 장갑, 일회용 방수성 긴팔 가운), 눈 보호(고글 또는 안면보호구)를 한다.	III	A
15. 개방형 흡인 시 교차감염을 예방하기 위해서 멸균 장갑을 착용한다.	III	A
16. 호흡기 분비물에 직접 접촉하거나 호흡기 분비물에 오염된 물품 접촉 시 장갑을 착용한다.	III	A
17. 호흡기 분비물에 오염된 물품을 다룬 후 다른 대상자에게 접촉 시 장갑을 교체한다.	III	A
18. 같은 대상자에서 오염된 부위 접촉 후 호흡기나 호흡기 장치를 다룰 시 장갑을 교체한다.	III	A
19. 장갑을 착용하기 전과 벗은 후에는 손위생을 시행한다.	III	A
20. 호흡기 분비물에 오염될 가능성이 있는 경우는 가운을 착용한다.	III	C
21. 흡인 시 착용한 가운은 다른 대상자 접촉 전 교체한다.	III	C
22. 흡인 시 분비물이 될 것으로 예상되는 경우에는 눈, 코, 입의 점막을 보호하기 위하여 개인보호구(마스크, 고글, 안면보호구 등)를 적절히 사용한다.	III	A

II-3. 과산소화

권고안	근거 수준	권고 등급
23. 산소포화도 저하를 예방하기 위해 흡인 전, 후 과산소화를 시행한다. 특히 흡인 시 산소포화도 저하가 있는 대상자는 흡인 전, 후 과산소화가 이뤄져야 한다.	I	A
24. 인공호흡기 적용 대상자의 과산소화는 수동 소생백(manual resuscitation bag)보다는 인공호흡기의 과산소화 기능을 활용한다.	II	A
25. 인공호흡기의 과산소화 기능을 활용할 때는 산소가 호흡회로를 통하여 환자에게 도달하는 시간(최대 2분)을 고려하여 과산소화를 시행한다.	III	C

II-4. 과팽창

권고안	근거 수준	권고 등급
26. 흡인으로 인한 저산소증 위험이 있는 대상자에 국한하여 흡인 전 과산소화와 과팽창을 함께 시행한다.	II	C

II-5. 흡인 카테터 선택

권고안	근거 수준	권고 등급
27. 흡인 카테터는 분비물을 효과적으로 제거할 수 있는 가장 작은 사이즈를 권고하며, 흡인 카테터 외경(outer diameter, OD)은 인공기도 내경(inner diameter, ID)의 50% 미만으로 선택한다.	II	A

II-6. 흡인 압력 선택과 적용

권고안	근거 수준	권고 등급
28. 흡인 압력은 분비물의 양과 점도를 고려하여 분비물을 효과적으로 제거할 수 있는 압력 중 가장 낮은 압력*을 선택한다. *흡인 압력은 100~150mmHg를 권고하며 200mmHg를 초과하지 않는다.	I	A
29. 흡인 카테터를 삽입할 때 기도 점막의 손상을 예방하기 위해서 압력을 적용하지 않는다.	III	C
30. 흡인 후 흡인 카테터를 제거할 때까지 지속적으로 음압을 유지한다.	I	A

II-7. 흡인 방법 선택

권고안	근거 수준	권고 등급
31. 흡인 방법(개방형과 폐쇄형)을 선택할 때는 인공호흡기 관련 폐렴 예방, 산소포화도, 심혈관계 불안정, 분비물 제거, 환경오염과 비용 측면을 고려하여 선택한다.	III	C
32. 개방형 흡인방법과 폐쇄형 흡인방법 중 인공호흡기 관련 폐렴 예방에 더 효과적인 방법에 대한 권고는 없다. 다만, 폐쇄형 흡인방법은 1) 분비물이 많아서 흡인 시 분비물로 의료진과 주변 환경 노출 위험이 높은 경우 2) 다제내성균이나 전파 예방이 필요한 병원체 감염에서 사용을 고려해 볼 수 있다.	II	A
33. 개방형 흡인 시 매회 일회용 멸균 흡인 카테터와 멸균 생리식염수를 사용한다.	II	A
34. 개방형 흡인 시 교차감염을 예방하기 위해서 무균술(무균 절차)을 엄격하게 준수한다.	I	B
35. 고농도의 흡입산소분율(fraction of inspired oxygen, FiO_2)과 높은 호기말양압(positive end expiratory pressure, PEEP)을 적용하거나 급성 폐손상 위험성이 높은 대상자에게는 폐쇄형 흡인방법을 이용한다.	II	A

권고안	근거 수준	권고 등급
36. 폐쇄형 흡인 카테터의 교환 주기는 제조사의 권고사항을 따른다.	III	C
37. 폐쇄형 흡인 카테터는 교환 예정일을 표기하여 교환 주기를 확인하고 교체한다.	III	C

II-8. 신종 호흡기 감염병에서의 흡인 원칙

권고안	근거 수준	권고 등급
38. 신종 호흡기 감염병에서 에어로졸이 형성될 수 있는 흡인 수행 시 다음의 주의사항을 따른다. 1) 필요한 경우에만 흡인을 수행한다. 2) 흡인에 참여하는 의료진의 수를 제한한다. 3) 가능한 공기주의 격리실에서 시행한다. 공기주의 격리실이 없다면 밀폐된 상태로 시행한다. 4) 흡인을 수행하는 격리실은 충분한 환기 시설을 갖추고 있어야 하고, 참여하는 모든 의료진은 호흡기 보호(KF94 동급 이상의 호흡기 보호구 또는 전동식 호흡기 보호구), 전신 보호(일회용 장갑, 일회용 방수성 긴팔 가운), 눈 보호(고글 또는 안면보호구) 등의 개인보호구를 착용한다. 5) 가능하다면 폐쇄형 흡인방법을 수행한다.	III	A

II-9. 흡인 깊이 선택

권고안	근거 수준	권고 등급
39. 흡인 깊이 선택은 일반적으로 얕은 흡인(shallow suctioning) 방법을 권고한다.	I	A
40. 얕은 흡인(shallow suctioning) 방법은 인공기도의 길이를 미리 측정하여 그 깊이로 흡인 카테터를 삽입한 후 흡인을 수행한다.	III	C
41. 깊은 흡인(deep suctioning) 방법은 인공기도에 흡인 카테터를 삽입하여 저항이 느껴지면 1cm 뒤로 빼낸 후 흡인을 수행한다.	II	C
42. 깊은 흡인(deep suctioning) 방법은 기도 손상과 생리적 지표에 부정적 영향을 미칠 수 있으므로 얕은 흡인(shallow suctioning) 방법이 효과가 없는 경우에만 사용한다.	I	C

II-10. 흡인 시간

권고안	근거 수준	권고 등급
43. 흡인 시간은 흡인 카테터 삽입부터 제거까지 15초 이내로 한다.	I	A

II-11. 흡인 주기 선택

권고안	근거 수준	권고 등급
44. 환자의 휴식(rest)과 혈역학적 회복(hemodynamic recovery) 시간이 필요하므로 인공기도 흡인은 연속으로 시행하지 않는다.	II	C
45. 인공기도 흡인은 정기적으로 수행하지 않고, 임상적으로 필요한 경우에만 수행한다.	I	A

II-12. 생리식염수 점적

권고안	근거 수준	권고 등급
46. 흡인 시 분비물 배출을 용이하게 하기 위해 정기적으로 인공기도 내 멸균 생리식염수 주입은 대상자에게 위해(harm)를 야기할 수 있으므로 일반적으로 권고하지 않는다.	II	A

II-13. 흉부 물리요법

권고안	근거 수준	권고 등급
47. 거친 수포음, 분비물의 증가, 분비물이 축적되어 있거나 스스로 분비물을 배출할 수 없는 경우 흉부 물리요법을 시행한다.	III	C
48. 전문적인 흉부 물리요법이 필요한 경우 흉부 물리요법을 담당하는 부서/전문가(호흡재활치료실, 전문간호사 등)에게 의뢰할 수 있다.	III	C

II-14. 성문하 배액 포트 흡인

권고안	근거 수준	권고 등급
49. 성문하 배액 포트(subglottic secretion drainage port or subglottic suction port)를 가진 인공기도인 경우에는 성문하 배액 포트 흡인을 수행한다.	II	C

II-15. 기관지경을 통한 분비물 제거

권고안	근거 수준	권고 등급
50. 분비물 제거를 위한 주기적인 기관지경 시행은 권고되지 않는다.	II	A

II-16. 스크랩 기구(scraping device) 사용

권고안	근거 수준	권고 등급
51. 분비물 축적으로 인해 기도 저항이 증가한 기관삽관 대상자에게 스크랩 기구(scraping device) 사용을 고려할 수 있다.	II	A

II-17. 검체 채취

권고안	근거 수준	권고 등급
52. 검체 채취를 위한 흡인(개방형/폐쇄형) 시 호흡기 분비물이 상기도 상재균에 의해 오염되지 않도록 멸균 검체통에 검체를 채취한다.	II	A

II-18. 신종 호흡기 감염병에서의 검체 채취

권고안	근거 수준	권고 등급
53. 신종 호흡기 감염병에서의 검체 채취는 폐쇄형 흡인방법을 사용하여 검체를 채취한다.	III	A
54. 신종 호흡기 감염병에서의 검체 채취 시 KF94 동급 이상의 호흡기 보호구, 일회용 장갑, 일회용 방수성 긴팔 가운, 고글 또는 안면보호구(필요 시 불투과성 일회용 앞치마 추가 착용) 등의 개인보호구를 필수적으로 착용하고 검체를 채취한다.	III	A
55. 신종 호흡기 감염병에서의 채취한 검체는 삼중 포장한다.	III	A

II-19. 흡인통 교체 및 관리

권고안	근거 수준	권고 등급
56. 흡인통(suction bottle) 및 통에 연결된 수집용 튜브는 대상자마다 개별 사용한다.	III	A
57. 흡인통의 적절한 교체 주기는 제조사의 권고나 병원의 정책을 따른다.	II	B

III. 간호기록

권고안	근거 수준	권고 등급
<p>58. 흡인 수행 후 다음의 내용을 간호기록지에 기록한다.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 날짜와 시간 2) 대상자 사정 3) 적응증 4) 분비물의 특성, 양 5) 흡인 전, 후 대상자 호흡양상과 반응, 호흡음 6) 흡인 방법 7) 흡인 깊이 	III	C

권고안 배경

I. 인공기도 흡인 전 준비

I-1. 적응증/금기증/합병증

권고안		근거 수준	권고 등급
1. 흡인은 대상자를 평가하여 적응증에 해당될 때 수행한다.		I	A
2. 다음과 같은 임상 징후와 증상이 확인되면 흡인을 고려한다.			
1) 분비물: 분비물이 보이거나 소리가 들릴 때(예: 가래, 위장/상기도 내용물, 혈액)			
2) 호흡기계 증상과 징후			
• 산소포화도(SpO ₂) 감소			
• 최고 흡기 압력(peak inspiratory pressure, PIP) 상승			
• 일회 호흡량(tidal volume, TV) 감소			
• 호흡수 증가			
• 호흡일(work of breathing, WOB) 증가			
• 청진 시 거친 호흡음			
3) 인공호흡기 파형: 호기 유량-시간 파형(expiratory flow-time waveform) 또는 유량-용적 루프(flow-volume loop)에서 톱니 모양 패턴(saw-tooth pattern)			
4) 기타			
• 인공기도(기관내관, 기관절개관) 유지 중 심박수 및 혈압 증가			
• 인공기도 유지 중 대상자의 갑작스러운 불안, 동요, 발한			
3. 다음과 같은 금기증에 해당하는 경우 합병증 유발 및 악화를 예방하기 위해서 흡인을 수행하지 않는다. 단, 대상자의 상태에 따라 기도유지를 위해서 흡인이 필요한 경우 시행할 수 있다.			
1) 뇌압상승			
2) 중증 응고장애			
3) 후두 또는 기관지 경련			
4) 중증 저산소혈증			
5) 중증 혈역학적 불안정(severe cardiac instability), 부정맥			
6) 폐출혈			
4. 인공기도 흡인과 관련하여 다음과 같은 합병증이 나타나는지 확인한다.			
1) 기도 손상			
2) 저산소혈증			
3) 고혈압			
4) 부정맥, 빈맥			
5) 두개내압 증가			
6) 구토, 기관지 경련 등 반사성 반응			
7) 서맥, 저혈압 등 미주신경 반응			
5. 인공기도 흡인의 합병증 발생을 예방하고 악화를 방지하기 위해 완화전략을 사용한다. (예: 흡인 전 과산소화, 필요 시에만 흡인 수행 등)			

1-5.

기관내관(endotracheal tube, ETT) 또는 기관절개관(tracheostomy tube)과 같은 인공 기도는 점막 섬모(cilia)의 정상적인 기능을 방해한다(University Hospitals Sussex NHS Foundation Trust [UHS NFT], 2022). 점막 섬모는 점액에 간힌 입자를 포획하고 이를 코 밖으로 이동시키는 역할을 하는데, 기관내 삽관은 기침 능력과 분비물 배출 능력을 감소시킨다(UHS NFT, 2022). 기관흡인은 환자의 인공 기도로부터 폐 분비물을 기계적으로 흡인하는 절차로, 분비물을 제거하여 기도의 개방성을 유지하고 환자의 편안함을 유지하는 데 필요하다(UHS NFT, 2022).

인공기도 흡인은 일반적이지만 잠재적으로 위험한 절차이며, 과도한 폐 분비물이 기도의 개방성을 방해하거나 환자의 효과적인 환기를 저해한다는 명확한 근거가 있을 때에만 시행해야 한다(UHS NFT, 2022). 흡인의 빈도는 환자 개개인의 필요에 맞춰 조정되어야 하며, 임상적인 평가 후에 시행해야 하고, 단순히 일상적으로 수행해서는 안 된다(UHS NFT, 2022).

흡인은 인공 기도를 가진 환자들에게 필수적이나(UHS NFT, 2022), 인공기도 흡인의 위험성을 고려하여 흡인이 꼭 필요한 명확한 기준에 근거해서 제한적으로 시행해야 한다(UHS NFT, 2022). 환자에게 흡인이 필요한 경우는 주로 기도 내 분비물이 증가하거나, 분비물이 기도 유지를 방해하여 호흡 기능에 영향을 줄 때 나타난다(New South Wales [NSW] Agency for Clinical Innovation [ACI], 2021; American Association for Respiratory Care [AARC], 2010; National Tracheostomy Safety Project [NTSP], 2013). 가장 기본적인 신호로는 객담, 위 내용물, 상기도 분비물, 혈액 등이 눈에 보이거나 들릴 정도로 존재하는 경우가 있다(NSW ACI, 2021; Marietta 등, 2023). 이러한 분비물은 기도 폐쇄를 유발하고 환자의 호흡을 어렵게 하므로 흡인이 필요하다(NSW ACI, 2021; NTSP, 2013; Restrepo 등, 2010; Blakeman 등, 2022).

호흡 상태의 변화도 중요한 지표가 된다. 예를 들어 산소포화도 감소(Desaturation), 흡기 시 최고 기도압 상승, 일회호흡량 감소, 호흡수 증가, 호흡 노력 증가 등이 나타날 수 있으며, 청진 시 거친 호흡음이 들리는 것 역시 분비물 축적을 의심할 수 있다(NSW ACI, 2021; Afenigus 등, 2021). 기계환기를 적용 중인 환자의 경우, 유량-용적 루프(flow-volume loop) 또는 호기 유량-시간 그래프(expiratory flow-time waveform)에서 톱니 모양 패턴(saw-tooth pattern)이 나타나는 것은 기도 내 분비물 존재를 나타내는 대표적인 그래픽 소견이다(NSW ACI, 2021).

또한 전신 상태 변화도 흡인의 필요성을 판단하는 단서가 된다(NSW ACI, 2021; NTSP, 2013). 분비물로 인한 호흡곤란이 커지면 심박수와 혈압이 상승할 수 있으며, 환자가 초조하거나 불안해 보이거나, 발한(diaphoretic)을 보이는 등 불편함을 나타낼 수 있다(NSW ACI, 2021). 이러한 징후들은 기도 청결이 유지되지 않아 환자가 생리적으로 부담을 받고 있음을 의미한다(NTSP, 2013; Restrepo 등, 2010).

따라서 위와 같은 임상적 증상과 징후가 관찰될 경우, 환자의 기도 개방성을 유지하고, 호흡기능을 보조하기 위해 흡인을 고려해야 한다(Restrepo 등, 2010; Gilder 등, 2019).

인공기도 흡인은 기도 개방성을 유지하고 분비물을 제거하기 위해 필수적으로 수행되어야 하지만(UHS NFT, 2022), 인공기도 흡인은 환자의 생리적 반응에 영향을 미칠 수 있다. 대부분의 금기증은

절대적 금기라기보다는, 흡인이 환자의 상태를 악화시키거나 부작용을 유발할 위험이 있는 경우 적용되는 상대적 금기 또는 주의 상황으로 간주된다(UHS NFT, 2022; Blakeman 등, 2022). 실제로, 흡인을 시행하지 않았을 때 발생할 수 있는 기도 폐쇄나 저산소혈증의 위험이 더 클 수 있으므로, 임상적으로 필요하다면 위험과 이득을 신중히 고려하여 시술을 결정해야 한다.

특히 다음과 같은 상황에서는 흡인에 더욱 주의를 기울여야 한다.

- 두개내압이 상승된 환자는 기도 자극과 기침 유발로 인해 두개내압이 추가로 증가할 수 있다(UHS NFT, 2022; Gholamzadeh & Javadi 등, 2009).
- 중증 응고장애 또는 객혈(hemoptysis) 환자는 기관 점막 손상 시 출혈 위험이 높다(UHS NFT, 2022; Restrepo 등, 2010; Misirlioglu 등, 2021).
- 후두경련 또는 기관지경련이 있는 경우, 흡인이 기도 수축을 악화시켜 호흡곤란을 초래할 수 있다(UHS NFT, 2022; Restrepo 등, 2010; Misirlioglu 등, 2021).
- 중증 저산소혈증 환자에서는 흡인 과정 중 산소공급 감소가 상태 악화를 유발할 수 있다(UHS NFT, 2022; Lee 등, 2014; Bozkurt 등, 2024).
- 심각한 혈역학적 불안정 또는 부정맥이 있는 환자에서는 흡인이 자율신경계를 자극하여 심장 리듬의 불안정을 초래할 수 있다(UHS NFT, 2022; Bozkurt 등, 2024).
- 폐출혈이 있는 경우, 흡인이 출혈을 증가시키거나 기도 내 혈액 이동을 촉진할 가능성이 있다(UHS NFT, 2022; Susanto, 2002; Davidson 등, 2020; Kim 등, 2015; Kaushik 등, 2021).

따라서 이러한 상황에서는 흡인의 필요성을 신중히 평가하여, 위험 대비 이득을 면밀히 고려한 후 적절한 방식으로 시행하는 것이 중요하다.

대부분의 금기 사항은 절차로 인해 발생할 수 있는 부작용이나 임상 상태의 악화를 고려한 상대적인 것이다(UHS NFT, 2022). 필요할 경우, 기관 흡인에 대한 절대적 금기 사항은 거의 없다고 할 수 있다(UHS NFT, 2022). 이는 부작용을 피하기 위해 흡인을 하지 않는 결정이 더 나쁜 결과를 초래할 수 있기 때문이다(UHS NFT, 2022).

잠재적 합병증은 다음과 같이 발생할 수 있으므로 주의해야 한다(UHS NFT, 2022; Lee 등, 2014; Aris 등, 2025; Sousa 등, 2018).

- 저산소혈증(Hypoxemia): 흡인은 무기폐를 유발하고 환기의 균형을 깨뜨릴 수 있다. 중환자실에서는 인공호흡기를 통해 환자에게 사전에 산소를 공급하거나(pre-oxygenating), wall oxygen의 농도를 높임으로써 이러한 위험을 줄일 수 있다.
- 점막 손상(Mucosal trauma): 잘못된 카테터 크기, 부적절한 기술, 높은 흡인 압력과 관련이 있다.
- 심장 부정맥 및 혈압 변동(Cardiac arrhythmias and fluctuations in BP): 저산소혈증 또는 미주신경 반사 자극에 의해 발생하며, 서맥(bradycardia)과 저혈압(hypotension)을 초래할 수 있다.
- 후두경련(Laryngospasm) 또는 기관지경련(Bronchospasm)
- 고혈압
- 두개내압 상승(Raised Intracranial Pressure, ICP): 기관 자극은 환자의 기침을 유발하고 흉강 내압을 증가시켜 뇌 정맥 배출에 영향을 미치고 ICP를 추가로 증가시킬 수 있다.

