

# KDOQI 혈관통로 임상진료지침

2019 개정판 Version 2.0 (2021.09)

## 역자 서문

평소 투석 혈관은 환자들에게 생명줄이라 강조하며 투석환자를 진료하고 있습니다. 이 생명줄을 어떻게 만들고 유지하느냐에 대한 권위있는 진료지침은 2006 년도에 발간한 KDOQI 가이드라인이 전부였던 것이 늘 안타까웠던 우리들에게 2016년까지의 새롭게 축적된 근거를 바탕으로 2018년 새롭게 진료지침이 업데이트된다는 소식이 들려온 것은 매우 고무적인 일이었습니다. 비록 약속된 시간보다 2년이 지나 2020년에야 비로써 “KDOQI 혈관통로 임상진료지침: 2019 개정판”이란 이름으로 출간되었고, 이는 우리나라를 포함한 많은 나라의 투석환자를 돌보는 의료진들에게 큰 영향을 미칠 것이라 확신하였기에 보다 편하게 그 내용을 전달하고자 대한중재신장학연구회 여러 회원들의 뜻과 노력을 모아 원 저자들과 출판사인 Elsevier로부터 공식적인 승인을 받고 한글번역판을 내놓게 되었습니다.

2019년 업데이트된 혈관통로에 대한 KDOQI 임상 진료지침은 다양한 분야의 전문가들이 만성콩팥병 환자와 혈관통로를 치료하는데 도움이 되는 포괄적인 지침으로 개발되었으며, 용어의 정의에서부터 새로운 도입된 개념들이 총 망라되어 있습니다. 특히 가장 중요한 개념의 변화는 “Fistula first”라는 특정 술기를 권고하는 것을 지양하고, “Patient first or centered”라는 개념으로부터 각 센터 및 환자의 상황을 중심으로 “말기콩팥병 생애 계획(ESKD Life-PLAN)”을 수립할 것을 강조하고 있다는 것입니다. 이 번역본이 우리나

라 의료진들에게 본 가이드라인의 중심 개념인 “말기 콩팥병 생애 계획”을 각 센터 및 환자들에게 맞게 수립하는데 도움이 되길 바랍니다.

본 진료지침을 번역함에 있어 가능한 우리나라 의료진들에게 익숙한 용어를 사용하고, 교차 점검을 통해 가능한 용어를 통일하려 노력하였으며, 이해를 쉽게 하기 위해 직역보다는 자연스러운 문체를 사용하려고 노력하였으나 방대한 분량과 다소 생소한 용어와 개념들을 제한된 인력과 시간 내에서 하다 보니 여전히 불편한 번역이 있을 수밖에 없었다는 아쉬움이 있습니다. 하지만 이 모든 결점을 이 진료지침을 읽는 모든 독자들이 잘 이해해주시리라 믿으면서 번역본을 출판하게 되었습니다.

본 진료지침을 번역하는데 소중한 시간을 할애해 주신 대한중재신장학연구회 구상건, 김도형, 김은정, 김찬호, 김현숙, 박훈석, 이은영, 이정환, 이주학, 이진호, 이형석, 최선령, 황선덕, 황현석 선생님께 감사드리고, 특히 방대한 분량을 시간에 맞춰 점검해주시고 편집해주신, 이정환 간행이사 및 박훈석, 이형석, 김도형 편집위원분들께 감사드립니다. 또한 이 번역본이 출간되도록 몰심양면으로 도와주신 대한신장학회 양철우 이사장님, 최범순 총무이사님께 깊은 감사의 인사를 드립니다.

2020. 11. 16

대한중재신장학연구회  
회장 김성균

## 추천사

먼저, KDOQI 혈관통로 임상진료지침 2019년 한글 개정판을 출간하게 되어 학회를 대표하여 축하드립니다. 이 진료지침은 혈관통로와 관련된 모든 분야에 대해서 상세히 서술하고 세련된 도표와 그림을 이용하여 쉽게 알 수 있도록 정리하여 누가 보더라도 남다른 노력과 정성을 쏟았다는 것을 알 수 있었습니다. 앞으로 개원가 및 병원에서 그리고 의사, 간호사에 이르기까지 폭넓은 사랑을 받는 지침서로 자리매김할 것을 확신합니다.

저는 김성균 회장님이 혈관통로 임상진료지침 한글판을 만든다고 했을 때 간단한 내용인 줄 알았습니다. 그런데 막상 출판본을 보니 250 페이지가 넘는 어마어마한 분량이라 놀랐습니다. 더욱이 한글로 번역하고 감수하는데 있어 용어 하나하나에 신경을 쓰고 문맥을 읽기 쉽게 만들려고 노력한 흔적들에 감동받았습니다. 이러한 훌륭한 한글판 진료지침서를 만드는데 참여하여

주신 열다섯 분 선생님들의 노고에 감사드립니다.

중재신장학은 이제 신장학을 하는 의사로서 기본적으로 갖추어야 할 필수조건이 되었습니다. 앞으로 학회에서는 중재신장학을 수련과정에 포함시켜 경쟁력 있는 신장학의사를 양성할 계획입니다. 대한중재신장학연구회가 그 역할을 충실히 해 주실 것을 부탁드립니다. 연구회에서 시행하는 정기세미나와 Hands-on session에 회원들의 많은 관심과 참여를 부탁드립니다.

끝으로, 혈관통로 임상진료지침 출간을 모든 대한신장학회 회원들과 함께 축하드리며 학회에서는 연구회의 발전을 위한 지원을 아끼지 않을 것을 약속드립니다.

2020. 11. 23

대한신장학회  
이사장 양철우

## 번역 및 감수

- 구상건 (에스엠지 연세병원)  
김도형 (한림대학교 강남성심병원)  
김성균 (한림대학교 성심병원)  
김은정 (삼육서울병원)  
김찬호 (가톨릭관동대학교 국제성모병원)  
김현숙 (한림대학교 춘천성심병원)  
박훈석 (가톨릭대학교 은평성모병원)  
이은영 (권혁호내과의원)  
이정환 (서울특별시 보라매병원)  
이주학 (한양대학교구리병원)  
이진호 (이신내과의원)  
이형석 (한림대학교 성심병원)  
최선령 (한림대학교 동탄성심병원)  
황선덕 (인하대병원)  
황현석 (경희대학교 경희의료원)
- (가다나 순)

# KDOQI 혈관통로 임상진료지침 : 2019 개정판

*Charmaine E. Lok, Thomas S. Huber, Timmy Lee, Surendra Shenoy, Alexander S. Yevzlin, Kenneth Abreo, Michael Allon, Arif Asif, Brad C. Astor, Marc H. Glickman, Janet Graham, Louise M. Moist, Dheeraj K. Rajan, Cynthia Roberts, Tushar J. Vachharajani, and Rudolph P. Valentini*

## 요약(Abstract)

National Kidney Foundation's Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (KDOQI)는 1996년부터 혈액투석 혈관통로에 대한 근거 기반 지침을 제공했다. 2006년 마지막 업데이트 이후, 진료지침에 대해 새로운 근거가 많이 축적되었다. 2019년 업데이트된 혈관통로에 대한 KDOQI 임상진료지침은 다양한 분야의 전문가들이 만성콩팥병 환자와 혈관통로를 치료하는데 도움이 되는 포괄적인 지침이다. 새로운 주제에는 말기콩팥병 “생애 계획” 및 관련된 개념, 혈관통로의 선택에 대한 지침이 포함된다.

새로운 주제에는 말기콩팥병 “생애 계획” 및 관련 개념, 혈관 접근 선택에 대한 지침, 투석혈관(동정맥루와 인조혈관)과 중심정맥도관에 대한 새로운 목표, 특정 합병증에 대한 치료 및 이전 몇몇의 주제에 대한 개선이 포함되었다. 근거에 대한 질 평가는 권고 평가, 개발 및 평가 방식에 대한 등급(Grading of Recommendations Assessment, Development, and Evaluation (GRADE))을 이용하여 독립적으로 수행되었으며, 이에 대한 해석 및 적용은 GRADE 근거에서 결정으로 이어지는 틀을 따라 이루어졌다. 각 지침에는 근거/배경, 구체적인 내용, 모니터링 및 평가 지침, 구현시 고려 사항, 특별 토론 및 향후 연구를 위한 권장 사항이 들어 있다.

이 진료지침을 인용할 때에는 다음의 형식을 참고하여 인용하십시오. Lok CE, Huber TS, Lee T, et al; KDOQI Vascular Access Guideline Work Group. KDOQI clinical practice guideline for vascular access: 2019 update. *Am J Kidney Dis.* 2020;75(4)(suppl 2):S1-S164.

독립적인 근거분석 팀의 자료를 기반으로, 책임있는 KDOQI 작업그룹 견해와 권장 사항을 반영하도록 설계되었으며, 내부 및 공개 검토가 수행되었기 때문에 AJKD는 KDOQI 가이드라인의 동료 검토(peer review)를 하지 않는다.

### 1장: 임상진료지침의 사용

이 임상진료지침은 2016년 10월 현재 사용 가능한 최상의 정보를 기반으로 한다. 이 지침은 정보를 제공하고 의사 결정을 지원하도록 설계되었다. 이것은 표준 치료를 정의하기 위한 것이 아니며, 하나의 것으로 해석되어서도 안되고, 독점적인 치료 방침을 규정하는 것으로 해석되어서는 안된다. 임상외가 개별 환자의 요구, 이용이 가능한 자원 및 진료의 유형 혹은 기관의 개별적인 한계를 고려할 때 실제로는 다양한 진료의 변화가 불가피하면서도 적절하게 발생한다.

이 권고들을 사용하는 모든 의료진은 특정한 임상 상황에서 적용하는 것이 적절한지 평가할 책임이 있다. 이 지침에 포함된 연구의 권고 사항은 일반적이며 특정 프로토콜을 의미하지 않는다.

### 2장: 사전공개(Disclosure)

보고된 모든 정보는 이 지침의 보충 자료, “Biographical and Disclosure”장에 제공되며 미국신장재단 (National Kidney Foundation; NKF)에 보관되어 있다.

## Work Group Membership

### **Charmaine E. Lok, MD, MSc, FRCP(C) (Chair, KDOQI Vascular Access Guidelines)**

Professor of Medicine, University of Toronto  
Director of Multi-care Kidney Clinics and Hemodialysis Program,  
University Health Network  
Senior Scientist, Toronto General Research Institute

### **Thomas S. Huber, MD, PhD (Editorial Committee)**

Professor of Surgery and Chief, Division of Vascular  
Surgery, University of Florida College of Medicine

### **Timmy Lee, MD (Editorial Committee)**

Professor of Medicine, Department of Medicine,  
Division of Nephrology, and Department of Biomedical  
Engineering, University of Alabama at Birmingham

### **Surendra Shenoy, MD, PhD (Vice Chair, Guideline Scope)**

Professor of Surgery and Director of the Living Donor  
Transplantation Program, Washington University  
School of Medicine

### **Alexander S. Yevzlin, MD (Vice Chair, Guideline Scope)**

Professor of Medicine and Director of Interventional  
Nephrology, University of Michigan

### **Kenneth Abreo, MD**

Professor of Medicine, Chief, Division of Nephrology, and Vice Chairman,  
Department of Medicine  
LSU Health Shreveport School of Medicine

### **Michael Allon, MD**

Professor of Medicine, Associate Director for Clinical Affairs  
and Medical Director of Dialysis Operations, Division of Nephrology  
University of Alabama at Birmingham

### **Arif Asif, MD, MHCM**

Professor of Medicine, Chairman, Department of Medicine, Assistant Chief Medical Officer,  
Jersey Shore Medical Center  
Seton Hall-Hackensack Meridian School of Health  
Neptune, New Jersey

### **Brad C. Astor, PhD, MPH**

Professor, Departments of Medicine and Population Health Sciences  
University of Wisconsin School of Medicine and Public Health

### **Marc H. Glickman, MD**

Chief Medical Officer, Senior Vice President  
Hancock Jaffe Laboratories  
Irvine, California

### **Janet Graham, MHScN, CNeph(C)**

Clinical Director of Nephrology, The Ottawa Hospital  
Regional Director of Nephrology, Champlain LHIN Ontario Renal Network

**Louise M. Moist, MD, MSc**

Professor of Medicine, Epidemiology and Biostatistics  
Associate Chair, Division of Nephrology  
Western University

**Dheeraj K. Rajan, MD, FRCP(C)**

Professor of Radiology and Division Chief of Vascular and Interventional Radiology  
University of Toronto

**Cynthia Roberts, RN, CNN**

Vascular Access Coordinator, Renal Research Institute, University of North Carolina at Chapel Hill  
Nephrology and Hypertension Division

**Tushar J. Vachharajani, MD**

Clinical Professor of Medicine, Cleveland Clinic Lerner College of Medicine of Case Western Reserve University  
Director of Interventional Nephrology and Director of Global Nephrology,  
Glickman Urological & Kidney Institute,  
Cleveland Clinic

**Rudolph P. Valentini, MD**

Professor of Pediatrics, Chief Medical Officer, Children's Hospital of Michigan (CHM),  
Wayne State University School of Medicine

**Evidence Review Team**

**University of Minnesota Department of Medicine**

**Minneapolis VA Center for Chronic Disease Outcomes Research, Minneapolis, MN, USA**

Michelle Brasure, PhD, MSPH, MLIS, Program Manager and Medical Librarian  
University of Minnesota School of Public Health

Nancy Greer, PhD, Senior Research Associate and Program Manager  
Minneapolis VA Health Care System

Areef Ishani, MD, MS, Professor of Medicine, Chief of Primary Care at the Minneapolis VA Health Care System

Roderick MacDonald, MS, Senior Research Assistant  
Minneapolis VA Health Care System

Victoria A Nelson, MSc, Research Fellow and Study Coordinator  
University of Minnesota School of Public Health

Carin Olson, MD, MS, Medical Editor and Writer  
University of Minnesota School of Public Health

Yelena Slinin, MD, MS, Nephrologist at Kaiser Permanente

Timothy J. Wilt, MD, MPH, Professor of Medicine and Project Director  
Minneapolis VA Health Care System

## **KDOQI LEADERSHIP**

Michael V. Rocco, MD, MSCE

KDOQI Chair

Holly Kramer, MD, MPH

Vice Chair, Research, and President, National Kidney Foundation

Bernard Jaar, MD, MPH

Vice Chair, Education

Michael J. Choi, MD

Vice Chair, Policy, and Past President, National Kidney Foundation

## **KDOQI GUIDELINE DEVELOPMENT STAFF**

Kerry Willis, PhD, Chief Scientific Officer

Jessica Joseph, MBA, Senior Vice President, Scientific

## 목차(Table of Contents)

역자서문	i
추천사	ii
번역 및 감수	iii
목차(Table of Contents)	ix
박스과 표(Boxes and Tables)	xiii
약어와 줄임말(Abbreviations and Acronyms)	xiv
용어사전(Glossary)	xvi
KDOQI에 의한 만성콩팥병 명명법(Chronic Kidney Disease Nomenclature Used by KDOQI)	xxiv
서문	xxv
서론	1
근거(Rationale)	1
방법(Methods)	2
문헌검토와 근거분석(Literature Review and Evidence Analysis)	3
자료의 원천과 검색(Data Sources and Searches)	3
진료지침 개발(Development of Guideline Statements)	4
내부 검토(Internal Review)	5
외부(공개) 검토(External (Public) Review)	6
진료지침 요약	7
혈관통로에 대한 KDOQI 임상진료지침	30
진료지침 1. 환자우선: 말기콩팥병 생애 계획	30
권고내용: 말기콩팥병 생애 계획과 혈관통로의 선택	30
진료지침 2. 혈관통로의 유형	38
권고내용: 투석혈관: 사용의 적응증	38
권고내용: 중심정맥도관: 사용의 적응증	38
권고내용: 혈액투석을 시작하는 환자를 위한 혈관통로	39
권고내용: 유지혈액투석환자에서의 혈관통로	40
진료지침 3. 투석혈관의 위치	48
권고내용: 투석혈관의 위치	48
권고내용: 중심정맥도관의 위치	49

진료지침 4. 투석혈관의 유형과 재료	55
권고내용: 새로운 투석혈관의 유형과 재료	55
진료지침 5. 중심정맥도관의 형태(configuration) 및 재료	59
권고내용: 중심정맥도관의 형태 및 재료	59
진료지침 6. 투석통로의 조성/도관 삽입을 위한 시기, 준비와 계획	62
권고내용: 말기콩팥병 환자의 투석방법과 투석통로에 대한 교육	62
권고내용: 투석혈관을 위한 의뢰	63
권고내용: 혈관의 보존	65
권고내용: 다학제 팀을 이용한 접근	68
진료지침 7. 환자와 혈관의 검진 그리고 수술 전 고려사항	71
권고내용: 환자에 대한 임상 진찰	71
권고내용: 혈관 접근을 위한 혈관 지도검사에 대한 설명	73
권고내용: 투석혈관 수술을 위한 동맥 및 정맥의 최적 혈관 크기에 대한 설명	74
진료지침 8. 투석혈관 조성	76
권고내용: 조성 전 감염 예방	76
권고내용: 투석혈관 조성에 사용되는 마취법	76
권고내용: 투석혈관의 문합 형태와 방법	78
권고내용: 투석혈관 문합부 봉합법	80
권고내용: 투석혈관 성숙을 위한 수술자 보조처치(Operator-Assisted Maneuvers)	82
진료지침 9. 중심정맥도관 삽입	86
권고내용: 삽입을 위한 기술 및 다른 고려사항	86
진료지침 10. 투석혈관 조성 및 중심정맥도관 삽입 후 고려사항	90
권고내용: 투석혈관 수술 후 초기 고려사항(0-30일) — 초기 투석혈관 합병증	90
권고내용: 수술 후 투석혈관 성숙	92
권고내용: 중심정맥도관 제거 시기	98
진료지침 11. 혈관통로 사용	101
권고내용: 혈관통로의 일반적인 모니터링	101
권고내용: 투석혈관 천자	101
권고내용: 중심정맥도관 연결과 분리 고려사항	106
진료지침 12. 투석혈관 천자 합병증	113
권고내용: 투석혈관 천자 합병증	113

진료지침 13. 투석혈관 혈류장애 - 모니터링/감시	116
권고내용: 투석혈관 혈류장애에 대한 적절한 모니터링과 감시의 수행	116
권고내용: 임상지표와 무관한 투석혈관 협착에 대한 감시와 선제적 중재술	117
권고내용: 임상지표와 연관된 투석혈관 협착에 대한 선제적 중재술	117
진료지침 14. 투석혈관 혈류장애 - 예방	130
권고내용: 비침습적인 투석혈관 혈류장애의 일차 및 이차적 예방	130
진료지침 15. 투석혈관 혈류장애의 치료	137
권고내용: 임상적으로 유의미한 투석혈관 협착의 영상의학적 확인	137
권고내용: 임상적으로 의미가 있는 협착이나 혈전이 발생한 투석혈관의 일반적인 치료	138
권고내용: 임상적으로 의미가 있는 투석혈관 협착의 치료	138
권고내용: 혈전증이 발생한 투석혈관의 치료	148
진료지침 16. 투석혈관 감염	152
권고내용: 투석혈관 감염	152
진료지침 17. 투석혈관 동맥류	157
권고내용: 투석혈관 동맥류	157
진료지침 18. 투석혈관 스틸	165
권고내용: 투석혈관 스틸	165
진료지침 19. 기타 투석혈관 문제	169
권고내용: 인조혈관 장액종 관리	169
권고내용: 고혈류량 투석혈관 관리	170
진료지침 20. 중심정맥도관 합병증의 치료와 예방	171
권고내용: 중심정맥도관 합병증의 모니터링과 감시	171
진료지침 21. 중심정맥도관 기능부전	173
권고내용: 중심정맥도관 기능부전의 정의	173
권고내용: 중심정맥도관 기능부전 예방을 위한 약물요법	175
진료지침 22. 중심정맥도관 기능부전의 치료와 관리	184
권고내용: 중심정맥도관 기능부전의 내과적 관리	184
권고내용: 중심정맥도관 기능부전의 중재 치료	188
진료지침 23. 중심정맥도관 연관 감염	190
권고내용: 도관 연관 감염의 정의	190

진료지침 24. 중심정맥도관 연관 감염의 예방	194
권고내용: 중심정맥도관 연관 감염의 일반적 예방과 감염감시 프로그램 및 감염관리팀의 적용	194
권고내용: 중심정맥도관의 균의 집락화 감시 및 도관연관혈류감염의 선제적 관리	195
권고내용: 도관연관혈류감염을 예방하기 위한 방법	196
진료지침 25. 중심정맥도관 연관 감염의 치료	203
권고내용: 중심정맥도관 연관 감염 환자의 관리	203
권고내용: 중심정맥도관 연관 감염을 가진 환자에서 중심정맥도관의 관리	203
진료지침 26. 기타 혈관통로 관련 합병증	207
권고내용: 임상적 지표를 동반하지 않는 무증상 중심정맥 협착증의 치료 및 중재	207
권고내용: 임상적 지표를 동반한 중심정맥 협착증의 평가 및 치료	210
권고내용: 임상적으로 문제가 되는 중심정맥도관 피브린 외막의 처치	211
KDOQI 혈관통로 진료지침의 목적과 목표대상	214
목표대상(target)의 이론적 근거	214
1. 환자의 'P-L-A-N' 수립 및 문서화	214
2. 투석혈관에 대한 중재적 치료의 목적(Intervention Goal for AV Access)	215
3. 중심정맥도관의 도관연관혈류감염 치료목적 [CRBSI (catheter-related blood-stream infection) Goal for Central Venous Catheters]	216
2006년 KDOQI 진료지침의 목표대상과 비교(Comparison to 2006 KDOQI Guideline Targets)	219
연구 권장 사항	220
혈액투석을 위한 앞으로의 연구 및 관련 주제	220
개별 지침과 관련된 특정 연구 권장 사항	222
참고문헌	229
용어정리	254

Box 1. 추천 강도의 등급	4
Box 2. 근거의 질에 대한 등급	4
Box 3. 중재술	217
표 2.1. 검토된 투석혈관 유형에 따른 연구들	42
표 3.1. 원위부에서 근위부로의 혈관 위치	51
표 6.1. 복막투석환자에서 혈관통로의 조성/삽입에 대한 적응증	65
표 7.1. 혈관통로의 계획 및 조성에 대한 수술 전 신체검사	72
표 7.2. 혈관 지도검사가 도움이 될 수 있는 위험요인(risk factor)에 대한 예	73
표 11.1. 버튼홀 천자가 허용되는 상황	104
표 11.2. 중심정맥도관의 연결과 분리 과정	111
표 13.1. 신체검사를 통한 일상적인 혈관통로 모니터링	119
표 13.2. 혈관통로 모니터링 중 임상적으로 의미있는 병변을 시사하는 임상지표	120
표 13.3. 인조혈관의 감시와 관련된 추가적인 무작위 대조연구	127
표 13.4. 신체검사와 투석혈관 초음파 사이의 성능 일치	128
표 14.1. 동정맥루에서 위약과 생선기름(Fish oil)에 대한 일차 성적 비교	132
표 15.1. 인조혈관과 동정맥루에서 파클리탁셀 코팅(paclitaxel-coated) 풍선확장술의 예후	143
표 15.2. 투석혈관에서 스텐트-그라프트(stent-graft)의 적응증	144
표 17.1. 동맥류/가성동맥류에서 긴급 시술의 필요성을 구분하기 위한 신체검사 소견	161
표 18.1. 투석혈관 스틸의 발생을 줄이기 위한 전략	166
표 18.2. 투석혈관 스틸의 임상적 예측 인자	166
표 18.3. 스틸의 징후 및 증상	166
표 18.4. 투석혈관 스틸에 대한 치료	166
표 23.1. 중심정맥도관 관련 혈행성 감염의 정의	191
표 23.2. 중심정맥도관 출구 감염과 터널 감염의 정의	192
표 24.1. 도관내 감염예방 전략: 도관연관혈류감염(CRBSI)에 대한 항생제 및 항균제 도관 충전용액의 효과 : 무작위 대조연구의 요약	198
표 26.1. 중심정맥협착에 대한 징후 및 증상(임상적 지표)	208

## 약어와 줄임말(Abbreviations and Acronyms)

2D	2-dimensional
ACPP	Access circuit primary patency
AEC	Allogenic endothelial cells
AKI	Acute kidney injury
AV	Arteriovenous
AV access	Arteriovenous access: Refers to both a hemodialysis arteriovenous fistula and arteriovenous graft
AVF	Arteriovenous fistula
AVG	Arteriovenous graft
BAM	Balloon-assisted maturation
BMI	Body mass index
CDC	Centers for Disease Control and Prevention
CFD	Computational fluid dynamics
CFU	Colony-forming unit
CI	Confidence interval
CKD	Chronic kidney disease
CRBSI	Catheter-related bloodstream infection
CRI	Catheter-related infection
CT	Computed tomography
CVC	Central venous catheter; in the guidelines will refer to hemodialysis catheter, and assume tunneled, cuffed central venous catheter unless otherwise stated
CVS	Central vein stenosis
DVP	Dynamic venous pressure
eGFR	Estimated glomerular filtration rate
FDA	US Food and Drug Administration
GFR	Glomerular filtration rate
HD	Hemodialysis
HR	Hazard ratio
IDSA	Infectious Diseases Society of America
IJ	Internal jugular vein
INR	International normalized ratio
JAS	Juxta-anastomotic stenosis

KDOQI	Kidney Disease Outcomes Quality Initiative
KRT	Kidney replacement therapy
MRI	Magnetic resonance imaging
NKF	National Kidney Foundation
NS	Not significant
NT-CVC	Nontunneled, noncuffed central venous catheter
OR	Odds ratio
PCB	Paclitaxel drug-coated balloon
PD	Peritoneal dialysis
PET	Positron emission tomography
PICC	Peripherally inserted central catheter
PTA	Percutaneous balloon angioplasty
PTFE	Polytetrafluoroethylene
Qa	Access blood flow
Qa/CO	The ratio of access blood flow (mL/min) to cardiac output (mL/min)
Qb	Blood pump flow delivered to the dialyzer
QOL	Quality of life
RCT	Randomized controlled trial
RR	Relative risk
SVC	Superior vena cava
SVP	Static venous pressure
TAPP	Treatment area primary patency
TMP-SMX	Trimethoprim/sulfamethoxazole or cotrimoxazole
TPA	Tissue plasminogen activator
UDM	Ultrasound dilution method
URR	Urea reduction ratio
USRDS	United States Renal Data System
VA	Vascular access
VAC	Vascular access coordinator
VAT	Vascular access team

## 용어사전(Glossary)

**말단괴사(acronecrosis):** 일반적으로 손가락 끝과 발가락에서 발생하는 괴사

**문합(anastomosis):** 수술적 혹은 혈관내 시술에 의해 만들어진 동맥과 정맥 사이의 연결

**동맥류(aneurysm):** 혈관 혹은 혈관벽의 일부분에서 발생한 비정상적인 확장; 혈관통로의 경우, 혈관벽의 질병 혹은 외상의 결과로 발생

**항생제 충전(antibiotic lock):** 투석 중 투석 도관의 내강 내로 항생제를 함유한 용액을 주입하고 거치시키는 (“locking; 충전”) 것

**항균제(antimicrobial):** 미생물을 제거하거나 성장을 억제시키는 능력이 있는 모든 작용제

**항균제 충전(antimicrobial lock):** 투석 중 투석 도관의 내강 내로 항균제를 함유한 용액을 주입하고 거치시키는 (“locking; 충전”) 것

**소독제(antiseptic):** 미생물의 성장을 억제함으로써 감염을 예방하는 능력이 있는 모든 작용제

**투석혈관의 포기(arteriovenous access abandonment):** 적절한 혈류의 제공이 불가능 하거나 혹은 환자에게 안전하지 않거나, 약물, 수술 혹은 영상의학적 중재술 또는 휴식 등 어떠한 중재술로도 교정이 되지 않는 문제로 인해, 한 개 또는 두개의 바늘을 이용한 투석에 혈관통로를 더 이상 사용할 수 없는 경우.<sup>1</sup> 다음과 같은 점검표를 사용하여 포기를 확인할 수 있음.