인공기도 흡인의 합병증 발생을 예방하고 악화를 방지하기 위해 완화전략을 사용한다. 흡인 전후의 과산소화(preoxygenation/hyperoxygenation)는 합병증 예방의 핵심 전략으로 알려져 있다. 여러 메타분석과 무작위 대조연구는 흡인 전·후 산소 제공이 저산소혈증 발생률을 유의하게 감소시킨다고 보고했으며(Oh & Seo, 2003; Pritchard 등, 1996), 무작위 교차시험을 포함한 신생아 연구에서 흡인 전 과산소화는 흡인 직후 및 일정 시간 후의 경피적 산소분압($TcPO_2$) 상승과 저산소혈증 위험 감소를 보였으나 장기적인 임상결과에 대한 근거는 제한적이었다(Pritchard 등, 1996). 일부 실무 지침들은 과산소화 시행 시 대상자의 질환 상태와 산소분압 변화를 모니터링할 것을 권고하고 있으나(Brooks 등, 2001; Schmelz 등, 2003), 신생아·소아와 성인에서의 최적 산소농도와 지속 시간은 연구마다 상이하여 개별 대상자 평가를 기반으로 한 조정이 필요하다는 한계가 보고되었다(Pritchard 등, 1996; Morrow & Argent, 2008). 또한, 과도한 빈도의 규칙적 흡인은 불필요한 합병증을 증가시킬 수 있으므로 증거 기반으로 필요 시만(suction as needed) 접근하는 것이 권고된다(Morrow & Argent, 2008; Brooks 등, 2001; Gardner 등, 2009). 소아·신생아, 성인 연구 모두에서 흡인 빈도 감소는 불필요한 기도 자극과 저산소증을 줄이는 데 기여할 수 있다는 근거가 제시되었다(Bruschettini 등, 2016; Gardner 등, 2009). 한편, 필요 시만 흡인 전략은 감염 발생과 점막 손상 위험을 낮추는 데도 이점이 있을 수 있으나 관련 무작위 대조연구의 수와 질에는 제한이 있어 현장 적용에는 임상적 판단이 병행되어야 한다는 보고가 있다(Favretto 등, 2012).

I -2. 모니터링

권고안	근거 수준	권고 등급
6. 흡인 전, 중, 후에는 다음과 같은 대상자의 상태 변화를 모니터링한다. 1) 호흡음 2) 산소포화도 3) 호흡수 및 호흡양상 4) 혈역학적 변수(예. 혈압, 심박수, 부정맥) 5) 분비물 특성 6) 기침 특성 7) 두개내압 8) 인공호흡기 감시 파라미터	III	C
7. 흡인 중에는 대상자의 임상적 안정성을 평가해야 하며, 흡인 지속 여부는 분비물의 양과 대상자의 안정성에 따라 결정한다. *안정성이란 활력징후, 호흡기계와 순환기계가 안정화되어 있음을 의미한다.	III	C

6.

흡인 수행 전 환자 상태를 체계적으로 평가하는 것은 기도관리 지침에서 강조하는 핵심 요소로, 호흡수, 호흡 양상, 산소포화도, 호흡음, 호흡곤란 여부, 호흡일(work of breathing) 등의 사정을 포함한다. 아울러 기도 개방성, 분비물의 양·점도 및 기도 폐쇄 가능성 평가도 필수적이다. 이러한 사정 과정은 흡인의 임상적 필요성을 판단하고, 시술 중 발생할 수 있는 저산소증이나 혈역학적 변화와 같은 위험을 최소화하기 위한 근거 기반 접근이다(NSW ACI, 2021).

기도 흡인은 중환자 및 호흡기 질환 환자의 기도 개방성을 유지하고 가스교환을 향상시키기 위해 필수적으로 시행되는 시술이지만, 흡인 과정은 일시적인 저산소혈증, 심박수 변화, 혈압 변동, 기계 환기 설정 변화, 기도 점막 자극 및 손상 등 다양한 생리학적 변화를 유발할 수 있어, 특히 생리적으로 불안정한 중환자에게 잠재적 위험이 된다. 따라서 흡인 전·중·후 대상자의 상태를 면밀하게 모니터링하는 것은 안전한 시술 수행을 위해 반드시 필요한 과정이다(Blakeman 등, 2022).

특히, 인공호흡기 사용 환자의 경우 흡인이 폐포 허탈, 압력 변화, 환기 불균형을 야기할 수 있어 흡인 지속 여부 또한 대상자의 안정성을 기준으로 판단되어야 한다. 즉, 흡인 중 환자의 생리적 안정성을 확보하기 위해 호흡수와 호흡양상, 산소포화도, 기계환기 파라미터(호기말양압[positive end-expiratory pressure, PEEP], 최고흡기압[peak inspiratory pressure, PIP], 일회호흡량 [tidal volume, TV] 등), 혈역학적 변수(혈압·심박수·부정맥 여부), 분비물 특성(양·점도·색), 기침 반응, 두개내압 상승 가능성 등을 체계적으로 관찰하고 이러한 상황 발생 시 적절한 상황 대응이 환자 안전 확보에 중요하다(Alsomali and Elhady, 2019).

또한 흡인 후에도 모니터링이 필요하며, 호흡 양상, 산소포화도, 호흡음, 환자의 불편감 등 임상 반응을 즉시 재평가하여 시술 효과를 확인하고 추가 중재 필요성을 결정한다. 이러한 흡인 전 준비-사정-시행-사후 관찰의 일련 과정은 환자 안전성을 강화하고 흡인 관련 합병증을 최소화하는 근거 기반 기도관리 전략이다(NSW ACI, 2021; Blakeman 등, 2022).

7.

기도 흡인 과정은 저산소혈증, 혈역학적 불안정성, 부정맥, 두개내압 상승, 기도 점막 손상 등 여러 합병증을 유발할 수 있으며, 이러한 위험은 시술 전·중·후 환자의 생리적 지표를 면밀히 모니터링 함으로써 최소화될 수 있다(Alsomali and Elhady, 2019). 흡인이 진행되는 동안과 흡인 전후 환자의 심폐 상태를 확인하고 인공호흡기 및 산소 설정이 처방대로 유지되는지 검증하는 것이 필수적이라고 제시하며, 환자가 의사소통이 가능할 경우 시술 직후 호흡곤란의 완화 여부와 불편감 감소를 평가하는 것이 환자 안전성을 확보하는 데 중요하다(AACN, 2023). 이러한 지표 평가들은 흡인의 필요성 및 안전성을 판단하기 위한 중요한 근거가 되지만, 환자의 임상적 안정성(clinical stability)을 객관적으로 규정하는 표준화된 임계값(threshold)은 문현 간 일관성이 부족한 실정이다. 예컨대 산소포화도는 일반적으로 90% 미만에서 위험성이 높아지는 것으로 알려져 있으나, 만성 호흡 질환 환자에서는 88%까지 허용 가능한 사례도 보고되고 있어 절대적 기준으로 적용하기 어렵다(O'Driscoll 등, 2017).

인공호흡기 유량-부피 루프(flow-volume loop)의 톱니 모양 패턴(saw-tooth pattern)이 기도내 잔류 분비물을 시사하는 유의한 임상 지표인데(그림 1), 이는 분비물 제거가 필요한 환자를 판별하는 데 유용한 도구이나, 여전히 환자의 전반적 안정성을 평가하는 독립적 기준으로 적용하기에는 근거가 제한적이다. 이러한 문헌적 공백은 향후 흡인 시 환자의 안정성을 평가하기 위한 표준화된 생리학적 지표 개발 및 근거 기반의 임계값 설정이 필요함을 보여준다(Sole 등, 2015). 그럼에도 불구하고 임상에서는 대상자의 임상 지표들의 기초선(baseline) 값과 비교하여 대상자의 변화를 파악하기 위해 노력해야 한다.

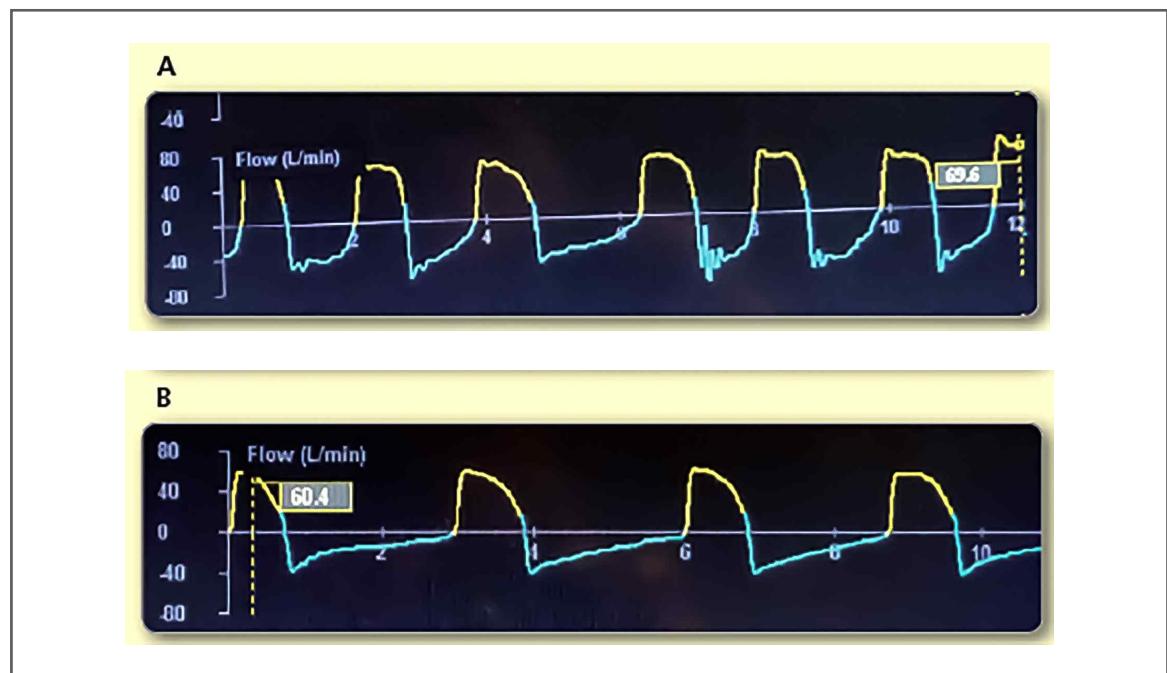


그림 1. 인공호흡기 패널의 유량-부피 루프에서 나타나는 톱니 모양 패턴(saw-tooth pattern)(A)과 흡인 후 정상 패턴(B)

출처: Sole 등 (2015)

| -3. 대상자 준비

	권고안	근거 수준	권고 등급
8.	흡인 전 대상자에게 흡인과정에 대해 설명한다.	III	C
9.	협조가 가능한 대상자는 분비물 배출에 도움이 되도록 흡인 전 기침을 격려한다.	II	A
10.	금기가 아니라면, 분비물과 위내용물의 흡인(aspiration) 예방을 위해서 대상자의 상체를 30~45도 올린 자세로 유지한다.	I	B

8.

기도 흡인은 호흡 기능을 유지하는 데 필수적인 간호 중재이나 흡인 과정에서는 일시적인 저산소 혈증, 기도 점막 손상, 교감신경계 활성화로 인한 혈역학적 변화 등이 발생할 수 있어 사전 설명이 필요하다(Blakeman 등, 2022). 흡인 절차에 대한 사전 설명은 대상자의 불안을 감소시키고 협조를 높이는 데 도움이 되는데, 환자와 보호자에게 충분한 정보를 제공하여 환자와 보호자가 치료 과정을 이해하고, 자신의 돌봄과 관련된 의사결정에 참여할 수 있도록 돕는다(NSW ACI, 2021; AACN, 2023). 환자에게 흡인 시 숨이 가쁘거나 불편감을 느낄 수 있으며, 언어적·비언어적 표현으로 이를 나타낼 수 있음을 안내하고, 가족에게도 절차 중 불편함이 예상될 경우 자리를 피할 수 있도록 설명하는 것이 바람직하다(AACN, 2023).

9.

협조가 가능한 대상자에게 기침을 유도하여 환자가 스스로 분비물을 가래로 뱉을 수 있다면 이를 권장해야 한다(Hu 등, 2019; Blakeman 등, 2022). 횡격막과 늑간근에 의해 만들어지는 기침은 기도의 분비물에 의해 유발되고 신체의 반응은 더 깊게 숨을 들이쉬고 힘차게 내쉬는 것이다(UHS NFT, 2022). 근육이 약해 효과적인 기침을 할 수 없거나 분비물이 너무 많아 스스로 제거할 수 없는 경우는 폐 내 분비물 축적과 관련된 흉부 감염이 발생하고 이를 예방하기 위해 분비물을 제거하는 흡인이 필요하다(UHS NFT, 2022). 호흡기 가이드라인은 기도 분비물 관리 시 자발적 기침과 적절한 가습과 같은 비침습적 방법을 우선 적용할 것을 권고하고 있으며, 이러한 방법으로 분비물 제거가 충분하지 않은 경우에 한해 기도 손상과 감염 위험을 고려하여 흡인을 선별적으로 시행하도록 권고하고 있다(Blakeman 등, 2022). 또한 환자의 임상적 특성과 호흡기 상태를 반영하여 기도 청결을 관리하되, 비침습적 중재로 분비물 제거가 충분하지 않은 경우에 한해 기도 손상과 감염 위험을 고려하여 흡인을 선별적으로 시행해야 한다(Belli 등, 2021). 체계적 문헌고찰에 따르면 자발적 기침은 기도 분비물 제거에 가장 효과적이고 가습은 도움이 될 수 있는 반면 체위 배액·타진은 제한적 효과를 보이고 생리식염수 기관내 주입은 분비물 희석 효과에 대한 근거가 부족하고 오히려 해를 끼칠 수 있으므로 흡인은 비침습적 방법을 우선 적용한 후 선별적으로 시행되어야 한다(AACN, 2023).

10.

체위 변경에 금기가 없는 경우 상체를 30–45° 올린 자세는 분비물과 위내용물의 흡인(aspiration)을 감소시키고 폐 확장성을 향상시키며, 위관영양, 인공호흡기 사용 환자에서 기도 보호와 흡인성 폐렴 예방에 효과적인 중재로 널리 활용되지만, 뇌손상 환자, 척추 손상 또는 척추 수술 환자, 혈역 학적으로 불안정한 환자, 욕창 고위험군, 기존 피부 손상이 있는 환자, 정맥혈전 위험 환자 등은 체위 변경 시 생리적 불안정성이 악화될 수 있어 각도 설정에 신중한 접근이 필요하다(Niël-Weise 등, 2011).

일반적으로 환자와 간호사 모두에게 편안한 자세는 상체를 30° 이상을 취하고 침대 머리 부분을 간호사의 허리 높이까지 올린다. 이 자세는 편안함, 산소 공급 및 환기를 촉진하고 긴장을 감소시키는 데 도움이 된다(AACN, 2023). 최근 30°와 45° 상체를 상승시킨 체위를 비교한 메타분석 연구에서는 45° 자세가 인공호흡기 관련 폐렴(VAP) 예방에는 더 우수하지만, 동시에 욕창 발생 위험을 증가시키는 것으로 나타났다. 이에 따라 임상에서는 환자의 피부 상태, 호흡기 안정성, 혈역학적 반응 등을 종합적으로 고려하여 30–45° 범위 내에서 개별화된 체위 관리가 필요함이 강조된다(Lian 등, 2024).

| -4. 지식과 기술

권고안	근거 수준	권고 등급
11. 간호사는 흡인 시 잠재적인 위험을 줄이기 위해 흡인 절차에 대한 지식과 술기를 갖추어야 한다.	II	A

11.

기관 내 흡인의 부작용(혈역학적 부작용, 저산소증, 점막 손상 등)은 흡인 수행 전후를 포함하여 모든 과정 동안에 나타날 수 있다. 예를 들어, 흡인 시에 카테터의 위치는 기관에 가해지는 손상에 영향을 미칠 수 있으며, 흡인의 깊이 또한 점막 손상을 유발할 수 있다. 따라서 간호사는 흡인 절차에 대한 지식과 술기를 갖춤으로써 흡인의 잠재적 위험을 줄일 수 있다(NSW ACI, 2021; Hu 등, 2019; McKillop, 2004).

II. 인공기도 흡인 과정

II-1. 손위생

	권고안	근거 수준	권고 등급
12. 흡인 전, 후 손위생을 수행한다.		I	B

12.

의료종사자를 위한 손위생 시점은 환자 접촉 전, 청결/무균 처치 전, 환자 접촉 후, 체액노출 위험 후, 그리고 환자 주위 접촉 후이다(질병관리청, 2023a)(그림 2). 따라서 환자의 영역에 들어가거나 흡인과 같은 치료적 행위 전에는 손 위생을 시행하여 새로운 병원체가 기도로 유입되는 것을 최소화 할 필요가 있다(Blakeman 등, 2022). 또한, 장갑을 착용하였더라도 흡인과 같은 치료적 행위 후에는 장갑을 벗고 매번 손위생을 시행하여야 한다(질병관리청, 2023a; AACN, 2023).

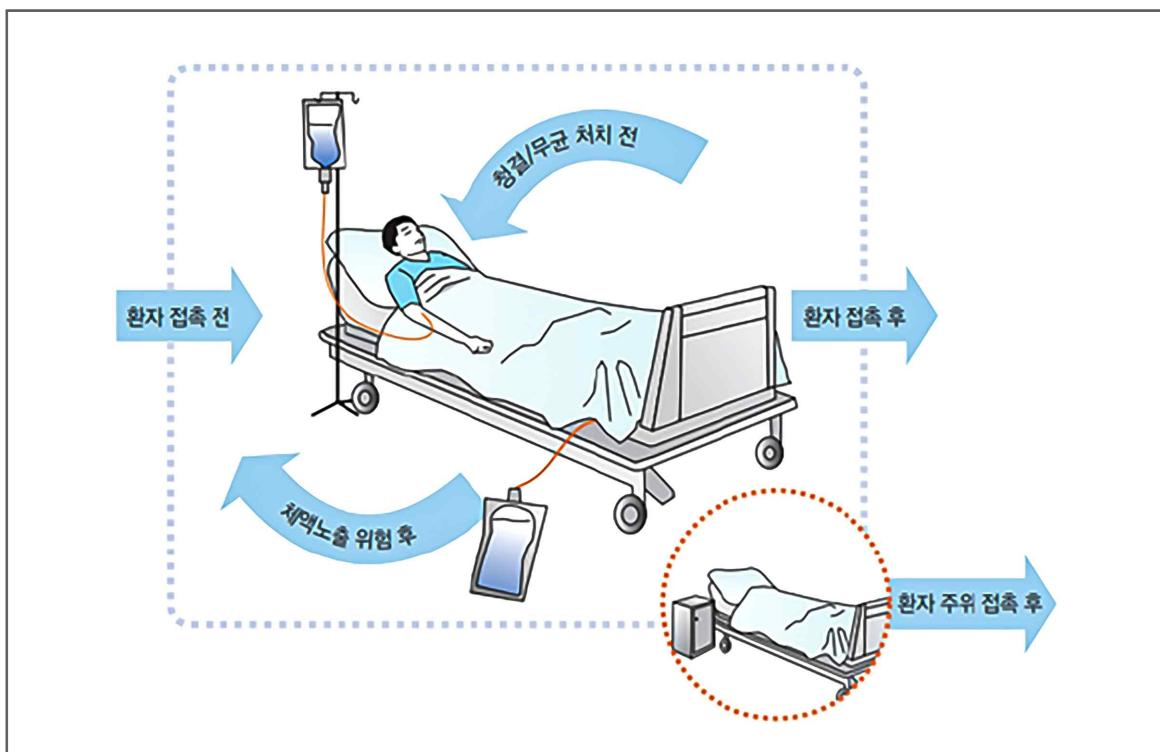


그림 2. 중환자실 의료종사자를 위한 손위생 시점

출처: 질병관리청(2023a)

II-2. 개인보호구 착용

권고안	근거 수준	권고 등급
13. 흡인은 에어로졸을 생성할 수 있으므로, 흡인 시 표준주의와 전파경로별 주의에 따라서 적절한 개인보호구(장갑, 가운, 마스크, 고글, 안면보호구 등)를 착용한다.	III	A
14. 신종 호흡기 감염병 대상자의 흡인 시 호흡기 보호(KF94 동급 이상의 호흡기 보호구 또는 전동식 호흡기 보호구), 전신 보호(일회용 장갑, 일회용 방수성 긴팔 가운), 눈 보호(고글 또는 안면보호구)를 한다.	III	A
15. 개방형 흡인 시 교차감염을 예방하기 위해서 멀균 장갑을 착용한다.	III	A
16. 호흡기 분비물에 직접 접촉하거나 호흡기 분비물에 오염된 물품 접촉 시 장갑을 착용한다.	III	A
17. 호흡기 분비물에 오염된 물품을 다룬 후 다른 대상자에게 접촉 시 장갑을 교체한다.	III	A
18. 같은 대상자에서 오염된 부위 접촉 후 호흡기나 호흡기 장치를 다를 시 장갑을 교체한다.	III	A
19. 장갑을 착용하기 전과 벗은 후에는 손위생을 시행한다.	III	A
20. 호흡기 분비물에 오염될 가능성이 있는 경우는 가운을 착용한다.	III	C
21. 흡인 시 착용한 가운은 다른 대상자 접촉 전 교체한다.	III	C
22. 흡인 시 분비물이 틸 것으로 예상되는 경우에는 눈, 코, 입의 점막을 보호하기 위하여 개인보호구(마스크, 고글, 안면보호구 등)를 적절히 사용한다.	III	A

13.

흡인 시 인공기도의 분비물은 잠재적인 감염 노출 위험이 있으므로, 의료진은 반드시 적절한 개인보호구(Personal Protective Equipment [PPE])를 착용해야 한다(NSW ACI, 2021). 개인보호구 사용 시 표준주의, 접촉주의, 비말주의(또는 공기매개주의)를 포함한 감염관리 방법을 준수한다 (NSW ACI, 2021; 질병관리청, 2023a). 표준주의는 확인된 감염원과 확인되지 않은 감염원 모두에서 감염원을 전파할 위험을 줄이는데 필요한 기본적인 감염예방 및 통제 조치를 뜻하며, 감염원에는 혈액, 체액, 분비물, 배설물(땀 제외), 점막, 손상된 피부와 오염되었을 수 있는 의료 관련 환경의 모든 장비와 물품을 포함한다(질병관리청, 2023a). 개인보호구는 기관의 감염관리지침에 따라 장갑, 가운, 마스크, 고글이나 안면보호구 등을 포함할 수 있다. 일회용 가운과 고글(또는 안면보호구)은 혈액, 체액, 분비물 및 배설물에 노출되거나 이러한 물질이 틸 가능성이 있는 상황에서 점막, 피부, 의복 오염을 방지하기 위해 착용한다(Centers for Disease Control and prevention [CDC], 2024). 전파경로별 주의는 전염력이 강하거나 역학적으로 중요한 병원체에 감염 또는 집락된 것이 의심되거나 확인된 환자를 돌볼 때 표준주의에 추가하여 감염원의 전파경로에 따라 추가적인 예방 조치를 취함을 의미한다(질병관리청, 2023a). 흡인 중 공기 중 감염성 병원체가 있거나 에어로졸 시술 등으로 노출될 가능성이 있는 경우 KF94 마스크 혹은 동급 이상의 마스크를 착용한다(중앙방역 대책본부, 2024).

14.

신종 호흡기 감염병 환자를 대상으로 흡인 시에는 긴팔 가운을 포함한 KF94 동급 이상의 호흡기 보호구, 장갑, 방수성 긴팔 가운, 고글 또는 안면보호구를 착용하여 감염예방 조치를 강화해야 한다(중앙방역대책본부, 2024).

15.

개방형 흡인(open suctioning)은 인공호흡기 사용 환자 또는 기관절개(tracheostomy) 환자의 기도 내 분비물을 제거하기 위한 침습적 처치이다. 이 절차에서는 의료진의 손이 환자의 기도 점막, 체액, 분비물 등에 밀접하게 접촉하게 되므로, 병원균이 의료인의 손을 매개로 다른 환자나 환경 표면으로 전파될 수 있는 교차감염의 위험이 높아진다(Sanaie 등, 2022). 특히 흡인 과정은 의료인과 환자 간 병원균의 직접적인 접촉 가능성을 동반하기 때문에, 이를 방지하기 위한 감염 예방 수단이 필수적이다(Sanaie 등, 2022; Ramírez-Torres 등, 2023). 이에 따라, 멸균 장갑 착용은 교차감염을 차단하기 위한 핵심적 조치로 권고된다(Panuganti, Pang, Califano, & Chan, 2020; 중앙방역대책본부, 2024). 멸균 장갑은 의료진의 손을 통한 병원균 전파를 차단하고, 시술 부위의 오염을 방지함으로써 감염 전파 사슬(chain of infection)을 차단하는 것에 목적이 있다(Tran, Cimon, Severn, Pessoa-Silva, & Conly, 2012). 이와 같은 원칙은 병원 내 감염관리에서 중요한 기준으로 간주되며, 다양한 연구와 국제 지침에서도 이를 반복적으로 강조하고 있다(CDC, 2024; Saunders-Hastings, Crispo, Sikora, & Krewski, 2017).

16.

감염원과 접촉하기 전 개인보호구를 착용해야 하며, 미국의 CDC는 표준주의 감염관리지침에서 구강, 비강 및 호흡기 점막의 분비물과 접촉할 것으로 예상되는 경우 반드시 장갑을 착용하도록 하고 있다(CDC, 2023b).

17.

감염원과 접촉하기 전 개인보호구를 착용해야 하며(예: 환자 접촉 전, 격리병실 밖), 착용 시 각 보호구별로 정해진 방법을 준수해야 한다. 사용 중에는 개인보호구가 오염된 병원체로 인해 주변을 오염시키지 않도록 주의해야 하며, 특히 착용 상태에서 환자 이외의 주변을 접촉하여 오염시키지 않도록 한다. 착용 후 오염이나 파손이 의심되는 경우, 처치 및 행위 사이에 장갑 등의 개인보호구를 교체한다(질병관리청, 2023a; CDC, 2023a).

18.

동일 대상자에서 오염된 신체 부위 접촉(예: 대변 오염 등)한 후 다른 부위(예: 기도) 혹은 호흡보호구를 만지기 전에 반드시 장갑을 교체해야 한다(질병관리청, 2023a, CDC, 2023b). 이는 교차오염을 방지하고 감염 위험을 최소화하기 위한 중요한 감염관리 원칙이다(CDC, 2024).

19.

장갑 착용 전후 손위생을 철저히 시행하는 것은 감염 예방을 위한 가장 기본적이고 중요한 절차이다(CDC, 2024). 장갑은 손을 직접적으로 보호하는 역할을 하지만, 착용하거나 벗는 과정에서 장갑 표면에 부착된 병원균이 손으로 전이될 가능성이 존재한다.

손위생은 의료관련감염의 약 50%를 예방할 수 있는 가장 간단하고 효과적인 중재로 간주된다 (World Health Organization [WHO], 2023). 호흡기감염에 대한 개인보호구 착용의 효과를 평가한 메타분석연구에서 손위생 수행은 감염 위험을 유의하게 감소시켰으며, 감염자 접촉 후 손위생을 수행한 경우 감염 위험이 약 71% 감소하였고, 오염된 표면 접촉 후 손위생을 수행한 경우에는 약 35% 감소하였다(Saunders-Hastings 등, 2017). 그러나 선행 연구에 따르면, 의료진이 장갑을 착용하더라도 손위생이 미흡한 경우 장갑에 오염된 병원균이 손을 통해 전파될 수 있어 병원 내 감염의 위험이 증가할 수 있음이 보고되었다(Loveday 등, 2014; Picheansanthian & Chotibang 등, 2015).

이러한 결과는 장갑 착용이 손위생을 대체할 수 없으며, 반드시 병행되어야만 효과적인 감염 예방이 가능함을 시사한다. 특히, 장갑을 벗은 직후에는 손에 병원균이 존재할 수 있으므로 즉각적인 손위생 수행이 필수적이다(WHO, 2023; CDC, 2024).

20.

흡인 시 개인보호구 착용은 표준주의에 근거하여 분비물 노출 위험 수준에 따라 결정되어야 한다. 이러한 접근은 개인보호구를 위험도에 따라 합리적으로 사용함으로써, 고위험 상황에서 보호 효과를 극대화하고 자원을 효율적으로 관리하려는 감염관리 원칙과 일치한다(WHO, 2020). 미국 질병통제예방센터는 표준주의 지침에서 가운 착용을 혈액, 체액, 분비물 또는 배설물에 의해 의복이나 피부가 오염될 가능성이 있는 경우에 적합한 가운 착용을 권장하고 있으며(CDC, 2024). 세계보건기구 역시 의료 행위와 노출 위험에 따라 개인보호구 수준을 결정할 것을 권고하고 있다(WHO, 2020).

흡인 과정 중 분비물이 될 가능성이 있거나 의료진의 의복이나 피부가 오염될 위험이 있는 경우에는 가운 착용이 필요하다. Aumeran 등(2021)은 COVID-19 환자 치료 과정에서 의료진의 가운이 분비물에 의해 오염될 수 있음을 보고하였으며, 특히 호흡기 분비물에 노출될 가능성이 있는 고위험 의료 행위에서는 긴소매 가운(long-sleeved isolation gown)의 착용이 중요하다고 제시하였다. 또한 Weber 등(2019)은 모의실험 연구를 통해 기도 조작과 같은 호흡기 관련 처치가 개인보호구 및

주변 환경오염 위험을 증가시킬 수 있음을 보고하여, 흡인과 같은 절차에서도 분비물 노출 가능성을 고려한 보호구 착용의 필요성을 시사하였다. 국내에서도 질병관리청은 흡인과 같이 호흡기 분비물 노출 위험이 존재하는 의료 행위에 대해 상황에 따라 가운을 포함한 개인보호구 착용을 권고하고 있다(질병관리청, 2023a).

21.

흡인과 같이 호흡기 분비물에 직접적으로 노출될 가능성이 있는 절차에서 사용된 가운은 분비물에 의해 오염될 위험이 높다. Aumeran 등(2021)은 SARS-CoV-2 확진 환자를 간호하는 과정에서 의료진이 착용한 가운의 외부 표면에서 바이러스 오염이 빈번하게 확인되었음을 보고하였으며, 이는 가운이 분비물 접촉을 통해 병원체의 매개체가 될 수 있음을 시사한다. 따라서 흡인 절차 후 착용한 가운을 그대로 유지한 채 다른 대상자와 접촉할 경우, 의료진을 통해 병원균이 전파될 위험이 증가할 수 있다.

미국 질병통제예방센터의 핵심 감염 예방 및 통제 실천 지침에서도 한 환자의 진료에 사용한 가운이나 장갑은 다른 환자의 진료에 재사용하지 말 것을 권고하고 있다(CDC, 2024). 또한 세계보건기구의 개인보호구 사용 지침은 가운이 체액이나 분비물로 오염되었거나 젖은 경우 즉시 교체해야 한다고 명시하고 있다(WHO, 2020).

이러한 근거를 종합할 때, 흡인 시 착용한 가운은 호흡기 분비물로 오염되었을 가능성을 고려하여, 다른 대상자와 접촉하기 전에 반드시 교체하는 것이 바람직하다. 이는 의료진 자신을 보호하는 동시에 환자 간 교차감염을 예방하기 위한 기본적이고 필수적인 감염관리 조치라 할 수 있다.

22.

흡인과 같은 시술은 환자의 기도 분비물에 직접 접촉하거나 비말이 발생할 가능성이 높은 고위험 처치로 간주된다. COVID-19 팬데믹을 통해 이러한 처치 중 의료진의 눈, 코, 입 점막이 병원체에 노출될 위험이 확인되었으며, 점막을 통한 전파는 주요한 감염 경로로 확인되었다(Eke & Eke 등, 2021; Wang 등, 2021). 이에 따라 이를 예방하기 위한 개인보호구 착용의 중요성은 국제적으로 강조되고 있다.

미국 질병통제예방센터와 세계보건기구의 지침은 분비물 발생이 예상되는 고위험 처치에서 반드시 적절한 개인보호구 착용을 권고하고 있다(CDC, 2024; WHO, 2020). 특히, N95 이상의 마스크, 고글 또는 안면보호구(face shield)와 같은 점막 보호구는 비말주의(droplet precautions) 및 공기주의(aerosol precautions)가 요구되는 상황에서 필수적으로 요구된다. 이들 장비는 의료인의 점막을 통한 병원체 전파를 차단하는 핵심 방어 수단으로 간주된다(Howard, 2020).

II-3. 과산소화

권고안	근거 수준	권고 등급
23. 산소포화도 저하를 예방하기 위해 흡인 전, 후 과산소화를 시행한다. 특히 흡인 시 산소포화도 저하가 있는 대상자는 흡인 전, 후 과산소화가 이뤄져야 한다.	I	A
24. 인공호흡기 적용 대상자의 과산소화는 수동 소생백(manual resuscitation bag)보다는 인공호흡기의 과산소화 기능을 활용한다.	II	A
25. 인공호흡기의 과산소화 기능을 활용할 때는 산소가 호흡회로를 통과하여 환자에게 도달하는 시간(최대 2분)을 고려하여 과산소화를 시행한다.	III	C

23.

흡인 전 산소화(pre-oxygenation)를 모든 대상자에게 일률적으로 적용해야 한다는 명확한 근거는 부족하지만, 저산소혈증이 있거나 흡인 중 또는 흡인 후 산소포화도의 유의미한 감소가 예상되는 환자에게는 흡인 전 과산소화(hyperoxygenation)를 시행하는 것이 필요하다(Blakeman 등, 2022; Bourgault 등, 2006). 이러한 중재는 흡인 과정 중 저산소증 발생 위험을 감소시키고 산소포화도를 안정적으로 유지하여 환자의 안전을 보장하는 데 중요한 역할을 한다.

선행연구에 따르면, 흡인 시 산소포화도의 유의미한 감소 위험이 있는 환자에게 흡인 전후 최소 30초 동안 100% 산소를 공급하는 과산소화가 권장된다(Blakeman 등, 2022; Hu 등, 2019). 최근의 임상 연구들에서도 흡인 전 과산소화가 흡인과 연관된 저산소증을 예방하는 데 유의한 효과가 있음이 일관되게 보고되고 있다. 중환자실에서 기계적 환기를 받는 환자를 대상으로 한 무작위 대조 연구에서, 흡인 전 FiO_2 100%로 과산소화를 시행한 경우 흡인 중 및 흡인 직후 동맥혈 산소포화도의 감소가 유의하게 완화되었으며, 과산소화의 지속 시간이 1~2분일 때 이러한 예방 효과가 더욱 뚜렷하게 나타났다(Tavangar 등, 2017; Forouzan Jahromi 등, 2022). 또한 흡인 전 충분한 과산소화는 흡인 과정 중 발생하는 가스교환 저하를 완화하고, 동맥혈 산소분압(PaO_2)의 감소를 최소화하는 데 기여하는 것으로 보고되었다(Forouzan Jahromi 등, 2022). 이러한 근거를 바탕으로 AARC는 저산소증 위험이 있는 환자에서 흡인 전 과산소화를 표준적인 완화 중재로 권고하고 있다(Blakeman 등, 2022).

한편, 일부 연구에서는 과산소화를 시행했음에도 불구하고, 흡인 직후 혼합정맥 산소포화도(SvO_2)가 일시적으로 유의하게 감소하는 현상이 관찰되었다(Oh & Seo, 2003; Joanna Briggs Institute, 2013; Morris, Whitmer, & McIntosh, 2013; Blakeman 등, 2022). 이는 과산소화를 흡인 전 1회 적용하는 것만으로는 충분하지 않을 수 있음을 시사하며, 필요 시 흡인 후에도 과산소화를 병행하는 접근의 중요성을 강조한다.

특히, 흡인 중 산소포화도가 유의미하게 감소하는 환자의 경우, 흡인 전후에 100% 산소를 사용하여 충분한 과산소화를 유지하는 것이 필수적이다(Demir & Dramali, 2005; de Freitas Vianna 등, 2017). 과산소화는 평소보다 높은 농도의 산소를 제공하는 과정으로(Piacentini 등, 2004),

성인과 소아 환자에서는 흡인 전 과산소화는 기저 FiO_2 보다 0.2 높은 수준의 FiO_2 를 사용하는 것이 FiO_2 를 1.0으로 증가시키는 것만큼 효과적일 수 있다는 연구 결과가 보고되기도 하였다(de Freitas Vianna 등, 2017; Grap 등, 2003). 그러나 신생아 환자에서 과산소화 방법에 따른 효과에 대한 명확한 근거는 아직 부족한 상태이다(Blakeman 등, 2022).

결론적으로, 흡인 전과 후의 과산소화는 흡인 중 발생할 수 있는 합병증을 줄이며, 환자의 안전을 보장하는 중요한 간호 중재로 강조되고 있다.

24-25.

기계적 환기를 받는 환자에서 흡인 전 과산소화는 흡인 중에 발생할 수 있는 산소 포화도 감소를 방지하기 위해, 인공호흡기의 과산소화 기능을 활용하거나 일시적으로 FiO_2 를 증가시키는 프로그램을 사용하는 것이 권장된다(Blakeman 등, 2022; Seckel & Wiegand, 2017).

과산소화를 위해 수동 환기보다 인공호흡기를 사용하는 것이 선호되며, 이는 FiO_2 1.0을 보다 효과적으로 전달할 수 있기 때문이다(Hu 등, 2019; Pedersen 등, 2009). 선행 연구에 따르면, 인공호흡기의 과산소화 기능(그림 3)을 사용하는 것이 수동 소생백을 사용하는 것보다 동맥혈 산소 분압 (PaO_2)을 증가시키는 데 더 효과적일 수 있다(Blakeman 등, 2022; Pedersen 등, 2009). 한 손으로 수동 소생백을 사용하여 환기하는 경우 성인의 일회호흡량을 공급하기 어렵다(Seckel & Wiegand, 2017). 또한, 일부 자가 팽창식 수동 소생백 모델은 실내 공기를 흡입하여 100% 산소를 충분히 전달하지 못할 가능성이 있어 과산소화의 효과를 저하시킬 수 있다. 특히, 기본 인공호흡기 산소 공급이 60%를 초과하는 경우 제조사의 지침을 확인하거나 산소 분석기를 사용하여 소생백의 100% 산소 전달 능력을 확인하는 것이 필요하다(Seckel & Wiegand, 2017). FiO_2 1.0에서 인공호흡기나 수동 소생백을 사용한 10명의 성인을 대상으로 한 연구에서 PaO_2 , 평균동맥압 또는 심박출량에서 두 방법 간 통계적으로 유의미한 차이는 없었으나, 수동 소생백을 사용한 대상자에서 최고 기도압이 유의미하게 높았다(Blakeman 등, 2022). 양압호기말압(Positive End Expiratory Pressure, PEEP)이 5cmH₂O를 초과하는 환자의 경우, 자가 팽창식 수동 소생백-밸브 장치에 PEEP 밸브를 연결하여 사용한다(Seckel & Wiegand, 2017)(그림 4, 5).

인공호흡기의 과산소화 기능을 사용할 때는 산소 농도가 증가하여 환자에게 도달하는 데 필요한 시간을 고려하는 것이 중요하다. 일부 호흡기를 통해 과산소화가 제공되는 경우, 증가된 산소 농도가 인공호흡기 튜빙을 통해 환자에게 도달하는 데 최대 2분의 washout 시간이 필요할 수 있다(Hu 등, 2019). 따라서, 흡인과 같은 절차 전에 효과적인 과산소화를 보장하기 위해 이 지연 시간을 고려해야 한다(Hu 등, 2019).

결론적으로 기계적 환기를 받는 환자에서 흡인 전 과산소화는 산소화 저하를 예방하기 위해 필수적이며, 인공호흡기를 활용하는 것이 수동 소생백보다 더 효과적이고 안전하다. 인공호흡기는 FiO_2 1.0을 안정적으로 제공하여 산소화 개선에 유리하며, 수동 소생백의 한계점인 불완전한 산소 공급과 기도압 증가를 피할 수 있다. 과산소화 시 산소가 환자에게 도달하는 데 걸리는 시간(최대 2분)을 고려하고, 흡인 후에는 산소 농도를 기준값으로 복귀시켜야 한다.

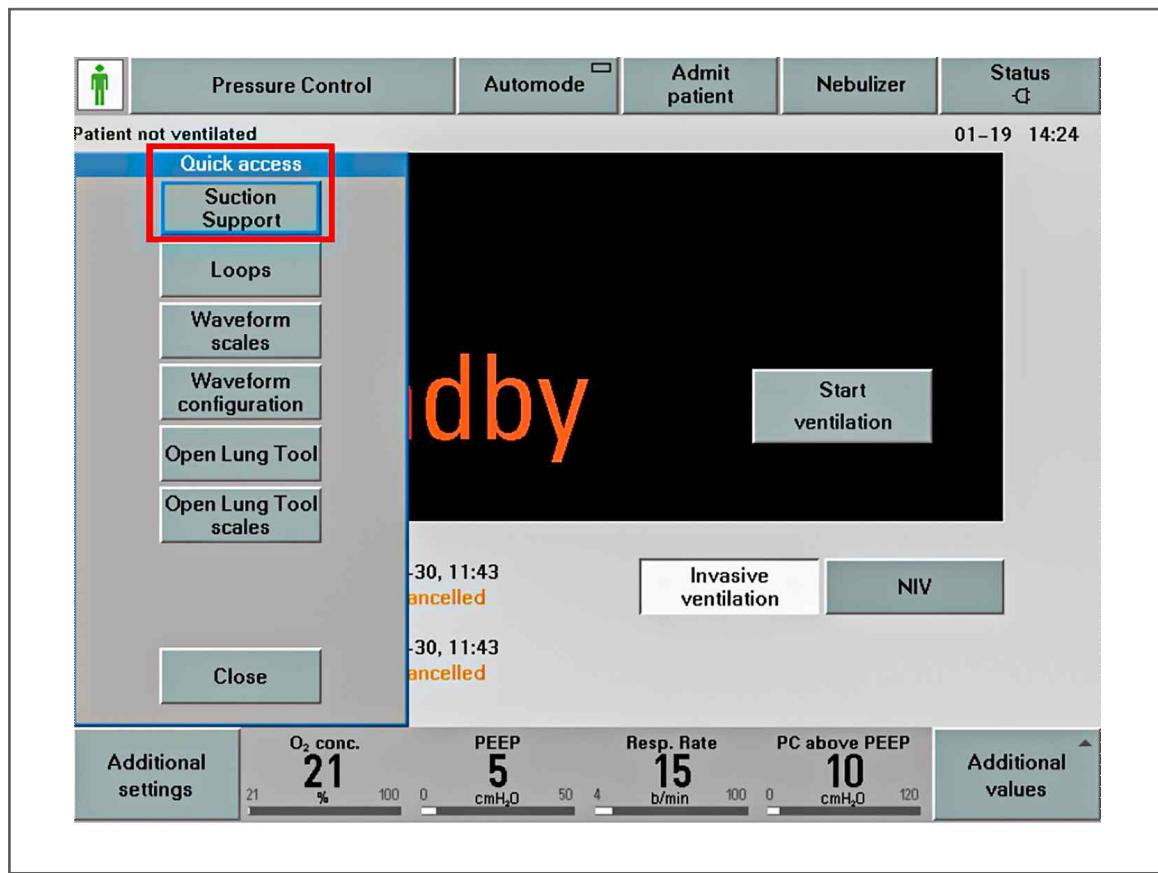


그림 3. 인공호흡기 과산소화 기능 버튼(붉은색 사각형)

출처: 연구팀 촬영



그림 4. PEEP valve(A)와 수동 소생백에 연결된 PEEP valve(B)

출처: Ambu(n.d.). PEEP valves

<https://www.ambu.com/emergency-care-and-training/resuscitators/product/peep-valves>



그림 5. 수동 소생백 산소 전달 능력 확인을 위해 연결된 산소 분석기

출처: Susquehanna Micro Inc. (n.d.). Oxygen Analyzers
<https://www.susquemicro.com/oxygen-analyzers>

II-4. 과팽창

권고안	근거 수준	권고 등급
26. 흡인으로 인한 저산소증 위험이 있는 대상자에 국한하여 흡인 전 과산소화와 과팽창을 함께 시행한다.	II	C

26.