투석혈관 포기를 고려 시 확인사항	예	아니오
문합 혹은 통로 전체에서 동정맥루/인조혈관의 박동이 없음(혈관압박에도)		
문합 혹은 통로 전체에서 동정맥루/인조혈관의 떨림이 만져지지 않음		
문합 혹은 통로를 따라(문합에서 10 cm 위까지) 동정맥루/인조혈관의 잡음이 들리지 않음		
확장술, 혈전용해술, 스텐트, 색전술 혹은 이외 혈관내 중재술을 시행하더라도 투석혈관을 사용할 수 없음		
외과적 교정을 시행하더라도 투석혈관을 사용할 수 없음 참조: 교정은 현재의 통로를 교정하는 것이고, 새로운 통로를 만들기 위한 외과적 처치는 아님		
투석혈관을 사용할 수 있도록 통로의 상태를 개선하는 의미있는 조치에도 통로가 최상이 되지 않고, 사용할 수 없거나 환자의 거부; 예, 침윤된 동정맥루의 휴식을 위한 적절한 조치 및 시간 등		
동정맥루/인조혈관이 잘 보이나 통로의 포기가 필요한 합병증 (예, 고박출성 심부전 혹은 심한 스틸 증후군)이 있음		
위의 사항 이외 다른 이유:		
나는 동정맥루 혹은 인조혈관을 공식적으로 사용하는 것을 포기하고, 안전하게 구제될 수 없는 것을 확인합니다. 서명)		

**투석혈관 조성(AV (arteriovenous) access creation):** 혈액투석 통로를 확립하기 위한 동맥과 정맥의 연결

**천자(cannulation):** 혈관내에 투석용 바늘의 삽입. 천자의 주요 형태는 다음과 같다.

- **버튼홀 천자(buttonhole technique cannulation):** 피부와 혈관통로 정맥 사이의 동일한 위치, 각도 및 깊이에서 반복적인 천자에 의해 만들어진, 정확하게 동일한 천자 부위 및 바늘의 주행 터널로의 천자. 주행 터널의 딱딱한 조직은 바늘이 각각 천자시에 동일한 경로를 따라 투석통로의 유출 정맥 또는 혈관을 통과할 수 있게 한다. 전형적으로 동정맥루에 사용되며, 소(bovine)와 같은 생물학적 물질로 만들어진 인조혈관에서 허용될 수 있다. 이러한 유형의 천자는 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE)과 같은 합성 물질로 만들어진 인조혈관에 사용해서는 안 된다.
- **동일 부위 천자(constant-site technique cannulation):** 버튼홀 천자의 또다른 형태. 이것은 일반적인 구역 천자와 혼동해서는 안 된다. 일반적인 구역 천자는 로프래더 천자 또는 버튼홀 천자가 아니며, 매번 이전 천자부위에서 근접하여(예를 들어, 밀리미터), 새롭게 동맥과 정맥 삽입을 시행하는 것, 즉 항상 동일한 구역 내에 삽입된다. 이 열악한 술기는 투석혈관 동맥류 및 손상을 유발하므로 피해야 한다.
- **로프래더 천자(ropeladder (also known as step-ladder) cannulation):** 투석 시마다 동맥 및 정맥 바늘의 천자 위치를 투석혈관을 따라 매번 위치를 바꾸어 시행하는 것으로 혈관 손상을 줄일 수 있다.

**도관(catheter):** 중심정맥 또는 우심방에 접근할 수 있는 장치로, 높은 유량을 확보할 수 있다.

**임상적으로 의미있는 병변(clinically significant lesion):** 투석혈관의 회로에서 다른 원인이 없이 감시 지표의 지속적인 변화(예, 혈류량[Qa] 또는 정맥압의 변화)가 동반되지 않거나 혹은 동반되면서, 임상 징후 및 증상에 기여하는 것(투석혈관 모니터링 표 13.2 참조). 이러한 병변은 혈관통로를 모니터링하는 동안 발견되며(감시 (surveillance) 소견은 보조적임), 혈관조영술 또는 초음파에 의해 인접한 정상 정맥 직경에 비해 50% 이상 좁아진 소견이 관찰된다.

**임상 모니터링(clinical monitoring):** 모니터링은 투석혈관의 혈류 기능부전, 이외 기능부전 혹은 병적인 상태의 존재를 시사하는 임상 징후를 발견하기 위해 신체 검진 혹은 점검을 통한 검진 및 평가를 말한다. 이러한 비정상적인 임상 징후에는 팔의 부종, 투석혈관의 잡음 혹은 떨림의 변화, 또한 투석 후 지속되는 출혈을 포함한다(표 13.1과 13.2). 재순환을 시사하는 소견(바늘의 위치가 정확한 공간에 정확히 위치한 경우) 혹은 투석적절도의 감소(예, 요소 감소율 혹은 Kt/V)와 같은 투석 시 측정방법을 통해 환자의 신체 검진을 보조할 수 있다.

**합병증(complication):**

- **혈전에 의한 혈류 관련 합병증 혹은 기능부전(Thrombotic flow-related complications or dysfunction):** 특히 혈전증의 위험 또는 발생과 관련된 합병증으로, 처방된 투석을 달성하기 위한 투석혈관의 개통성을 위협하거나, 임상적 징후와 증상(즉 협착 혹은 혈전)을 발생시키는 심각한 통로내 혈류 감소를 일으킨다.

- **비혈전성 혈류 관련 합병증 또는 기능부전(non-thrombotic flow-related complications or dysfunction):** 흐름이나 개통성에 문제가 있을 수도 있고 없을 수도 있는 임상 징후와 증상과 관련된 합병증 (예, 투석혈관 동맥류, 스틸 증후군)
- **감염성 합병증 또는 기능부전(Infectious complications or dysfunction):** 임상적으로 중요한 감염 징후 및 증상을 유발하는 혈관통로(내강 내/통로, 내강 외/통로, 통로주변, 즉 천자 또는 진입 부위)와 관련된 모든 감염

**예비 계획(contingency plan):** 선택된 혈관통로가 가질 수 있는 예상되는 문제에 대한 치료 조치 계획. 예비 계획은 혈관통로가 조성되거나 삽입되기 전에도 고려해야 한다.

**누적 개통성(cumulative patency):** 혈관통로(투석혈관) 조성 혹은 삽입(중심정맥도관)한 날부터 혈관통로 포기한 날까지 투석혈관(intra-access)의 개통을 확인한 기간

**진단적 검사(diagnostic testing):** 비정상 또는 기타 의학적 징후가 나타나고 혈관통로 문제의 원인을 진단하기 위해 수행되는 전문화된 검사

**투석 가용성(dialysis usability):** 성숙한 동정맥루 혹은 인조혈관의 정의에 따라, 처방된 투석을 확실하고 안전하게 제공할 수 있는 투석통로

**원위 혈관재개통 및 구간 결찰(distal revascularization and interval ligation, DRIL 술식):** 스틸 증후군으로 인한 손의 허혈을 줄이기 위한 외과적 시술

**기능부전(dysfunction):** 투석혈관 혹은 혈관통로 기능부전은 3가지 용어로 대체된다.

- 혈전성 혈류 관련 합병증 또는 기능부전(Thrombotic flow-related complications or dysfunction)
- 비혈전성 혈류 관련 합병증 또는 기능부전(Non-thrombotic flow-related complications or dysfunction)
- 감염성 합병증 또는 기능부전(Infectious complications or dysfunction)

**참고:** 투석혈관 기능부전은 용어상 기능부전의 원인과 관련하여 구체적이지 않은 매우 일반적인 용어이므로 위의 세 가지 용어로 대체함(합병증 정의 참조).

**말기콩팥병 생애 계획(ESKD (End-Stage Kidney Disease) Life-Plan):** 환자의 현재 및 예상되는 의료 및 생활 환경 및 선호 사항을 고려하여 말기콩팥병 환자의 수명을 유지하는 데 필요한 개별화된 신대체요법(혈액투석, 복막투석, 신이식). 생애 계획(Life-Plan)은 환자의 생활 환경에 예상되는 변화가 있을 경우 정기적으로 재평가되어야 한다. 투석통로와의 특별한 관련성에 대한 자세한 설명과 진료지침은 [지침 1](#)의 근거 및 배경 섹션을 참조하십시오.

**출구 부위(exit site):** 도관이 피부 표면을 빠져나가는 피부 표면의 위치. 삽입 부위(insertion site)도 참조하십시오.

**성숙 실패(failure to mature):** 영상의학적 또는 외과적 시술(예, 혈관내 또는 절개 시술적 치료)에도 불구하고, 조성 후 6개월까지 투석에 성공적으로 사용될 수 없는 투석혈관<sup>1</sup>

**동정맥루(fistula (복수형: fistulae or fistulas)):** 자가 동정맥루(native fistula라고도 함)

- **Brescia-Cimino (radiocephalic) 동정맥루:** 손목의 요골동맥과 요측피정맥 사이에 구성된 동정맥루
- **혈관내 동정맥루(또는 endoAVF, endovascular fistula):** 혈관내 시술에 의해 조성된 동정맥루, 척골동맥의 근위부와 척골정맥의 근위부를 문합함.
- **Gracz 동정맥루(Gracz fistula):** 요골동맥의 근위부와 요측피정맥 혹은 팔꿈치 아래에 있는 주정중피정맥(median cubital vein)의 관통정맥 사이에 구성된 동정맥루
- **스너프 박스 동정맥루(snuff-box fistula):** 요골 동맥의 가지와 손의 해부학적 스너프 박스내의 정맥 사이에 구성된 동정맥루

**동정맥루 성숙(fistula maturation):** 동정맥루가 처방된 투석을 시행하기에 적합하게 완성되는 과정

- **자발성숙 동정맥루(Unassisted fistula):** 혈관성형술과 같은 혈관내 또는 외과적 시술없이 투석에 사용할 수 있는 성숙한 동정맥루. 사전 계획된 혈관의 표재화는 허용되며 추가 시술로 간주되지 않음.

**혈류(flow):** 혈액순환계를 통해 흐르는 혈액량

- **Qa:** 혈관통로 내 혈류
- **Qb:** 투석기로 보내지는 혈액 펌프 혈류

**기능적 누적 개통성(functional cumulative patency):** 동정맥루 또는 인조혈관이 성숙된 날(즉, 투석혈관이 처음 4주 동안 투석 세션의 2/3 이상 2개의 바늘로 처방된 투석을 일관되게 시작할 수 있게 된 날) 이후 투석혈관 포기까지의 기간

**기능성 일차 개통(functional primary patency):** 동정맥루 또는 인조혈관이 성숙된 날(투석혈관이 처음 4주 동안 투석 세션의 2/3 이상 2개의 바늘로 처방된 투석을 일관되게 시작할 수 있게 된 날) 이후 다음 중 하나에 이르는 기간(다음 중 먼저 발생 사건 기준): 혈전증 또는 투석혈관 유지를 위한 모든 중재술(예, 혈관성형술)

**인조혈관(graft):** 동맥과 정맥을 연결하는 합성물 또는 생체유래물을 이용한 통로

- **합성물:** 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE) 또는 폴리우레탄과 같은 플라스틱 폴리머로 제작됨.
- **생체유래물:** 소의 경동맥, 냉동 보존된 인간 대퇴정맥, 생체공학적으로 제작된 혈관 등과 같은 생물학적 물질

- **테이퍼형(tapered):** 동맥과 정맥 문합부위 내경크기가 다른 인조혈관
- **비테이퍼형(untapered):** 일반적으로 6mm 균일한 내경크기를 가진 인조혈관

**침윤 손상(infiltration injury):** 침윤 손상은 천자 또는 투석 과정과 관련된 혈관 손상이며 다음과 같이 분류할 수 있음.

- **경미한 천자 손상(minor cannulation injury):** 1-2일 동안 얼음과 휴식과 같은 보존적 조치로 치료할 수 있는 출혈 침윤과 부종으로 인한 손상; 다음 투석시 천자를 재시도 할 수 있음. 투석혈관은 7일 이내에 바늘 2개를 사용하여 재천자가 성공적으로 이루어져야 한다.<sup>2</sup> 경미한 천자 손상도 임시 도관의 사용이 필요할 수 있다.
- **주요한 천자 손상(major cannulation injury):** 심각한 출혈 침윤 및 부종으로 회복에 7일 이상이 필요한 손상<sup>3</sup>
- **심한 천자 손상(severe cannulation injury):** 수혈, 응급실 방문, 입원 또는 혈관내 또는 외과적 시술 중 하나의 치료가 필요한 심각한 출혈 합병증을 유발하는 손상

**삽입 부위(insertion site):** 도관이 정맥으로 삽입되는 위치(예, “오른쪽 경정맥이 선호되는 삽입 부위”).  
출구 부위(exit site)도 참조하십시오.

**병변, 임상적으로 중요한(lesion, clinically significant):** 투석혈관의 회로에서 다른 원인이 없이 감시 방법의 지속적인 변화(예, 혈류량[Qa] 또는 정맥압의 변화)가 동반되지 않거나 혹은 동반되면서, 임상 징후 및 증상에 기여하는 것(투석혈관 모니터링 표 13.2 참조). 이러한 병변은 혈관통로를 모니터링하는 동안 발견된다(감시 소견은 보조적임).

**자기 공명 혈관 조영술(magnetic resonance angiography, MRA):** 방사선 조영제를 사용하여 동맥 및 정맥을 시각화하는 기술, 일반적으로 영상 조영제로 가돌리늄 사용

**성숙한 동정맥루(mature fistula):** 성숙한 동정맥루는 생리적 성숙 혹은 기능적 성숙으로 정의할 수 있다.<sup>35</sup> 이 지침에서 성숙한 동정맥루는 4주 동안 투석 세션의 2/3 이상 2개의 바늘로 처방된 투석을 일관되게 시행할 수 있는 동정맥루이다. 투석세션의 2/3라는 기준은 이 지침의 참고문헌의 기준으로 사용되었다; 그러나 실제로 성숙한 투석혈관은 천자 혹은 이외의 기술적인 문제없이 전문적인 천자를 통해 처방된 투석이 대부분의 시간동안 시행할 수 있는 혈관이라는 것이 강조되어야 한다.

**성숙한 인조혈관(mature graft):** 이 지침에서 성숙한 인조혈관은 4주 동안 투석 세션의 2/3 이상 2개의 바늘로 처방된 투석을 일관되게 시행할 수 있는 인조혈관이다.<sup>1</sup> 투석세션의 2/3라는 기준은 이 지침의 참고문헌의 기준으로 사용되었다; 그러나 실제로 성숙한 투석혈관은 천자 혹은 이외의 기술적인 문제없이 전문적인 천자를 통해 처

방된 투석이 대부분의 시간동안 시행되어야 한다는 것이 강조되어야 한다.

**모니터링(monitring):** 임상 모니터링을 참조하십시오.

**신생내막증식(neointimal hyperplasia):** 투석혈관에서 협착증을 일으키는 세포 및 기질의 근내피세포 증식

**시술자(operator):** 시술자는 외과의사, 신장내과의사, 영상의학과 의사 또는 기타 적절하게 훈련되고 숙련된 의료진이 될 수 있다. 시술자는 투석혈관을 조성, 교정 또는 제거하거나 중심정맥도관을 삽입, 조작 또는 제거하는 사람이다.

**시술자 재량(operator discretion):** 시술자가 환자의 개별 상황과 본인의 임상 경험, 기술 및 전문 지식(예, 시술자의 능력 및 한계)을 신중하게 고려하는 것

**개통성(patency):** 누적 개통성, 기능적 누적 개통성, 기능적 일차 개통성, 일차 개통성을 참조. 이차 개통성은 불명확한 용어일 수 있으며, 누적 개통성과 동일한 의미를 갖는다. KDOQI는 누적 개통성이라는 용어로 혈관통로 용어를 표준화할 것을 제안한다.

**경피적 혈관성형술(percutaneous transluminal angioplasty):** 병변의 혈관내 치료, 일반적으로 30기압까지 팽창될 수 있는 풍선을 사용한다.

**신체 검진(혈관통로에서의) (physical examination (of the vascular access)):** 혈관 통로에 대한 시진, 촉진 그리고 청진

**일차 실패(primary failure):** 일차 실패(primary failure), 성숙 실패(failure to mature), 초기 실패(early failure), 후기 실패(late failure) 및 성숙한 동정맥루(mature fistular)라는 용어는 기존 문헌들에서 그 동안 일관되지 않게 사용되었다.<sup>1</sup> 이 지침은 이러한 정의의 불일치로 인해 일차 실패에 대한 논의를 피하려고 했다. 그러나 이 용어들이 인용된 경우, 그 용어들은 원래 연구의 정의를 따른다.

**일차 개통(primary patency):** 투석혈관의 조성 또는 중심정맥도관이 삽입된 날짜부터 다음 중 하나가 발생한 날짜까지 개통성이 확인된 기간: 혈전증 또는 혈관통로 유지를 위한 모든 중재술(예, 혈관 성형술)

**가성동맥류(pseudoaneurysm):** 동정맥루 혹은 인조혈관의 벽의 결손(예, 천자 구멍)을 통해 새어나온 혈액이 투석혈관과 연결된 혈액 주머니(주변 조직에 의해 벽처럼 둘러싸임)

**재순환(recirculation):** 투석이 이루어진 혈액이 완전한 평형이 이루어지지 않고 전신 순환으로 반환되는 것

- **심폐재순환(cardiopulmonary recirculation):** 투석회로에서 정맥바늘을 통해 체내 혈관으로 들어간 혈액이 체내순환계(심장-폐-말초혈관)를 거치지 않고 바로 투석혈관의 정맥 부분으로 들어온 것
- **투석혈관재순환(access recirculation):** 투석된 혈액이 투석혈관 내에서 역류하여, 투석혈관의 동맥쪽 혈액

과 투석이 이루어진 정맥쪽 혈액이 혼합된 것. 혈액 펌프 흐름이 투석혈관의 흐름보다 큰 조건에서 발생한다.

**스틸 증후군(steal syndrome):** 투석혈관 조성 이후 동맥혈류가 원위부로부터 투석혈관으로 우회하여 원위부 조직의 관류가 부족하고 허혈이 발생한 상태, 이는 경미한 저림 증상에서부터 심한 운동기능 장애 또는, 피부 궤양에서부터 중대한 절단이 필요한 괴저까지 다양한 범위의 징후와 증상을 초래한다.

**협착증(stenosis):** 혈관통로의 좁아짐.

- **요측피정맥궁 협착증(cephalic arch stenosis):** 요측피정맥에서 협착이 발생하는 흔한 부위; 협착의 위치는 요측피정맥이 액와정맥과 합쳐지기 전에 세모가슴근 고랑 부위가 있는 어깨 위로 활을 이루는 부위에 발생함.

**연계 계획(succession plan):** 현재 혈관통로를 만들기 전에 다음 투석통로에 대한 신중한 계획(필요여부, 조성 위치, 적절한 조성 및 삽입시기 등). 연계 계획은 환자의 의료 또는 생활 환경에 변화가 있을 때 재평가되어야 하며 현재 혈관 통로가 실패하기 전에 재검토되어야 한다. 이러한 모든 고려 사항은 환자의 말기콩팥병 생애 계획, 개별 상황 및 선호 사항을 고려한다.

**감시(surveillance):** 신체 검사 이외의 특별한 장비를 이용하여 혈관통로를 주기적으로 평가하는 것. 해당 검사의 이상소견은 혈전성 혈류관련 합병증/기능부전(기능부전에서 정의된)을 의미한다.

예를 들면, 투석혈관 혈류량을 측정하여 협착을 발견하는 것. 투석혈관 혈류량은 도플러 초음파를 이용한 유량 추정, 초음파 희석, 차등 전도도, 포도당 주입, 이온성 투석법 및 시간 초과 한외 여과 방법 또는 자기 공명 혈관 조영법(MRA)에 의한 유량 측정을 포함하여 다양한 기술로 측정할 수 있다. 다른 감시 방법에는 정맥 압력이 포함(동적 정맥 압력(dynamic venous pressure)은 감시가 아닌 모니터링으로 간주)된다.

**Tissue plasminogen activator (TPA):** 피브린(fibrin) 또는 혈전을 용해시키는 천연(내인성) 용해제 중 하나. rTPA는 혈관통로 중재술에 사용되는 합성물질이다.

**전위(transposition):** 혈관을 원래 위치에서 피부에 가깝게 이동시켜 성숙 또는 천자를 쉽게하는 외과적 술기

**초음파(ultrasound):** 진단 또는 치료 목적, 특히 내부 신체 구조를 영상화하기 위해 사용하는 초음파

- **도플러 초음파(doppler ultrasound, DU):** 도플러 효과를 사용하여 신체의 움직임 또는 흐름, 특히 혈류를 측정하는 초음파
- **이중 도플러 초음파(duplex Doppler ultrasound):** 정량적 색 속도 평가(투석혈관의 흐름)와 협착증/혹은 비정상 병변을 시각화하기 위해 도플러와 B 모드(회색조) 영상을 결합한 초음파

**수축기 속도 비(systolic velocity ratio, SVR):** 정상 혈관에 대한 비정상 혈관의 속도 비

**유로키나제(urokinase):** 피브린 또는 혈전을 용해시키는 데 사용되는 천연 용해제 중 하나

**혈관통로 코디네이터(vascular access coordinator, VAC):** 환자의 혈관통로 관리를 관장하는 투석통로에 대한 지식이 있는 자. 혈관통로 관리는 환자 및 혈관통로를 평가하고, 혈관통로팀(VAT) 구성원 간의 의사 소통을 활성화하며, 혈관통로를 검사, 치료하고, 일정을 관리하는 것을 포함한다. 필요시 혈관통로 데이터베이스를 관리하여 자료를 입력하고 분석하며 출력을 담당한다. 진료의 질 향상 업무에 주요하게 참여한다.

**혈관통로팀(vascular access team, VAT):** 혈관통로 관리에 참여하는 환자 및 전문가 그룹(혈관 통로를 조성, 천자, 모니터링, 문제 확인, 교정하는 의료진을 포함). 의료진으로는 신장내과의사, 신장내과 간호사, 숙련된 간호사, 중재시술의사, 외과 의사 및 혈관통로 코디네이터(VAC)가 있다.

사구체 여과율과 알부민뇨의 범주에 따른 만성콩팥병의 예후

				지속적 알부민뇨의 범주 범위와 설명		
				A1	A2	A3
				정상-경한 증가	중등도 증가	심한 증가
				<30 mg/g <3 mg/mmol	30-300 mg/g 3-30 mg/mmol	>300 mg/g >30 mg/mmol
사구체 여과율(ml/min/1.73 m <sup>2</sup> )의 범주 범위와 설명	G1	정상 이상	≥90			
	G2	경한 감소	60-89			
	G3a	경하거나 중등도 감소	45-59			
	G3b	중등도 - 심한 감소	30-44			
	G4	심한 감소	15-29			
	G5	신부전	<15			

녹색: 낮은 위험(신장질환의 다른 지표가 없는 경우 만성콩팥병 없음)

노란색: 중등도 위험

오렌지색: 고위험

붉은색: 매우 높은 위험

Figure reproduced from Inker et al<sup>6</sup> based on the original image published in the Improving Global Outcomes KDIGO CKD guideline<sup>7</sup>; original image © 2012 KDIGO and is reproduced with permission of KDIGO.

# 서 문

세 번째 업데이트인 이번 ‘혈관통로에 대한 KDOQI 임상진료 진료지침’은 2006년에 발표된 혈관통로 지침을 완전히 개정한 것입니다. 이 포괄적인 개정은 혈관통로에 대한 근거 데이터베이스가 크게 성장했기 때문에 수행될 수 있었으며, 이러한 근거 데이터베이스는 미네소타 대학교의 근거분석팀(evidence review team)에 의해 철저히 검토되었습니다. 2006년 KDOQI 임상진료 진료지침이 발표된 이후, 혈액투석을 위한 혈관통로에 대해 많은 무작위 대조연구가 수행되었습니다. 이번 진료지침의 26개 진료지침 섹션과 그것에 관련된 권고내용, 그리고 연구 권장사항을 개발하는 데, 4,600개 이상의 논문이 검토되었으며 286개의 논문이 근거표에 포함되었습니다.