과팽창 적용은 대상자의 신체 상태에 맞춰 시행해야 잠재적인 위험을 최소화할 수 있다(Blakeman 등, 2022; Hu 등, 2019). 그러나 흡인 전에 과팽창을 적용할 경우 일회호흡량을 초과한 과도한 팽창으로 일부 환자에서 호흡곤란(dyspnea) 증상이 보고되었으며, 평균동맥압 상승 위험도 있어 주의가 필요하다(Hu 등, 2019). 기도분비물 제거를 개선하기 위한 대안으로 인공호흡기 과팽창(ventilator hyperinflation, VHI)이 제시된 바 있다. VHI는 2002년 소생백을 통한 수동 과팽창(manual hyperinflation, MHI)의 대안으로 도입되었으며, 압력과 용적을 더 안전하게 조절할 수 있고, 인공호흡기를 분리할 때 발생할 수 있는 오염 및 무기폐를 예방할 수 있다는 이점이 있다(Berney & Denehy, 2002). 그러나 인공호흡기 적용 환자에서 VHI 단독 적용이 폐 기능과 분비물 제거에 미치는 영향을 명확히 규명하기 위해 추가적인 연구가 필요하다(Martinez 등, 2022).

과산소화와 과팽창을 병행하면 흡인으로 인한 저산소증을 효과적으로 완화할 수 있다(Hu 등, 2019). 25명의 기계환기 중인 환자에게 100% 산소를 이용한 과산소화 방법 적용이 흡인 중 저산소증 예방에 효과적이었으나, 기저 FiO_2 를 유지한 상태에서 과팽창 만을 적용하는 것은 효과가 없었

다(Blakeman 등, 2022). 100% 산소와 과팽창을 병행한 개방형 흡인 후 혼합정맥산소포화도 (SvO_2)가 유의미하게 감소하고 산소 소비량이 증가했으나, 동맥산소포화도(SaO_2)와 심박출량에는 유의미한 변화가 없었다(Blakeman 등, 2022). 또한, Shamali 등의 연구에서는 수동 과팽창과 1분 간의 과산소화를 시행한 전통적인 흡인 방법이 최소 침습적 흡인 방법에 비해 혈압 및 산소포화도에 더 큰 변화를 유발한다고 보고하였다(Blakeman 등, 2022; Shamali 등, 2019).

결론적으로 과산소화와 과팽창은 흡인으로 인한 저산소증 위험이 있는 대상자에게 국한하여 신중하게 시행해야 하며, 흡인 전 과산소화와 과팽창을 함께 적용할 수 있다. 그러나, 이를 적용할 때는 환자의 상태를 자세히 평가하고 신중하게 적용하는 것이 중요하다.

II-5. 흡인 카테터 선택

권고안	근거 수준	권고 등급
27. 흡인 카테터는 분비물을 효과적으로 제거할 수 있는 가장 작은 사이즈를 권고하며, 흡인 카테터 외경(outer diameter, OD)은 인공기도 내경(inner diameter, ID)의 50% 미만으로 선택한다.	II	A

27.

흡인 카테터의 크기는 분비물을 효과적으로 제거하면서도 환자의 안전을 보장할 수 있도록 신중하게 선택해야 한다. 여러 임상 지침과 연구에서는 흡인 카테터의 외경(outer diameter, OD)을 인공기도 내경(inner diameter, ID)의 50% 미만으로 선택할 것을 권장하고 있다(NSW ACI, 2021; Hu 등, 2019). 이는 과도한 음압으로 인한 기도 내 압력을 줄이고, 산소분압(PaO_2)의 감소를 최소화하기 위함이다.

미국 호흡치료학회의 2022년 AARC 지침에서는 흡인 카테터의 크기를 기관 내경의 70% 미만으로 제한하는 것이 적정하다는 근거로, 기관내관 내경이 7.5 mm인 환자에게 12 Fr 또는 14 Fr 카테터를 무작위로 배정하여 흡인한 결과, 두 가지 카테터 모두 적용이 가능하다는 연구결과를 제시하였다(Blakeman 등, 2022)(그림 6, 7). 따라서 환자의 상태와 필요에 따라 흡인 카테터 크기를 신중하게 선택하고, 제조사의 권장 지침을 준수하는 것이 중요하다(Seckel & Wiegand, 2017).

한편, 영국의 National Tracheostomy Safety Project (NTSP)에서는 폐쇄형 흡인 시스템 (Closed Suction System) 사용 시, 기관 내경(ID)에 2를 곱한 후 가장 작은 다음 크기의 카테터를 선택할 것을 권장하고 있다(McGrath, 2014)(표 2). 또한, 흡인 카테터는 가능한 한 작은 크기를 선택하되, 분비물이 원활하게 제거될 수 있어야 한다(Hu 등, 2019).

결론적으로 흡인 카테터는 인공기도 내경의 50% 이하가 되도록 선택해야 하며, 환자의 상태 및 임상적 상황에 적절한 크기를 신중히 결정하는 것이 중요하다. 이를 통해 분비물 제거의 효율성을 높이고 기도 내 합병증을 최소화할 수 있을 것이다.

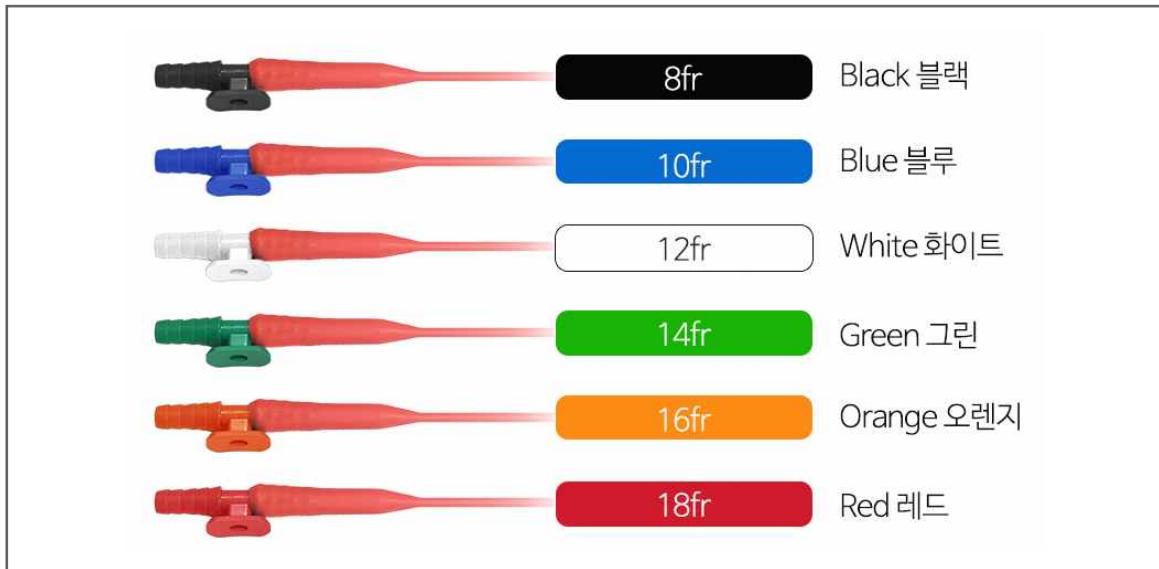


그림 6. 개방형 흡인 카테터 크기별 색깔

출처: SL메디케어, 석션카테터 8FR-18FR 100개 흡인용 투브
<https://slmedi.com/product/석션카테터-8fr-10fr-12fr-14fr-16fr-18fr-100개-흡인용투브/21503>



그림 7. 폐쇄형 흡인 카테터

출처: Mederen. Closed suction systems
<https://mederen.com/catalog/airway/closed-suction-systems.html>

표 2. 기관절개관 내경과 흡인카테터 굵기 선택

기관절개관 내경(mm)	흡인카테터 굵기(French Gauge)
10	14
9	14
8	12
7	10-12
6	10

출처: National Tracheostomy Safety Project (2013). Day-to-day management of Tracheostomies & Laryngectomies

II-6. 흡인 압력 선택과 적용

권고안	근거 수준	권고 등급
28. 흡인 압력은 분비물의 양과 점도를 고려하여 분비물을 효과적으로 제거할 수 있는 압력 중 가장 낮은 압력*을 선택한다. *흡인 압력은 100~150mmHg를 권고하며 200mmHg를 초과하지 않는다.	I	A
29. 흡인 카테터를 삽입할 때 기도 점막의 손상을 예방하기 위해서 압력을 적용하지 않는다.	III	C
30. 흡인 후 흡인 카테터를 제거할 때까지 지속적으로 음압을 유지한다.	I	A

28.

물리적 흡인을 효과적으로 수행하면서도 안전성을 확보하기 위해 흡인 압력을 가능한 한 낮게 설정하되, 분비물을 효과적으로 제거할 수 있는 범위 내에서 유지하는 것이 중요하다. 권장되는 흡인 압력은 환자의 연령과 상태에 따라 달라지며(Blakeman 등, 2022), 벽면 흡인 압력 조절기(wall suction regulator)(그림 8)를 사용하여, 분비물의 특성(양과 점도)에 따라 최소한의 유효 압력을 적용하는 것이 권장된다(Wang 등, 2017). 호주의 기도 흡인 임상실무지침(NSW ACI, 2019)과 영국의 NHS 소속 병원의 지침(UHS NFT, 2022)과 영국의 흡인기침(NTSP, 2013)에서는 성인 대상자의 경우 100-150mmHg의 흡인 압력을 권고한다. 미국 AARC에서는 성인의 경우 흡인 압력을 200mmHg 미만, 신생아 및 소아는 120mmHg 미만으로 유지하며, 가능한 가장 낮은 압력을 적용할 것을 권고하고



그림 8. 벽면 흡인 압력 조절기

출처: 연구팀 촬영

있다(Blakeman 등, 2022).

Yazdannik 등(2019)의 무작위 교차 임상시험에서는 폐쇄형 흡인 시스템에서 100mmHg와 200mmHg를 비교한 결과, 200mmHg 적용 시 분비물 제거 성공률이 유의하게 높게 나타났다. 이는 분비물의 양이 많거나 점도가 높은 경우 지나치게 낮은 흡인 압력은 흡인 효율을 저하시킬 수 있음을 시사한다. 다만, 해당 연구 결과는 단일 연구 환경과 특정 흡인 시스템을 대상으로 한 것으로, 이를 일반화하여 고음압 사용을 권장하는 근거로 해석하기에는 제한이 있다.

오히려 과도한 음압은 기관 점막 손상을 초래할 수 있으므로 분비물을 효과적으로 제거할 수 있을 만큼만의 최소 압력을 적용하는 것이 중요하며, 폐쇄형 흡인 카테터 시스템을 사용할 때 제조사의 권장 흡인 압력을 준수해야 한다(Blakeman 등, 2022; Hu 등, 2019). 이러한 흡인 압력 기준은 조직 손상, 저산소증 및 혈역학적 불안정을 예방하면서도 효과적인 분비물 제거를 달성하기 위한 것으로, 분비물 제거가 가능한 범위 내에서 가능한 가장 낮은 압력을 사용하는 것이 바람직하다(Blakeman 등, 2022; Seckel & Wiegand, 2017; Trevisanuto 등, 2009; Hu 등, 2019).

결론적으로 흡인 압력은 가능한 한 낮게 설정하되, 분비물을 효과적으로 제거될 수 있는 범위 내에서 유지해야 한다.

29.

카테터 삽입 중 흡인을 적용하면 점막 자극, 손상 및 저산소증(hypoxia)을 유발할 수 있기 때문에, 흡인 카테터를 삽입하는 동안에는 음압을 적용하지 않아야 한다(NTSP, 2013).

30.

기도 흡인 시 음압을 적용하여 기도 흡입을 하는 것은 저산소증, 고탄산혈증, 무기폐, 감염 등 분비물 정체(secrcretion retention)와 관련된 합병증을 줄이기 위함이다(Yousefi 등, 2014; Triemstra 등, 2021). 음압은 분비물을 제거하기에 적합하므로 흡입 시 흡인 카테터를 제거할 때까지 지속적으로 음압을 유지해야 한다(Muhajji 등, 2017).

II-7. 흡인 방법 선택

권고안	근거 수준	권고 등급
31. 흡인 방법(개방형과 폐쇄형)을 선택할 때는 인공호흡기 관련 폐렴 예방, 산소포화도, 심혈관계 불안정, 분비물 제거, 환경오염과 비용 측면을 고려하여 선택한다.	III	C
32. 개방형 흡인방법과 폐쇄형 흡인방법 중 인공호흡기 관련 폐렴 예방에 더 효과적인 방법에 대한 권고는 없다. 다만, 폐쇄형 흡인방법은 1) 분비물이 많아서 흡인 시 분비물로 의료진과 주변 환경 노출 위험이 높은 경우 2) 다제내성균이나 전파 예방이 필요한 병원체 감염에서 사용을 고려해 볼 수 있다.	II	A
33. 개방형 흡인 시 매회 일회용 멀균 흡인 카테터와 멀균 생리식염수를 사용한다.	II	A
34. 개방형 흡인 시 교차감염을 예방하기 위해서 무균술(무균 절차)을 엄격하게 준수한다.	I	B
35. 고농도의 흡입산소분율(fraction of inspired oxygen, FiO_2)과 높은 호기말양압(positive end expiratory pressure, PEEP)을 적용하거나 급성 폐손상 위험성이 높은 대상자에게는 폐쇄형 흡인방법을 이용한다.	II	A
36. 폐쇄형 흡인 카테터의 교환 주기는 제조사의 권고사항을 따른다.	III	C
37. 폐쇄형 흡인 카테터는 교환 예정일을 표기하여 교환 주기를 확인하고 교체한다.	III	C

31-32.

흡인은 개방형과 폐쇄형의 두 가지 방법이 있다(그림 9). 개방형 흡인은 대상자의 인공기도에서 인공호흡기 회로 또는 산소 공급원을 분리하여 개방된 인공기도의 끝을 통해 일회용 흡인 카테터를 삽입한다. 개방형 흡인은 일회용으로 각 흡인 카테터의 삽입마다 새로운 장갑과 카테터를 사용한다. 폐쇄형 흡인은 인라인 흡인(in-line suctioning)이라고도 하며, 외부 플라스틱 보호막에 둘러싸인



A.



B.

그림 9. 개방형 흡인 체계(A)와 폐쇄형 흡인 체계(B)

출처: 연구팀 촬영

멸균 흡인 카테터를 사용하여, 대상자를 호흡 시스템에서 분리하지 않고도 동일한 카테터를 여러 번 사용할 수 있다. 폐쇄형 흡인은 환경, 의료진, 환자 간의 감염의 위험을 줄인다(UHS NFT, 2022; AACN, 2023).

1990년대 초 폐쇄형 흡인 장치가 개발된 이후, 연구자들은 전통적인 개방형 흡인 방법과 임상 결과를 비교하고자 하였다. 분비물 관리에 대한 연구는 두 가지가 있다. Witmer 등(1991)은 기관내 삽관된 성인을 대상으로 인공기도 흡인 중 제거된 분비물의 양을 비교했으며, 폐쇄형 흡인방법으로 제거된 분비물(median 1.7g)과 개방형 흡인방법으로 제거된 분비물(median 1.9g) 사이에 통계적으로 유의한 차이가 없었다. Lasocki 등(2006)은 기관내 삽관된 성인 9명을 대상으로 연구하였고 개방형 흡인방법(mean 3.2g)이 폐쇄형 흡인방법(mean 0.6g)보다 평균 흡인 질량이 더 크다는 사실을 발견하였으나 표본 크기가 작아 일반화 가능성에 대한 우려가 있다.

생리적 변수의 변화에 대한 여러 연구 중 성인을 대상으로 한 연구는 심박수, 호흡수, 산소포화도, 초조함(agitation), 부정맥, 두개내압(ICP) 등의 변화를 분석하였다. 대부분의 연구에서 두 흡인 방법 간 유의한 차이가 없었으나, Johnson 등(1994)은 폐쇄형 흡인방법이 심박수, 혈압, 산소포화도, 부정맥 등의 생리적 장애가 적다고 보고하였다. Lasocki 등(2006)은 폐쇄형 흡인방법이 산소화와 환기를 더 잘 유지한다고 보고하였다. Uğras와 Aksoy(2012)는 폐쇄형 흡인방법이 흡인 중 및 흡인 후 두개내압과 평균동맥압에 미치는 영향이 더 적다고 확인하였다.

세균 집락화율, 인공호흡기 관련 폐렴(Ventilator associated pneumonia, VAP), 인공호흡기 관련 사건(Ventilator associated event, VAE)에 초점을 둔 연구 중 기관내 삽관된 성인을 대상으로 한 연구 대부분에서 VAP/VAE 발생률, 세균 집락화율, 감염 전파율, 병원 획득 감염 발생률에서 유의한 차이가 없었다(Blakeman 등, 2022; Liang 등, 2025). 일부 연구에서는 폐쇄형 흡인방법(67%)이 개방형 흡인방법(39%)보다 집락화율이 높았다고 보고하였으나, 이는 감염 증가로 이어지지 않았다(Deppe 등, 1990).

Åkerman 등(2014)은 두 가지 흡인 방법 간의 점액 막힘 비율을 비교하였고 폐쇄형 흡입방법에서 기관내관 폐색이 더 많이 발생했지만 통계적으로 유의하지 않았다. 사망률, 병원 및 중환자실 재원기간, 인공호흡기 적용기간과 관련된 결과에 미치는 영향을 분석한 5개의 연구 중 4개의 연구가 기관내 삽관된 성인 대상이었고, 두 흡인 방법 간 유의한 차이가 없음을 보여주었다(Åkerman 등, 2014; Topeli 등, 2004; David 등, 2011; Jongerden 등, 2011).

이러한 결과들을 종합하여 AARC에서는 인공기도를 가진 성인 대상자의 분비물을 안전하고 효과적으로 제거하기 위해 개방형 흡인방법과 폐쇄형 흡인방법을 모두 사용할 수 있는 것으로 권고한다(Blakeman 등, 2022).

33-34.

개방형 흡인에 대한 청결 절차와 무균 절차 간의 임상적으로 유의한 결과에 대한 문헌적 근거는 부족하다(Blakeman 등, 2022). 2010년 AARC 임상실무지침에서는 개방형 흡인 시 무균 절차를 필수로 정하지는 않았으나, 흡인 절차 전반에 걸쳐 의료진은 무균 절차를 수행할 것을 권고하고 있다

(Restrepo 등, 2010). 무균 환경이 아닌 경우에 발생할 수 있는 잠재적 위험과 교차 오염으로부터 대상자를 보호하기 위해 개방형 흡인을 할 경우 무균 절차를 사용해야 한다(Blakeman 등, 2022). 무균 절차를 준수하기 위해서 개방형 흡인방법을 사용할 때는 비접촉 기법을 사용해야 하고, 흡인 카테터는 한번의 흡인 절차에만 사용한 다음 적절한 폐기물 백에 폐기해야 한다(NSW ACI, 2021).

35.

폐쇄형 흡인은 호기말양압(PEEP)을 유지하여 폐포를 열어두는데 도움을 준다(UHS NFT, 2022). 폐쇄형 흡인방법을 사용하면 인공호흡기 대상자에서 폐포 허탈(de-recruitment) 단계와 호기말양압(PEEP)의 손실을 줄이는 데 도움이 될 수 있다는 증거가 일부 있다(Cereda 등, 2001). 폐쇄형 흡인은 흡인 중에도 지속적인 산소 공급과 환기 지원을 돋는다. 흡인으로 인한 폐포 허탈 감소, 저산소혈증, 기관 분비물의 에어로졸화 위험을 줄이고 장비 간의 교차오염을 줄일 수 있다.