혈액투석 혈관통로의 문제는 여러 분야의 의료진들이 관리하므로, 이 진료지침을 작성한 작업그룹(Work Group)은 인공신장실 치료를 담당하는 신장내과 의사 뿐만 아니라 미국중재신장내과학회와 미국혈관통로학회 회의 전 임원을 비롯하여, 중재신장내과 의사, 영상의학과 의사, 외과 의사, 그리고 혈관통로 전문간호사 등 여러 분야의 전문가를 아우르고 있습니다.

이번에 개정된 혈관통로 진료지침에 도입된 중요한 새로운 개념은 말기콩팥병 생애 계획(End-Stage

Kidney Disease (ESKD) Life-Plan)입니다. 이 진료지침에는 환자의 평생 동안 투석방법 및 혈관통로에 대한 개별화되고 포괄적인 안내가 문서화되어 있으며, 미국신장재단(National Kidney Foundation, NKF)이 개발한 실행도구로 구체화 될 것입니다.

이 문서는 진료지침의 내부 및 외부 검토자로 참여한 환자 및 의료인들과 작업그룹 구성원들의 수천 시간 동안의 자원 봉사 시간의 결정체입니다. 미국신장재단은 이 지침을 개발하는 데 시간과 노력을 기울인 모든 지원자들에게 깊은 감사를 전합니다. 특히, 이 작업의 결실을 맺기 위해서 지칠 줄 모르는 노력을 해준 토론토 대학의 Dr. Charmaine E. Lok 회장, 그리고 워싱턴 대학의 Dr. Surendra Shenoy와 미시간 대학의 Dr. Alexander S. Yevzlin 부회장, 또한 앨러바마 대학의 Dr. Timmy Lee와 플로리다 대학의 Dr. Thomas S. Huber 위원에게 감사를 드립니다. 이 진료지침은 그들의 헌신적인 KDOQI 참여의 과정이 있었기에 가능했습니다.

**Michael V. Rocco, MD, MSCE**  
Chair, NKF KDOQI

# 서론

## 근거(Rationale)

현재 미국에서 혈액투석은 신대체요법 중에서 가장 많이 시행되고 있는 방법이다.<sup>8</sup> 투석치료의 수명은 투석의 질에 직접적으로 비례하며, 투석치료의 질적 수준은 환자의 혈관 순환계(System)에 대한 온전하고 믿을 수 있는 연결통로(access)에 달려있다. 이 중요한 연결통로를 혈액투석 혈관통로(hemodialysis vascular access)라 한다. 이상적인 혈관통로는 믿을 수 있고 합병증이 없으면서, 각 환자의 필요에 따라 적합하게 구성되어 처방된 투석치료를 적절하게 제공할 수 있는 혈관통로이다. 2006년에 NKF KDOQI Clinical Practice Guideline for Vascular Access (혈관통로에 대한 KDOQI 진료지침)이 발표된 이후, 말기콩팥병(End Stage Kidney Disease, ESKD)환자 치료의 발전, 환자 인구 분포의 변화, 그리고 환자 수명의 연장에 따라 혈관통로 관리가 다시 새롭게 관심사로 떠오르고 있으며, 임상연구와 말기콩팥병 진료형태의 변화에 따른 새로운 정보들이 축적되면서 예전에는 가장 좋은 방법으로 여겨졌던 치료법에 대한 재검토가 필요하게 되었다.

2019 진료지침은 혈관통로 진료에 새로운 접근법을 제시하고 있다. 새로운 권고내용(statement)들은 지난 수십년 간 축적된 데이터 및 철저하고 섬세한 평가 작업에 기초를 두고 있지만, 작업그룹은 신중하고 실제적인 적용 과정을 통해 다학제적 의료진이 각 환자의 요구를 충족시킬 수 있도록 돕고 있다. 이 진료지침

들은 보다 환자중심적인 접근법을 강조하고 말기콩팥병 생애 계획의 수립을 권고하며, 혈관통로를 선택하거나 차후의 혈관통로 전환을 계획할 때, 예상가능한 합병증과 그 해결방법을 각 환자의 요구와 선호도에 따라 함께 고려하도록 권고하고 있다. 따라서, 초점이 기존의 ‘동정맥루 우선(Fistula First)’ 접근법으로부터 멀어지고, 첫 혈관통로를 계획할 때 ‘What’s next’를 함께 고려하도록 하는 접근법으로 맞추어졌다.

실제로, 첫 번째 투석통로가 복막투석 도관일 수 있으므로, 말기콩팥병 생애 계획은 환자의 말기콩팥병 생활과 신대체요법 양식에 대한 종합적인 평가를 권장한다.

이는 향후 투석혈관의 성공적인 구성에 필요한 혈관을 보존하고, 불필요한 시술 및 합병증을 피하는 등 많은 이점을 제공한다. 요약하면, KDOQI는 각 환자에 대한 P-L-A-N (*Patient Life-Plan*을 우선 수립한 후, 그에 해당하는 *Access Needs*를 고려하는 접근방법)에 초점을 맞추었다(그림 1.1-1.6).

또한, 우리는 주제에 대한 접근 방식을 재구성하기 위해 기존 및 최근의 근거를 이용하였고, 더 새롭고 엄격한 근거들로서 이전의 일부 권장 사항을 개정하였다. 예를 들어, 투석혈관 감시(surveillance)보다 모니터링(*monitoring*)의 적용 및 훈련에 대한 필요성이 더욱 강조되었다. 이번 진료지침에서 우리는 혈관통로에 대한 준비 및 조성, 각 혈관통로 종류에 따른 관리와 간호, 그리고 합병증의 예방과 치료에 대해 다루었다. 이러한 새 진료지침은 진료 형태의 차이를 인식하

여 각 영역 내의 세밀한 세부 사항에 대해서는 덜 엄격하게 규정하면서도 질적 수준에서는 높은 표준을 요구하며, 우리는 진료활동의 모니터링에 대한 다음 3가지 주된 목표를 제시한다.

첫 번째 목표는 모든 환자들이 향후 상황의 변화까지 고려하여 가장 적절한 투석통로(dialysis access)를 갖는 것을 염두에 두고 계획된 정기적으로 업데이트되는 말기콩팥병 생애 계획을 갖는 것을 강조한다. 또 다른 목표는 투석통로가 그 종류에 따른 주된 합병증(예, 중심정맥도관에서의 감염률 등)을 최소화하는 것이다. 우리는 목표달성을 합리적으로 가능하게 하고 권장하기 위해 목표의 개수를 제한적으로 제시하였다. 우리의 초점은 “믿을 수 있고 합병증이 없으며, 처방된 투석치료를 가능하게 하면서 환자의 요구에도 적합한 혈관통로”와 같이 정의된 이상적인 혈관통로로 유도하는 행동을 지원하는 데 있다.

마지막으로, 우리는 혈관통로 관리에서 지식과 근거의 간극을 인식하고 미래의 연구를 위한 제안을 하며, 각 치료 영역과 진료지침의 해당 섹션 내에서 지속적인 재평가의 필요성을 강조함으로써 투석통로 및 관련 치료에 대한 새로운 근거와 혁신을 위한 여지를 제공한다.

이 진료지침은 광범위한 문헌 검토, 수개월 간에 걸친 근거 분석 및 토의, 그리고 그 결과 데이터를 만성콩팥병과 말기콩팥병을 치료하는 의료진들의 실제 진료에 다학제적으로 통합하는 과정으로 이루어진 3년 간의 작업 결과이다.

이 진료지침은 이전의 권고사항들이 보정되고 진화한 것으로, 우리는 새로운 진료지침이 동료 의료진들에게 가치가 있고, 정책 입안자들에게 도움이 되며, 만성콩팥병 또는 말기콩팥병을 가지고 살아가는 분들의 삶이 향상되는 데 기여하기를 바란다.

## 방법(Methods)

KDOQI 진료지침 개발과정은 주제를 선정하고 지침의 범위를 다듬은 후, 이용 가능한 근거에 대한 포괄적인 문헌 검토로 시작되었다. 지침의 범위는 다학제적 작업그룹의 의견을 수렴한 후 지침 분야 위원회의 회장과 부회장에 의해 주도되었으며, 문헌 검토와 근거 분석은 미네소타 대학교 ‘만성질환 치료성적 연구를 위한 혈관통로센터’의 ‘근거 기반 임상센터’에 의해 독립적으로 수행되었다. 다학제적 작업그룹의 구성원은 신장내과(성인과 소아), 간호, 혈관수술, 중재신장내과, 중재영상의학과, 그리고 역학 및 통계 등 각 분야를 대표하는 전문가로 진료지침 위원회 회장과 부회장에 의해 선정되었다. 독립적인 근거분석팀(evidence review team; ERT)에 의해 제공된 근거 수준 분석은 이 작업그룹에 의해서 공식적인 ‘GRADE Evidence to Decision format’을 통하여 검토되고 토의되었다.<sup>9,10</sup> 작업그룹은 표준화된 작업 시트, 일련의 정기 회의, 이메일 서신 및 2번의 직접 회의를 통해 권고 수준과 지침 내용을 작성하였다. 지침 내용에 대한 합의 후 진료지침 섹션이 작업그룹의 구성원들에 의해 작성되었고, 합의가 이루어질 때까지 매월 화상 회의를 통해 전체 다학제 팀이 다시 검토하였다. 합의에 이르지 못한 경우에는 투표를 통해 다수결에 따라 지침을 정하였으며, 이 경우에 해당되는 내용은 지침의 문서에서 확인할 수 있다. 진료지침 위원회 회장과 두 명의 편집위원회 위원들은 종합적인 내용과 순서에 관해 문서를 편집하였다.

## 문헌검토와 근거분석(Literature Review and Evidence Analysis)

### 자료의 원천과 검색(Data Sources and Searches)

근거분석팀(ERT)은 2000년 1월부터 2016년 10월까지 출판된 연구를 확인하기 위해 MEDLINE과 Ovid를 통한 Embase, 그리고 Cochrane Library를 포함한 서지 데이터베이스를 검색하였다. 구체적인 검색 방법은 부록 1 (Supplementation 1)에서 확인할 수 있다. 근거분석팀은 확인된 연구의 인용 검색을 통해 서지 데이터베이스 검색을 보완했다.

### 연구 선택(Study Selection)

근거분석팀은 복수의 병행 그룹으로 혈관통로 중재적 치료와 보고된 성적을 비교하기 위해 임상 시험 및 전향적 관찰연구를 검토하였으며, 관련 중재치료에는 다양한 혈관통로 유형에 연관된 치료들이 포함되었다. 소아 또는 급성신손상 환자가 주로(<75%) 등록된 연구, 2000년 보다 이전에 조성된 혈관통로가 주로(<75%) 포함된 연구, 관련 결과를 보고하지 않은 연구, 그리고 영문으로 출판되지 않은 연구는 제외되었다. 두 명의 조사관은 적합한 참고문헌을 확인하기 위해 검색 연구문헌의 제목과 초록을 독립적으로 검토했다. 두 명의 조사관은 확인된 참고문헌들이 기준을 만족시키는지를 결정하기 위해 전체 내용을 독립적으로 선별하였다. 두 명의 조사관 사이에 불일치가 있는 경우에는 세 번째 조사관이 해결하도록 하였다.

### 자료 추출 및 근거 수준 평가(Data Extraction and Quality Assessment)

한 명의 검토자가 선택된 연구들로부터 연구대상과

비교 특성을 추출하였다. 편향 위험은 각 연구 당 두 명의 조사관이 ‘의료 연구 및 질 관리 기관’<sup>11</sup>의 개요에 따라 독립적으로 분석하였다. 노출 및 비노출 집단의 선택, 결과에 대한 감시의 일치성, 예후 불균형에 대한 측정 및 조정, 그리고 자연 감소를 기준으로 편향의 위험을 낮춤, 중간 또는 높음으로 평가했으며, 낮거나 중간 위험도인 연구가 분석에 포함되었다.

근거분석팀에서는 가장 관련성이 높은 데이터를 효율적으로 찾아내고 연구대상의 중복을 피하기 위해 계층적 방식으로 데이터를 추출했다(1개 이상의 연구에서 동일한 데이터 셋을 이용한 경우). 무작위 대조 대조연구(RCT)이 있는 경우에는, 고유한 결과를 보고한 경우가 아니라면 관찰연구에서는 데이터를 추출하지 않았다. 관찰연구만으로 비교가 이루어 졌을 때에는, 우선 대규모 레지스트리 연구에서 데이터를 먼저 식별하고 추출했다. USRDS (US Renal Data System) 또는 동일한 환자 집단과 같은 데이터베이스를 사용하고 동일한 결과를 보고한 여러 연구가 있는 경우에는, 가장 최근의 데이터를 가진 연구만 추출했으며, 이러한 레지스트리 연구에 포함된 데이터를 이용한 연구의 경우, 레지스트리 연구와 다른 결과를 보고한 경우에만 데이터를 추출했다. 총 대상 인구에 대한 비중이 3% 미만인 비교 연구에서는 데이터를 추출하지 않았다. 연구에서 다변량 분석을 사용한 경우에는 가능한 최대 로 보정된 모델을 추출하였고 증거표에 보정된 교란인자를 나열했다.

### 자료 통합 및 분석(Data Synthesis and Analysis)

근거분석팀은 연구들을 비교하여 그룹화하고 결과의 통계적 유의성을 독립적으로 분석하였다. 연구 모집단 및 방법의 이질성이 있는 경우는 데이터가 수집되지 않았고, GRADE (Grade of Recommendations

Assessment, Development and Evaluation)<sup>12</sup> 기준을 이용하여 근거의 질을 높음, 중간, 낮음, 또는 매우 낮음으로 평가했다.

### 진료지침 개발(Development of Guideline Statements)

작업그룹은 근거분석팀에 의해 수집된 근거들을 기반으로 임상진료 진료지침을 작성했다. 일부 내용은 2006년에 발표된 이전 지침<sup>13</sup>과 유사하지만 새로운 데이터에 비추어 다시 강조되거나 재해석되었다. 각 지

침에 대해 근거의 질과 권고의 강도를 GRADE (Grade of Recommendations Assessment, Development and Evaluation) 기준을 이용하여 각각 등급을 매겼다.<sup>9,14</sup> 작업그룹은 ‘근거의 질’에 대해서는 ‘높음’에서 ‘매우 낮음’까지 제시하고, ‘권고의 강도’에 대해서는 ‘강력히 권고’ 또는 ‘조건부 권고’로 제시하는 GRADE 척도를 이용했다. ‘권고의 강도’는 지침들이 임상진료에 미치는 잠재적인 영향에 대한 평가가 포함된다 (Box 1 및 2). 진료지침의 지침들은 근거분석팀에 의해 축적된 근거의 강도가 적절한 임상진료를 위해 분명한 지침을 제시하기에 충분하다는 작업그룹 내 합의

Box 1. 추천 강도의 등급

근거 기반	등급	시사점		
		환자	임상의	정책
근거분석팀	강력 권고 “우리는 권고한다”	극히 소수의 사람들은 원하지 않더라도, 대부분의 사람들은 권고 조치를 원할 것이다.	대부분의 환자는 권고 조치를 따라야 한다.	이 권고 사항은 대부분의 상황에서 정책으로 채택될 수 있다.
근거분석팀	조건부 권고/제안 “우리는 제안한다”	대다수의 사람들은 권고 조치를 원하지만, 이외 많은 사람들은 동의하지 않을 수 있다.	환자에 따라 다른 판단을 할 수 있다. 각각의 환자는 자신의 가치와 선호도에 따른 결정을 내리는 데 도움이 필요하다.	이 권고 사항은 정책으로 결정되기 전에 이해 관계자들의 상당한 토론과 참여가 필요할 수 있다.
근거분석팀	근거가 부족하였다	근거의 질이 제안이나 권고를 하기(중재술 혹은 주제를 지지하거나, 지지하지 않기)에는 불충분하지만, 미래의 연구를 위한 영역으로 인정할 만큼 충분히 중요하다.		
작업그룹	미등급 “KDOQI는 합리적이라고 생각한다”	등급이 매겨지지 않은 권고 사항은 작업그룹내 의견이 일치하고, 공식 근거분석팀 문헌 검토의 내용에는 없는 문헌을 기반으로 한다.		

Box 2. 근거의 질에 대한 등급

**높은 수준의 근거.** 실제 효과가 효과 추정치에 가깝다는 것을 확신한다.

**중간 수준의 근거.** 실제 효과는 효과 추정치에 근접 할 가능성이 있지만, 실질적으로 다를 수 있다.

**낮은 수준의 근거.** 실제 효과는 효과의 추정치와 실질적으로 다를 수 있다.

**아주 낮은 수준의 근거.** 효과 추정치는 매우 불확실하며 종종 진실과는 거리가 멀다.

를 바탕으로 한 것이다. 근거 수준이 등급별 지침이 되기에는 충분하지 않지만 수록되는 것이 필요한 중요한 주제나 증제는 작업그룹이 “KDOQI가 권고하기에 근거가 부적절함”으로 식별한 후에 중요한 이슈로 확인하였다. 이러한 이슈에 대해서는 추가 연구가 필요하다는 것을 커뮤니티에 알리는 것이 중요하다고 생각되었다. 마지막으로, 근거분석팀의 검색 기준이나 분석 기준에 해당되지 않았기 때문에 제외된 많은 주제 중에서 중요한 주제들은 근거분석팀과는 별개로 작업그룹이 가능한 최상의 근거를 기반으로 진료지침의 권고 내용(statements)으로 제공하였다. 이 경우에 지침들은 “KDOQI는 ...이 합리적이라고 생각한다”로 시작되며, ‘전문가 의견(Expert Opinion)’으로 표시하였다. ‘전문가 의견’ 지침은 가능한 최상의 근거를 기반으로 작업그룹의 합의된 의견이며 등급이 매겨지지 않았다. 제시된 문구와 정의는 전 과정이 공식적인 전체 작업그룹을 통해 결정되었다. 투표가 필요했던 지침과 정의들은 혈관통로 합병증의 분류와 정의, 혈관통로 조성부위의 순서에 관한 [진료지침 3.1](#)에서 B의 문구, 일상적인 술전 초음파에 대한 [진료지침 7](#)의 지침, 그리고 투석혈관 천자법에 대한 [진료지침 11](#)에서의 권고내용의 권고 강도였다. 모든 진료지침과 관련하여 임상 의는 각 환자의 상황이 고유하며 신중한 고려와 개별화가 필요하다는 것을 알고 있어야 한다. 따라서, 최선의 임상적 판단은, 가장 바람직한 결과를 얻기 위해서 때로는 작업그룹의 권고 사항에서 벗어나 신중하게 진료지침 지침을 고려하고 적용하는 것이다.

이 진료지침 및 보충 자료는 공식적인 내부 및 외부 검토 과정을 거쳤다. 내부 검토는 2019년 3월에 열렸으며 미국신장재단 과학 자문위원회, 미국중재신장학회, 그리고 미국혈관통로학회를 포함하는 14개의 그룹과 개인의 의견이 포함되었다. 검토자들은 각 권고 사

항과 해당 본문을 읽고서, 그에 대한 동의 여부와 의견을 제공하도록 요청 받았다. 공개 검토 기간(2019년 5월)에는 동일한 형식에 대해 50개의 응답을 받았다. 모든 문서에 대한 링크는 해당 문서를 받기 위해 등록된 개인에게 이메일로 발송되었으며, 미국신장재단(NKF)은 이메일 및 소셜 미디어 채널을 통해 검토 내용을 공개하였으며, 각각의 검토 후에 수정 및 편집이 이루어졌다.

## 내부 검토(Internal Review)

NKF-KDOQI의 내부 및 외부 검토과정은 다음과 같다.

- 작업그룹의 회장이 진료지침 문서에 서명한 후, 권고 사항의 형식을 정하고 KDOQI 운영진 및 미국신장재단 과학 자문위원회에 회람하여 검토한다. 검토자들은 각각의 권고 사항과 동의 여부(동의, 부분적 동의, 또는 동의하지 않음)를 그에 대한 의견과 함께 온라인 양식을 이용하여 입력한다.
- KDOQI 회장의 재량에 따라 일부 외부 전문가 및 기관도 이 단계에서 의견을 제시할 수 있도록 초빙될 수 있다.
- 검토자의 의견은 KDOQI에 의해 수집되어 토론 및 편집을 위해 작업그룹으로 전송된다.
- 각 작업그룹 구성원에게 여러 진료지침 섹션이 배정되며, 검토자 의견을 처리하도록 요청된다; 다양한 관점을 보장하기 위해 각 진료지침 섹션은 복수의 그룹 구성원이 검토한 후, 전체 작업그룹이 만나 토의를 거쳐 제안된 편집 및 추가사항을 합의한다.
- 작업그룹 편집 후 진료지침 문서는 공개 검토를 위해 배포된다.

## 외부(공개) 검토(External (Public) Review)

- 진료지침 개발의 후반부 동안에 공개 검토를 위한 등록 링크를 NKF 진료지침 웹 페이지에 게시한다.
- 문서를 등록된 검토자에게 보내고 관심이 있는 다른 개인 및 그룹에게 공개한다.
- 공개 검토자에게 온라인 양식에 대한 링크를 제공하며, 여기에는 각 권고 사항과 함께 ‘동의’, ‘부분적 동의’ 또는 ‘동의하지 않음’ 및 의견을 제시할 수 있는 상자가 표시된다.
- 검토자 의견은 KDOQI가 수집하고 토론 및 편집을 위해 작업그룹으로 전송된다.
- 각 작업그룹 구성원에게 여러 진료지침 섹션이 배정되며, 검토자 의견을 처리하도록 요청된다; 다양한 관점을 보장하기 위해 각 진료지침 섹션은 복수의 그룹 구성원이 검토한 후, 작업그룹 그룹이 만나 토의를 거쳐 제안된 편집 및 추가사항을 합의한다.
- 작업그룹의 회장은 공개 검토 의견을 바탕으로 진료지침 문서의 최종 수정을 관장한 후 최종 원고가 ‘American Journal of Kidney Diseases’에 게시되도록 제출한다.

## 진료지침 요약

진료지침 권고내용에 대한 근거 기준을 이해하기 위하여 Box 1을 참조하십시오.

참고: 권고내용에 “KDOQI에서 권고사항을 만들 근거가 부족하였다”라고 기술되어 있는 것은, 근거분석팀(ERT)에 의해 수집된 근거의 수준이 매우 낮거나, 낮거나 혹은 부적절하여 작업그룹(Work Group)에서 어떠한 권고나 제안 혹은 기타의 근거 기반 지침을 만들 수 없었다는 것을 의미한다.

참고: “임상의의 재량과 최선의 임상적 판단”을 허용

한다는 전문가 의견 및 권고내용은 다른 치료보다 우수한 새로운 치료, 기구, 전략을 권고할 엄밀한 근거가 현재 없다는 것을 의미한다. 작업그룹(Work Group)은 추후에 엄밀한 근거가 생긴다면 근거분석팀에 의해 도출된 근거에 기반한 권고내용(ERT-derived evidence based statements)이 전문가 의견에 기반한 권고내용을 최종적으로 대체할 수 있게 되기를 기대한다. 임상적 재량은 환자의 개별 상황과 임상의의 임상적 경험과 전문지식(즉, 적합한 능력과 한계)을 신중하게 고려하여 판단한다는 것이다.

### 진료지침 1. 환자우선: 말기콩팥병 생애 계획

#### 권고내용: 말기콩팥병 생애 계획과 혈관통로의 선택

- 1.1 KDOQI는 진행성 만성콩팥병 환자, 사구체여과율 15–20 mL/min/1.73 m<sup>2</sup>인 환자 또는 이미 신대체요법을 받고 있는 환자는 정기적으로 검토, 갱신 및 기록된 환자의 의무기록을 바탕으로 개별화된 말기콩팥병 생애 계획을 세우는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)
- 1.2 KDOQI는 각 환자의 개별 말기콩팥병 생애 계획을 의료진이 함께 매년 검토하고 갱신하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)
- 1.3 KDOQI는 정기적인 모니터링 외에도 개별 환자의 혈관통로의 기능, 합병증의 발생 위험성 및 추후 잠재적인 투석통로에 대한 선택에 대해 최소한 분기별로 의료진이 함께 검토 및 갱신을 하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

### 진료지침 2. 혈관통로의 유형

#### 권고내용: 투석혈관: 사용의 적응증

- 2.1 KDOQI는 말기콩팥병 생애 계획과 전반적인 치료 목표가 일치할 때, 혈액 투석이 필요한 환자에서 투석혈관(동정맥

루 또는 인조혈관)을 만드는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

참고: 혈액투석을 시작하는 환자 및 유지 혈액투석 환자에서 투석혈관 유형의 선택 및 투석혈관의 적절한 위치에 대한 섹션을 참조한다.

### 권고내용: 중심정맥도관: 사용의 적응증

2.2 KDOQI는 혈액투석을 시작하는 환자의 경우, 다음과 같은 상황에서 단기 또는 장기간 터널식 중심정맥도관을 사용하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

단기간 사용:

- 동정맥루 혹은 인조혈관이 만들어졌지만, 아직 사용할 수 없고, 투석은 필요한 경우
- 이식환자에서 급성 거부반응 혹은 이외의 합병증이 발생하여 투석이 필요한 경우
- 복막투석 환자에서 단기간 복막의 휴식이 필요하거나, 합병증의 치료(예, 복막투석액의 흉강 누출)가 필요한 경우
- 단기간(예, 90일 이내)내에 생체이식을 받을 예정인 환자에서 투석이 필요한 경우
- 중요한 침습적인 손상 혹은 봉와직염과 같은 합병증이 동정맥루 혹은 인조혈관에 발생하여, 이에 대한 치료가 끝날 때까지 일시적으로 투석혈관을 사용할 수 없을 경우

참고: 특히, 혈관통로 합병증의 치료를 위해, 임시로 중심정맥도관이 필요한 제한된 상황의 경우(예, 2주 이내), 비터널식 중심정맥도관을 사용할 수 있음.

장기간 혹은 기간이 불명확 할 때:

- 여러 차례 투석혈관이 실패하고 다른 대안이 없을 때(해부학적 위치 제한 참고)
- 해당 환자에게 여러가지 잠재적이고 합리적인 투석혈관 선택 옵션의 위험성 및 이점에 대해 충분히 설명한 이후에도, 투석혈관의 사용이 환자의 삶의 질을 심각하게 제한하거나 삶의 목표 달성에 제한을 주어 환자가 도관을 선호할 경우(도관이 사용 가능한 경우)
- 기대 여명이 얼마 남지 않은 경우
- 유입동맥과 유출정맥의 문제가 있어(예, 심한 동맥 폐쇄 질환, 교정이 불가능한 중심정맥 폐색) 투석혈관을 만들 방법이 없거나, 혹은 혈관이 작은 유아나 소아의 경우
- 이외 특별한 의학적 상황에 따라

### 권고내용: 혈액투석을 시작하는 환자를 위한 혈관통로

아래 내용은 말기콩팥병 생애 계획 및 관련된 투석혈관의 알고리즘과 환자의 동반 질환, 상황과 같은 환자 고려사항에 대한 내용이다(그림 1.1-1.6).

2.3 KDOQI는 대부분의 혈액투석을 시작하는 환자와 유지혈액투석 환자에서 중심정맥도관보다 감염위험이 낮은 투석혈관(동정맥루 또는 인조혈관)을 사용할 것을 제안한다. (조건부 권고, 낮은 수준의 근거)

2.4 KDOQI는 투석혈관(동정맥루 또는 인조혈관)을 선택할 때 혈관 특성, 환자의 동반질환, 건강 상태 및 환자 선호도를 고려하여 시술의(operator)/임상의(clinician)의 최선의 임상적 판단에 따라 선택하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

2.5 KDOQI는 혈액투석을 시작하는 환자에서, 동정맥루를 성숙시키기 위한 충분한 시간과 조건이 마련된다면, 인조혈관 보다는 자발성속 동정맥루(unassisted AVF)처럼 혈관통로의 문제(예, 혈전증, 일차 개통성 상실, 중재시술 시행 등)가 덜한 동정맥루를 더 선호하는 것을 제안한다. (조건부 권고, 낮은 수준의 근거)

참고: 환자의 조건은 혈관 특성, 환자 동반 질환, 건강 상황 및 환자 선호도를 나타낸다.

참고: 자발성속 동정맥루(unassisted AVF): 혈관 성형술과 같은 혈관내 성형술 또는 외과적 수술없이, 성숙되고 사용되는 동정맥루를 지칭한다. 사전에 계획된 혈관의 표재화는 허용되며, 이는 추가적인 시술로 간주되지 않는다.

2.6 KDOQI는 중심정맥도관으로 투석을 시작하는 대부분의 혈액투석 환자는 가능한 경우 감염/균혈증(infection/bacteremia), 감염 관련 입원 및 부작용의 위험을 줄이기 위해 동정맥루 또는 인조혈관으로 전환해야 한다고 제안한다. (조건부 권고, 매우 낮은 수준의 근거)

2.7 KDOQI에서 전체 입원율 또는 사망률에 기초하여 특정 혈관통로의 선택에 대한 권고사항을 만들 근거가 부족하였다.

2.8 KDOQI에서 감염, 입원, 사망의 발생에 기초하여 혈액투석 시작시 혈관통로로 동정맥루나 인조혈관의 선택하는 것에 대한 권고사항을 만들 근거가 부족하였다.

2.9 KDOQI에서 중심정맥도관을 사용하여 혈액투석을 시작하는 환자에서 사망률의 위험을 줄이기 위해 투석 시작 1년 이내에 투석혈관(동정맥루 또는 인조혈관)로 전환하는 것에 대한 권고사항을 만들 근거가 부족하였다.

2.10 KDOQI는 터널식 중심정맥도관의 사용은 감염 위험이 낮기 때문에, 비터널식 중심정맥도관보다 터널식 중심정맥도관을 사용하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

2.11 KDOQI는 비터널식 내경정맥 중심정맥도관의 사용은 감염 위험을 줄이기 위해 제한된 기간(2주 이내 또는 개별 병원 정책에 따라)동안 임시 목적으로 사용하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

#### 권고내용: 유지혈액투석환자에서의 혈관통로

2.12 KDOQI에서 유지혈액투석환자에서 혈관통로의 예후, 환자의 입원 또는 사망률에 기초하여 특정 혈관통로를 제시하는 권고사항을 만들 근거가 부족하였다.

2.13 KDOQI는 유지혈액투석환자에서 혈관통로 관련 합병증(예, 감염, 혈전증, 비혈전성 합병증)의 낮은 발생을 고려하여, 가능하면 중심정맥도관의 사용보다 투석혈관(동정맥루 혹은 인조혈관)을 사용하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

2.14 KDOQI는 유지혈액투석환자에서 동정맥루가 성숙되고 사용할 수 있을 때까지 임상조건이 충분할 경우, 인조혈관보다 동정맥루를 선호하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

참고: 임상조건은 환자의 혈관 특성, 동반 질환, 건강 상황, 도관 사용 기간 및 환자 선호도를 나타낸다.

2.15 KDOQI는 임상적으로 다음과 같은 경우, 단기 또는 장기간 터널식 중심정맥도관을 사용하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

단기간 사용:

- 동정맥루 혹은 인조혈관이 만들어졌지만, 아직 사용할 수 없고, 투석은 필요한 경우
- 이식환자에서 급성 거부반응 혹은 이외의 합병증이 발생하여 투석이 필요한 경우
- 복막투석 환자에서 단기간 복막의 휴식이 필요하거나, 합병증의 치료(예, 복막투석액의 흉강 누출)가 필요한 경우
- 단기간(90일 이내) 내에 생체이식을 받을 예정인 환자에서 투석이 필요한 경우

- 중요한 침습적인 손상 혹은 봉와직염과 같은 합병증이 동정맥루 혹은 인조혈관에 발생하여, 이에 대한 치료가 끝날 때까지 일시적으로 투석혈관을 사용할 수 없을 경우

참고: 특히, 혈관통로 합병증의 치료를 위해 임시로 중심정맥도관이 필요한 제한된 상황의 경우(예, 2주 이내), 비터널 식 중심정맥도관을 사용할 수 있음.

장기간 혹은 기간이 불명확 할 때:

- 여러 차례 투석혈관이 실패하고 다른 대안이 없을 때(해부학적 위치 제한 참조)
- 해당 환자에게 잠재적이고 합리적인 투석혈관의 선택에 대한 위험성 및 이점에 대해 적절한 기정보를 제공하더라도, 투석혈관의 사용이 환자의 삶의 질을 심각하게 제한하거나, 삶의 목표 달성에 제한을 주어 환자가 도관을 선호할 경우(사용 가능한 경우)
- 기대 여명이 얼마 남지 않은 경우
- 환자의 해부학적 구조와 관련하여 유입동맥과 유출동맥의 상태가 투석혈관을 만드는데 제한이 있을 경우(예, 심한 동맥 폐쇄 질환, 치료가 불가능한 중심정맥 폐색), 혹은 혈관이 작은 유아나 소아의 경우
- 이외 특별한 의학적 상황에 따라

### 진료지침 3. 투석혈관의 위치

#### 권고내용: 투석혈관의 위치

아래 내용은 말기콩팥병 생애 계획 및 관련 접근 알고리즘과 관련하여 고려한 사항이다.

참고: 중심정맥도관의 사용 및 위치에 대한 내용은 [진료지침 2.2](#)와 [3.2](#)를 참조하십시오. 진료지침 3에서는 동정맥루나 인조혈관에 대해 논의한다.

3.1 KDOQI는 환자의 말기콩팥병 생애 계획([그림 1.1-1.6](#) 참조)을 신중하게 고려한 후 아래의 상황에 따라 투석혈관(동정맥루 혹은 인조혈관)의 위치를 선택하는 것이 합리적이라고 생각한다(전문가 의견). 중심정맥도관의 위치는 [진료지침 권고내용 3.2](#) 참조

A) 환자의 말기콩팥병 생애 계획이 장기간으로 예측되는 경우(예, 1년 이상 혈액투석):

- 전완 동정맥루(스너프박스 혹은 원위 요골동맥-요측피정맥 혹은 전위된 요골동맥-척측피정맥)
- 시술의 재량에 따라 전완 루프 인조혈관 혹은 근위 전완 동정맥루(예, 근위 요골동맥-요측피정맥, 근위 요골동맥 혹은 관통정맥을 이용한 동정맥루) 혹은 상완동맥-요측피정맥
- 시술의 재량에 따라 상완동맥-척측피정맥 동정맥루 혹은 상완 인조혈관

B) 환자의 말기콩팥병 생애 계획이 제한된 기간(예, 1년 이내)으로 예측되는 경우:

- 전완 루프 인조혈관 혹은 상완동맥-요측피정맥 동정맥루(자발성숙이 기대되는 경우)
- 상완 인조혈관

C) 투석혈관을 계획/수술을 위한 충분한 시간이 없이, 급하게 혈액투석을 시작하는 환자에서 제한된 기간(예, 1년 이내) 내 혈액투석이 필요한 환자:

- 일반 또는 조기 천자가 가능한 루프 인조혈관(전완 혹은 상완에 위치), 혹은 중심정맥도관(수술자의 재량과 환자의 요구에 따라)

참고: 상지에서 인조혈관의 조성 부위에 대한 선택은, 전완과 상지 인조혈관의 개통성 혹은 합병증 관련 예후(감염, 입원율, 사망률)의 차이를 나타내는 근거가 부족하기 때문에, 환자의 말기콩팥병 생애 계획을 고려하여, 시술의 재량 및 최선의 임상적 판단을 고려하여 선택한다.

D) 투석혈관의 계획/수술을 위한 충분한 시간이 없이 급하게 혈액투석을 시작하는 환자에서 장기간 혈액투석이 필요한 환자(예, 1년 이상 혈액투석):

- 복막투석 도관; 장기간 복막투석을 안 할 경우에는 A) 알고리즘에 따라 시행 혹은
- 전완 조기 천자가 가능한 인조혈관; 인조혈관이 실패할 경우 A) 알고리즘에 따라 시행 혹은
- 조기 성숙 및 사용 가능한 동정맥루를 만들 수 있을 경우 중심정맥도관으로 투석 후 A) 알고리즘에 따라 시행

E) 장기간 혈액투석(예, 1년 이상 혈액투석)이 필요하나, 상지에서 이용가능한 투석혈관이 없는 경우, 환자의 개별적 상황 및 수술자의 임상적 판단과 경험에 따라 아래의 투석혈관을 고려한다.

- 하지 동정맥루 혹은 인조혈관 혹은 HeRO 인조혈관

투석혈관 부위의 선택에 대한 단계적 접근이 제안되었지만(그림 1.1-1.6), 개인의 말기콩팥병 생애 계획 및 상황을 고려하고 사용 가능한 적합한 혈관이 있는 경우, 아래의 주요 원칙을 따른 접근 방식으로 수정하는 것이 좋다.

- 원위부에서 근위부로 접근한다.
- 향후 혈관통로의 선택을 위해 항상 혈관의 무결성을 유지한다.
- 조건이 동등한 경우에만 주로 쓰는 팔(혹은 다리)보다 주로 쓰지 않는 팔(혹은 다리)이 우선된다.

### 권고내용: 중심정맥도관의 위치

3.2 KDOQI는 다음과 같이 환자의 말기콩팥병 생애 계획을 신중하게 고려한 후 중심정맥도관의 위치를 선택하는 것이 합리적이라고 생각한다.

- 고려사항이 같을 경우, 우선 하지보다 상지를 선택한다.
- 중심정맥도관의 사용 근거(진료지침 권고내용 2.2 참조)에 따라 사용하고, 향후 투석혈관의 사용(이식을 고려할 경우 영등혈관을 보존)을 예상하여 사용 기간을 제한한다(예, 3개월 이내).
- 가까운 미래에 사용 가능한 투석혈관이 준비될 경우, 예상되는 투석혈관의 위치의 반대편에 터널식 컵식 중심정맥도관의 사용을 고려한다.
- 가까운 미래에 이식을 고려할 경우(즉, 장골혈관의 보존을 위해) — 우측 내경정맥의 터널식 컵식 도관의 사용을 고려한다.

참고: 자세한 내용은 중심정맥도관 위치 참조한다.

- 일부 전문가들은 제한된 사용 기간(예, 1개월 이내) 및 이식을 고려하지 않는 상황에서, 긴급한 투석이 필요한 경우에는, 투석혈관 혹은 복막투석 도관이 빨리 만들어지고 사용될 때까지, 터널식 컵식 대퇴정맥 중심정맥도관을 사용할 수 있다(절대적 금기증이 아닌 경우). 대퇴정맥의 사용은 향후 투석혈관을 위한 상완의 혈관을 보존할 수 있다.

참고: 대퇴 정맥 중심정맥도관에 대한 금기 사항에는 대퇴골 또는 장골혈관의 병적인 상태 또는 이전에 수술/재건술을

한 경우; 위생적인 이유(예, 해결되지 않는 만성 설사); 병적인 비만(BMI>35 kg/m<sup>2</sup>) 또는 기타 정맥접근이 어려운 경우가 포함된다.

• 중심정맥도관 사용에 대한 타당한 이유가 있고(진료지침 권고내용 2.2 참조), 투석혈관의 사용이 불가능하면서, 장기간(예, 3개월 초과) 중심정맥도관의 사용이 예상되는 경우, 중심정맥도관 다음과 같은 순서로 삽입할 수 있다.

- 내경정맥
- 외경정맥
- 대퇴정맥
- 쇄골하정맥
- 요추정맥

참고: 이전에 혈관이상(예, 중심정맥협착) 또는 중재시술(예, 심박동기 삽입)의 병력이 없는 경우, 중심정맥의 주행을 고려할 때 오른쪽(직선)이 왼쪽보다 선호된다. 그러나 한쪽이 중심정맥도관 삽입은 가능하지만, 투석혈관의 조성에 제한이 있는 병적인 상태라면, 반대편에 투석혈관 조성을 위해, 병적인 쪽에 중심정맥도관이 삽입되어야 한다.

#### 진료지침 4. 투석혈관의 유형과 재료

##### 권고내용: 새로운 투석혈관의 유형과 재료

- 4.1 인조혈관의 재료나 혈관의 변형은 개통성 혹은 합병증과 연관된 예후 향상과 관련이 있다는 근거가 없기 때문에, KDOQI는 인조혈관을 위한 재료의 선택은 신장내과의사 혹은 시술의의 재량과 임상적 판단에 근거해야 한다고 제안한다. (조건부 권고, 낮은 수준의 근거)
- 4.2 KDOQI는 말기콩팥병 생애 계획을 고려하여 중심정맥도관의 사용을 줄이기 위해 적절한 환자에서 조기 천자가 가능한 인조혈관을 사용하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

#### 진료지침 5. 중심정맥도관의 형태(configuration) 및 재료

##### 권고내용: 중심정맥도관의 형태 및 재료

- 5.1 KDOQI는 터널식 혈액투석 중심정맥도관의 모양과 종류는 임상시사의 재량과 최선의 임상적 판단에 따라 선택할 것을 제안한다. (조건부 권고, 낮은 증거 수준)

#### 진료지침 6. 투석통로의 조성/도관 삽입을 위한 시기, 준비와 계획

##### 권고내용: 말기콩팥병 환자의 투석방법과 투석통로에 대한 교육

- 6.1 KDOQI는 사구체여과율이 <30 mL/min/1.73 m<sup>2</sup> (4단계 만성콩팥병)이면서, 신기능이 점차 감소하는 성인 및 소아 환자는 이식을 포함한 모든 종류의 신대체요법에 대해 교육을 받는 것이 합리적이라고 생각한다. 필요한 경우, 적절한 투석방법 및 사용할 수 있는 투석통로의 수술을 위해 시의적절한 의뢰가 이루어질 수 있도록 한다. (전문가 의견)

참고: 소아환자의 경우, 사구체여과율은 Schwartz 공식으로 계산한다.

- 6.2 KDOQI는 신장이식을 받은 환자 중 사구체여과율이 <30 mL/min/1.73 m<sup>2</sup> (4단계 만성콩팥병)이면서, 신기능이 점차 감소하는 성인 및 소아 이식환자는 신장재이식을 포함한 모든 신대체요법에 대해 교육을 받는 것이 합리적이라고

생각한다. 필요한 경우, 적절한 투석방법 및 사용할 수 있는 투석통로의 수술을 위해 시의적절한 의뢰가 이루어질 수 있도록 한다. 환자의 말기콩팥병 생애 계획에 대한 검토가 이루어져야 한다. (전문가 의견)

참고: 소아환자의 경우, 사구체여과율은 Schwartz 공식으로 계산한다.

6.3 KDOQI는 치료에 반응이 없는 합병증이 있거나, 복막투석이 혈액투석보다 덜 도움이 되는 상황을 가진 복막투석 환자는 신이식 및 혈액투석에 대한 교육을 받는 것이 합리적이라고 생각한다. 필요한 경우, 적절한 투석방법 및 사용할 수 있는 투석통로의 수술을 위해 시의적절한 의뢰가 이루어질 수 있도록 한다. 환자의 말기콩팥병 생애 계획에 대한 검토가 이루어져야 한다. (전문가 의견)

참고: 특별 토의 참조

6.4 KDOQI는 환자가 계획된 투석을 시작할 준비가 되었을 때(예를 들어, 투석혈관이 성숙되고, 혈액투석을 위한 천자가 준비될 때) 미리 조성된 투석통로를 사용하여 처방된 투석을 할 수 있도록 하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

6.5 KDOQI는 계획되지 않았거나 긴급한 투석이 필요한 환자가 중심정맥도관으로 시작하는 경우, 투석 시작 30일 이내에 투석통로 계획을 포함하여 말기콩팥병 생애 계획을 확립하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

### 권고내용: 투석혈관을 위한 의뢰

일부 병원에서, 적절한 투석통로의 형성을 위해 혈관통로팀/외과의사의 진료를 받고자 환자를 의뢰하는 것은 실제로 투석혈관조성/도관 삽입을 위한 의뢰와는 다른 과정이다. 그러나 과정의 단순화를 위해 혈관통로 평가 및 수술 사이의 시간적 간격을 고려하여 의뢰를 통합하는 것을 권고한다.

### 투석 전 만성콩팥병 환자

6.6 KDOQI는 신기능이 점진적으로 감소하는 투석 전 만성콩팥병 환자에서 사구체여과율이 15–20 mL/min/1.73 m<sup>2</sup>일 때, 투석통로에 대한 평가 및 수술에 대한 의뢰를 시행하는 것이 합리적이라고 생각한다. 투석 전 만성콩팥병 환자의 상태가 불안정하고, 급격한 사구체여과율의 감소(예, >10 mL/min/year)를 보일 때는 조기에 의뢰해야 한다. (전문가 의견)

참고: 만성콩팥병 환자에는 이식에 실패한 환자도 포함한다.

### 투석환자

6.7 KDOQI는 혈관통로의 문제가 재발하는 혈액투석 환자의 경우, 이에 대한 평가 및 새로운 투석혈관을 만들기 위해 즉각적인 의뢰가 필요하며, 이를 통해 전문가와 협의할 수 있는 시간과 투석혈관 문제의 교정에 필요한 시간을 확보할 수 있게 하는 것이 합리적이라고 생각한다. 이러한 즉각적인 의뢰 및 새로운 투석혈관을 만드는 것은 개별 환자 상황과 환자 사망 위험성을 고려해야 한다. (전문가 의견)

참고: 반복적인 혈관통로 문제는 6개월 이내 받은 중재시술이 3회를 초과하거나, 반복적인 중심정맥도관의 사용이 필요한 경우를 포함한다.

### 복막투석을 선택할 경우

6.8 KDOQI는 복막투석 시작시점보다 적어도 2주 전에 복막 투석 도관을 위치시키는 것이 이상적이며 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

6.9 KDOQI는 즉각적인 복막투석이 필요할 경우, 준비된 환경에서 숙련된 의료진의 지시 및 관리하에 긴급한 복막 투석 도관을 삽입하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

### 권고내용: 혈관의 보존

6.10 KDOQI는 투석 중이거나 향후 투석이 예상되는 만성콩팥병이 있는 환자(만성콩팥병 3단계-5단계)의 경우, 말초 정맥을 통한 도관 삽입과 불필요한 정맥 천자를 줄이는 등 손상으로부터 가능한 한 모든 중심 및 말초 동맥과 정맥을 보호하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

참고: 혈관(동맥 혹은 정맥) 손상을 피해야 하는 상황

1) 관상동맥조영술을 위한 요골동맥의 사용

2) 정맥을 통한 이식형 심혈관 전자장치의 사용 — 가능하면 심외막/유도전극(lead)이 없는 심박동기(pacing)을 고려해야 한다.

### 권고내용: 다학제 팀을 이용한 접근

6.11 KDOQI는 각 병의원의 의료자원의 정도 및 실행 가능한 범위 내에서 다학제 팀을 구성하여 투석통로에 대한 모든 측면을 교육, 조정 및 관리하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

6.12 KDOQI가 중심정맥도관의 사용률을 줄이거나 동정맥루의 사용을 늘리기 위해 다학제 팀의 이용에 대한 권고를 제시하기에는 근거가 부족하다.

## 진료지침 7. 환자와 혈관의 검진 그리고 수술 전 고려사항

### 권고내용: 환자에 대한 임상 진찰

7.1 KDOQI는 혈관의 해부학에 따른 신체검사가 혈관통로 조성의 초기 평가 및 계획 수립의 기본이 되어야 한다고 권고한다. (조건부 권고, 아주 낮은 수준의 근거)

7.2 KDOQI는 혈관 접근로의 유형과 위치를 결정하기 위해, 수술 전 환자와 환자의 혈관을 평가하는 것이 매우 중요하고, 수술 전 평가에 대한 많은 훈련을 하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

### 권고내용: 혈관 접근을 위한 혈관 지도검사에 대한 설명

7.3 KDOQI는 모든 환자에서 일상적인 혈관 지도검사를 시행하기 보다는, 투석혈관의 실패 위험성이 높은 환자(표 7.2)에서 선택적으로 수술 전 초음파를 시행하는 것을 제안한다. (조건부 권고, 낮은 수준의 근거)

7.4 KDOQI는 투석혈관 조성을 위한 혈관의 적합성을 평가하기 위해 필요하다면, 잔여신기능을 고려하면서 말초 혈관의 초음파 검사(수술 중 초음파 검사 포함) 및 중심정맥 폐색이 의심되는 경우 정맥 조영술을 시행하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

### 권고내용: 투석혈관 수술을 위한 동맥 및 정맥의 최적 혈관 크기에 대한 설명

7.5 KDOQI는 동정맥루 수술을 위해 필요한 정맥 및 동맥 직경의 최소값은 없는 것이 합리적이라고 생각한다. 그러나, 2 mm 미만의 혈관은 사용가능한 동정맥루를 조성하기 위해 혈관의 성장 가능성 및 질평가에 대해 더욱 신중하게 평가하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

7.6 KDOQI는 동정맥루 수술을 위해 혈관의 여러 특성(크기, 확장성, 흐름 등)을 평가하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

## 진료지침 8. 투석혈관 조성

### 권고내용: 조성 전 감염 예방

8.1 KDOQI는 시술자와 시술팀이 투석혈관 조성에 앞서 반드시 먼저 치료되어야 하는 감염(예, 치과적 감염, 골수염 등)의 위험성을 확인하기 위해 자세한 병력청취와 신체검사를 시행하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

### 권고내용: 투석혈관 조성에 사용되는 마취법

8.2 현재까지 관련 연구에서 동정맥루의 사용, 개통성, 중재술 또는 환자 경험의 관점에서 부위마취(regional block)와 국소마취(local anesthesia) 간에 차이가 없었기 때문에, KDOQI는 시술자의 재량과 최선의 임상적 판단을 바탕으로 동정맥루 수술에 대해 마취방법을 선택하도록 제안한다. (조건부 권고, 낮거나 중간 수준의 증거)

### 권고내용: 투석혈관의 문합 형태와 방법

8.3 문합의 형태(anastomotic configuration)와 방법(apposition method) 중 어느 특정 방식을 선호하는 것에 대한 권고사항을 만들 근거가 부족하였기 때문에, KDOQI는 시술자의 재량과 최선의 임상적 판단에 따라 동정맥루 문합 형태 및 방법(예, 혈관클립, 봉합사 등)을 선택하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

### 권고내용: 투석혈관 문합부 봉합법

8.4 KDOQI에서 투석혈관의 개통성 또는 합병증 측면에서 특정 방식의 문합부 봉합법이 유리하다는 근거가 부족하였기 때문에, 투석혈관 조성을 위한 봉합법의 선택은 수술자의 재량과 최선의 임상 판단에 근거하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

### 권고내용: 투석혈관 성숙을 위한 수술자 보조처치(Operator-Assisted Maneuvers)

8.5 KDOQI는 동정맥루의 성숙, 개통성, 임상적 가용성을 개선하거나, 또는 인조혈관의 개통성 개선 혹은 혈전증을 감소시키기 위해 동종 내피 이식편(allogenic endothelial implants)을 사용하는 것을 제안하지 않는다. (조건부 권고, 매우 낮은 수준의 근거)

8.6 KDOQI는 동정맥루 또는 인조혈관의 개통성 및 임상적 가용성을 개선하기 위해 췌장 엘라스타제(pancreatic elastase)의 사용을 제안하지 않는다. (조건부 권고, 중간 수준의 근거)

8.7 KDOQI는 투석혈관 조성술 중에 수술자가 외과적 혹은 혈관 내 방법을 통해 성숙을 유도하기 위한 처치를 하는 것에 대해서는 집도의가 최선의 임상적 판단과 전문 지식을 바탕으로 개별적으로 주의 깊게 접근하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

## 진료지침 9. 중심정맥도관 삽입

### 권고내용: 삽입을 위한 기술 및 다른 고려사항

9.1 KDOQI는 영상 유도하 중심정맥도관 삽입법을 사용하여 삽입 성공률을 높일 것을 권고한다. (조건부 권고, 중간 수준의 근거)

9.2 KDOQI는 터널식 중심정맥도관 삽입 후 형광투시검사법을 이용할 수 없는 경우, 중심정맥도관 끝이 올바르게 위치하도록 다른 영상검사를 사용하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

## 진료지침 10. 투석혈관 조성 및 중심정맥도관 삽입 후 고려사항

### 권고내용: 투석혈관 수술 후 초기 고려사항(0-30일) — 초기 투석혈관 합병증

10.1 KDOQI는 투석혈관 조성 후 2주 이내에 수술 후 합병증에 대해 외과의사/시술의에 의해 투석혈관(동정맥루 및 인조 혈관)을 평가받고 4-6주에 혈관통로팀(vascular access team)의 적절한 구성원에 의해 투석혈관의 성숙을 평가받으며, 미성숙이 예상된다면 추가 조사를 위해 의뢰하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

참고: 이상적으로 투석혈관의 합병증을 평가하는 외과의사/시술의는 해당 투석혈관을 만든 사람과 동일하다.