폐쇄형 흡인은 인공호흡기를 적용한 대상자에게 사용할 수 있으며 흡인 중에도 환기 지속이 가능하기 때문에 개방형 흡인보다 권장된다. 성인 인공호흡기 대상자의 경우 폐쇄형 흡인방법이 호흡기 분비물의 에어로졸화를 최소화하고 의료진에게 더 안전하고 간단한 절차이다(Kacmarek 등, 2020). 폐쇄형 흡인방법은 다음과 같은 대상자에게 적용이 권고된다(표 3).

표 3. 폐쇄형 흡인방법 적용 대상자

공통	<ul style="list-style-type: none"> - 잦은 흡인 필요(하루 6회 이상) - 높은 흡입산소분율이 필요한 대상자 - 공기 또는 비말 전파 예방이 필요한 호흡기 감염
인공호흡기 적용 대상자	<ul style="list-style-type: none"> - 호기말양압(PEEP) $\geq 10\text{cmH}_2\text{O}$ - 평균기도압(MAP) $\geq 20\text{cmH}_2\text{O}$ - 흡기시간 $\geq 1.5\text{s}$ - 흡입산소분율 ≥ 0.60 - 인공호흡기 분리와 관련된 혈역학적 불안정성 - 인공호흡기 분리로 인해 중단될 수 없는 흡입제 사용(예: 일산화질소, 헬륨/산소 혼합물)

출처: New South Wales Agency for Clinical Innovation (2021); Kacmarek 등(2020)

36-37.

폐쇄형 흡인 카테터는 인공호흡기 회로에 직접 포함되어 반복적으로 사용한다. 또한 교차감염의 가능성이 낮아진다. 폐쇄형 흡인 카테터는 오염되거나 작동에 문제가 생길 경우에만 교체하면 되므로, 매일 교체할 필요가 없어 비용 효율적이다. 그러나 폐쇄형 흡인 카테터는 인공호흡기 관련 폐렴(VAP)의 위험에 영향을 미치지 않는다.

호주의 NSW ACI 지침(2021)에서는 지침개발위원회의 합의에 따라서 폐쇄형 흡인 카테터는 제조사의 권고사항에 따라서 교환되어야 하며 교환일을 알아볼 수 있도록 카테터 표면에 표기를 하도록 권고하였다(그림 10).



그림 10. 폐쇄형 흡인 카테터 교환 주기 표기 예시

출처: 연구팀 촬영

II-8. 신종 호흡기 감염병에서의 흡인 원칙

권고안	근거 수준	권고 등급
38. 신종 호흡기 감염병에서 에어로졸이 형성될 수 있는 흡인 수행 시 다음의 주의사항을 따른다. 1) 필요한 경우에만 흡인을 수행한다. 2) 흡인에 참여하는 의료진의 수를 제한한다. 3) 가능한 공기주의 격리실에서 시행한다. 공기주의 격리실이 없다면 밀폐된 상태로 시행한다. 4) 흡인을 수행하는 격리실은 충분한 환기 시설을 갖추고 있어야 하고, 참여하는 모든 의료진은 호흡기 보호(KF94 등급 이상의 호흡기 보호구 또는 전동식 호흡기 보호구), 전신 보호(일회용 장갑, 일회용 방수성 긴팔 가운), 눈 보호(고글 또는 안면보호구) 등의 개인보호구를 착용한다. 5) 가능하다면 폐쇄형 흡인방법을 수행한다.	III	A

38.

공기주의를 준수해야 하는 신종 호흡기 감염병에서 에어로졸이 형성될 수 있는 흡인은 주변에 감염전파 위험을 증가시킬 수 있다(질병관리본부, 2017; 질병관리청, 2023a). 공기주의를 준수해야 하는 신종감염병에서 에어로졸이 형성될 수 있는 흡인은 필요한 경우에만 수행해서 불필요한 감염원의 노출을 최소화하여야 한다(질병관리본부, 2017; 질병관리청, 2023a). 또한 흡인과정에 참여하는 의료종사자의 수를 제한하여 직원노출을 최소화하여야 한다(질병관리본부, 2017; 질병관리청, 2023a). 가능한 음압격리실에서 흡인을 시행하고 음압격리실이 없다면 가능한 1인실이나 밀폐된 공간에서 흡인을 시행하여 주변으로 분비물의 이동과 전파를 최소화해야 한다(질병관리본부, 2017; 질병관리청, 2023a). 흡인 시행하는 격리실은 충분한 환기 시설을 갖추어야 하며 흡인에 참여하는 의료진은 KF94 마스크 또는 동급의 호흡기 보호구를 포함한 개인보호구를 착용해야 한다(질병관리

본부, 2017; 질병관리청, 2023a). 가능하다면 흡인은 폐쇄형 흡인 방법으로 수행한다(질병관리본부, 2017; 질병관리청, 2023a). 폐쇄형 흡인 방법의 우월성은, 인공호흡기를 적용 중인 중환자를 대상으로 개방형 흡인과 폐쇄형 흡인 시 낙하균 배양 검사를 통해 환경오염 범위를 분석한 임상연구 (Yu 등, 2017)에서 그 근거를 확인할 수 있다. 개방형 흡인을 적용한 기침반사가 우세한 중증 감염 환자의 1m 이내에서 가장 많은 미생물이 배양되었고, 개방형 흡인을 적용한 기침반사가 미약한 경증 감염환자의 주변에서는 소량의 미생물이 배양되었고, 폐쇄형 흡인을 적용한 대상자 주변에서는 미생물이 거의 배양되지 않았고 통계적으로 유의하였다(그림 11).



그림 11. 흡인방법에 따른 공기 오염 정도

- a) 기침반사가 우세한 환자의 개방형 흡인 후 공기배양 검사 결과
- b) 기침반사가 미약한 환자의 개방형 흡인 후 공기배양 검사 결과
- c) 폐쇄형 흡인 후 공기배양 검사 결과

출처: Yu 등(2017)

II-9. 흡인 깊이 선택

권고안	근거 수준	권고 등급
39. 흡인 깊이 선택은 일반적으로 얕은 흡인(shallow suctioning) 방법을 권고한다.	I	A
40. 얕은 흡인(shallow suctioning) 방법은 인공기도의 길이를 미리 측정하여 그 깊이로 흡인 카테터를 삽입한 후 흡인을 수행한다.	III	C
41. 깊은 흡인(deep suctioning) 방법은 인공기도에 흡인 카테터를 삽입하여 저항이 느껴지면 1cm 뒤로 빼낸 후 흡인을 수행한다.	II	C
42. 깊은 흡인(deep suctioning) 방법은 기도 손상과 생리적 지표에 부정적 영향을 미칠 수 있으므로 얕은 흡인(shallow suctioning) 방법이 효과가 없는 경우에만 사용한다.	I	C

39-42.

흡인 깊이에 따른 방법으로는 얕은 흡인(shallow suctioning)과 깊은 흡인(deep suctioning) 방법이 있다. 얕은 흡인은 카테터를 미리 정해진 깊이, 즉 일반적으로 인공기도의 길이에 어댑터(인공

기도의 외부 단부와 흡인 카테터 또는 인공호흡기 회로를 연결하는 데 사용되는 소형 연결 장치) 길이를 더한 깊이까지만 삽입하여 흡인을 수행하는 방법이며, 깊은 흡인은 흡인 카테터를 저항이 느껴지는 기관 분기부(carina)까지 삽입한 후 1cm를 뒤로 빼낸 뒤 음압을 적용하는 방법을 의미한다 (Restrepo 등, 2010; Blakeman 등, 2022; Hu 등, 2019).

기존 지침에서는 기도 점막 손상과 생리적 부작용을 최소화하기 위해 얇은 흡인을 우선 적용할 것을 권고하고 있으며, 깊은 흡인은 얇은 흡인으로 분비물 제거가 충분하지 않은 경우에 한 해 제한적으로 시행할 것을 제시하고 있다(Restrepo 등, 2010; Blakeman 등, 2022).

얇은 흡인과 깊은 흡인의 안전성과 효과를 직접 비교한 근거는 제한적이나, 일부 무작위 대조군 연구와 유사실험연구에서 두 방법 간의 장·단점이 함께 보고되고 있다. Abbasinia 등(2014)의 연구에서는 두 흡인 방법 간 호흡수와 산소포화도 변화는 유사했으나, 깊은 흡인군에서 흡인 빈도가 더 적은 경향을 보였다. Irajpour 등(2014)은 두 방법 모두에서 혈역학적 지표의 변화는 전반적으로 유사하였으나, 깊은 흡인 시 심박수와 혈압이 상대적으로 더 증가하는 양상을 보고하여 일부 환자에 서의 잠재적 위험 가능성을 제시하였다.

최근 연구에서도 유사한 경향이 관찰되어 있어서, Al-Mayetiazidy 등(2024)은 깊은 흡인이 분비 물 제거와 산소포화도 개선 측면에서는 얇은 흡인보다 효과적일 수 있음을 보고하였으나, 동시에 수축기 혈압, 평균동맥압, 심박수 및 기관내관 커프 압력의 변동 폭이 더 크게 나타났음을 제시하였다. 또한 Kostekli 등(2022)의 연구에서는 두 방법 간 통증과 주요 혈역학적 지표에서 통계적으로 유의한 차이는 없었으나, 얇은 흡인을 시행한 군에서 흡인 전후의 생리적 지표 변화가 상대적으로 더 안정적인 양상을 보였다.

이러한 근거를 종합하면, 깊은 흡인은 분비물 제거 효율을 높이거나 흡인 빈도를 줄이는 데 도움이 될 수 있으나, 기도 점막 손상과 생리적 부작용의 위험이 상대적으로 증가할 가능성이 있다. 따라서 얇은 흡인을 기본 원칙으로 적용하되, 분비물 제거가 충분하지 않은 경우에 한해 깊은 흡인을 선택적으로 시행하고, 이 경우에도 환자의 생리적 반응에 대한 면밀한 모니터링이 병행되어야 한다 (Abbasinia 등, 2014; Blakeman 등, 2022).

II-10. 흡인 시간

권고안	근거 수준	권고 등급
43. 흡인 시간은 흡인 카테터 삽입부터 제거까지 15초 이내로 한다.	I	A

43.

흡인 시간은 흡인 카테터를 인공기도를 통해 기관 내로 삽입한 후 음압을 적용하고, 카테터를 제거하기까지 소요되는 전체 시간을 의미한다(Restrepo 등, 2010). 흡인 시간을 제한하는 것은 인공기도 흡인의 잠재적인 합병증 및/또는 위험을 완화하기 위한 실무적인 전략이다. AARC 권고안 개발 시

수행된 문헌고찰에서, 카테터 삽입 시간 또는 흡인 적용 시간에 따라 환자 결과를 비교한 연구는 확인되지 않았다(Blakeman 등, 2022). 그러나 기존 임상실무지침(NSW ACI, 2022; Hu 등, 2019), 교과서(Davids & Hess, 2021; Tenaillon, 1990) 및 선행연구들(Pedersen 등, 2009; Day 등, 2002)에 따르면 흡인 시간은 가능한 한 짧게 유지하고 15초 이내로 제한할 것을 권장한다(Blakeman 등, 2022). 흡인 시간이 길어질수록 점막 손상과 저산소증 발생 위험이 증가하므로, 흡인 시간은 15초 이내로 제한해야 한다(Day 등, 2002).

II-11. 흡인 주기 선택

권고안	근거 수준	권고 등급
44. 환자의 휴식(rest)과 혈역학적 회복(hemodynamic recovery) 시간이 필요하므로 인공기도 흡인은 연속으로 시행하지 않는다.	II	C
45. 인공기도 흡인은 정기적으로 수행하지 않고, 임상적으로 필요한 경우에만 수행한다.	I	A

44-45.

인공기도 흡인을 수행하는 빈도와 관련한 선행 연구에서 임상적 적응증이 있을 경우에만 흡인을 시행하는 것이 정기적으로 시행하는 흡인만큼 효과적이며 환자의 병리적 상태나 사망률을 증가시키지 않는 것으로 나타났다(Blakeman 등, 2022; NSW ACI, 2021; Pedersen 등, 2009). 따라서 일상적으로 정해진 스케줄에 따라 흡인을 시행하지 않으며, 인공기도 흡인은 필요한 경우에 한해 수행하는 것을 권장한다(Blakeman 등, 2022; NSW ACI, 2021; AACN, 2023).

II-12. 생리식염수 점적

권고안	근거 수준	권고 등급
46. 흡인 시 분비물 배출을 용이하게 하기 위해 정기적으로 인공기도 내 멸균 생리식염수 주입은 대상자에게 위해(harm)를 야기할 수 있으므로 일반적으로 권고하지 않는다.	II	A

46.

임상실무에서는 흡인 시 분비물 배출을 용이하게 하기 위해 흡인 전 인공기도내에 멸균 생리식염수를 점적하기도 한다(Chang 등, 2023). 그러나, 미국 AARC 지침(2010)에서 생리식염수 용액의 일상적 사용을 권장하지 않았으며, 그 이후 보고된 체계적 문헌고찰과 메타분석 연구에 따르면, 흡인 전 생리식염수 주입은 환자에게 임상적 이점이 입증되지 않았으며, 오히려 흡인 후 5분 내에 산소 포화도가 감소하거나 심박수가 증가하는 등 유해한 결과가 보고되었다(Chang 등, 2023; Wang

등, 2017). 또한 생리식염수 주입 시 발생가능한 부작용(산소 포화도 감소, 빈맥, 과도한 기침, 기관지 경련 등)을 고려하여 신중하게 사용해야 한다(Chang 등, 2023). 따라서 인공 기도 흡인 시 생리식염수 용액의 일상적 사용은 불필요한 것으로 권고하고 있다(Blakeman 등, 2022; Hu 등, 2019).

II-13. 흉부 물리요법

권고안	근거 수준	권고 등급
47. 거친 수포음, 분비물의 증가, 분비물이 축적되어 있거나 스스로 분비물을 배출할 수 없는 경우 흉부 물리요법을 시행한다.	III	C
48. 전문적인 흉부 물리요법이 필요한 경우 흉부 물리요법을 담당하는 부서/전문가(호흡재활치료실, 전문간호사 등)에게 의뢰할 수 있다.	III	C

47.

기도청결기법(airway clearance techniques, ACTs)은 호흡기 질환으로 인해 점액 정체, 기도 청결유지 어려움, 그리고 환기-관류 불균형이 발생할 때 시행된다. 기도청결기법은 과도한 객담 생성, 분비물 배출의 어려움, 또는 폐기능 저하를 유발하는 상태에서 특히 유용하다(Belli 등, 2021; Tripathi & Sankari 등, 2024). 이 중에서 흉부 물리요법은 기도 분비물 청결과 폐 확장을 촉진시키는 기술을 의미하며, 기도분비물 배액을 위한 환자 체위변경, 흉벽 타진과 진동 등을 포함한다 (Pozuelo-Carrascosa, 등, 2018).

타진은 손바닥을 캡 모양으로 오목하게 만들어 폐의 영향을 받는 부분 위를 두드려서 수행하며, 체위배액(postural drainage)에 추가하여 시행할 수 있다. 이러한 기법의 이론적 근거는 타진이 타진하는 폐분절의 하부 기도에 유량 변동(flow transient) 현상을 유발시키는 것이다. 진동으로 또는 기계 장치를 사용하여 호기 단계 동안 흉벽을 압박할 수 있다(Pathmanathan 등, 2015). 선행 연구에서 진동이 이완된 호기보다 50% 이상 최대 호기 유량을 증가시킨다는 것을 보고하였다 (McCarren 등, 2006). 체계적 문헌고찰연구에서, 중환자실에 입원한 기계적 인공호흡을 받는 기관 삽관된 성인 환자에서 자세 변경이나 체위배액, 수기 과팽창(manual hyperinflation), 진동, 기도 흡인으로 정의된 흉부 물리요법을 받지 않거나 단일 기법을 받는 경우와 비교하여 두 가지 이상의 흉부 물리요법을 병행할 경우 사망률이 감소하였다(Pozuelo-Carrascosa, 등, 2018).

48.

분비물 정체가 있고, 객담 생성이 많으며, 물리치료 중재로 개선 가능하고 반응할 수 있는 가스교환 장애가 있는 환자와 같은 전문적인 흉부 물리요법이 필요한 경우, 흉부 물리요법 담당 부서나 전문가에게 의뢰하여 호흡 물리치료 평가와 치료를 시행한다(NTSP, 2013; Lee 등, 2024).

II-14. 성문하 배액 포트 흡인

권고안	근거 수준	권고 등급
49. 성문하 배액 포트(subglottic secretion drainage port or subglottic suction port)를 가진 인공기도인 경우에는 성문하 배액 포트 흡인을 수행한다.	II	C

49.

성문하부는 기도 내에서 분비물이 정체되기 쉬운 부위로, 인공호흡기 관련 폐렴(Ventilator-associated pneumonia, VAP)의 주요 원인이 되는 영역이다(Lacherade 등, 2018). 성문하 배액 포트란 성문하부에 고이는 분비물을 제거할 수 있도록 만들어진 포트로, 인공기도의 커프(cuff) 바로 위에 만들어진 작은 흡인용 개구부와 연결되어 있다(그림 12). 이러한 구조는 성문하부에 축적된 분비물을 안전하게 제거할 수 있도록 설계되었다(Agency for Healthcare Research and Quality, 2017)(그림 13). 메타 분석에 따르면 성문하 배액 포트를 갖춘 인공기도를 사용하는 것은 VAP 발생을 0.56배(95% CI 0.48–0.63)로 낮추고, 환자의 사망을 0.88배(95% CI 0.80–0.97)로 감소시키는 효과를 보였다(Pozuelo-Carrascosa 등, 2020). 또 다른 메타 분석에서는 성문하배액을 시행했을 때 그램 양성균과 혈모필루스 인플루엔자균으로 인한 VAP 감염의 교차비(Odds ratio, OR)가 0.29(95% CI 0.18–0.48)로 낮게 나타났다는 결과를 보고했다(Huang 등, 2018). 이에, 성문하 배액 포트가 있는 인공기도를 사용하는 것이 환자에게 비용 효과적이라고 인식되고 있으며(Speroni 등, 2011), 대부분의 연구에서는 성문하 배액 포트를 통한 흡인을 VAP bundle에 포함하여 적용하고 있고(Mastrogiovanni 등, 2023), 폐렴 관리에 대한 미국 가이드라인에서는 가능한 경우 성문하 배액 포트를 통한 지속적인 흡인을 시행하도록 권고하고 있다(American Thoracic Society [ATS] & Infectious Diseases Society of America [IDSA], 2005). 지속적 성문하배액과 간헐적 성문하배액 간에는 VAP 발생률, 기계환기 적용일수, 중환자실 체류기간, 사망률에서 모두 유의한 차이가 없는 것으로 보고되었다(Wen 등, 2017). 성문하배액을 시행할 경우, 기존 문헌과 가이드라인에서는 기도 점막의 손상을 최소화하기 위해 저음압(low suction pressure) 적용을 권장하고 있으며, 지속적 성문하배액의 경우 일반적으로 $-15 \sim -20\text{mmHg}$ 의 음압을 적용하도록 제시하고 있다(ATS & IDSA, 2005; Blakeman 등, 2022). 한편, 간헐적 성문하배액 역시 유사한 범위의 저음압($-20 \sim -30\text{mmHg}$)을 사용하여 시행할 수 있으며, 흡인 시간과 빈도를 조절하여 점막 손상 위험을 최소화할 것을 권고하고 있다(Wen 등, 2017). 이와 같이 성문하배액 시에는 배액 방식과 관계 없이 저음압 적용과 점막 손상 예방을 위한 모니터링이 중요하며, 지속적 또는 간헐적 배액 방식 선택 시에도 음압 수준은 환자 안전을 고려하여 신중하게 조절되어야 한다.

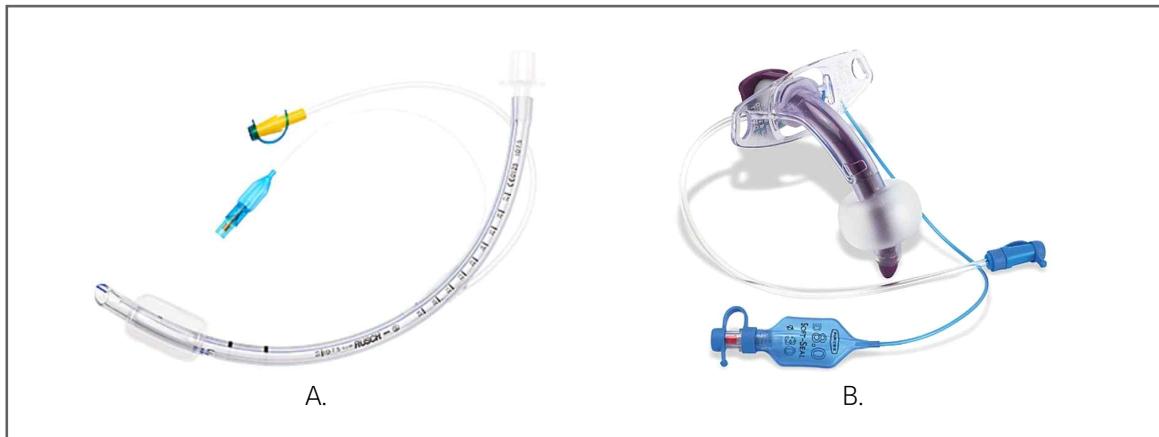


그림 12. 성문하 배액 포트가 달린 기관내관(A)과 성문하 배액 포트가 달린 기관절개관(B)

출처: Teleflex. Subglottic suctioning endotracheal tubes

<https://www.teleflex.com/usa/en/product-areas/anesthesia/airway-management/endotracheal-tubes/subglottic-suctioning-tubes/index.html>

USL Medical. Portex Blue Line Ultra Suctionaid individual tracheostomy tube.