### 권고내용: 수술 후 투석혈관 성숙

#### 환자 강화

10.2 KDOQI에서 수술 후 동정맥루 성숙을 촉진하기 위해 상지 운동을 활용하라는 권고사항을 만들 근거가 부족하였다.  
10.3 KDOQI는 동정맥루 성숙을 촉진하기 위해 운동을 활용하는 경우, 손가락 보다는 팔 전체 운동을 권고한다. (조건부 권고, 보통-높은 수준의 근거)

#### 약리학적 중재요법

10.4 KDOQI는 투석혈관(동정맥루 혹은 인조혈관)의 일차 개통성 또는 첫 사용을 위하여 수술 전후 기간에 보조 요법으로 헤파린 사용을 제안하지 않는다. (조건부 권고, 낮은 수준 근거)  
10.5 KDOQI는 동정맥루 성숙을 개선하거나 일차 실패의 가능성을 감소시키기 위해 수술 전후 기간에 보조적 클로피도그렐(clopidogrel) 단독 요법을 시행하는 것을 제안하지 않는다. (조건부 권고, 낮은 수준 근거)  
10.6 KDOQI는 동정맥루 성숙을 향상시키기 위해 글리세릴-트리나이트레이트(glyceryl-trinitrate)의 사용을 제안하지 않는다. (조건부 권고, 낮은 수준 근거)  
10.7 KDOQI는 동정맥루 성숙을 향상시키기 위해 콜레칼시페롤(cholecalciferol)의 사용을 제안하지 않는다. (조건부 권고, 중간 수준의 근거)  
10.8 KDOQI에서 동정맥루 사용 또는 개통성을 위한 클로피도그렐-프로스타사이클린(clopidogrel-prostacyclin (iloprost)) 복합 용법 사용에 대한 권고사항을 만들 근거가 부족하였다.

#### 혈관 내 및 수술적 중재시술

10.9 KDOQI에서 수술 후 성숙을 위한 수술적 또는 혈관 내 중재적 시술을 선호하는 것에 대한 권고사항을 만들 근거가 부족하였다. 그리고, 수술 후 성숙을 향상시키기 위해 투석혈관에 중재시술이 필요한 경우라면 수술적 또는 혈관 내 중재시술을 사용하는 것에 대해서는 신중한 개별 접근법을 고려하는 것이 합리적이라고 생각한다.

### 권고내용: 중심정맥도관 제거 시기

#### 비커프, 비터널식 중심정맥도관

10.10 KDOQI는 감염 위험 증가로 인해 일시적인, 비커프, 비터널식 중심정맥도관의 사용을 최대한 2주로 제한하는 것과 이러한 도관은 응급으로 혈관접근이 필요한 환자들에게만 고려되는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

#### 커프, 터널식 중심정맥도관

10.11 KDOQI는 커프, 터널식 중심정맥도관이 가장 적합하고 영구적 투석통로인 혈액투석환자에서 중심정맥도관 사용 기간과 관련하여 최대 시간 제한은 없으나, 중심정맥도관이 여전히 가장 적합한 투석통로인지 항상 정기적으로 확인하

는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

참고: 장기간 혈액투석을 위하여 커프, 터널식 중심정맥도관의 적절한 사용이란 다음과 같다.

- 1) 다른 투석혈관 조성을 위한 모든 선택 방안들이 소진되었다(다각적인 종합평가 후에).
- 2) 혈액투석이 다른 투석방법(예, 복막투석, 복막투석 관련 합병증으로 인한 흉수 누출, 이식-급성 거부반응, 등)으로부터의 일시적인 전환방법인 경우, 해당 합병증이 적절하게 해결된 후에는 환자는 이전 투석방법으로 돌아갈 것으로 예상된다.
- 3) 수술 날짜(90일 이내)가 정해져 생체 신장이식을 기다리는 경우
- 4) 기대 여명이 매우 제한된 경우(예, <6-12개월)
- 5) 투석혈관 조성으로 인해 임상 상태가 악화될 수 있는 경우(예, 심박출률이 15% 미만인 심부전, 치료가 되지 않는 피부병변에서 천자나 긁는 행위가 감염이나 파열의 위험성을 증가시키는 경우, 기타 등등)
- 6) 적절한 사전 동의 후 환자의 자발적 선택(예, 인지 능력이 있는 85세가 넘는 고령의 여성에서 혈관통로 실패의 위험성이 높고, 바늘 천자의 공포증이 있으며 기대 수명이 명확하지 않은 경우)

참고: 중심정맥도관의 적절한 사용에 대한 위 사항들에 대해서는 [진료지침 2.2](#)에서 논의되었다.

## 진료지침 11. 혈관통로 사용

### 권고내용: 혈관통로의 일반적인 모니터링

11.1 KDOQI는 매번 천자 전(투석혈관)이나 연결 전(중심정맥도관)에 잠재적인 합병증을 확인하기 위해 혈관통로와 그 주위를 확인하기 위해서 신체검사를 하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

### 권고내용: 투석혈관 천자

[진료지침 권고내용 11.1](#)을 검토하십시오.

- 11.2 KDOQI는 동정맥루를 천자할 때는 로프래더(Rope ladder) 천자를 권고한다. (조건부 권고, 중간 수준의 근거)
- 11.3 KDOQI는 감염 위험과 부작용으로 인해서 특수한 상황에서 제한적으로만 버튼홀(Buttonhole) 천자를 사용하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)
- 11.4 KDOQI는 합성 PTFE 인조혈관에서는 심각한 합병증 위험으로 인하여 버튼홀 천자를 피하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)
- 11.5 KDOQI는 버튼홀 천자를 선택적으로 사용할 때 천자를 시행하는 사람의 재량과 전문지식에 따라 쉽게 천자하기 위해서 버튼홀 천자를 위한 도구를 사용하는 것을 제안한다. (조건부 권고, 낮은 수준의 근거)
- 11.6 KDOQI는 투석혈관의 침윤 손상을 피하기 위해서 첫 투석혈관의 천자는 숙련된 간호사에 의해 시행되는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)
- 11.7 KDOQI는 천자 능력을 유지하기 위해, 간호사가 첫 천자를 시행하기 전이나 하는 동안에 체계적인 교육과 감독을 받고, 이에 대한 정기적인 교육 프로그램의 업데이트를 시행하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)
- 11.8 KDOQI는 본인의 투석혈관에 스스로 천자할 수 있는 적절한 환자를 지원하고 교육하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

참고: 버튼홀 천자에 대한 모든 내용은 동정맥루와 특정 재료로 된 인조혈관에 해당된다. PTFE로 제작된 인조혈관에는 “one-siteitis”의 위험성과 이의 심각한 결과 때문에 버튼홀 천자가 시행되어서는 안된다.

참고: 투석혈관 천자를 위한 초음파 사용은 [진료지침 12.2](#)를 참조하십시오.

**권고내용: 중심정맥도관 연결과 분리 고려사항**

[진료지침 권고내용 11.1](#)을 검토하십시오.

11.9 KDOQI는 도관연관혈류감염을 막고 도관 기능부전을 치료하기 위해 도관 출구와 허브 관리 프로토콜이 필요하다고 제안한다. (강력 권고 사항, 중간 수준의 증거)

11.10 KDOQI는 도관 연결과 분리 시에 정확한 손 씻기뿐만 아니라 무균적 방법의 사용과 환자와 의료진의 마스크 착용이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

11.11 KDOQI는 도관을 연결하거나 분리할 때 도관 허브를 닦기 위해서 클로로헥시딘 용액을 사용하는 것이 합리적이라고 생각한다. 만약 클로로헥시딘에 금기(예, 과민반응, 알러지)일 경우, 포비돈-요오드 용액(알코올을 같이 사용하는 것이 바람직함)이 이를 대신해서 사용될 수 있다. (전문가 의견)

11.12 KDOQI는 도관 소독을 교체할 때, 클로로헥시딘 용액을 사용하여 도관 출구 주변의 피부를 닦는 것이 합리적이라고 생각한다. 만약 클로로헥시딘에 금기(예, 과민반응, 알러지)일 경우, 포비돈-요오드 용액(알코올을 같이 사용하는 것이 바람직함)이 이를 대신해서 사용될 수 있다. (전문가 의견)

11.13 KDOQI에서 감염의 예방을 위해 특별한 제형의 클로로헥시딘 용액의 사용에 대한 권고사항을 만들 근거가 부족하였다. 따라서 이는 임상주의 최선의 판단과 지역적인 실제 상황에 따라 결정해야 한다.

11.14 투명 필름 소독 방법이 이를 사용하지 않은 경우에 비교해서 도관연관감염의 차이를 입증하는 근거가 부족하였다. 따라서 도관 소독 재료의 선택은 환자의 상황과 임상주의 최선의 판단을 고려하여 임상주의 재량에 따른다.

11.15 KDOQI는 도관연관감염의 위험을 줄이기 위해서 출구 부위가 치료될 때까지 세척하는 것뿐만 아니라 출구에 국소적 소독제나 항생제 차단제(antibiotics barrier)를 사용하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

11.16 도관연관감염에 대해서 다양한 소독제 혹은 출구 부위 국소적 항생제 차단제의 사용에 따른 차이를 증명하기에는 근거가 부족하였다; 따라서 국소적 항생제 차단제의 선택은 임상주의 재량과 최선의 선택에 의해 결정되어야 한다.

11.17 KDOQI는 도관에 대한 실제적인 관리에 다음의 사항을 따르는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

- 도관 관리를 위해 도관 소독 빈도는 임상주의 최선의 선택에 의해 결정해야 하며 최소한 주 1회 이상 시행한다.
- 도관 소독부는 특히 출구가 완전히 닦지 않은 경우에, 젖거나 더러운 환경(수영이나 보호 조치가 없는 샤워 등)으로부터 보호되어야 한다.

참고: 중심정맥도관의 기능부전이나 균혈증을 예방하기 위해서 중심정맥도관 연결기구에 대한 권고내용은 [진료지침 권고내용 21.2](#)와 [21.3](#)을 참조하십시오. 중심정맥도관과 관련된 감염 예방을 위한 도관내감염예방에 대한 전략은 [진료지침 권고내용 24.3-24.5](#)를 참조하십시오.

**진료지침 12. 투석혈관 천자 합병증**

**권고내용: 투석혈관 천자 합병증**

12.1 KDOQI는 천자로 인한 손상이 있는 경우 다음과 같은 치료적 조치를 하는 것이 합리적이라고 생각한다.

- 모든 크기의 침윤(infiltration): 최소 10분간 얼음 마사지하고 혈액 펌프 속도를 최대화하지 않는다. (전문가 의견)
- 중등도의 침윤일 경우, 바늘을 빼고 침윤 부위를 손으로 압박한다. (전문가 의견)
- 침윤이 매우 큰 경우에는 위의 조치를 시행하고, 당일 투석이 필요한지 판단한다. 투석이 필요한 경우에는 침윤 부위의 근위부로 천자하고, 근위부 천자가 불가능할 경우, 30분 이상 손 압박과 얼음마사지 후에 재시도한다. (전문가 의견)
- 혈종이 발생하면, 혈종의 위치를 확인하고 투석혈관과 주변 팔을 주의 깊게 평가해야 한다. 평가에는 부종의 정도를 확인하고 혈종의 근위부와 원위부에서 투석혈관내 혈류를 확인하고 팔의 혈액순환을 평가하는 것이 포함된다. (전문가 의견)

12.2 KDOQI는 천자 합병증을 예방하기 위해 숙련된 시술자에 의해, 선택적으로 필요한 환자에서 혈류 방향과 투석혈관에서 적절한 천자부위를 결정하는데 도움을 주기 위해 초음파를 사용하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

### 진료지침 13. 투석혈관 혈류장애 - 모니터링/감시

참고: “투석혈관 혈류장애”란, 기저의 협착이나 혈전증 혹은 관련된 병리로 인해 투석혈관(동정맥루 또는 인조혈관)의 혈류 또는 개통성에 임상적으로 의미 있는 이상이 발생한 경우를 뜻하며, 이는 다른 유형의 투석혈관 합병증과 구별된다.

#### 권고내용: 투석혈관 혈류장애에 대한 적절한 모니터링과 감시의 수행

##### 신체검사(모니터링)

13.1 KDOQI는 동정맥루에 있어서 혈류장애의 임상지표를 찾아내기 위해 지식과 경험을 갖춘 의료인이 주기적인 신체 검사를 수행하는 것을 권고한다. (조건부 또는 강한 권고, 중간 수준의 근거)

임상지표에 대해서는 표 13.2를 참조

13.2 KDOQI는 인조혈관에 있어서 혈류장애의 임상지표를 찾아내기 위해 지식과 경험이 있는 의료인이 주기적인 신체 검사를 수행하길 권고한다. (조건부 또는 강한 권고, 중간 수준의 근거)

임상지표에 대해서는 표 13.2를 참조

13.3 KDOQI는 신장내과 수련의와 혈액투석 환자 진료에 연관된 의료인이 투석혈관을 모니터하고 투석혈관 혈류장애를 감지하기 위한 적절한 신체검사법을 익히는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

##### 개통성을 증진하기 위한 감시(surveillance)

13.4 KDOQI는 동정맥루 개통성의 개선을 위해서 신체검사와 같은 모니터링(monitoring) 외에, 추가적으로 투석혈관 혈류량 및 압력의 측정 또는 영상 검사와 같은 정기적 감시(surveillance)를 하는 것에 대한 권고사항을 만드는 것은 근거가 부족하다.

참고: 다시 말해, 혈관통로에 대한 모니터링(monitoring)이 일차적으로 중요하고 감시(surveillance) 소견은 보조적이며, 감시 소견만으로 어떠한 조치를 취해서는 안 된다.

13.5 KDOQI는 인조혈관 개통성의 개선을 위해서 신체검사와 같은 모니터링(monitoring) 외에, 추가적으로 투석혈관 혈류량 및 압력의 측정 또는 영상 검사와 같은 정기적 감시(surveillance)를 하는 것에 대한 권고사항을 만드는 것은 근거가 부족하다. (조건부 권고/낮은 수준의 근거)

참고: 다시 말해, 혈관통로에 대한 모니터링(monitoring)이 일차적으로 중요하고 감시(surveillance) 소견은 보조적이

며, 감시 소견만으로 어떠한 조치를 취해서는 안 된다.

### 임상적 모니터링에 의해 발견된 이상에 대한 조사

진료지침 권고내용 15.1-15.3을 참조

#### 권고내용: 임상지표와 무관한 투석혈관 협착에 대한 감시와 선제적 중재술

##### 개통성을 증진하기 위한 혈관내 중재술

13.6 KDOQI는 임상지표가 동반되지 않은 협착이 있는 동정맥루에 대해서 개통성의 개선을 위해 선제적 혈관성형술을 시행하는 것을 권고하지 않는다. (조건부 권고, 중간 수준의 근거)

13.7 KDOQI는 임상지표가 동반되지 않은 협착이 있는 인조혈관에 대해서 개통성의 개선을 위해 선제적 혈관성형술을 시행하는 것을 권고하지 않는다. (조건부 권고, 중간 수준의 근거)

##### 개통성을 증진하기 위한 수술적 중재술

13.8 임상지표가 동반되지 않은 협착이 있는 동정맥루에 대해서 개통성의 개선을 위한 선제적 수술에 대해 권고사항을 만드는 것은 근거가 부족하다.

#### 권고내용: 임상지표와 연관된 투석혈관 협착에 대한 선제적 중재술

13.9 KDOQI는 지속적으로 일관된 임상지표가 있는 환자에서 투석혈관 상실이나 혈전증의 위험을 줄이기 위한 선제적 혈관성형술을 시행하는 것은 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

## 진료지침 14. 투석혈관 혈류장애 - 예방

#### 권고내용: 비침습적인 투석혈관 혈류장애의 일차 및 이차적 예방

참고: “투석혈관 혈류장애”란, 기저의 협착이나 혈전증 혹은 관련된 병리로 인해 투석혈관(동정맥루 또는 인조혈관)의 혈류 또는 개통성에 임상적으로 의미 있는 이상이 발생한 경우를 뜻하며, 이는 다른 유형의 투석혈관 합병증과 구별된다.

##### 동정맥루(Fistulas)

14.1 KDOQI는 동정맥루의 일차 개통성을 향상시키기 위하여 보조적 원적외선요법을 개별적인 상황과 용이성, 그리고 임상적 최선의 판단과 경험에 따라 사용할 것을 제안한다. (조건부 권고, 중간 수준의 근거)

14.2 KDOQI는 동정맥루의 혈류장애를 예방하기 위하여 생선기름(Fish oil)이나 아스피린을 일상적으로 복용하는 것을 권장하지 않는다. (조건부 권고, 낮거나 중간 수준의 근거)

14.3 동정맥루의 중재술이나 혈전증을 줄이기 위한 목적으로 심바스타틴(simvastatin)과 에제티미브(ezetimibe)를 사용하는 것에 대해서 KDOQI에서 권고사항을 만들 근거가 부족하다.

14.4 동정맥루의 일차 실패(primary failure)를 개선하기 위한 목적으로 클로피도그렐-프로스타사이클린(clopidogrel-prostacyclin)을 사용하는 것에 대해서 KDOQI에서 권고사항을 만들 근거가 부족하다.

##### 인조혈관(Grafts)

14.5 KDOQI는 인조혈관의 일차 개통성(primary unassisted patency)을 향상시키기 위한 목적으로 하루 두 번 디피리다몰(dipyridamole 200 mg)과 아스피린(aspirin 25 mg)을 병용투여하기 전에, 잠재적인 환자 개인의 이득과 위험, 개별적 임상상황을 주의 깊게 고려할 것을 제안한다. (조건부 권고, 높은 수준의 근거)

14.6 KDOQI는 혈전증이나 관련 중재술의 빈도를 낮추기 위하여, 새로 인조혈관을 만든 환자에서 경구 생선기름(fish oil) 약제를 사용할 것을 제안한다. (조건부 권고, 중간 수준의 근거)

14.7 인조혈관의 누적 개통성을 연장하기 위한 목적으로 경구 생선기름(fish oil) 약제를 사용하는 것에 대해 KDOQI에서 권고사항을 만들 근거가 부족하다.

14.8 인조혈관의 혈전증과 중재술을 줄이기 위해 심바스타틴(simvastatin)과 에제티미브(ezetimibe)를 사용하는 것에 대해 KDOQI에서 권고사항을 만들 근거가 부족하다.

## 진료지침 15. 투석혈관 혈류장애의 치료

### 권고내용: 임상적으로 유의미한 투석혈관 협착의 영상의학적 확진

15.1 KDOQI는 임상적 모니터링을 통하여 임상적으로 유의미한 투석혈관 협착이 의심된다면, 이어서 투석혈관회로의 영상학적 검사와 같은 확진 검사가 시기 적절하게 이루어지는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

참고:

- 임상적으로 의미가 있는 병변은 다른 원인을 찾을 수 없으면서 해당 임상적 징후나 증상을 일으킨 것으로 여겨지는 병변을 의미한다(투석혈관 임상모니터링 표 13.2 참조) (이러한 경우에 혈류속도(Qa)나 정맥압의 지속적인 변화가 동반되거나, 동반되지 않을 수도 있다).
- 투석동로회로: 심장과 유입 동맥으로부터 투석혈관을 통하여 유출 정맥을 거쳐 심장으로 다시 돌아가는 것까지의 연속된 회로
- 이러한 확진을 위한 영상학적 검사의 시점과 그 구체적인 방법과 시행범위는 각 기관의 역량과 해당 증례의 임상적 증상의 유의한 정도에 따라라도 달라질 수 있다. KDOQI는 그 기간이 2주 이내이면 합리적이라고 생각한다.

15.2 KDOQI는 혈액투석을 받는 말기콩팥병 환자의 잔여 신기능 보존을 위하여 모든 단계의 만성 콩팥병 환자에서 최소한의 요오드계 방사선 조영제를 사용하거나, 그 사용에 대하여 주지하고 있는 시술자에 의하여 비요오드계 조영제(예, 이산화탄소 가스)를 사용하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

15.3 KDOQI는 확진을 위하여 시행한 영상학적 검사에서 해당 임상적 징후 또는 증상을 초래한 것으로 판단되는 주 원인 병변이 관찰되는 경우에는 즉각 그 병변을 치료하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

참고: 임상적으로 의미가 있는 병변은 다른 원인을 찾을 수 없으면서 해당 임상적 징후나 증상을 일으킨 것으로 여겨지는 병변을 의미한다(투석혈관 임상모니터링 표 13.2 참조) (이러한 경우에 혈류속도(Qa)나 정맥압의 지속적인 변화가 동반되거나, 동반되지 않을 수도 있다).

### 권고내용: 임상적으로 의미가 있는 협착이나 혈전이 발생한 투석혈관의 일반적인 치료

15.4 KDOQI는 혈액투석환자의 말기콩팥병 생애 계획(ESKD Life-Plan)을 고려하여 시술자의 최선의 임상적 판단과 숙련도에 따라 기능부전이나 혈전증이 발생한 동정맥루나 인조혈관의 치료(수술적 또는 중재적)에 대하여 개별화된 접근을 시도하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

참고: 개별적인 환자 상태와 시술자의 임상 경험, 숙련도, 능력 및 한계 등을 모두 고려해야 하며, 가능하면 환자와 더불어 혈관통로를 관리하는 팀(예컨대, 신장내과의사, 중재시술의사, 외과의사, 혈관통로 코디네이터, 그리고 혈액투석 간호사 등)이 함께 논의하고 결정하는 것이 바람직하다.

**권고내용: 임상적으로 의미가 있는 투석혈관 협착의 치료**

**혈관성형술**

15.5 KDOQI는 혈관조영술과 임상적 소견 모두에서 유의미한 동정맥루 또는 인조혈관의 협착병변에 대해 일차적인 치료로 혈관성형술(필요 시 고압 풍선 카테터를 사용)을 고려하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

*참고: 혈관조영술에서 협착이 발견되지만 임상적 징후나 증상이 동반되지 않는 경우에 치료 또는 중재술을 시행하는 것은 적절하지 않다.*

15.6 동정맥루 또는 인조혈관 협착의 일차적 치료로써 일반 풍선카테터가 아닌 특수 풍선(약물 코팅 또는 cutting) 카테터를 사용하는 것에 대해서는 근거가 부족하다.

15.7 동정맥루 또는 인조혈관 협착의 치료에서 일차 개통률 향상을 위하여 혈관성형술을 시행하는 동안 적절한 풍선확장시간에 대한 권고를 제시하기에는 근거가 부족하다.

15.8 KDOQI는 시술자의 최선의 임상적 판단과 숙련도를 근거로 임상적으로 의미가 있다고 여겨지는 동정맥루나 인조혈관 협착에 대하여 시행되는 혈관성형술에서 풍선 종류를 선택하는 데에는 개별화된 신중한 환자 접근이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

**스텐트**

15.9 KDOQI는 혈액투석 환자의 말기콩팥병 생애 계획(ESKD Life-Plan)을 신중히 고려하여 임상적으로 유의미한 인조혈관 정맥 문합부 협착의 경우에는 시술 후 6개월째 성적이 자가 확장 스텐트-그라프트(self-expanding stent-grafts) 삽입이 풍선확장술만 시행한 경우보다 전체적으로 더 우수한 경우 이를 적절하게 사용할 것을 제안한다. (조건부 권고, 중간 수준의 근거)

*참고: 적절한 사용이란 천자부위에는 스텐트-그라프트의 삽입을 피하는 것을 의미함.*

*참고: 전체적으로 6개월째 성적이 더 우수하다는 것은 인조혈관 재협착이 감소하거나 개통성이 향상되는 것을 의미함.*

15.10 KDOQI는 스텐트-그라프트 설치 전에 필요에 따라 환자의 말기콩팥병 생애 계획(ESKD Life-Plan)을 고려하여 해당 스텐트-그라프트가 추후 투석혈관 조성에 미칠 영향에 대해 혈관통로팀과 논의하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

15.11 KDOQI는 스텐트 내 재협착의 경우에 시술 후 6개월째 성적이 스텐트-그라프트 삽입이 풍선확장술만 시행한 경우보다 전체적으로 더 우수한 경우에는 적절하게 사용할 것을 제안한다. (조건부 권고, 중간 수준의 근거)

*참고: 적절한 사용이란 천자부위에는 스텐트-그라프트의 삽입을 피하는 것을 의미함.*

*참고: 전체적으로 6개월째 성적이 더 우수하다는 것은 인조혈관 재협착이 감소하거나 개통성이 향상되는 것을 의미함.*

15.12 KDOQI는 임상적으로 또는 혈관조영술에서 유의미한 인조혈관과 동정맥루의 협착 병변에 대하여 일반 금속 스텐트(bare metal stent) 사용은 피하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

**권고내용: 혈전증이 발생한 투석혈관의 치료**

15.13 KDOQI는 투석혈관의 혈전증에 대하여 시술자/담당의사의 최선의 임상적 판단과 결정에 따라 혈관내 또는 외과적 치료를 시행한 후에는 매번 혈액투석 환자의 말기콩팥병 생애 계획(ESKD Life-Plan)과 밀접한 관계를 가지는 해당 환자의 다음 번 투석통로와 관련된 고려를 하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

*참고: 시술자/담당의사의 판단과 결정은 개별적인 환자 상태와 시술자의 임상 경험, 숙련도, 능력 및 한계 등을 모두 주의*

깊게 고려해야 하며, 연계 계획(succession plan)은 P-L-A-N의 매우 중요한 부분이다(진료지침 1의 모니터링과 평가의 논의 참조)

15.14 KDOQI는 다음과 같은 경우에는 기능부전을 보이는 투석혈관의 치료에서 외과적 수술을 시행하는 것이 합리적이라고 생각한다. 1) 혈관내 치료가 실패한 경우, 2) 혈관내 치료로 교정이 되지 않는 임상적으로 유의미한 병변, 3) 수술적 치료의 결과가 현저하게 더 좋을 것으로 기대되는 상황. (전문가 의견)

참고: 수술 후 결과가 다른 대체 방법들보다 더 우수할 것으로 기대되는 경우, 가능하면 환자와 더불어 혈관통로를 관리하는 팀(예컨대, 신장내과의사, 중재시술의사, 외과의사, 혈관통로 코디네이터, 그리고 혈액투석 간호사 등)이 함께 논의하고 결정하는 것이 바람직하다.

## 진료지침 16. 투석혈관 감염

### 권고내용: 투석혈관 감염

#### 모니터링과 예방

16.1 KDOQI는 모든 천자 전 피부를 청결하게 하기 위해 투석혈관이 있는 팔을 환자가 소독제를 사용하여 씻을 수 있도록 교육하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

16.2 KDOQI는 모든 천자 전 혈관통로와 주변 부위의 감염 징후나 증상 유무를 확인하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

참고: 이러한 점검은 환자와 투석간호사(환자가 직접 천자하지 못하는 경우)에 의해 수행되어야 함.

이번 부분과 관련이 있는 진료지침 11.2, 11.3, 11.7의 특별한 고려(special considerations) 부분을 참조

#### 진단

16.3 KDOQI는 투석혈관 감염을 진단하기 위해 영상학적 검사를 사용하는 것이 합리적이라고 생각한다. 하지만 신체검진이 감염 여부를 평가하기 위한 가장 중요한 방법이다. (전문가 의견)

참고: 영상학적 검사에는 이중 도플러 초음파, CT, PET, 핵의학영상(인둠 스캔 등)이 포함된다.

참고: 감염 징후에는 홍반, 피부의 손상, 화농성 분비물, 인조혈관의 누출 등의 소견이 있다.

16.4 KDOQI는 버튼홀 감염이 있는 환자는(특히 포도상구균, 그람 음성균, 진균) 심내막염, 척수 농양, 화농성관절염 등의 전이성 감염 합병증에 대하여 면밀하게 평가하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

참고: 평가 방법으로 심초음파, MRI, 관절액 천자 및 기타 적절한 진단법을 선택할 수 있다.

#### 치료

16.5 KDOQI는 항생제 치료를 시작하기 전 혈액 및 기타 채집가능한 감염된 동정맥루 혈관 혹은 인조혈관, 주변 조직, 분비물 등에서 배양 및 항생제 감수성 검사를 시행하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

16.6 KDOQI는 투석혈관 감염 발생시 경험적 항생제를 신속하게 시작하고 혈관통로 합병증을 관리하기 위해 지식을 갖춘 외과의사에게 적시에 의뢰하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

16.7 KDOQI는 철저하게 배양검사를 반복하고 감염원의 항생제 감수성 결과에 따라 적절한 항생제로 변경하는 것이 합리적이라고 생각한다. 혈관통로 감염의 범위와 수술적 처치 여부에 따라 항생제 사용 기간을 조절한다. (전문가 의견)

16.8 KDOQI는 투석혈관 감염 시 감염 범위, 원인균, 향후의 혈관통로 계획 등 환자 개인의 상황을 고려하여 외과적 치료법을 결정하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

## 진료지침 17. 투석혈관 동맥류

### 권고내용: 투석혈관 동맥류

#### 확인 및 진단

17.1 KDOQI는 매 투석마다 혈액투석 간호사, 신장내과의사, 혈관통로 코디네이터를 포함하여 지식을 갖춘 모든 의료진이 투석혈관의 동맥류/가성동맥류에 대해 확인하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

17.2 KDOQI는 투석혈관의 동맥류/가성동맥류가 합병증의 위험이 있는 임상적 소견을 보일 때 동맥류 파열에 대한 응급 처치법에 대하여 미리 환자를 교육하고 선제적인 외과적 평가를 시행하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

참고: 동맥류나 가성동맥류가 합병증 위험이 있다고 판단하는 기준은 관련된 증상이 있거나 피부의 손상이 동반되었을 때이다.

17.3 KDOQI는 피부의 미란 혹은 출혈과 같은 투석혈관 동맥류/가성동맥류 합병증 발생시 즉각적인 외과적 평가를 시행하고 치료법을 마련하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

17.4 KDOQI는 투석혈관 동맥류/가성동맥류를 시사하는 신체검진소견을 확증하고 크기, 협착 및 혈전증 유무, 투석혈관에 대한 영향(혈류량, 동맥혈유입 및 정맥유출의 상태) 등에 대한 정보를 얻기 위하여 이중 도플러 초음파(duplex ultrasound) 검사를 활용하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

#### 치료

17.5 KDOQI는 증상이 없는 경우 동맥류/가성동맥류 자체는 확정적 치료의 적응증에 해당되지 않는다고 판단하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

17.6 KDOQI는 천자를 할 수 있는 다른 부위가 존재한다면 동맥류/가성동맥류를 포함하는 부위는 천자하지 않는 것이 합리적이라고 생각한다. 드물게 천자가 가능한 다른 부위가 존재하지 않는 경우에는 동맥류/가성동맥류의 정상부(top)를 피하고, 측면(side) 또는 기저부(base)를 천자해야 한다. (전문가 의견)

17.7 KDOQI는 증상이 있는 동맥류/가성동맥류에 대해 확정적 치료를 시행하기 전 혹은 시행하는 동안 교정이 필요한 협착 병변 혹은 혈류량 평가를 위하여 동맥유입 및 정맥유출에 대한 적절한 영상검사를 얻는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

17.8 KDOQI는 증상이 있거나, 크기가 크거나, 또는 빠르게 팽창하는 동맥류/가성동맥류에 대해서는 수술적 치료를 우선 고려하는 것이 합리적이라고 생각한다(하단의 “확정적 치료” 참조). (전문가 의견)

17.9 KDOQI는 문합부위의 동맥류/가성동맥류는 일반적으로 확정적인 수술적 치료가 필요하다고 간주하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

#### 확정적 치료(Treatment-Definitive)

17.10 KDOQI는 수술적 치료가 동맥류/가성동맥류의 확정적 치료법으로 간주되어야 하며, 각 지역별 전문지식(local expertise)을 기반으로 개별적인 치료전략을 수립하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

참고: 수술 전후에 중심정맥도관 사용을 피하기 위해 복수의 동맥류에 대해 단계적인 교정술을 계획하는 것이 치료전략에 포함될 수 있다.

17.11 KDOQI는 감염 위험과 관련하여 수술이 금기이거나 수술적 치료를 선택할 수 없는 특별한 상황에서만 스텐트-그라프트(stent-graft)를 동맥류/가성동맥류 수술에 대한 대체방법으로 사용하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

17.12 KDOQI는 동맥류/가성동맥류를 치료하기 위해 스텐트-그라프트를 사용하는 경우에는 가능한 스텐트-그라프트 부위의 천자를 피하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

참고: 동맥류/가성동맥류를 치료하기 위해 스텐트-그라프트를 사용하는 것은 FDA 승인을 받지 못한 치료방법임.

### 예방

17.13 KDOQI는 동맥류/가성동맥류의 발생을 줄이기 위해 적절한 천자방법을 적용하는 것이 합리적이라고 생각한다(진료지침 11장 참조). (전문가 의견)

## 진료지침 18. 투석혈관 스틸

### 권고내용: 투석혈관 스틸

18.1 KDOQI는 투석혈관 스틸의 발생위험과 관련 합병증을 줄이기 위해 투석혈관 조성 이전에 스틸을 예방하고 치료하기 위한 전략을 세우는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

18.2 KDOQI는 투석혈관 조성 이후에 스틸과 관련된 징후나 증상에 대하여 면밀하게 확인을 해야 하며 다음과 같은 개별 상황을 고려하여 적절하게 처치되어야 함이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

- 경증에서 중증의 징후나 증상이 있는 경우 허혈의 진행이나 징후 및 증상의 악화 유무에 대한 면밀한 모니터링이 필요하다.
- 중등도에서 중증의 징후나 증상이 있는 경우 장기적인 장애를 예방하고 혈액학적 변화를 교정하기 위한 즉각적인 치료가 자주 필요하다.

18.3 KDOQI는 투석혈관 스틸에 합당한 징후 및 증상이 있는 경우 환자를 투석혈관 합병증에 대한 진단 및 치료에 경험이 많은 외과의사나 중재시술의사에게 즉각적으로 의뢰하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

18.4 KDOQI는 투석혈관 스틸의 치료법에 대해 환자의 임상적 상황, 지역적 전문성과 의료자원 등에 기반하여 최적의 방법을 결정하는 것이 합리적이라고 생각한다.

## 진료지침 19. 기타 투석혈관 문제

### 권고내용: 인조혈관 장액종 관리

19.1 KDOQI는 환자의 개별 상황과 임상외과의사의 최선의 판단 및 재량에 따라 인조혈관 장액종(seroma) 합병증을 주의 깊게 모니터링 하고 처치하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

참고: 시술자/임상외과의사의 재량이란 환자의 개별적인 상황과 시술자/임상외과의사의 임상 경험 및 전문 지식을 모두 주의 깊게 고려하는 것을 말한다. (즉, 합리적인 역량과 한계)

### 권고내용: 고혈류량 투석혈관 관리

19.2 KDOQI는 심각하거나 돌이킬 수 없는 합병증(예, 고박출성 심부전)을 피하기 위해 환자의 개별 상황과 임상외과의사의 최선의 판단 및 재량에 따라 고혈류량 투석혈관을 면밀하게 모니터링하고 예방적으로 처치하는 것이 합리적이라고 생

각한다. (전문가 의견)

참고: 시술자/임상의사의 재량이란 환자의 개별적인 상황과 시술자/임상의사의 임상 경험 및 전문 지식을 모두 주의 깊게 고려하는 것을 말한다. (즉, 합리적인 역량과 한계)

참고: 면밀한 모니터링이란 정기적인 투석실 회진 시에 신체검사와 병력청취를 시행하고, 6-12개월 혹은 필요에 따라 더 잦은 주기로 투석혈관 혈류량/심박출량(Qa/CO)을 측정하는 것을 의미한다.

## 진료지침 20. 중심정맥도관 합병증의 치료와 예방

### 권고내용: 중심정맥도관 합병증의 모니터링과 감시

20.1 KDOQI는 중심정맥도관 합병증(기능부전, 감염)에 관한 기본 병력청취를 시행하고, 드레싱을 교체할 때 혹은 투석할 때마다 도관, 출구, 터널과 주변부위를 관찰하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

## 진료지침 21. 중심정맥도관 기능부전

### 권고내용: 중심정맥도관 기능부전의 정의

21.1 KDOQI는 중심정맥도관 기능부전을 평가하는데 다음의 새로 개정된 정의를 사용하는 것이 합리적이라고 생각한다: 투석시간 연장 없이 적절한 투석 치료를 위하여 필요한 혈류속도에 도달하지 못하는 경우. (전문가 의견)

### 권고내용: 중심정맥도관 기능부전 예방을 위한 약물요법

#### 중심정맥도관 기능부전과 균혈증 예방을 위한 중심정맥도관 연결장치(connectors)

21.2 KDOQI는 환자 개개인에 관한 임상적 판단과 재량에 따라 특수 고안된 도관 연결장치를 사용하는 것은 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

21.3 KDOQI는 고위험군 환자나 센터에서 도관연관혈류감염을 낮추기 위해 항균 도관 뚜껑(antimicrobial barrier cap) 사용을 고려하는 것은 합리적이라고 생각한다; 도관 연결장치의 선택은 임상적 판단에 따른다. (전문가 의견)

#### 중심정맥도관 기능부전 예방을 위한 충전액(Intraluminal Agents)

21.4 KDOQI는 중심정맥도관 생존율이나 합병증에 대하여 유의한 차이를 보이는 근거가 부족하므로 임상적 판단에 따라 충전액(locking solution)으로 헤파린과 구연산(citrate) 중에서 선택하는 것은 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

21.5 KDOQI는 도관연관혈류감염과 중심정맥도관 기능부전을 예방하기 위하여 가능한 한 저농도 구연산(<5%)의 사용을 제안한다. (조건부 권고, 낮은 수준의 근거)

21.6 KDOQI는 TPA를 충전액으로 주 1회 사용하는 것은 중심정맥도관 기능부전을 줄이는데 도움이 되므로 예방목적으로 그 사용을 제안한다. (조건부 권고, 낮은 수준의 근거)

21.7 KDOQI는 중심정맥도관 기능부전과 감염예방을 위하여 다음과 같은 충전액의 비교 사용에 관하여 한 쪽의 우월함을 권고하기에는 근거가 부족하다: 틴자파린(tinzaparin)과 일반 헤파린의 비교, 토로리딘(taurolidine)/구연산과 헤파린스젠타마이신(gentamicin)의 비교, neutral valve (Tego [ICU Medical])와 구연산(46.7%) 충전액의 비교.

**중심정맥도관 기능부전 예방을 위한 약물의 전신투여**

21.8 KDOQI는 중심정맥도관 개통 유지와 향상을 목적으로 예방차원의 항응고제(예, 와파린)를 일상적으로 사용하는 것은 근거가 부족하여 권고하지 않으며, 오히려 부작용 발생 위험이 증가할 수 있다고 제안한다. (조건부 권고, 강한 권고, 낮은 수준의 근거)

21.9 KDOQI는 저용량 아스피린은 출혈위험성이 낮은 환자에게서 중심정맥도관 개통 유지를 위해 도움이 될 수 있다고 제안한다. (조건부 권고, 낮은 수준의 근거)

**진료지침 22. 중심정맥도관 기능부전의 치료와 관리****권고내용: 중심정맥도관 기능부전의 내과적 관리****보존적 치료**

22.1 KDOQI는 중심정맥도관 기능부전에 대하여 약물적 혹은 시술적 중재를 시행하기 전 침상에서 보존적 치료방법을 시도하는 것은 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

**약물 치료**

22.2 KDOQI는 혈전증에 의한 중심정맥도관 기능부전의 회복을 위해 혈전용해제를 도관 내강 내로 투여하는 것을 권고한다. (조건부 권고, 중등도 수준 증거)

22.3 KDOQI는 중심정맥도관 폐색이 일어날 경우 중심정맥도관 혈류 회복을 위해 알테플라제 혹은 유로키나제와 4% 구연산을 도관 내강 내로 투여할 것을 권고한다. (조건부 권고, 중간 수준의 근거)

22.4 KDOQI는 중심정맥도관 혈전증에 의한 중심정맥도관 기능부전의 회복을 위해서는 도관 내강마다 알테플라제 1 mg보다 2 mg 투여가 우선될 것을 제안한다. (조건부 권고, 중간 수준의 근거)

22.5 KDOQI는 중심정맥도관 기능부전의 치료법으로 알테플라제를 거치(dwelling) 혹은 전진(push)법으로 투여하는 것을 제안한다. (조건부 권고, 낮은 수준의 근거)

**권고내용: 중심정맥도관 기능부전의 중재 치료**

22.6 KDOQI는 중심정맥도관 기능부전으로 해당 중심정맥도관을 교환할 때 임상가와 시술자의 재량과 판단에 따라 피브린 외막 파쇄를 결정하는 것은 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

22.7 KDOQI는 피브린 외막 파쇄술의 효과와 파쇄 방법의 선택에 대해서는 중심정맥 도관 개통률 측면에서 권고 근거가 부족하다.

22.8 KDOQI는 중심정맥도관 기능부전 치료를 위하여 해당 중심정맥도관을 제거하고 다른 부위에 새로 삽입하는 것은 보존적 치료, 약물 치료 그리고 다른 중재 시술(혈관성형술, 중심정맥도관 교환)후에 마지막으로 고려하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

**진료지침 23. 중심정맥도관 연관 감염****권고내용: 도관 연관 감염의 정의**

23.1 KDOQI는 중심정맥도관 연관 감염(CVC-related infection)에 대해서 표준화된 정의를 사용하여 프로토콜 및 개개의 기관 간의 비교가 가능하도록 하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

23.2 KDOQI는 중심정맥도관 연관 감염은 혈액투석환자의 특별한 상황이 고려된 KDOQI 2019에 명시된 정의를 사용하는 것이 바람직하다고 생각한다(표 23.1과 23.2). (전문가 의견)

참고: 여러 정의사항을 반영하기 위하여 KDOQI 2019에서의 정의는 다른 단체들의 정의사항을 포함하고 있다.

## 진료지침 24. 중심정맥도관 연관 감염의 예방

### 권고내용: 중심정맥도관 연관 감염의 일반적 예방과 감염감시 프로그램 및 감염관리팀의 적용

24.1 KDOQI는 감염관리프로그램에는 감시, 추적, 예방을 돕고, 혈관통로 감염 특히, 중심정맥도관 연관 감염의 결과를 평가하기 위한 감염감시팀을 포함시키는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

### 도관 연관 감염의 구체적인 예방

중심정맥도관 감염을 포함하여, 중심정맥도관 연관 합병증을 예방하기 위해서는 진료지침 20에 따른 정기적인 모니터링이 요구된다.

### 권고내용: 중심정맥도관의 균의 집락화 감시 및 도관연관혈류감염의 선제적 관리

24.2 KDOQI는 집락화에 대한 일상적인 배양검사를 하는 것과, 균이 배양되었을 때 선제적으로 항생제 충진을 시행할 지에 대해 권고하기에는 근거가 부족하다.

### 권고내용: 도관연관혈류감염을 예방하기 위한 방법

#### 도관 외 감염예방 전략(Extraluminal Strategies)

진료지침 11, 21, 24의 “중심정맥도관의 연결과 분리 시 고려사항(CVC System Connect and Disconnect Procedure Considerations)”과 “중심정맥도관 기능부전(Prevention of CVC Dysfunction)” 부분을 참조하기 바란다.

#### 도관 내 감염예방 전략(Intraluminal Strategies)

24.3 KDOQI는 장기간 도관을 가지고 있는 도관연관혈류감염의 고위험군(이전에 여러차례 도관연관혈류감염의 과거력이 있는 환자)과 특히 기관의 도관연관혈류감염의 빈도가 1,000일당 3.5회 이상인 경우에 한하여 선택적으로 예방적 항생제 충진을 제안한다. (조건부 권고, 낮거나-중간수준의 근거)

참고: 위에 해당되는 경우와 현재까지의 자료를 바탕으로, 예방적 충진목적으로 사용되는 경우에, KDOQI는 다음과 같은 항생제가 고려되는 것은 합리적이라고 생각한다: 세포탁심(cefotaxime), 젠타마이신(gentamicin) 혹은 코트리모자졸(cotrimoxazole (trimethoprim-sulfamethoxazole), TMP-SMX). KDOQI는 항생제 충진을 예방목적으로 일반적으로 사용하는 것은 해당 근거가 매우 낮기 때문에 지지하지 않는다(표 24.1).

24.4 KDOQI는 장기간 도관을 가지고 있는 도관연관혈류감염의 고위험군, 특히 기관의 도관연관혈류감염의 빈도가 1,000일당 3.5회 이상인 경우에 한하여 선택적으로 예방적 항균제 충진을 제안한다. (조건부 권고, 낮거나-중간수준의 근거)

참고: 위에 해당되는 경우와 현재까지의 자료를 바탕으로, 예방적 충진목적으로 메틸렌블루를 사용하는 것을 지지한다. KDOQI는 항균제 충진을 예방목적으로 일반적으로 사용하는 것은 해당 근거가 매우 낮기 때문에 지지하지 않는다(표 24.1).

24.5 KDOQI는 장기간 도관을 가지고 있고 도관연관혈류감염의 고위험군, 특히 기관의 도관연관혈류감염의 빈도가 1,000일당 3.5회 이상인 경우에 한하여 선택적으로 예방적 목적의 매주 1회 유전자 재조합 TPA (recombinant

TPA)와 같은 혈전용해제 충진을 제안한다. (조건부 권고, 낮거나-중간수준의 근거)

참고: 위에 해당되는 경우와 현재까지의 자료를 바탕으로, 예방적 목적의 유전자 재조합 TPA 사용을 지지한다.

참고: 고위험환자는 이전에 여러 번의 도관연관혈류감염의 과거력이 있고, 황색포도구균의 비강내 보균자(nasal carriers)를 지칭한다.

## 진료지침 25. 중심정맥도관 연관 감염의 치료

### 권고내용: 중심정맥도관 연관 감염 환자의 관리

25.1 KDOQI는 항생제 사용 전에 미리 배양검사를 시행하고, 항생제 감수성 결과에 맞춰 항생제를 변경하는 것이 합리적이고 필요하다고 생각한다. (전문가 의견)

참고: 더 자세한 지침에 대해서는 근거와 세부 설명 부분을 참조하십시오.

### 권고내용: 중심정맥도관 연관 감염을 가진 환자에서 중심정맥도관의 관리

25.2 KDOQI는 감염된 중심정맥도관의 관리에 대해서 환자의 건강상태, 투석, 혈관통로 환경에 따라 개별적인 접근을 하는 것이 합리적이라고 생각하며, 그에 따른 자세한 진료지침을 따라야 한다고 생각한다. 선택 가능한 방법에는 유도철사를 이용한 중심정맥도관 교체, 중심정맥도관 제거 및 새로운 중심정맥도관 삽입, 항생제 충진을 시행하며 기존 도관의 구제하는 방법(특히 감염된 도관이 환자의 마지막 혈관 통로인 경우)이 있다. (전문가 의견)

참고: 더 자세한 지침에 대해서는 근거와 세부 설명 부분을 참조하십시오.

## 진료지침 26. 기타 혈관통로 관련 합병증

### 권고내용: 임상적 지표를 동반하지 않는 무증상 중심정맥 협착증의 치료 및 중재

26.1 KDOQI는(임상적 지표를 동반하지 않는) 무증상 중심정맥협착이 발견되었을 때, 이전 혹은 현재의 중심정맥도관의 유무와 관계없이, 무증상 중심정맥협착은 치료하지 않는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

중심정맥 협착증의 임상적 지표에 대해서는 표 26.1을 참조하십시오.

### 권고내용: 임상적 지표를 동반한 중심정맥 협착증의 평가 및 치료

26.2 “투석혈관 혈류의 장애—확인 및 치료”에 대한 진료지침과 동일

진료지침 15장을 참조하십시오. 중심정맥 협착증의 임상적 지표에 대해서는 표 26.1을 참조하십시오.

### 권고내용: 임상적으로 문제가 되는 중심정맥도관 피브린 외막의 처치

26.3 KDOQI는 중심정맥도의 피브린 외막이 임상적으로 문제가 되는 경우(중심정맥도관의 기능부전 혹은 감염 시), 중심정맥도관 교환술을 시행하는 것이 합리적이라고 생각하며, 이 때 풍선카테터로 피브린 외막 파쇄술을 시행할 수 있다. (전문가 의견)

# 혈관통로에 대한 KDOQI 임상진료지침

진료지침

01

## 환자우선: 말기콩팥병 생애 계획

진료지침 권고내용에 대한 근거 기준을 이해하기 위하여 Box 1을 참조하십시오.

참고: 권고내용에 “KDOQI에서 권고사항을 만들 근거가 부족하였다”라고 기술되어 있는 것은, 근거분석팀(ERT)에 의해 수집된 근거의 수준이 매우 낮거나, 낮거나 혹은 부적절하여 작업그룹(Work Group)에서 어떠한 권고나 제안 혹은 기타의 근거 기반 지침을 만들 수 없었다는 것을 의미한다.

참고: “임상의의 재량과 최선의 임상적 판단”을 허용한다는 전문가 의견 및 권고내용은 다른 치료보다 우수한 새로운 치료, 기구, 전략을 권고할 엄밀한 근거가 현재 없다는 것을 의미한다. 작업그룹(Work Group)은 추후에 엄밀한 근거가 생긴다면 근거분석팀에 의해 도출된 근거에 기반한 권고내용(ERT-derived evidence based statements)이 전문가 의견에 기반한 권고내용을 최종적으로 대체할 수 있게 되기를 기대한다. 임상의

의 재량은 환자의 개별 상황과 임상의의 임상적 경험과 전문지식(즉, 적합한 능력과 한계)을 신중하게 고려하여 판단한다는 것이다.

### 권고내용: 말기콩팥병 생애 계획과 혈관통로의 선택

1.1 KDOQI는 진행성 만성콩팥병 환자, 사구체여과율 15-20 mL/min/1.73 m<sup>2</sup>인 환자 또는 이미 신 대체요법을 받고 있는 환자는 정기적으로 검토했, 갱신 및 기록된 환자의 의무기록을 바탕으로 개별화된 말기콩팥병 생애 계획을 세우는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

1.2 KDOQI는 각 환자의 개별 말기콩팥병 생애 계획을 의료진이 함께 매년 검토하고 갱신하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

1.3 KDOQI는 정기적인 모니터링 외에도 개별 환자의 혈관통로의 기능, 합병증의 발생 위험성 및 추후 잠재적인 투석통로에 대한 선택에 대해 **최소한** 분기별로 의료진이 함께 검토 및 갱신을 하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

**근거 및 배경**

**혈액투석을 위한 혈관통로를 고려해야 할 대상은 누구인가?**

신대체요법(복막투석 혹은 신이식)을 시행받다가 혈액투석으로 전환이 필요한 환자, 투석혈관의 상태가 좋지 않거나 중심정맥도관으로 투석을 받고 있는 환자는 혈액투석을 위한 혈관통로의 조성을 **고려해야** 한다.

하지만, 혈액투석 혈관통로(복막투석 도관 혹은 신이식을 준비하는 것에 비해)에 대한 실제적인 결정은 현재 환자의 말기콩팥병 생애 계획과 이에 따른 신대체요법 및 투석통로의 선택에 따라 달라진다(아래). **하나의 혈관통로를 조성하거나 거치시키는 것에 대한 결정은 환자의 전체 말기콩팥병 생애 계획과 별도로 혹은 독립적으로 이루어져서는 안된다.**<sup>15</sup>

혈액투석을 준비(투석전)중인 만성콩팥병환자, 다른

말기콩팥병 생애 계획 및 관련된 투석혈관 필요성: PLAN은 무엇인가?