<https://www.uslmedical.co.nz/airway-management/tracheostomy/portex-blue-line-ultra-suctionaid-individual-tracheostomy-tube.html>

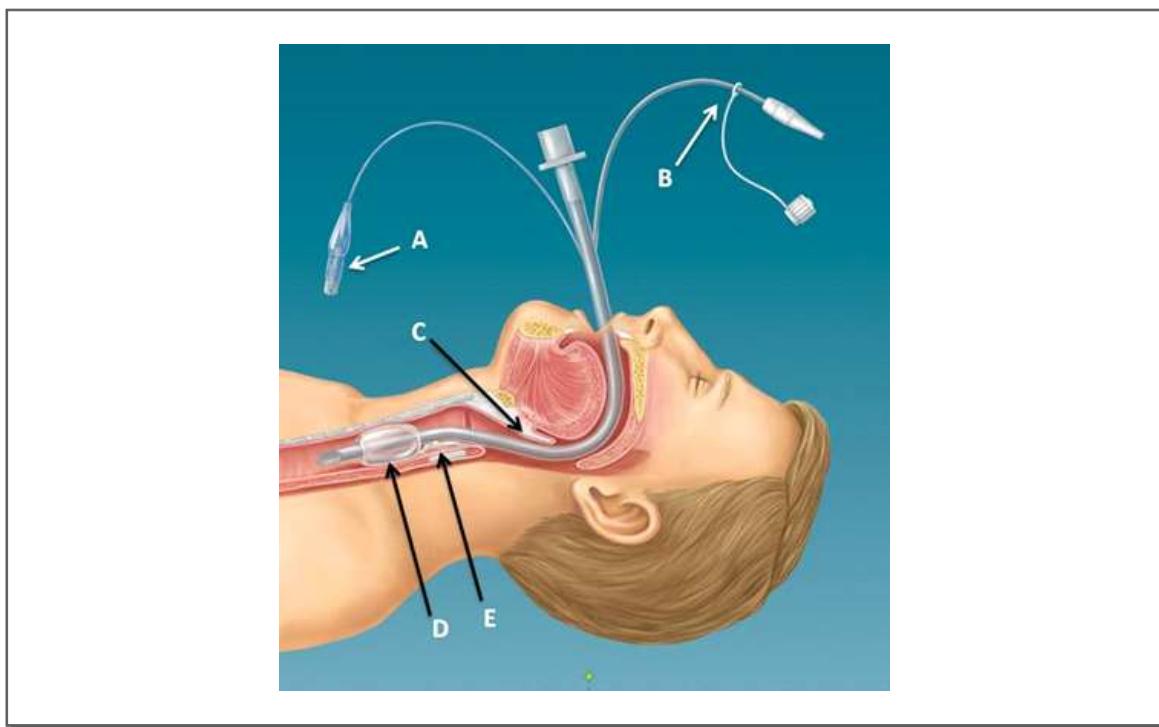


그림 13. 성문하 배액 포트가 달린 기관내관 도식도

A: 커프팽창/축소용 관 B: 성문하분비물 배액용 포트 C: 후두덮개 D: 기관내관 커프/풍선

E: 성문하분비물이 모여있는 위치와 연속성문하배액장치의 배면 개구부 위치

출처: Amato (2011)

II-15. 기관지경을 통한 분비물 제거

권고안	근거 수준	권고 등급
50. 분비물 제거를 위한 주기적인 기관지경 시행은 권고되지 않는다.	II	A

50.

기관지경은 주로 폐 질환의 진단이나 특정 부위의 검체 채취를 위해 사용되어 왔으며, 분비물 제거를 위한 적용에 대해서는 제한적인 근거만 보고되었다(Blakeman 등, 2022). 일부 긍정적인 연구 결과에도 불구하고 분비물 제거를 위해 기관지경 사용을 보편적으로 권고하기에는 아직 근거가 충분하지 않다. Qiao 등 (2018)은 급성 호흡부전으로 중환자실에 입원한 만성 폐쇄성 폐질환자 73명을 대상으로 기관지경을 통한 분비물 제거와 일반적인 흡인으로 인한 분비물 제거의 효과를 비교하는 무작위 대조군 연구를 시행하였다. 중재는 20일 동안 시행되었으며, 기관지경을 통한 분비물 제거 집단의 경우 하루에 1번 이상 휴대용 기관지경(portable fiber bronchoscopy)을 통한 분비물 흡인과 폐포 세척(bronchial alveolar lavage)이 시행되었다. 연구 결과, 기관지경을 통한 분비물 제거 집단의 경우 일반적인 흡입을 시행하였던 집단에 비해 기계환기 적용일수가 적고, 입원기간이 짧았으며, VAP 발생률이 낮고, 사망률이 적었다. 하지만 미국 AARC에서는 분비물 제거를 위한 기관지경 사용에 대한 근거가 아직 제한적이기 때문에 분비물 제거를 위한 기관지경 검사를 시행하는 것은 권장하지 않는다고 결론을 내렸다(Blakeman 등, 2022).

II-16. 스크랩 기구(scraping device) 사용

권고안	근거 수준	권고 등급
51. 분비물 축적으로 인해 기도 저항이 증가한 기관삽관 대상자에게 스크랩 기구(scraping device) 사용을 고려할 수 있다.	II	A

51.

미생물이 집락화(colonization)된 인공기도는 환자에게 흡인의 위험성을 증가시키며, 세균이 번식 할 수 있는 환경을 제공한다(Piccuito & Berra 등, 2023). 또한 인공기도 내강에 분비물이 축적되면 기도 저항이 증가하여 환자의 호흡일(work of breathing)이 늘어난다(Davies 등, 2021). 스크랩 기구(scraping device)(그림 14)는 이러한 문제를 해결하기 위해 설계되었으며, 풍선 카테터(balloon catheter)를 팽창시켜 기관내관의 내강을 세척하여 박테리아의 축적을 방지한다(Piccuito & Berra, 2023). 스크랩 기구를 사용할 경우, 일반적인 흡인 카테터를 사용하는 것에 비해 환자의 기도 저항이 감소되고, 더 많은 분비물을 효과적으로 제거할 수 있다(Davies 등, 2021). 두 편의 무작위 대조군 실험에 따르면 스크랩 기구의 사용은 인공기도 내 박테리아 번식을 효과적으로 감소시

켰으며, 스크랩 기구 사용으로 인한 부작용은 보고되지 않았다(Berra 등, 2012; Pinciroli 등, 2016). 한 연구에서는 일반적인 흡인 카테터를 이용하여 흡인으로는 실패한 기관내관 폐색 환자의 분비물을 스크랩 기구(scraping device)를 사용해 성공적으로 제거한 사례를 보고하기도 하였다(Mietto 등, 2014)(그림 15). 하지만, 스크랩 기구를 일상적으로 사용해야 하는지, 간헐적으로 사용

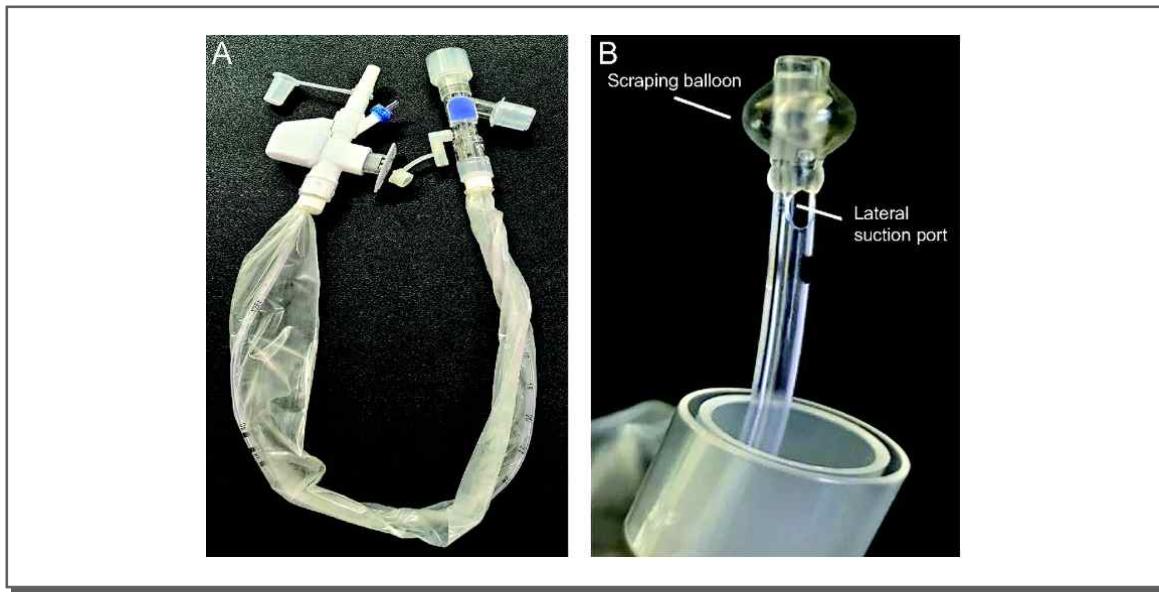


그림 14. 폐쇄형 흡인용 스크랩 기구(scraping device)
A. CleanSweep closed suctioning system B. Inflated scraping balloon

출처: Kaur 등(2023)

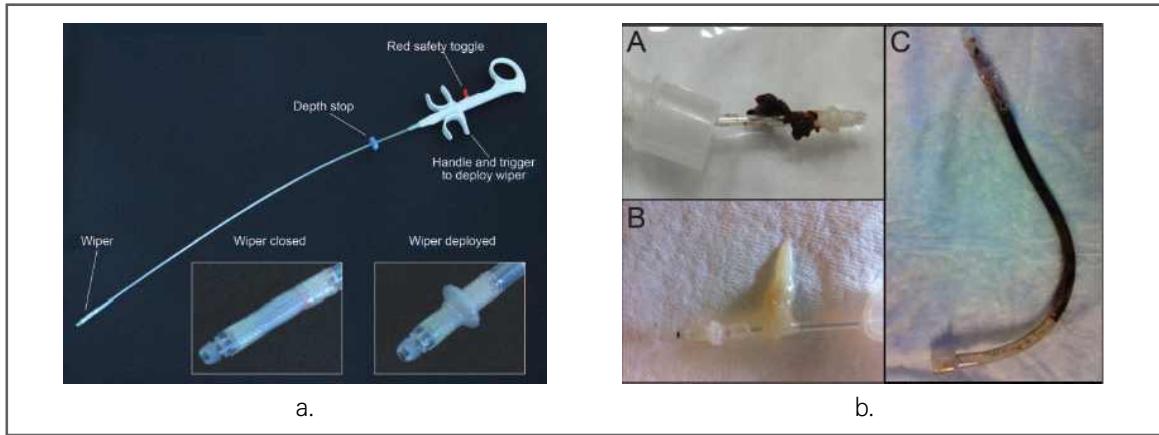


그림 15. 스크랩 기구(scraping device, EndOclear) 구조(a)와 스크랩 기구(scraping device)를 이용한 기관내관 청소 사례(b)

- 기관내관 청소 후 스크랩 기구(scraping device)의 끝
- 대형 객담 플러그를 제거한 스크랩 기구(scraping device)의 끝
- 정상적 가스 교환과 환기 부전으로 재삽관 후 제거된 기도삽관이 막혀 있는 사례

출처: Mietto 등(2014)

하는 것이 도움이 되는지에 대한 근거는 부족하며, 미국 AARC에서는 분비물 축적으로 인해 기도 저항이 증가된 것이 의심될 때 스크랩 기구를 사용할 수 있다고 권고하고 있다(Blakeman 등, 2022).

II-17. 검체 채취

권고안	근거 수준	권고 등급
52. 검체 채취를 위한 흡인(개방형/폐쇄형) 시 호흡기 분비물이 상기도 상재균에 의해 오염되지 않도록 멸균 검체통에 검체를 채취한다.	II	A

52.

호흡기 검체의 신뢰도를 확보하기 위해서는 상기도 상재균에 의한 오염을 최소화한 상태로 검체를 확보하는 과정이 필수적이다. 객담 채취 시에는 오염을 예방하기 위해 뚜껑이 있는 멸균 검체 용기를 이용한다(질병관리본부, 2018)(그림 16). 멸균 검체 용기는 사용 전 유효기간, 보관 조건, 포장 등을 확인하여 멸균이 유지된 경우에만 사용한다(중앙방역대책본부·질병관리청, 2023b).



A.



B.

그림 16. 무균적 호흡기 검체 채취를 위한 흡인방법(A. 개방형; B. 폐쇄형)

출처: 연구팀 촬영

II-18. 신종 호흡기 감염병에서의 검체 채취

권고안	근거 수준	권고 등급
53. 신종 호흡기 감염병에서의 검체 채취는 폐쇄형 흡인방법을 사용하여 검체를 채취한다.	III	A
54. 신종 호흡기 감염병에서의 검체 채취 시 KF94 동급 이상의 호흡기 보호구, 일회용 장갑, 일회용 방수성 긴팔 가운, 고글 또는 안면보호구(필요 시 불투과성 일회용 앞치마 추가 착용) 등의 개인보호구를 필수적으로 착용하고 검체를 채취한다.	III	A
55. 신종 호흡기 감염병에서의 채취한 검체는 삼중 포장한다.	III	A

53.

질병관리청 중환자실 감염관리지침(제2판)에서는 전파 예방이 필요한 병원체 감염에서 감염원의 전파를 최소화하기 위해서 폐쇄형 흡인 방법이 선호될 수 있다고 제시하고 있다(질병관리청, 2023a). 인공호흡기 적용 중인 환자에서 폐쇄형 흡인방법은 호흡기계 분비물의 에어로졸화를 최소화할 수 있어 좀 더 안전하다(NSW ACI, 2021). 특히 비말주의나 공기주의 환자에서 검체 채취나 흡인을 위해서는 폐쇄형 흡인방법을 적용한다(질병관리청, 2023a).

54.

질병관리청 중환자실 감염관리지침(제2판)에서는 중증급성호흡기증후군(severe acute respiratory syndrome, SARS), 조류 인플루엔자, 신종인플루엔자가 의심되거나 감염된 환자와 접촉할 경우 질병관리청에서 권장하는 개인보호구 착용 지침을 따르도록 권고한다(중앙방역대책본부·질병관리청, 2023)(그림 17). 급성호흡기증후군, 바이러스출혈열, 전파 양식을 모르는 신종 감염병 등에 대한 증상 및 징후를 보이는 환자에게 흡인을 통한 검체 채취 시 에어로졸을 형성할 수 있으므로 에어로졸 형성을 줄일 수 있는 방안을 강구하고, 질병관리청의 관리지침에 따라 개인보호구를 착용한다(중앙방역대책본부·질병관리청, 2023). 검체 채취자의 호흡기 보호를 위해서 마스크나 동급의 호흡기 보호구 또는 전동식 호흡보호구(powered air purifying respirator, PAPR) 중 하나를 선택하여 착용한다(중앙방역대책본부, 2024; 중앙방역대책본부·질병관리청, 2023). 검체 채취자의 손과 전신 보호를 위해서 일회용 장갑과 일회용 방수성 긴팔 가운을 착용한다(중앙방역대책본부, 2024; 중앙방역대책본부·질병관리청, 2023). 필요 시 다량의 분비물 시 추가로 불투과성 일회용 앞치마를 추가로 착용할 수 있다(중앙방역대책본부·질병관리청, 2023). 검체 채취자의 안면부를 보호하기 위해서 고글 또는 안면보호구(실드 마스크 등)를 착용한다(중앙방역대책본부, 2024; 중앙방역대책본부·질병관리청, 2023).



긴팔가운 4종 세트 착용 예시



전신보호복 및 전동식 호흡보호구 착용 예시

그림 17. 신종 호흡기 감염병에서의 검체 채취 시 개인보호구 착용 예시

출처: 질병관리청(2025b)

55.

중앙방역대책본부·질병관리청(2023)에서는 채취된 호흡기 검체의 주변 오염을 최소화하기 위해 3종 포장을 하도록 권고한다. 감염병 확인진단을 위한 검체 채취 및 관리에 관한 표준지침(2021)과 감염성물질 안전수송지침(보건복지부·질병관리본부·국립보건연구원, 2015; 질병관리청, 2023b)에서 감염성 물질을 수송하고자 할 때는 국제 기준인 'UN 위험물수송권고안' 포장 기준(packaging instruction, PI)과 생물학적 위해도에 따라서 포장·표식 기준을 따르고 3종 안전 포장을 해야 한다(질병관리청, 2023b; 보건복지부·질병관리본부·국립보건연구원, 2015)(그림 18). 포장 용기와 내용물은 다음과 같다.

- ① 1차 용기: 감염성물질에 직접 닿는 용기로 방수 가능한 용기를 사용해야 하며, 스크류 캡 등 마개로 밀봉하여 내용물의 유출을 방지하도록 밀폐한다.
- ② 2차 안전 수송 용기: 1차 용기를 보호하고 파손을 방지하고자 내구성이 뛰어난 재질로 사용해야 하며, 온도(-40 ~ +55°C)와 압력(95kPa 이상) 차이에서 발생하는 내부압력을 견딜 수 있는 안전성이 입증된 용기이어야 하며, 방수 및 누수방지 용기(플라스틱, 철제 등)를 사용한다.
- ③ 3차 포장 용기(최종 외과 포장 용기): 2차 안전 수송용기를 담는 최종 외과 포장 용기로, 수송 중 외부로부터 물리적 충격을 견딜 수 있도록 1차와 2차 용기를 포함하여 안전성을 인증 받은 3차 포장 용기 제조 규격 표기 사항(UN 인증 마크)이 표기된 용기를 사용해야 한다.

- ④ 흡수제: 1차 용기와 2차 안전 수송 용기 사이에 포함되는 내용물로써 1차 용기 파손 시 감염성 물질을 흡수할 수 있는 재질을 사용한다(예: 흡수용 패드, 흡수용 겔, 코튼 볼 등).
- ⑤ 충격완화제: 1차 용기와 2차 안전 수송 용기와 3차 포장 용기 사이의 공간을 채우는 내용물로써 수송 시 물리적 충격을 완화시킬 수 있는 재질을 사용한다(예: 에어비닐 등).

감염성 호흡기 검체의 이송 시 전용 수송용기를 사용하며, 수송 과정 중 사고가 발생하더라도 감염성 물질이 외부로 유출되지 않도록 삼중 포장을 시행한다.