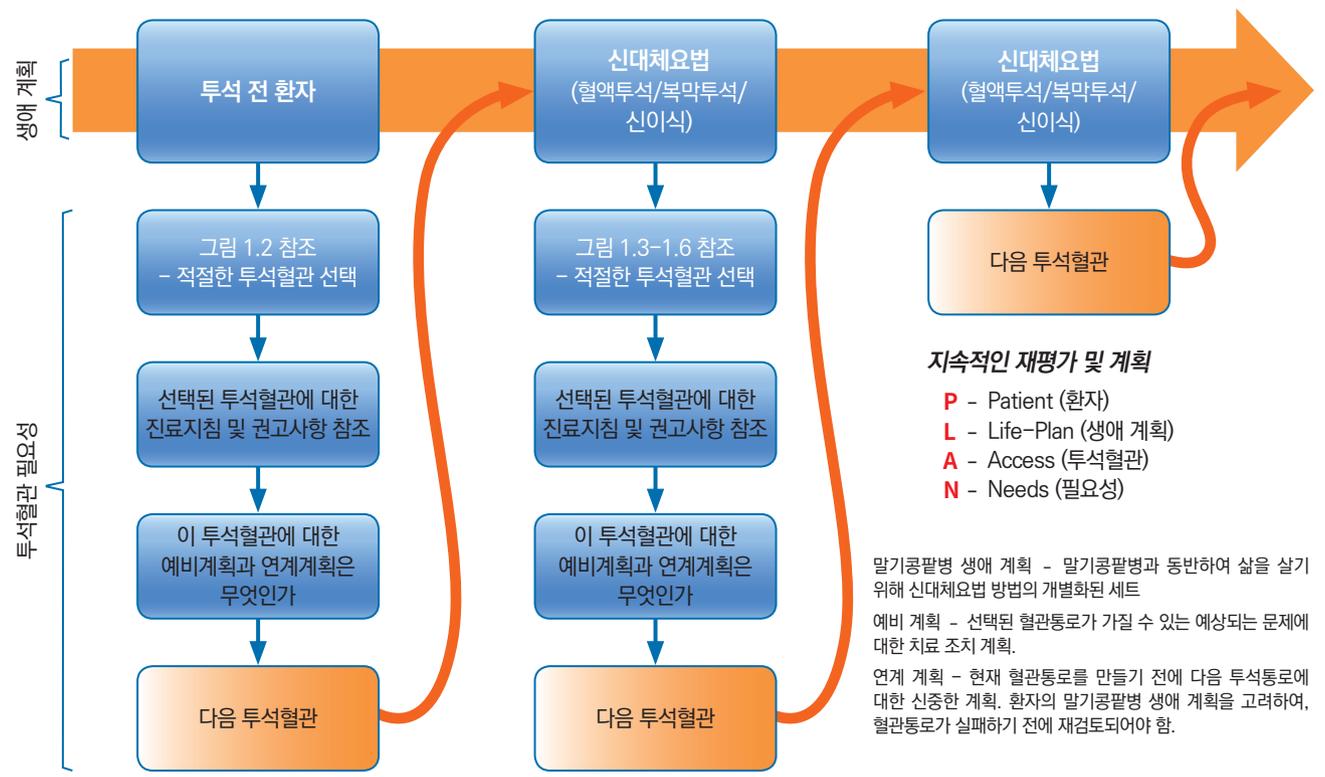


그림 1.1. 말기콩팥병과 투석통로 생애 계획: P-L-A-N은 무엇인가?

## 말기콩팥병 생애 계획(ESKD Life-Plan)은 무엇인가?

말기콩팥병 생애 계획은 환자의 질병을 이해하고, 적응하면서 같이 생활하기 위한 전략이고, 이를 위해서는 환자와 만성콩팥병을 관리하는 의료진이 함께 팀을 구성해야 한다. 적절한 투석통로를 위해 이 팀에는 신장내과 의사(nephrologist), 외과 의사(surgeon), 영

상 의학과 의사(radiologist), 간호사(nurse) 및 환자의 가족 등 여러 구성원들이 제한없이 포함되어야 한다. 또한, 말기콩팥병 생애 계획은 투석 전부터 계획을 수립하고, 만성콩팥병에서 말기콩팥병까지의 연속적인 치료 모델을 포함하는 계획이다. 이의 목적은 환자의 의학적 상황, 사회적 지원, 기능적 상태 등을 고려하여 최선의 신대체요법을 선택하고, 환자의 수명을 연장하는 데 있다.<sup>16</sup> 말기콩팥병 생애 계획은 개별 환자의

혈액투석을 고려하는 신대체요법 전단계의 환자

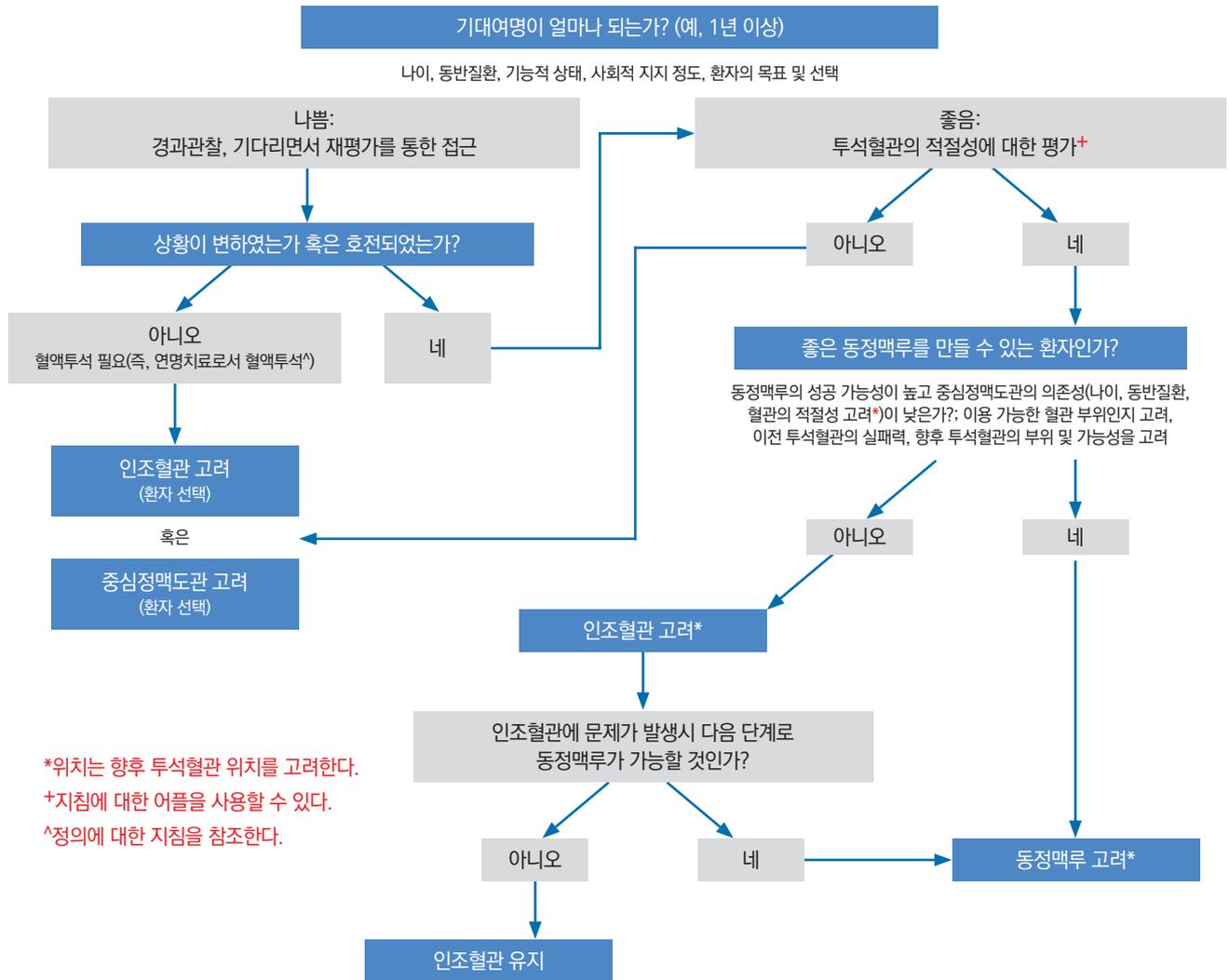


그림 1.2. 혈액투석을 고려하는 신대체요법 전단계의 환자

신대체요법에 대한 계획을 수립하면서, 투석통로 전략을 같이 고려하는 것이다(그림 1.1 참조). 말기콩팥병 환자의 삶에서 환자의 의학적, 사회적, 개인적 상황 및 목표를 변화하게 하는 여러가지 일들이 일어나고 이에 따라 환자의 말기콩팥병 생애 계획에도 변화가 있을 수 있다는 측면에서 말기콩팥병 생애 계획은 반복해야 하는 과정(iterative process)이다.

### 세부 설명

이전의 진료지침은 다른 혈관통로에 비해 우수한 개

통성 및 낮은 합병증을 보인 동정맥루를 우선적으로 선택하는 “동정맥루 우선(Fistula First)”가 강조되었다.<sup>13,17</sup> 하지만 최근의 자료에 따르면 동정맥루의 미성숙으로 인해 중재시술이 필요한 합병증의 발생률이 높아져, “동정맥루 우선(Fistula First)” 접근법에 대한 재평가가 이루어졌다.<sup>18-23</sup> 혈액투석 혈관통로를 계획할 때 환자의 요구와 투석통로 적격성 등 다양한 측면을 고려한 환자 중심의 접근법이 강조되고 있다.<sup>20,24-27</sup> 말기콩팥병 환자에게 있어서 혈관통로는 여전히 중요한 과제이다. 우리는 장기적으로 사용할 수 있는 혈관통로를 어떻게 준비하고, 만들고, 유지할 지 창의적으로 생각해야 하며, 이미 만들어진 혈관통로가 실패하기

중심정맥도관으로 혈액투석을 시작한 환자

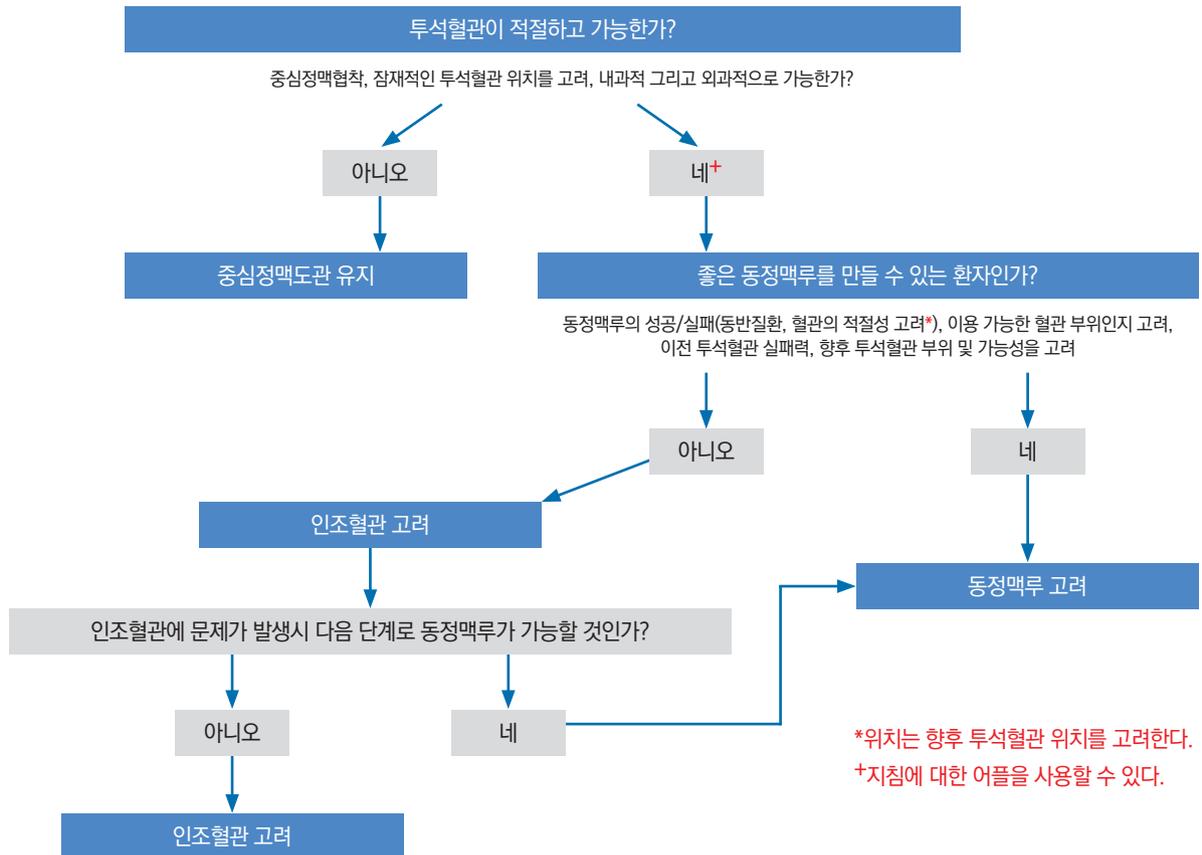


그림 1.3. 중심정맥도관으로 혈액투석을 시작한 환자

오래 전부터 다음의 혈관통로를 어떻게 보호하고, 조성하고, 보전할 것인지에 대하여 선제적으로 계획하는 것도 중요하다. 신대체요법의 방법과 혈관통로는 환자의 개별적인 상황, 요구, 및 기호와 관련이 있어 이에 대하여 주의 깊게 고려하는 것을 반복해야 하는데, 이러한 반복 과정이 말기콩팥병 생애 계획의 핵심이다.

### 특별 토의

이러한 말기콩팥병 생애 계획의 개념은 환자와 가족/개인적 조력자 및 주요 팀 구성원 사이에 명확하고 시의적절하며 효과적인 의사소통이 이루어지는 것을 기반으로 한다. 따라서, 신대체요법의 방법 및 투석통로에 대한 단기 및 장기 계획(말기콩팥병 생애 계획)은 정기적으로 재평가되어야 한다. 재평가의 빈도는 환자의 상황에 따라 다르지만, 최소 매년 재평가를 하는 것을 고려한다.

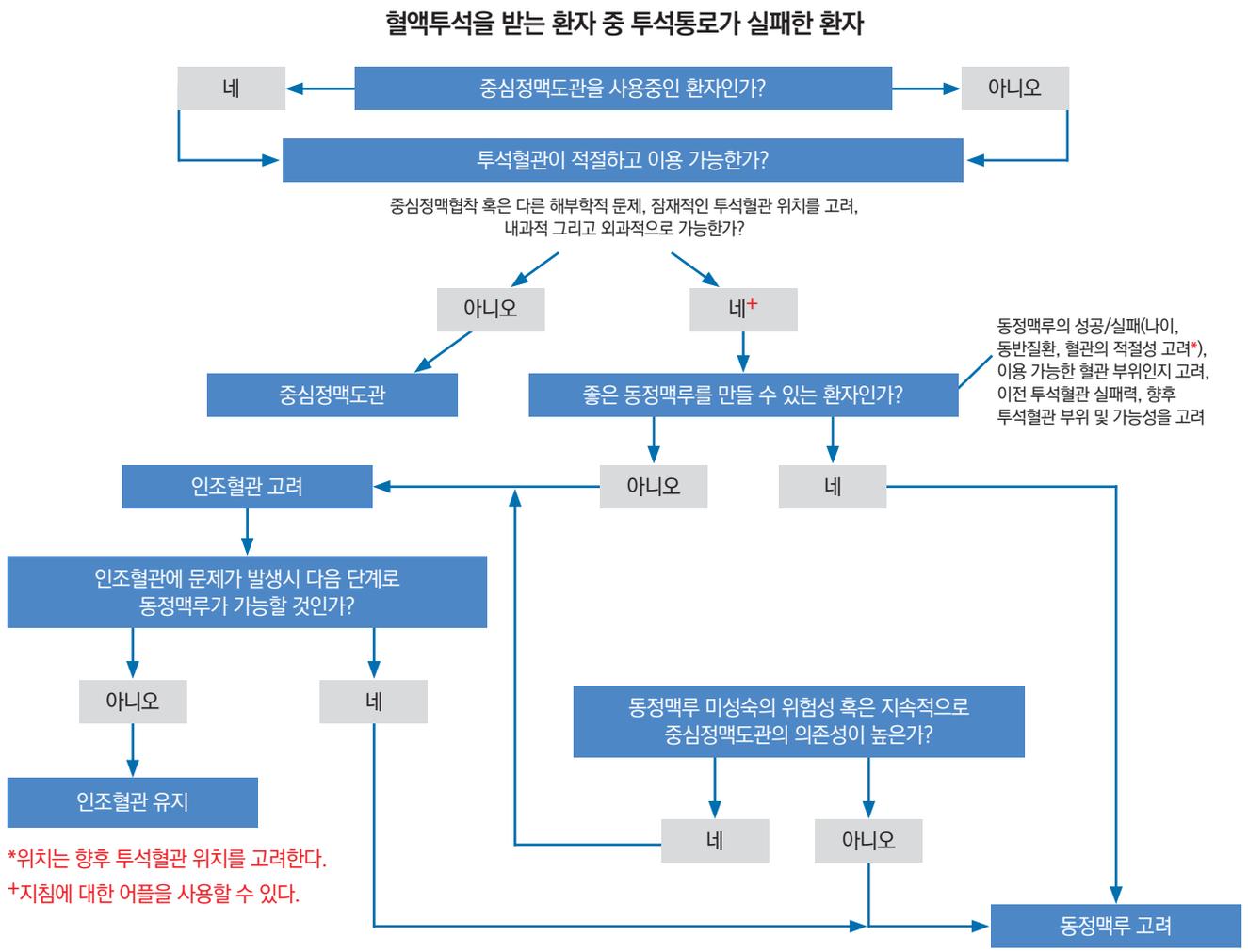


그림 1.4. 혈액투석을 받는 환자 중 투석통로가 실패한 환자

## 적용 시 고려사항

### 투석통로의 선택

투석통로에 대한 전략은 말기콩팥병 생애 계획을 반영하므로, 신대체요법(투석 또는 이식)의 형태에 따른 적절한 투석통로는 환자의 삶에 따라 개별화해야 한다.

예를 들어, 잔여신기능이 남아있는 젊고 활동적인

투석 전 환자는 생체 신이식을 예상하여 복막투석 도관으로 복막 투석을 시작하는 것이 가장 좋을 수 있다. 생체공여 신이식을 받은 환자가 이식신의 기능 저하로 추후에 재택 혈액투석(home hemodialysis)을 시행할 수 있다고 예측이 된다면, 이 환자는 자가 동정맥루 조성을 받을 것을 계획해야 한다. 이와 반대로 나이가 많고, 여러 질환을 가지지만, 기능적으로 활동적인 노인 환자는 급한 경우에 중심정맥 도관으로 투석을 시작할 수 있는데, 장기간의 중심정맥도관사용을

혈액투석을 고려하는 신대체요법 **복막투석**의 환자

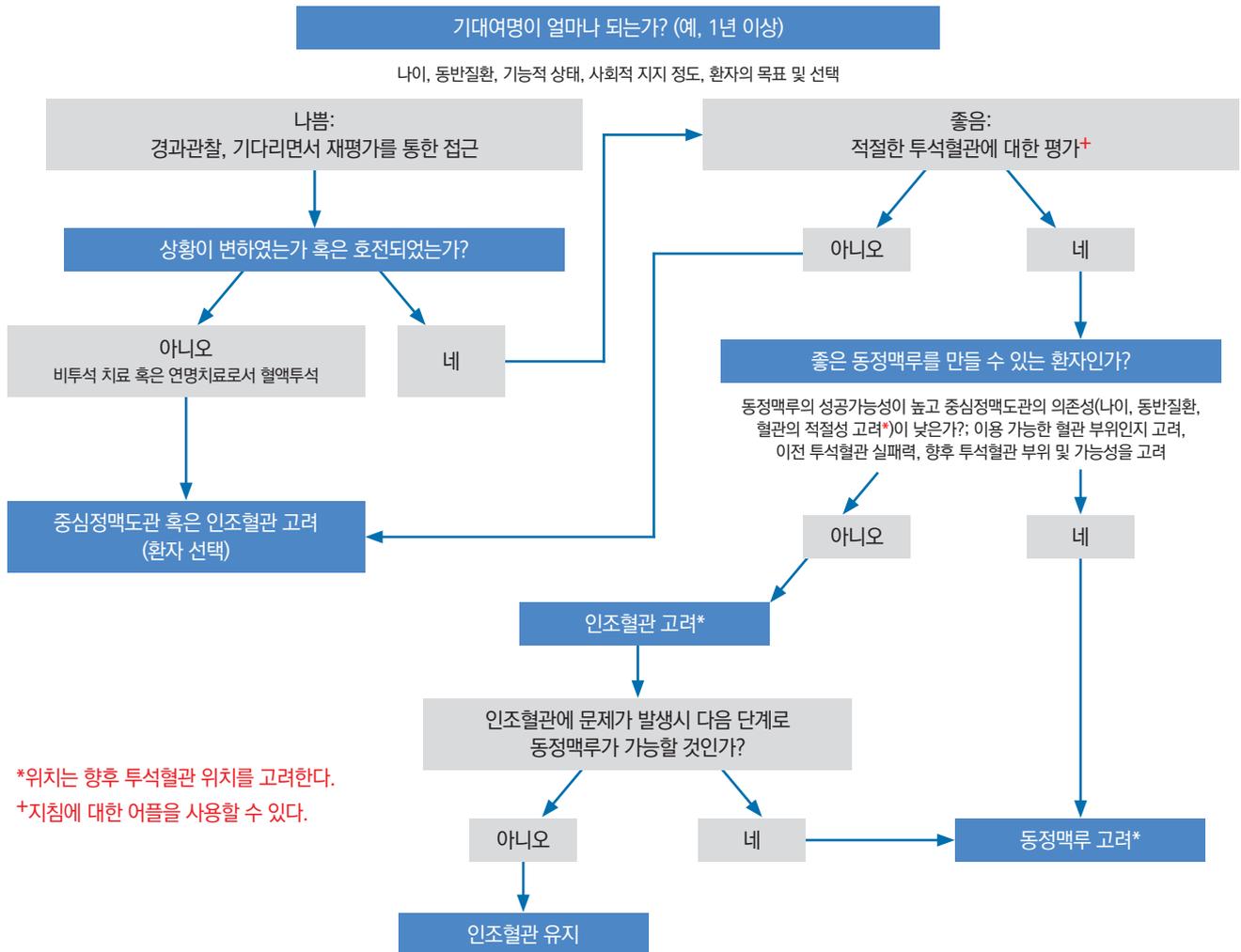


그림 1.5. 혈액투석을 고려하는 복막투석 환자

피하기 위해, 일차적으로는 자가 동정맥루 수술을 계획해야 하며, 동정맥루 성숙이 적시에 되지 않을 경우 이차적으로 인조혈관을 만들 계획을 가지고 있어야 한다. 마지막으로, 완화 치료를 시행받는 환자는 단기간 동안의 혈액 투석을 위해 조기 천자가 가능한 인조혈관이나 중심정맥도관을 마련하는 것이 가장 좋을 수 있다. **그림 1.1-1.6**을 참조한다. 환자 및 혈관의 특성/상황에 따른 혈관통로의 선택에 대한 안내는 [www.myvascularaccess.com](http://www.myvascularaccess.com)에 나와있다.