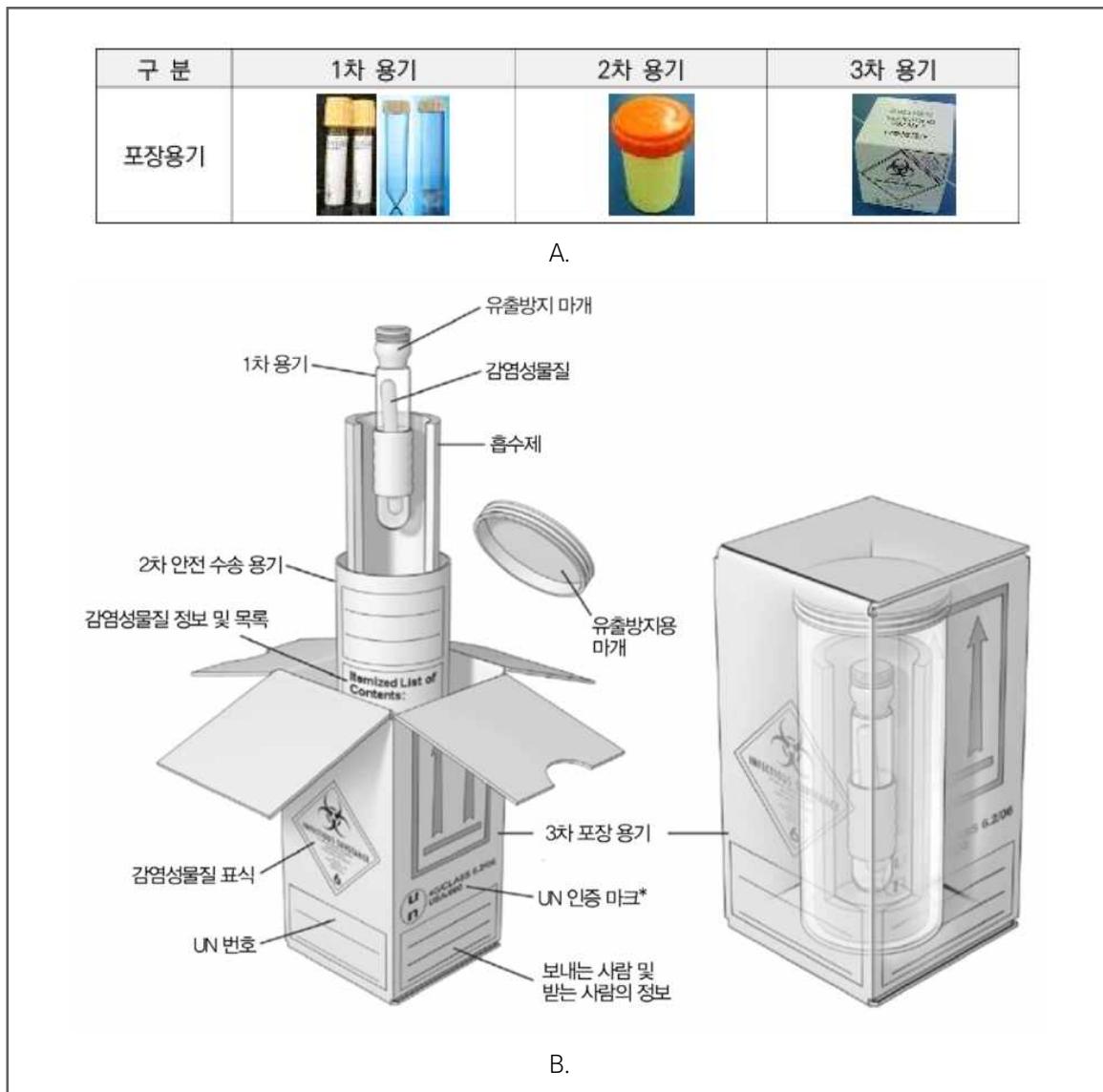


그림 18. 감염성물질의 삼중 포장용기(A)와 삼중 포장방법(B)

출처: 중앙방역대책본부·질병관리청(2023); 보건복지부·질병관리본부·국립보건연구원(2015)

II-19. 흡인통 교체 및 관리

권고안	근거 수준	권고 등급
56. 흡인통(suction bottle) 및 통에 연결된 수집용 튜브는 대상자마다 개별 사용한다.	III	A
57. 흡인통의 적절한 교체 주기는 제조사의 권고나 병원의 정책을 따른다.	II	B

56-57.

흡인통과 흡인 연결관은 *Pseudomonas spp.* 또는 *Acinetobacter spp.* 등의 균주에 오염되어 그 균주에 의한 유행이 발생한 사례가 보고된 바 있다(Yorioka 등, 2010; Kanamori 등, 2017). 그러므로 인공호흡기 관련 폐렴 예방과 환자 간 교차오염을 방지하기 위해 흡인관련 기구는 환자마다 개별 사용하여야 한다(질병관리청, 2023). 다만 환자가 단기간 머무는 수술 후 회복실이나 응급실에서는 환자마다 교체하는 것이 어렵지만, 적절한 교체 시점에 대한 근거가 아직 충분하지 않다(질병관리청, 2023). 이러한 점으로 인해 일회용 흡인통이 활용되기도 한다(그림 19).

흡인관련 기구의 소독 및 멸균 방법으로 호흡치료기구 중 점막에 접촉하지 않는 흡인통 등은 비위험기구로 낮은 수준의 소독을 시행한다(질병관리청, 2023). 비위험기구에 적용하는 낮은 수준의 소독 방법은 물리적으로 안과 밖의 표면을 물과 중성세제 또는 효소세척제로 깨끗하게 세척하고 낮은 수준의 소독제에 담근다. 그 후 수돗물로 깨끗이 헹구고 건조하여 보관하고 보관 과정에서 오염되지 않도록 주의한다. 흡인 장치 사용 시 위생과 안전을 유지하기 위해 흡인통이 3/4 지점까지 채워졌을 때 교체한다(UHS NFT, 2022).

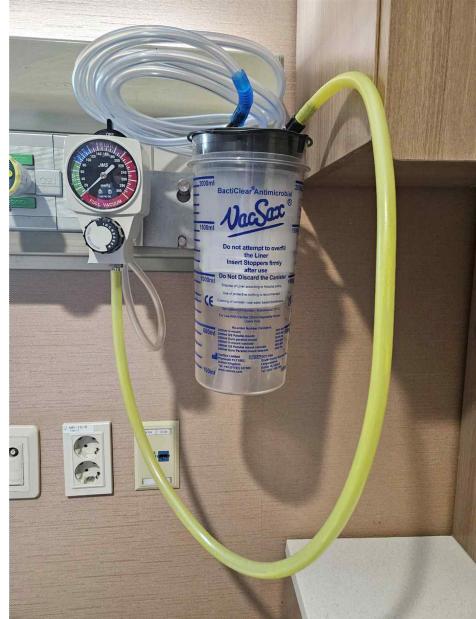


그림 19. 흡인체계에 연결된 일회용 흡인통

출처: 연구팀 촬영

III. 간호기록

권고안	근거 수준	권고 등급
58. 흡인 수행 후 다음의 내용을 간호기록지에 기록한다. 1) 날짜와 시간 2) 대상자 사정 3) 적응증 4) 분비물의 특성, 양 5) 흡인 전, 후 대상자 호흡양상과 반응, 호흡음 6) 흡인 방법 7) 흡인 깊이	III	C

58.

흡인 수행의 결과로 대상자의 상태와 흡인 전과 후의 반응, 분비물의 색, 농도, 양은 물론 흡인 방법과 깊이, 흡인 날짜와 시간 등을 문서화해야 한다(NSW ACI, 2021).

참고문헌

보건복지부·질병관리본부·국립보건연구원 (2015). 감염성물질 안전수송 지침 개정2판.

질병관리본부 (2017). 의료관련감염 표준예방지침.

질병관리본부 (2018). 감염병 확인진단을 위한 검체 채취 및 관리에 관한 표준지침.

<https://www.prism.go.kr/homepage/asmt/popup/1351000-201800220>

질병관리청 (2023a). 중환자실 감염관리지침(제2판).

https://www.kdca.go.kr/board/board.es?mid=a20507020000&bid=0019&tag=&act=view&list_no=722154

질병관리청 (2023b). 감염성물질 안전수송 지침.

<https://www.kdca.go.kr/kdca/3341/subview.do?enc=Zm5jdDF8QEB8JTJGYmJzJTJG a2RjYSUyRjM0JTJGMjA3NjUyJTJGYXJ0Y2xWaWV3LmRvJTNGdXRtX3NvdXJjZSUzRGNoYXRncHQuY29tJTI2>

중앙방역대책본부·질병관리청 (2023). 코로나바이러스감염증-19 대응지침(지자체용) 제 13-3판.

<https://www.kdca.go.kr/kdca/2862/subview.do>

중앙방역대책본부 (2024). 코로나바이러스감염증-19 의료기관 감염예방·관리[제3-1판].

<https://www.kdca.go.kr/preview/doc.html?fn=202312291113284051&rs=/atchmnfl/preview/result/>

질병관리청 (2025a). 의료관련감염병 관리지침. 질병관리청.

<https://www.kdca.go.kr/preview/doc.html?fn=174521340466200&rs=/atchmnfl/preview/result/>

질병관리청 (2025b). 제1급감염병 MERS·SARS 대응지침.

https://dportal.kdca.go.kr/pot/bbs/BD_selectBbs.do?q_bbsSn=1001&q_bbsDocNo=20250102163041973&q_clsfNo=-1

SL메디케어. (n.d.). 석션카테터 8FR-18FR 100개 흡인용 튜브.

<https://slmedi.com/product/석션카테터-8fr-10fr-12fr-14fr-16fr-18fr-100개-흡인용튜브/21503>

Abbasinia, M., Irajpour, A., Babaii, A., Shamali, M., & Vahdatnezhad, J. (2014). Comparison the effects of shallow and deep endotracheal tube suctioning on respiratory rate, arterial blood oxygen saturation and number of suctioning in patients hospitalized in the intensive care unit: a randomized controlled trial. *Journal of Caring Sciences*, 3(3), 157–164. <https://doi.org/10.5681/jcs>.

Afenigus, A. D., Mulugeta, H., Bewuket, B., Ayenew, T., Getnet, A., Akalu, T. Y., Alamneh, Y. M., & Tsehay, B. (2021). Skill of suctioning adult patients with an artificial airway and associated factors among nurses working in intensive care units of Amhara region, public hospitals, Ethiopia. *International Journal of Africa Nursing Sciences*, 14, 100299.

<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijans.2021.1002992014.017>

Agency for Healthcare Research and Quality. (2017). *Subglottic secretion drainage facilitation guide*.

<https://www.ahrq.gov/hai/tools/mvp/modules/technical/subglottic-fac-guide.html>

Åkerman, E., Larsson, C., & Ersson, A. (2014). Clinical experience and incidence of ventilator-associated pneumonia using closed versus open suction-system. *Nursing in Critical Care*, 19(1), 34-41.

Al-Mayetiazidy, R. A., Younis, G. A., Ahmed, S. A., & Allam, Z. A. (2024). Effect of shallow versus deep suctioning techniques on endotracheal tube cuff pressure measurements and physiological indices among patients undergoing mechanical ventilation. *Tanta Scientific Nursing Journal*, 32(Suppl 2), 215-238.

<https://doi.org/10.21608/TSNJ.2024.349143>

Alsomali, M. I., & Elhady, M. M. (2019). The effect of open versus closed tracheal suctioning system on the physiological outcomes of mechanically ventilated patients. *IOSR Journal of Nursing and Health Science*, 8(4), 74-80.

Amato, C. W. (2011). Effectiveness of subglottic suctioning in the prevention of ventilator-associated pneumonia (Honors thesis, University of Central Florida). STARS. <https://stars.library.ucf.edu/honortheses1990-2015/1106>

Ambu. (n.d.). PEEP valves.

<https://www.ambu.com/emergency-care-and-training/resuscitators/product/peep-valves>

American Association of Critical-Care Nurses (AACN). (2023). *AACN procedure manual for progressive and critical care* (8th ed.). Elsevier.

American Thoracic Society, & Infectious Diseases Society of America. (2005). Guidelines for the management of adults with hospital-acquired, ventilator-associated, and healthcare-associated pneumonia. *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine*, 171(4), 388-416. <https://doi.org/10.1164/rccm.200405-644ST>

Aris, R. J., Arafat, R., & Rachmawaty, R. (2025). The Effect of Endotracheal Suction on Hemodynamics of Neurological Patients: A Literature Review. *International Journal of Nursing and Health Services*, 8(4), 243-250.

<https://doi.org/10.35654/ijnhs.v8i4.844>

Aumeran, C., Henquell, C., Brebion, A., Noureddine, J., Traore, O., & Lesens, O. (2021). Isolation gown contamination during healthcare of confirmed SARS-CoV-2-infected patients. *The Journal of hospital infection*, 107, 111-113.

<https://doi.org/10.1016/j.jhin.2020.10.001>

- Belli, S., Prince, I., Savio, G., Paracchini, E., Cattaneo, D., Bianchi, M., Masocco, F., Bellanti, M. T., & Balbi, B. (2021). Airway Clearance Techniques: The Right Choice for the Right Patient. *Frontiers in medicine*, 8, 544826. <https://doi.org/10.3389/fmed.2021.5448260.11.004>
- Berney, S., & Denehy, L. (2002). A comparison of the effects of manual and ventilator hyperinflation on static lung compliance and sputum production in intubated and ventilated intensive care patients. *Physiotherapy Research International*, 7(2), 100-108.
- Berra, L., Coppadoro, A., Bittner, E. A., Kolobow, T., Laquerriere, P., Pohlmann, J. R., Bramati, S., Moss, J., & Pesenti, A. (2012). A clinical assessment of the Mucus Shaver: A device to keep the endotracheal tube free from secretions. *Critical Care Medicine*, 40(1), 119-124. <https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e31822e9fe3>
- Blakeman, T. C., Scott, J. B., Yoder, M. A., Capellari, E., & Strickland, S. L. (2022). AARC clinical practice guidelines: Artificial airway suctioning. *Respiratory Care*, 67(2), 258-271. <https://doi.org/10.4187/respcare.09548>
- Bourgault, A. M., Brown, C. A., Hains, S. M., & Parlow, J. L. (2006). Effects of endotracheal tube suctioning on arterial oxygen tension and heart rate variability. *Biological research for nursing*, 7(4), 268-278.
- Brooks, D., Anderson, C. M., Carter, M. A., Downes, L. A., Keenan, S. P., Kelsey, C. J., & Lacy, J. B. (2001). Clinical Practice Guideline for Suctioning the Airway of the Intubated and Non-Intubated Patient. *Canadian Respiratory Journal*, 8(3), 163-181.
- Bruschettini, M., Zappettini, S., Moja, L., & Calevo, M. G. (2016). Frequency of endotracheal suctioning for the prevention of respiratory morbidity in ventilated newborns. *Cochrane Database of Systematic Reviews*(3), CD011493. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD011493.pub2>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2024, September). *2007 guideline for isolation precautions: Preventing transmission of infectious agents in healthcare settings* (Updated ed.). <https://www.cdc.gov/infectioncontrol/guidelines/isolation/index.html>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2023a). *Core infection prevention and control practices for safe healthcare delivery in all settings*. U.S. Department of Health and Human Services. <https://www.cdc.gov/infection-control/hcp/core-practices/index.html>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2023b). *Isolation precautions: Appendix A*. <https://www.cdc.gov/infection-control/hcp/isolation-precautions/appendix-a-table-4.html>

- Cereda M, Villa F, Colombo E, et al. (2001). Closed system endotracheal suctioning maintains lung volume during volume-controlled mechanical ventilation. *Intensive Care Medicine*, 27, 648-54. <https://doi.org/10.1007/s001340100897>
- Chang, S. J., Kim, E., Kwon, Y. O., Im, H., Park, K., Kim, J., Lee, S., Choi, M., Jung, Y., & Park, J. H. (2023). Benefits and harms of normal saline instillation before endotracheal suctioning in mechanically ventilated adult patients in intensive care units: A systematic literature review and meta-analysis. *Intensive and Critical Care Nursing*, 78, 103477. <https://doi.org/10.1016/j.iccn.2023.103477>
- David, D., Samuel, P., David, T., Keshava, S. N., Irodi, A., & Peter, J. V. (2011). An open-labelled randomized controlled trial comparing costs and clinical outcomes of open endotracheal suctioning with closed endotracheal suctioning in mechanically ventilated medical intensive care patients. *Journal of Critical Care*, 26(5), 482-488.
- Davidson, K., & Shojaee, S. (2020). Managing massive hemoptysis. *Chest*, 157(1), 77-88.
- Davies, J. D., Huang, Y. C., & MacIntyre, N. R. (2021). Evaluation of a novel endotracheal tube suctioning system incorporating an inflatable sweeper. *Canadian Journal of Respiratory Therapy*, 57, 138-142. <https://doi.org/10.29390/cjrt-2021-026>
- Day, T., Farnell, S., & Wilson-Barnett, J. (2002). Suctioning: A review of current research recommendations. *Intensive and Critical Care Nursing*, 18(2), 79-89. [https://doi.org/10.1016/S0964-3397\(02\)00004-6](https://doi.org/10.1016/S0964-3397(02)00004-6)
- de Freitas Vianna, J. R., et al. (2017). Comparing the effects of two different levels of hyperoxygenation on gas exchange during open endotracheal suctioning: A randomized crossover study. *Respiratory Care*. <https://doi.org/10.4187/respcare.04665>
- Demir, F., & Dramali, A. (2005). Requirement for 100% oxygen before and after closed suction. *Journal of Advanced Nursing*, 51(3), 245-251. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2648.2005.03500.x>
- Deppe, S. A., Kelly, J. W., Thoi, L. L., Chudy, J. H., Longfield, R. N., Ducey, J. P., Truwit, C. L., & Antopol, M. R. (1990). Incidence of colonization, nosocomial pneumonia, and mortality in critically ill patients using a Trach Care closed-suction system versus an open-suction system: Prospective, randomized study. *Critical Care Medicine*, 18(12), 1389-1393. <https://doi.org/10.1097/00003246-199012000-00016>
- Eke, U. A., & Eke, A. C. (2021). Personal protective equipment in the siege of respiratory viral pandemics: Strides made and next steps. *Expert Review of Respiratory*

- Medicine*, 15(4), 441-452. <https://doi.org/10.1080/17476348.2021.1865812>
- Favretto, D. O., Silveira, R. C. d. C. P., Canini, S. R. M. d. S., Garbin, L. M., Martins, F. T. M., & Dalri, M. C. B. (2012). Endotracheal suction in intubated critically ill adult patients undergoing mechanical ventilation: a systematic review. *Revista latino-americana de enfermagem*, 20, 997-1007.
- Forouzan Jahromi, F., Javadi, M., Rahnemayan, S., Sanaie, S., & Mahmoodpoor, A. (2022). Comparing the effects of two different levels of hyperoxygenation on gas exchange during open endotracheal suctioning in mechanically ventilated patients: A randomized clinical trial. *Journal of Critical Care*, 67, 27-32. <https://doi.org/10.1016/j.jcrc.2021.11.005>
- Gardner, D. L., & Shirland, L. (2009). Evidence-based guideline for suctioning the intubated neonate and infant. *Neonatal Network*, 28(5), 281-302.
- Gholamzadeh, S., & Javadi, M. (2009). Effect of endotracheal suctioning on intracranial pressure in severe head-injured patients. *Critical Care*, 13(Suppl 1), P80.
- Gilder, E., Parke, R. L., & Jull, A. (2019). Endotracheal suction in intensive care: A point prevalence study of current practice in New Zealand and Australia. *Australian Critical Care*, 32(2), 112-115. <https://doi.org/10.1016/j.aucc.2018.03.001>
- Grap, M. J., Munro, C. L., Ashtiani, B., & Bryant, S. (2003). Oral care interventions in critical care: frequency and documentation. *American Journal of Critical Care*, 12(2), 113-118.
- Hooton, T. M., Bradley, S. F., Cardenas, D. D., Colgan, R., Geerlings, S. E., Rice, J. C., ... & Nicolle, L. E. (2010). Diagnosis, prevention, and treatment of catheter-associated urinary tract infection in adults: 2009 International Clinical Practice Guidelines from the Infectious Diseases Society of America. *Clinical infectious diseases*, 50(5), 625-663.
- Howard B. E. (2020). High-Risk Aerosol-Generating Procedures in COVID-19: Respiratory Protective Equipment Considerations. *Otolaryngology--head and neck surgery*, 163(1), 98-103. <https://doi.org/10.1177/0194599820927335>
- Hu, J., Yu, L., Jiang, L., Yuan, W., Bian, W., Yang, Y., & Ruan, H. (2019). Developing a guideline for endotracheal suctioning of adults with artificial airways in the perianesthesia setting in China. *Journal of PeriAnesthesia Nursing*, 34(1), 160-168. <https://doi.org/10.1016/j.jopan.2018.03.005>
- Huang, X. A., Du, Y. P., Fu, B. B., & Li, L. X. (2018). Influence of subglottic secretion drainage on the microorganisms of ventilator-associated pneumonia: A meta-analysis for subglottic secretion drainage. *Medicine*, 97(28), e11223.

<https://doi.org/10.1097/md.00000000000011223>

- Irajpour, A., Abbasinia, M., Hoseini, A., & Kashefi, P. (2014). Effects of shallow and deep endotracheal tube suctioning on cardiovascular indices in patients in intensive care units. *Iranian journal of nursing and midwifery research*, 19(4), 366-370.
- Joanna Briggs Institute. (2013). Endotracheal suctioning of the adult intubated patient. *JBI Library of Systematic Reviews and Implementation Reports*, 11(1), 127-146.
- Johnson KL, Kearney PA, Johnson SB, Niblett JB, MacMillan NL McClain RE. (1994). Closed versus open endotracheal suctioning: costs and physiologic consequences. *Critical Care Medicine*, 22(4), 658-666.
- Jongerden, I. P., Buiting, A. G., Leverstein-van Hall, M. A., Speelberg, B., Zeidler, S., Kesecioglu, J., & Bonten, M. J. (2011). Effect of open and closed endotracheal suctioning on cross-transmission with Gram-negative bacteria: a prospective crossover study. *Critical care medicine*, 39(6), 1313-1321.
- Kacmarek, R. M., Stoller, J. K., & Heuer, A. J. (2020). *Egan's fundamentals of respiratory care* (12th ed.). Mosby
- Kanamori, H., Rutala, W. A., & Weber, D. J. (2017). The role of patient care items as a fomite in healthcare-associated outbreaks and infection prevention. *Clinical Infectious Diseases*, 65(8), 1412-1419.
- Kaur, R., Scott, J. B., Weiss, T. T., Klein, A., Charlton, M. E., Villanueva, K. A., Balk, R. A., & Vines, D. L. (2023). Evaluation of a closed suction system with integrated tube-scraping technology. *Respiratory Care*, 68(8), 1023-1030.
<https://doi.org/10.4187/respca.10830>
- Kaushik, S., Jain, G., Gupta, N., Saini, L. K., & Sindhwan, G. (2021). Retrieval of a tracheobronchial blood clot with a Yankauer suction catheter in complete airway obstruction. *Acute and Critical Care*, 36(1), 78.
- Kerem, E., Yatsiv, I., & Goitein, K. J. (1990). Effect of endotracheal suctioning on arterial blood gases in children. *Intensive Care Medicine*, 16, 95-99.
<https://doi.org/10.1007/BF02575301>
- Kim, K. N., Lee, H. J., Choi, H. I., & Kim, D. W. (2015). Airway management in patient with continuous bleeding lesion of the trachea: a case report. *Korean Journal of Anesthesiology*, 68(4), 407-410.
- Kostekli, S., Celik, S., & Keskintan, E. (2022). Effect of deep and superficial endotracheal suctioning on hemodynamic parameters and pain in neurosurgical intensive care patients. *Marmara Medical Journal*, 35(2), 237-243.

- Lacherade, J. C., Azais, M. A., Pouplet, C., & Colin, G. (2018). Subglottic secretion drainage for ventilator-associated pneumonia prevention: An underused efficient measure. *Annals of Translational Medicine*, 6(21), 422. <https://doi.org/10.21037/atm.2018.10.40>
- Lasocki S, Lu Q, Sartorius A, Fouillat D, Remerand F, Rouby J-J. (2006). Open and closed-circuit endotracheal suctioning in acute lung injury: efficiency and effects on gas exchange. *Anesthesiology*, 104(1), 39-47.
- Lee, C. H., Hyun, S. E., Hur, Y., & Shin, H. I. (2024). Synergistic effect of manually assisted cough during mechanical insufflation-exsufflation in patients with spinal cord injury. *Respiratory Care*, 69(7), 819-828.
- Lee, E. Y., & Kim, S. H. (2014). Effects of Open or Closed Suctioning on Lung Dynamics and Hypoxemia in Mechanically Ventilated Patients *Journal of Korean academy of nursing*, 44(2), 149-158.
- Lian C, Zhang J, Wang P, Mao W. (2024). Impact of head-of-bed elevation angle on the development of pressure ulcers and pneumonia in patients on mechanical ventilation: a systematic review and meta-analysis. *BMC Pulmonary Medicine*, 24, 462. <https://doi.org/10.1186/s12890-024-03270-9>
- Liang, Z., Liao, Q., Xu, J., Wang, S., Liu, Q., Liu, Z., & Wen, D. (2025). Comparative analysis of open and closed tracheal suction systems on mechanical ventilation efficiency in adults: A systematic review and meta-analysis. *Australian Critical Care*, 38(2), 101106.
- Loveday, H. P., Lynam, S., Singleton, J., & Wilson, J. (2014). Clinical glove use: healthcare workers' actions and perceptions. *The Journal of hospital infection*, 86(2), 110-116. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2013.11.003>
- Mastrogiovanni, M., Katsoulas, T., Galanis, P., Korompeli, A., & Myrianthefs, P. (2023). The impact of care bundles on ventilator-associated pneumonia (VAP) prevention in adult ICUs: A systematic review. *Antibiotics*, 12(2), 27. <https://doi.org/10.3390/antibiotics12020227>
- Martinez, B. P., Lobo, L. L., de Queiroz, R. S., Saquetto, M. B., Junior, L. A. F., Correia, H. F., ... & Neto, M. G. (2022). Effects of ventilator hyperinflation on pulmonary function and secretion clearance in adults receiving mechanical ventilation: A systematic review with meta-analysis. *Heart & Lung*, 56, 8-23.
- McCarren, B., Alison, J. A., & Herbert, R. D. (2006). Manual vibration increases expiratory flow rate via increased intrapleural pressure in healthy adults: an experimental study. *Australian Journal of Physiotherapy*, 52(4), 267-271.

- McGrath, B. (Ed.). (2014). *Comprehensive tracheostomy care: The national tracheostomy safety project manual*. John Wiley & Sons.
- McKillop A. (2004). Evaluation of the implementation of a best practice information sheet: tracheal suctioning of adults with an artificial airway. *JBI Reports*, 2, 293-308.
- Mederen. (n.d.). Closed suction systems.
<https://mederen.com/catalog/airway/closed-suction-systems.html>
- Mietto, C., Foley, K., Salerno, L., Oleksak, J., Pinciroli, R., Goverman, J., & Berra, L. (2014). Removal of endotracheal tube obstruction with a secretion clearance device. *Respiratory Care*, 59(9), e122-e126.
<https://doi.org/10.4187/respcare.02995>
- Misirlioglu, M., Horoz, O. O., Yildizdas, D., Ekinci, F., Yontem, A., Menemencioglu, A., & Salva, G. (2022). The effects of endotracheal suctioning on hemodynamic parameters and tissue oxygenation in pediatric intensive care unit. *Journal of Pediatric Intensive Care*, 11(04), 349-354.
- Morris, A. C., Whitmer, A., & McIntosh, S. (2013). Tracheal suctioning of the intubated adult. In D. W. S. (Ed.), *Handbook of Critical Care* (p. 204-209). Wiley-Blackwell.
- Morrow, B. M., & Argent, A. C. (2008). A comprehensive review of pediatric endotracheal suctioning: Effects, indications, and clinical practice. *Pediatric Critical Care Medicine*, 9(5), 465-477.
- Muhaji, M., Santoso, B., & Putrono, P. (2017). Comparison of the effectiveness of two levels of suction pressure on oxygen saturation in patients with endotracheal tube. *Belitung Nursing Journal*, 3(6), 693-696.
- National Tracheostomy Safety Project. (2013). Day-to-day management of Tracheostomies & Laryngectomies.
<https://tracheostomy.org.uk/storage/files/Suctioning.pdf>
- New South Wales Agency for Clinical Innovation. (2021). *Care of adult patients in acute care facilities with a tracheostomy: Clinical practice guide*.
<https://www.aci.health.nsw.gov.au>
- NHS University Hospitals Sussex. (2022). Guideline for adult endotracheal suction in critical care, *National Health Service*. 12.
<https://www.scribd.com/document/743796413/Endotracheal-Suction-2022>
- Niël-Weise, B. S., Gastmeier, P., Kola, A., Vonberg, R. P., Wille, J. C., & van den Broek, P. J. (2011). An evidence-based recommendation on bed head elevation for mechanically ventilated patients. *Critical Care*, 15(2), R111.

- <https://doi.org/10.1186/cc10135>
- O'Driscoll, B. R., Howard, L. S., Earis, J., & Mak, V. (2017). BTS guideline for oxygen use in adults in healthcare and emergency settings. *Thorax*, 72(Suppl 1), ii1-ii90. <https://doi.org/10.1136/thoraxjnl-2016-209729>
- Oh, H., & Seo, W. (2003). A meta-analysis of the effects of various interventions in preventing endotracheal suction induced hypoxemia. *Journal of Clinical Nursing*, 12(6), 912-924.
- Panuganti, B. A., Pang, J., Califano, J., & Chan, J. Y. K. (2020). Procedural precautions and personal protective equipment during head and neck instrumentation in the COVID-19 era. *Head & Neck*, 42(7), 1645-1651. <https://doi.org/10.1002/hed.26220>
- Pathmanathan, N., Beaumont, N., & Gratrix, A. (2015). Respiratory physiotherapy in the critical care unit. *Continuing Education in Anaesthesia, Critical Care & Pain*, 15(1), 20-25.
- Pedersen, C. M., Rosendahl-Nielsen, M., Hjermind, J., & Egerod, I. (2009). Endotracheal suctioning of the adult intubated patient—what is the evidence?. *Intensive and Critical Care Nursing*, 25(1), 21-30.
- Piacentini, E., Blanch, L., & Fernandez, R. (2004). Changes in lung volume with three systems of endotracheal suctioning with and without pre-oxygenation in patients with mild-to-moderate lung failure. *Intensive Care Medicine*, 30(12), 2210-2215.
- Piccuito, C. M., & Berra, L. (2023). Endotracheal tube cleaning devices: A means but not a solution. *Respiratory Care*, 68(8), 1186-1188. <https://doi.org/10.4187/respcare.11267>
- Picheansanthian, W., & Chotibang, J. (2015). Glove utilization in the prevention of cross transmission: A systematic review. *JBI Database of Systematic Reviews and Implementation Reports*, 13(4), 188-230. <https://doi.org/10.11124/jbisrir-2015-1817>
- Pincioli, R., Mietto, C., Piriayapatsom, A., Chenelle, C. T., Thomas, J. G., Pirrone, M., et al. (2016). Endotracheal tubes cleaned with a novel mechanism for secretion removal: A randomized controlled clinical study. *Respiratory Care*, 61(11), 1431-1439. <https://doi.org/10.4187/respcare.11267>
- Pozuelo-Carrascosa, D. P., Torres-Costoso, A., Alvarez-Bueno, C., Cavero-Redondo, I., López Muñoz, P., & Martínez-Vizcaíno, V. (2018). Multimodality respiratory physiotherapy reduces mortality but may not prevent ventilator-associated

- pneumonia or reduce length of stay in the intensive care unit: A systematic review. *Journal of Physiotherapy*, 64(4), 222–228.
<https://doi.org/10.1016/j.jphys.2018.08.002>
- Pozuelo-Carrascosa, D. P., Herráiz-Adillo, Á., Alvarez-Bueno, C., Añón, J. M., Martínez-Vizcaíno, V., & Caverio-Redondo, I. (2020). Subglottic secretion drainage for preventing ventilator-associated pneumonia: An overview of systematic reviews and an updated meta-analysis. *European Respiratory Review*, 29(155), 190107. <https://doi.org/10.1183/16000617.0107-2019>
- Pritchard, M., Flenady, V., & Woodgate, P. (2001). Preoxygenation for tracheal suctioning in intubated, ventilated newborn infants. *The Cochrane database of systematic reviews*, 2001(3), CD000427.
<https://doi.org/10.1002/14651858.CD000427>
- Public Health Agency of Canada. (2010). Infection control guideline for the prevention of healthcare-associated pneumonia.
<https://www.canada.ca/en/public-health/services/infectious-diseases/nosocomial-occupational-infections/infection-control-guidelines/prevention-healthcare-associated-pneumonia.html>
- Qiao, Z., Yu, J., Yu, K., & Zhang, M. (2018). The benefit of daily sputum suction via bronchoscopy in patients of chronic obstructive pulmonary disease with ventilators: A randomized controlled trial. *Medicine*, 97(30), e11631. <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000011631>
- Ramírez-Torres, C. A., Rivera-Sanz, F., Sufrate-Sorzano, T., Pedraz-Marcos, A., & Santolalla-Arnedo, I. (2023). Closed endotracheal suction systems for COVID-19: rapid review. *Interactive Journal of Medical Research*, 12(1), e42549.
- Restrepo, R. D., Brown, J. M., & Hughes, J. M. (2010). AARC Clinical Practice Guidelines. Endotracheal suctioning of mechanically ventilated patients with artificial airways 2010, *Respiratory Care*, 55(6), 758–764.
- Robert M. K., James K. S., Albert J. H. (2021). Egan's fundamentals of respiratory care (12th ed.). Elsevier.
- Sanaie, S., Rahnemayan, S., Javan, S., Shadvar, K., Saghaleini, S. H., & Mahmoodpoor, A. (2022). Comparison of closed vs open suction in prevention of ventilator-associated pneumonia: a systematic review and meta-analysis. *Indian Journal of Critical Care medicine*, 26(7), 839.
- Schmelz, J. O., Bridges, E. J., Duong, D. N., & Ley, C. (2003). Care of the critically ill patient in a military unique environment: a program of research. *Critical Care Nursing Clinics*, 15(2), 171–181.

- Saunders-Hastings, P., Crispo, J. A. G., Sikora, L., & Krewski, D. (2017). Effectiveness of personal protective measures in reducing pandemic influenza transmission: A systematic review and meta-analysis. *Epidemics*, 20, 18–20. <https://doi.org/10.1016/j.epidem.2017.04.003>
- Seckel, M. A., & Wiegand, D. L. (2017). Suctioning: Endotracheal or tracheostomy tube. In *AACN procedure manual for high acuity, progressive, and critical care* (7th ed., pp. 69–78). Elsevier.
- Shamali, M., Abbasinia, M., Østergaard, B., & Konradsen, H. (2019). Effect of minimally invasive endotracheal tube suctioning on physiological indices in adult intubated patients: An open-labelled randomised controlled trial. *Australian Critical Care*, 32(3), 199–204.
- Sole M.L., Bennett M, Ashworth S. (2015) Clinical Indicators for Endotracheal Suctioning in Adult Patients Receiving Mechanical. *American Journal of Critical Care*. 24(4):318-24; <https://doi.org/10.4037/ajcc2015794>
- Sousa, A. S., Ferrito, C., & Paiva, J. A. (2018). Recommendations for the prevention of adverse events in endotracheal suctioning—Integrative Review. *Cadernos de Saúde*, 10(1), 42–47.
- Speroni, K. G., Lucas, J., Dugan, L., O'Meara-Lett, M., Putman, M., Daniel, M., & Atherton, M. (2011). Comparative effectiveness of standard endotracheal tubes vs. endotracheal tubes with continuous subglottic suctioning on ventilator-associated pneumonia rates. *Nursing Economics\$*, 29(1), 15–20, 37.
- Susanto, I. (2002). Managing a patient with hemoptysis. *Journal of Bronchology & Interventional Pulmonology*, 9(1), 40–45.
- Susquehanna Micro Inc. (n.d.). Oxygen Analyzers. <https://www.susquemicro.com/oxygen-analyzers>
- Tavangar, H., Javadi, M., Sobhanian, S., & Jahromi, F. F. (2017). The effect of the duration of pre-oxygenation before endotracheal suction on hemodynamic symptoms. *Global Journal of Health Science*, 9(2), 127. <https://doi.org/10.5539/gjhs.v9n2p127>
- Teleflex. (n.d.). Subglottic suctioning endotracheal tubes. <https://www.teleflex.com/usa/en/product-areas/anesthesia/airway-management/endotracheal-tubes/subglottic-suctioning-tubes/index.html>
- Tenaillon, A. (1990). Tracheobronchial suction during mechanical ventilation. In J.-L. Vincent (Ed.), *Update in intensive care and emergency medicine* (Vol. 10, pp. 196–200). Springer.

- Topeli, A., Harmancı, A., Cetinkaya, Y., Akdeniz, S., & Unal, S. (2004). Comparison of the effect of closed versus open endotracheal suction systems on the development of ventilator-associated pneumonia. *Journal of Hospital Infection*, 58(1), 14-19.
- Tran, K., Cimon, K., Severn, M., Pessoa-Silva, C. L., & Conly, J. (2012). Aerosol generating procedures and risk of transmission of acute respiratory infections to healthcare workers: A systematic review. *PLoS ONE*, 7(4), e35797. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0035797>
- Trevisanuto, D., Doglioni, N., & Zanardo, V. (2009). The management of endotracheal tubes and nasal cannulae: the role of nurses. *Early Human Development*, 85(10), S85-S87.
- Triemstra, S., Liang, H., Gooder, M., Livings, N., Spencer, A., Beavers, L., Brooks, D., & Miller, E. (2021). Updating the Evidence: Suctioning Practices of Physiotherapists in Ontario. *Physiotherapy Canada. Physiotherapie Canada*, 73(2), 147-156. <https://doi.org/10.3138/ptc-2019-0113>
- Tripathi, A., & Sankari, A. (2024). Postural drainage and vibration. StatPearls.
- University Hospitals Sussex NHS Foundation Trust. (2022). *Guideline for adult endotracheal suction in critical care*. <https://www.scribd.com/document/743796413/Endotracheal-Suction-2022>
- USL Medical(n.d.). Portex Blue Line Ultra Suctionaid individual tracheostomy tube. <https://www.uslmedical.co.nz/airway-management/tracheostomy/portex-blue-line-ultra-suctionaid-individual-tracheostomy-tube.html>
- Yazdannik A., Saghaei M., Haghigat S., and Eghbali-Babadi M. (2019). Efficacy of closed endotracheal suctioning in critically ill patients: A clinical trial of comparing two levels of negative suctioning pressure. *Journal of Nursing Practice Today*, 6(2), 60-67.
- Yorioka, K., Oie, S., & Kamiya, A. (2010). Microbial contamination of suction tubes attached to suction instruments and preventive methods. *Japanese Journal of Infectious Diseases*, 63(2), 124-127.
- Yousefi, H., Vahdatnejad, J., & Yazdannik, A. R. (2014). Comparison of the effects of two levels of negative pressure in open endotracheal tube suction on the physiological indices among patients in intensive care units. *Iranian Journal of Nursing and Midwifery Research*, 19(5), 473-477.
- Yu, H.-J., Zhu, X.-Y., Xu, S.-A., Cao, W.-Z., Yu, Y.-S., & Shi, Q. (2017). Effect of Closed Suctioning on Reducing the Contamination Released into the Environment.

- Chinese Medical Journal, 130(14), 1745-1746.*
<https://doi.org/10.4103/0366-6999.209892>
- Wang, Y., Deng, Z., & Shi, D. (2021). How effective is a mask in preventing COVID-19 infection?. *Medical Devices & Sensors, 4(1)*, e10163.
<https://doi.org/10.1002/mds3.10163>
- Wang, C. H., Tsai, J. C., Chen, S. F., Su, C. L., Chen, L., Lin, C. C., & Tam, K. W. (2017). Normal saline instillation before suctioning: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Australian Critical Care, 30(5)*, 260-265.
- Weber, R. T., Phan, L. T., Fritzen-Pedicini, C., & Jones, R. M. (2019). Environmental and Personal Protective Equipment Contamination during Simulated Healthcare Activities. *Annals of Work Exposures and Health, 63(7)*, 784-796.
<https://doi.org/10.1093/annweh/wxz048>
- Weingart, S. D., & Levitan, R. M. (2012). Preoxygenation and prevention of desaturation during emergency airway management. *Annals of Emergency Medicine, 59(3)*, 165-175. <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2011.10.002>
- Wen, Z., Zhang, H., Ding, J., Wang, Z., & Shen, M. (2017). Continuous versus intermittent subglottic secretion drainage to prevent ventilator-associated pneumonia: A systematic review. *Critical Care Nurse, 37(5)*, e10-e17.
<https://doi.org/10.4037/ccn2017940>
- Witmer, M. T., Hess, D., & Simmons, M. (1991). An evaluation of the effectiveness of secretion removal with the Ballard closed-circuit suction catheter. *Respiratory Care 1991;36(8):844-848.*
- World Health Organization. (2020). *Rational use of personal protective equipment for coronavirus disease (COVID-19) and considerations during severe shortages.* <https://apps.who.int/iris/handle/10665/338033>
- World Health Organization. (2023). *World Hand Hygiene Day 2023: Key facts and figures.* <https://www.who.int/campaigns/world-hand-hygiene-day/2023/key-facts-and-figures>

-
- 시리즈 ① 근거기반 임상간호실무지침 정맥주입요법
시리즈 ② 근거기반 임상간호실무지침 욕창간호
시리즈 ③ 근거기반 임상간호실무지침 경장영양
시리즈 ④ 근거기반 임상간호실무지침 유치도뇨
시리즈 ⑤ 근거기반 임상간호실무지침 구강간호
시리즈 ⑥ 근거기반 임상간호실무지침 간혈도뇨
시리즈 ⑦ 근거기반 임상간호실무지침 정맥혈전색전증 예방간호
시리즈 ⑧ 근거기반 임상간호실무지침 의료기관의 격리주의지침
시리즈 ⑨ 근거기반 임상간호실무지침 정맥주입요법 (2017 개정)
시리즈 ⑩ 근거기반 임상간호실무지침 욕창간호 (2017 개정)
시리즈 ⑪ 근거기반 임상간호실무지침 통증간호
시리즈 ⑫ 근거기반 임상간호실무지침 낙상관리
시리즈 ⑬ 근거기반 임상간호실무지침 장루간호
시리즈 ⑭ 근거기반 임상간호실무지침 경장영양 (2019 개정)
시리즈 ⑮ 근거기반 임상간호실무지침 구강간호 (2020 개정)
시리즈 ⑯ 근거기반 임상간호실무지침 정맥성 하지궤양 간호
시리즈 ⑰ 근거기반 임상간호실무지침 욕창 간호 (2022 개정)
시리즈 ⑱ 근거기반 임상간호실무지침 유치도뇨 간호 (2023 개정)
시리즈 ⑲ 근거기반 임상간호실무지침 정맥혈전색전증 예방간호 (2023 개정)
시리즈 ⑳ 근거기반 임상간호실무지침 중심정맥 주입요법 (2023 개정)
시리즈 ㉑ 근거기반 임상간호실무지침 말초정맥 주입요법 (2024 개정)
-

근거기반 임상간호실무지침
인공기도 흡인간호 시리즈 ㉒

발행일 : 2026년 2월 19일
발행처 : 병원간호사회
발행인 : 흥정희
주 소 : 서울특별시 종로구 장충단로 182(장충동 1가)
전 화 : 02-2261-1711~4
팩 스 : 02-2261-1715
홈페이지 : <https://khna.or.kr>
이메일 : khna@khna.or.kr

ISBN 978-89-98248-50-5