## 모니터링과 평가

“적절한 시기에, 적절한 근거로, 적절한 환자에게, 적절한 투석혈관(access)”을 제공하는 것이 보다 환자 중심적인 치료 접근방식이다. 동정맥루를 만들거나 사용한 비율 또는 혈액투석용 중심정맥도관을 사용한 비율과 같은 인구집단 통계 수치는 환자 중심의 목표에 도움이 되지 않는다. 이를 달성하기 위해서는 1) 환자를 먼저 고려하고, 2) 환자 개별적인 P-L-A-N에 따

혈액투석을 고려하는 신대체요법 신이식의 환자<sup>#</sup>

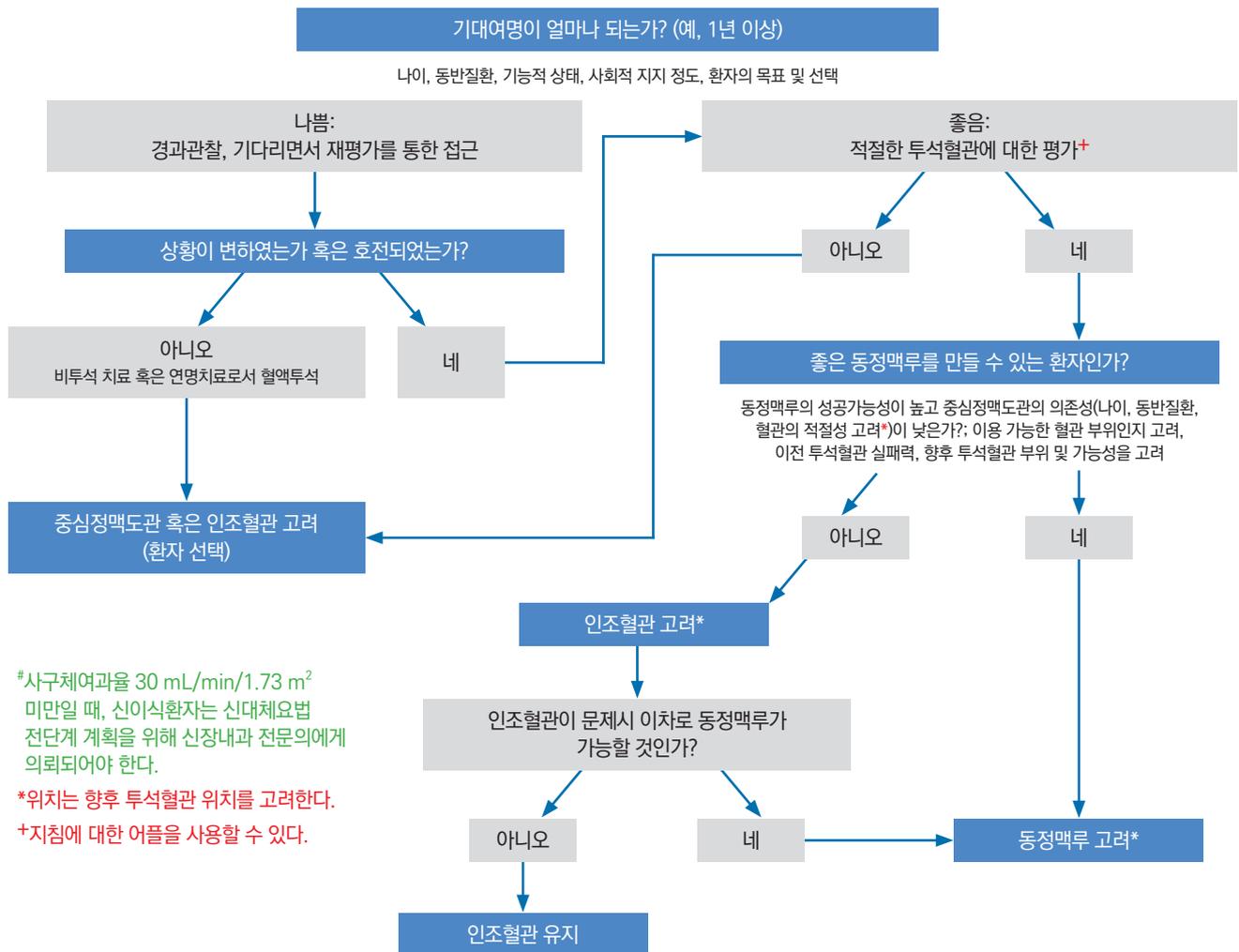


그림 1.6. 혈액투석을 고려하는 신이식 환자

라 투석통로를 고려해야 한다(그림 1.1 참조). 각각의 혈관통로를 위해 4가지의 계획: 혈관 보호, 삽입/조성, 예비, 그리고 연계 계획이 반드시 필요하다. 이러한 환자에게 필요한 투석통로에 대한 포괄적인 계획은 VIP ACCeS 계획: 혈관의 중요한 보존(Vessel important Preservation), 혈관통로의 조성(Access Creation), 예비(Contingency) 및 말기콩팥병 혈관통로 연계 계획(ESKD access Succession plans)이다. 각 혈관통로의 유형에 대한 구체적인 내용은 이 문서의 **목적과 목표대상** 섹션에서 찾을 수 있다.

### 말기콩팥병 생애 계획과 투석통로와 관련된 내용을 최신으로 갱신해야 하는 대상은 누구인가?

말기콩팥병 생애 계획은 다학제 팀(신장내과 의사, 외과 의사, 중재시술 의사(interventionalists)) 내에서 환자와 논의하는 것이 이상적이다. 이것이 불가능할 경우, 신장내과 의사는 환자와 투석 방법에 대해 논의하고, 선택된 신대체요법에 해당하는 적절한 투석통로에 대한 정보를 바탕으로 외과 의사/중재시술 의사에게 의뢰해야 한다.

### 말기콩팥병 생애 계획과 투석통로의 변경에 대한 내용을 문서화해야 하는 대상은 누구인가?

말기콩팥병 생애 계획을 문서화하는 것은 신장내과 의사의 책임이며, 환자의 의무기록/차트와 함께 제공되어야 한다. 예시된 양식은 **부록 2: 말기콩팥병 생애 계획—환자-의사 공유문서**에서 찾을 수 있다.

### 앞으로의 연구

말기콩팥병 생애 계획 전략의 사용은 반드시 다음의 주요한 결과지표를 사용하여 평가되어야 한다.

- 투석통로에 대한 환자 만족도(검증된 평가 도구 사용)
- 불필요한 투석통로의 조성/삽입 비율
- 혈관통로에 대한 시술의 비율
- 혈관통로에 대한 감염률
- 혈관통로와 관련된 입원 비율
- 상기의 모든 내용을 포함하여 환자가 부담해야 하는 비용

## 혈관통로의 유형

진료지침 권고내용에 대한 근거 기준을 이해하기 위하여 Box 1을 참조하십시오.

참고: 권고내용에 “KDOQI에서 권고사항을 만들 근거가 부족하였다”라고 기술되어 있는 것은, 근거분석팀(ERT)에 의해 수집된 근거의 수준이 매우 낮거나, 낮거나 혹은 부적절하여 작업그룹(Work Group)에서 어떠한 권고나 제안 혹은 기타의 근거 기반 지침을 만들 수 없었다는 것을 의미한다.

### 권고내용: 투석혈관: 사용의 적응증

2.1 KDOQI는 말기콩팥병 생애 계획과 전반적인 치료 목표가 일치할 때, 혈액 투석이 필요한 환자에서 투석혈관(동정맥루 또는 인조혈관)을 만드는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

참고: 혈액투석을 시작하는 환자 및 유지 혈액투석 환자에서 투석혈관 유형의 선택 및 투석혈관의 적절한 위치에 대한 섹션을 참조한다.

### 권고내용: 중심정맥도관: 사용의 적응증

2.2 KDOQI는 혈액투석을 시작하는 환자의 경우, 다음과 같은 상황에서 단기 또는 장기간 터널식 중심정맥도관을 사용하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

단기간 사용:

- 동정맥루 혹은 인조혈관이 만들어졌지만, 아직 사용할 수 없고, 투석은 필요한 경우
- 이식환자에서 급성 거부반응 혹은 이외의 합병증이 발생하여 투석이 필요한 경우
- 복막투석 환자에서 단기간 복막의 휴식이 필요하거나, 합병증의 치료(예, 복막투석액의 흉강 누출)가 필요한 경우
- 단기간(예, 90일 이내)내에 생체이식을 받을 예정인 환자에서 투석이 필요한 경우
- 중요한 침습적인 손상 혹은 봉와직염과 같은 합병증이 동정맥루 혹은 인조혈관에 발생하여, 이에 대한 치료가 끝날 때까지 일시적으로 투석혈관을 사용할 수 없을 경우

참고: 특히, 혈관통로 합병증의 치료를 위해, 임시로 중심정맥도관이 필요한 제한된 상황의 경우(예, 2주 이내), 비터널식 중심정맥도관을 사용할 수 있음.

장기간 혹은 기간이 불명확 할 때:

- 여러 차례 투석혈관이 실패하고 다른 대안이 없을 때(해부학적 위치 제한 참조)
- 해당 환자에게 여러가지 잠재적이고 합리적인 투석혈관 선택 옵션의 위험성 및 이점에 대해 충분히 설명한 이후에도, 투석혈관의 사용이 환자의 삶의 질을 심각하게 제한하거나 삶의 목표 달성에 제한을 주어 환자가 도관을 선호할 경우(도관이 사용 가능한 경우)
- 기대 여명이 얼마 남지 않은 경우
- 유입동맥과 유출정맥의 문제가 있어(예, 심한 동맥 폐쇄 질환, 교정이 불가능한 중심정맥 폐쇄) 투석혈관을 만들 방법이 없거나, 혹은 혈관이 작은 유아나 소아의 경우
- 이외 특별한 의학적 상황에 따라

## 권고내용: 혈액투석을 시작하는 환자를 위한 혈관통로

아래 내용은 말기콩팥병 생애 계획 및 관련된 투석혈관의 알고리즘과 환자의 동반 질환, 상황과 같은 환자 고려사항에 대한 내용이다(그림 1.1-1.6).

2.3 KDOQI는 대부분의 혈액투석을 시작하는 환자와 유지혈액투석 환자에서 중심정맥도관보다 감염위험이 낮은 투석혈관(동정맥루 또는 인조혈관)을 사용할 것을 제안한다. (조건부 권고, 낮은 수준의 근거)

2.4 KDOQI는 투석혈관(동정맥루 또는 인조혈관)을

선택할 때 혈관 특성, 환자의 동반질환, 건강 상태 및 환자 선호도를 고려하여 시술의(operator)/임상의(clinician)의 최선의 임상적 판단에 따라 선택하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

2.5 KDOQI는 혈액투석을 시작하는 환자에서, 동정맥루를 성숙시키기 위한 충분한 시간과 조건이 마련된다면, 인조혈관보다는 자발성숙 동정맥루(unassisted AVF)처럼 혈관통로의 문제(예, 혈전증, 일차 개통성 상실, 중재시술 시행 등)가 덜한 동정맥루를 더 선호하는 것을 제안한다. (조건부 권고, 낮은 수준의 근거)

참고: 환자의 조건은 혈관 특성, 환자 동반 질환, 건강 상황 및 환자 선호도를 나타낸다.

참고: 자발성숙 동정맥루(unassisted AVF): 혈관 성형술과 같은 혈관내 성형술 또는 외과적 수술없이, 성숙되고 사용되는 동정맥루를 지칭한다. 사전에 계획된 혈관의 표재화는 허용되며, 이는 추가적인 시술로 간주되지 않는다.

2.6 KDOQI는 중심정맥도관으로 투석을 시작하는 대부분의 혈액투석 환자는 가능한 경우 감염/균혈증(infection/bacteremia), 감염 관련 입원 및 부작용의 위험을 줄이기 위해 동정맥루 또는 인조혈관으로 전환해야 한다고 제안한다. (조건부 권고, 매우 낮은 수준의 근거)

2.7 KDOQI에서 전체 입원을 또는 사망률에 기초하여 특정 혈관통로의 선택에 대한 권고사항을 만들 근거가 부족하였다.

2.8 KDOQI에서 감염, 입원, 사망의 발생에 기초하여 혈액투석 시작시 혈관통로로 동정맥루나 인조혈관의 선택하는 것에 대한 권고사항을 만들 근거가 부족하였다.

2.9 KDOQI에서 중심정맥도관을 사용하여 혈액투석을 시작하는 환자에서 사망률의 위험을 줄이기 위해 투석 시작 1년 이내에 투석혈관(동정맥루 또는 인조혈관)로 전환하는 것에 대한 권고사항을 만들 근거가 부족하였다.

2.10 KDOQI는 터널식 중심정맥도관의 사용은 감염 위험이 낮기 때문에, 비터널식 중심정맥도관보다 터널식 중심정맥도관을 사용하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

2.11 KDOQI는 비터널식 내경정맥 중심정맥도관의 사용은 감염 위험을 줄이기 위해 제한된 기간(2주 이내 또는 개별 병원 정책에 따라)동안 임시 목적으로 사용하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

## 권고내용: 유지혈액투석환자에서의 혈관통로

2.12 KDOQI에서 유지혈액투석환자에서 혈관통로의 예후, 환자의 입원 또는 사망률에 기초하여 특정 혈관통로를 제시하는 권고사항을 만들 근거가 부족하였다.

2.13 KDOQI는 유지혈액투석환자에서 혈관통로 관련 합병증(예, 감염, 혈전증, 비혈전성 합병증)의 낮은 발생을 고려하여, 가능하면 중심정맥도관의 사용보다 투석혈관(동정맥루 혹은 인조혈관)을 사용하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

2.14 KDOQI는 유지혈액투석환자에서 동정맥루가 성숙되고 사용할 수 있을 때까지 임상조건이 충분할 경우, 인조혈관보다 동정맥루를 선호하는 것이

합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

참고: 임상조건은 환자의 혈관 특성, 동반 질환, 건강 상황, 도관 사용 기간 및 환자 선호도를 나타낸다.

2.15 KDOQI는 임상적으로 다음과 같은 경우, 단기 또는 장기간 터널식 중심정맥도관을 사용하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

단기간 사용:

- 동정맥루 혹은 인조혈관이 만들어졌지만, 아직 사용할 수 없고, 투석은 필요한 경우
- 이식환자에서 급성 거부반응 혹은 이외의 합병증이 발생하여 투석이 필요한 경우
- 복막투석 환자에서 단기간 복막의 휴식이 필요하거나, 합병증의 치료(예, 복막투석액의 흉강 누출)가 필요한 경우
- 단기간(90일 이내) 내에 생체이식을 받을 예정인 환자에서 투석이 필요한 경우
- 중요한 침습적인 손상 혹은 봉와직염과 같은 합병증이 동정맥루 혹은 인조혈관에 발생하여, 이에 대한 치료가 끝날 때까지 일시적으로 투석혈관을 사용할 수 없을 경우

참고: 특히, 혈관통로 합병증의 치료를 위해 임시로 중심정맥도관이 필요한 제한된 상황의 경우(예, 2주 이내), 비터널식 중심정맥도관을 사용할 수 있음.

장기간 혹은 기간이 불명확 할 때:

- 여러 차례 투석혈관이 실패하고 다른 대안이 없을 때(해부학적 위치 제한 참조)
- 해당 환자에게 잠재적이고 합리적인 투석혈관

의 선택에 대한 위험성 및 이점에 대해 적절한 기정보를 제공하더라도, 투석혈관의 사용이 환자의 삶의 질을 심각하게 제한하거나, 삶의 목표 달성에 제한을 주어 환자가 도관을 선호할 경우(사용 가능한 경우)

- 기대 여명이 얼마 남지 않은 경우
- 환자의 해부학적 구조와 관련하여 유입동맥과 유출동맥의 상태가 투석혈관을 만드는데 제한이 있을 경우(예, 심한 동맥 폐쇄 질환, 치료가 불가능한 중심정맥 폐색), 혹은 혈관이 작은 유아나 소아의 경우
- 이외 특별한 의학적 상황에 따라

## 근거 및 배경

### 혈액투석을 시작하는 환자

이상적으로, 만성콩팥병 환자는 신대체요법에 대해 적절하게 교육을 받고, 적절한 투석통로를 통해 계획된 상황 — 적절한 시기에, 적절한 근거로, 적절한 환자에게, 적절한 투석혈관(access)이 달성된 상황에서 투석이 시작되어야 한다. 그러나 혈관통로의 조성/삽입에 대한 계획을 세우기 전에, 환자의 다양한 말기콩팥병 생애 계획의 상황을 고려한 투석통로를 선택하기 위한 “예비 투석통로 계획 및 연계 계획”을 고려해야 한다(진료지침 1 참조). 예비 계획은 투석통로가 실패 시 개선을 하기 위한 계획이며, 연계 계획은 다음 투석통로에 대한 준비 및 계획으로, 현재 투석통로가 실패했을 때 시행될 수 있도록 하여, 환자에게 지속적으로

투석을 할 수 있는 투석통로를 보장하도록 한다.

혈액투석을 시작한 환자들은 대부분 투석을 시작한다는 것과 생활습관의 변화 필요성에 대해 압박을 받는다. 혈관통로를 선택할 수 없는, 응급으로 혈액투석을 시작하는 환자에서는, 중심정맥도관을 통해 혈액투석을 시작할 수 있다. 하지만, 환자가 안정적으로 투석을 받게 된다면, 장기적인 혈관통로를 신중하게 고려하고 준비해야 한다. 장기간 사용할 혈관통로의 선택 시에는 환자의 현재 및 미래 말기콩팥병 생애 계획을 고려해야 한다(진료지침 1 참조).

위의 고려 사항을 감안할 때, 이전 진료지침들이 일반적으로 동정맥루가 인조혈관 또는 중심정맥도관에 비해 개선된 결과(우수한 개통성, 합병증, 최저 비용)<sup>13</sup>를 보여준다는 언급을 하면서 지지하였지만, 이 이전의 진료지침들은 오래된 근거와 분석 방식을 기초로 하였다는 것을 우리는 깨달았다. 현재 우리는 새로운 자료와 분석 방법을 볼 때, 이전의 자료는 심각한 편향과 연관되어있다는 것을 알게 되었다. 예를 들어, 기존 연구에서 동정맥루와 인조혈관의 개통성 비교는 일차 장애가 있었거나 사용하지 않고 포기한 동정맥루는 제외하고 성공적으로 사용된 동정맥루만 평가했다.<sup>28-30</sup> 동정맥루 “우월성”이 강조되어 어려운 조건에도 불구하고 투석에 사용할 수 없는 동정맥루를 불필요하게 많이 만들기도 하였다.<sup>31-33</sup> 투석에 사용할 수 없는 혈관통로는 혈관통로로 인한 합병증으로 간주되어야 한다. 따라서, 분석에서의 이러한 편향은 동정맥루에서 합병증뿐만 아니라 개통의 우월성에 대한 결과에도 영향을 미친다. 또한 중심정맥도관과 동정맥루 또는 인조혈관을 비교할 때에도 여러 개의 편향이 존재한다.<sup>34-36</sup> 가장 명백한 것은 심각한 동반질환과 혈관이 좋지 않은 환자, 투석혈관의 사용이 힘든 환자, 사회적, 기능적 또는 기타 상황이 좋지 않아 중심정맥도관으로

혈액투석을 시작하는 환자에서 관찰되는 선택 편향이 다. 이러한 여러 요소는 나쁜 예후를 보이거나, 불필요한 중심정맥도관의 사용을 초래하는 요소일 수 있다. 이러한 편향은 ‘사망률과 혈관통로 유형의 연관성’ 및 ‘중심정맥도관과 심각한 사망률과의 연관성’과 같은 결과에 영향을 미친다. 실제로 각 혈관통로 유형에는 고유한 장점과 단점이 있으며 — 중심정맥도관의 단점은 환자 예후를 악화시킬 수 있지만 —, 이 효과의 실제 크기는 선택 편향과 혼란스러운 영향을 고려할 때 확실하지 않다.

지난 10년간 환자의 특성 변화의 영향, 의료 환경, 투석 전달과 관련된 과정, 측정 및 정의, 그리고 자료 분석에 대한 기법에 대해 알게 되었다. 이는 혈액투석의 혈관통로의 선택 및 관리에 영향을 미치는 것들이다. 이 진료지침은 이러한 관점을 고려하여 혈관통로 선택 및 관리를 재검토할 수 있는 새로운 명부(slate)를 제공한다.

진료지침 3은 혈관통로의 유형이 선택된 후 혈관통로 조성/삽입 위치 또는 부위에 대해 논의하였다.

### 투석을 시작한 환자와 유지투석환자에서의 연구

이 진료지침은 전향적으로 수집된 자료를 가지고 투

석을 시작한 환자와 유지투석중인 환자에서 혈관통로의 형태에 따른 평가에 대한 32개의 관찰연구에서 파생된 33개의 보고서를 분석하였다. 그러나 이 진료지침과 관련하여 사전에 정의된 검색 기준을 충족하는 무작위 대조연구는 없었다(부록 3, 표 S1).<sup>18,21,30,37-66</sup> 이 연구들은 표 2.1에 정리하였다.

추가적으로 4개의 연구<sup>38,41,44,61</sup>는 동일한 코호트의 최근 내용을 사용하고 동일한 결과를 보고한 다른 연구로 대체되었다. 7개의 연구<sup>37,40,45,46,49,54,63</sup>가 전체에서 3% 미만의 기여도를 보였으며; 6개의 연구<sup>21,30,43,47,58,64</sup>에서는 편향의 위험이 높았다. 이 연구들에서 얻은 자료는 분석에 추출되거나 사용되지 않았다. 따라서, 16개의 연구로부터의 자료가 추출되고 분석되었다(부록 3, 표 S2와 S4). 근거분석팀에서 권고 사항에 대한 정보를 제공하기 위해 분석 자료를 모으려고 시도했지만, 예후에 대한 정의의 차이로 인해 불가능하였다.

예를 들어, 투석혈관의 유형 사이의 비교에서, 어떤 분석에서는 혈관통로를 성공적으로 천자한 시점(t=0)을 시작시점으로, 다른 분석에서는 혈관통로가 만들어진 시점(t=0)을 시작시점으로 하여 시간-사건(time-to-event) 분석(예, 개통성 계산)을 하는 등 다양한 시작시점이 있었다. 논의된 바와 같이, 이러한 방법론적 차이는 자료를 해석할 때 중요하게 고려되어야 한다.

표 2.1. 검토된 투석혈관 유형에 따른 연구들

투석혈관 유형	연구의 개수	참고문헌
동정맥루 혹은 인조혈관과 중심정맥도관의 비교	19	37-39,41-44,46,49, 50,55,56,60-63,65,66
동정맥루와 인조혈관의 비교	8	18,21,30,40,41,45,53, 54,59
인조혈관(대퇴부)에서 중심정맥도관	1	58
동정맥루(상지)와 인조혈관(하지)의 비교	1	47
투석혈관 유형의 변화가 없는 경우와 변화가 있는 경우의 비교	4	51,52,57,64

## 세부 설명

### 투석을 시작한 환자에서의 혈관통로

4개의 연구(총 환자수 570,003명)<sup>48,55,56,65</sup>에서 혈관통로의 형태와 혈행적 감염(bloodstream infection) 혹은 사망률의 연관성을 분석하였다. 혈행적 감염은 동정맥루를 가진 환자(6.4%)에서 인조혈관보다(15%) 현저히 적은 것을 보였고(위험비, 0.28; 95% 신뢰구간, 보고되지 않음;  $P < 0.001$ ; 보정하지 않은 상대위험도, 0.43; 95% 신뢰구간, 0.38-0.48), 인조혈관(7.5%)은 중심정맥도관(15%)보다 적은 것(위험비, 보고되지 않음;  $P < 0.001$ ; 보정하지 않은 상대위험도, 0.50; 95% 신뢰구간, 0.41-0.60)을 보였다.<sup>65</sup>

동정맥루 혹은 인조혈관이 중심정맥도관과 비교 시 낮은 사망률을 보이긴 했지만(그림 2.1), 그 근거의 질은 낮았다. 따라서 혈관통로의 선택은 사망률만을 기초로 판단해서는 안된다.

연령을 고려할 때도 이러한 주의는 필요하다.

127,389명의 투석을 시작하는 환자를 대상으로 한 3개의 연구<sup>42,61,66</sup>를 볼 때, 80세 미만의 환자에서는 동정맥루 혹은 인조혈관이 중심정맥도관보다 낮은 사망률을 보였지만, 80세 이상의 환자에서는 이러한 분석이 일치하지는 않았다. 관련 연구들, 근거수준과 편향의 위험성에 대한 표는 부록 3, 표 S1-S7에서 제공된다.

### 유지혈액투석환자에서의 혈관통로

82,657명의 유지투석 환자를 대상으로 한 3개의 연구(미국, 스페인, 스코틀랜드)가 있었다.<sup>39,50,60</sup> 혈관통로의 유형과 입원률 혹은 사망률과의 관련성을 결정하기에 근거의 수준은 부족하였다. 단 1개의 연구<sup>60</sup>에서 일차 개통성과 관련하여, 1년째 “첫 혈관통로 사건”은 동정맥루에서 86%, 인조혈관에서 51%, 그리고 중심정맥도관에서 56% ( $P < 0.001$ )로 보고하였다. 그러나, 혈관통로 사건에 대한 보고는 중간 정도의 편향을 가지고 있는 것으로 확인되었다. 게다가, 혈관통로가 첫 혈관통로인지, 추가로 조성된 혈관통로인지에 대

새로 혈액투석을 시작하는 환자에서의 동정맥루/인조혈관과 중심정맥도관의 사망률 비교

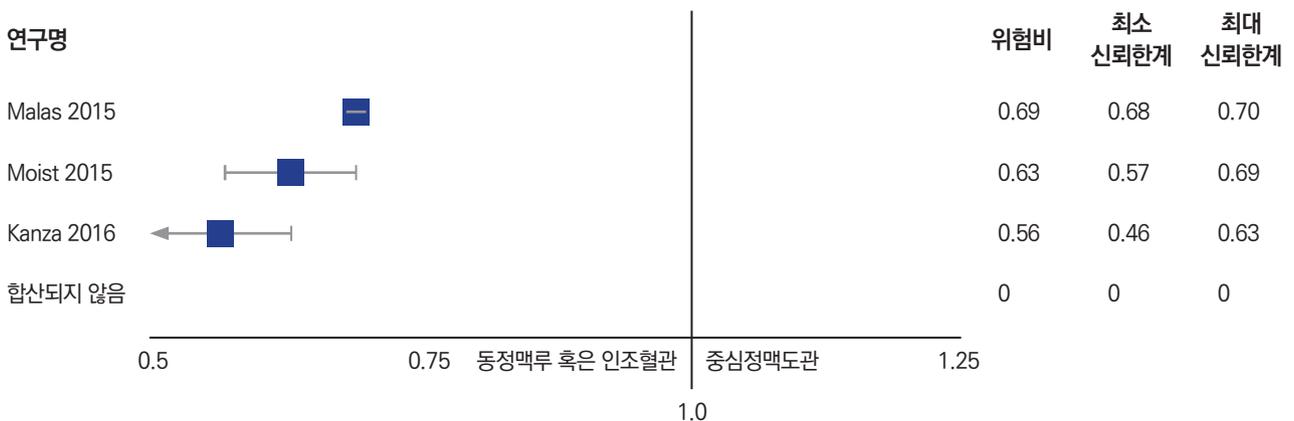


그림 2.1. 혈액투석을 시작하는 환자에서 동정맥루 혹은 인조혈관과 도관의 사용에 따른 사망률에 대한 위험비. 위험비가 도관 대 동정맥루/인조혈관으로 보고되었을 때, 표기의 일관성을 위해 비율을 반전시켰다. 자료는 합산되지 않았고, 표기만을 위해서 명시되었다. 위험비, hazard ratio; 최소신뢰한계, lower confidence limit; 최대신뢰한계, upper confidence limit.

한 자세한 설명은 없었고, 이후 진료 형태도 바뀌었다 (Portoles 등에 의한 연구<sup>60</sup>에서 유병 코호트는 1999년에서 2001년에 걸쳐 치료되었다). 따라서 작업그룹은 이러한 자료를 기반으로 KDOQI 권고사항을 작성하지 않기로 하였다. 최근 연구들은 선택 편향과 이로 인해 잠재적으로 발생하는 예후에 대한 영향에 대해 심각히 우려하였다.<sup>19,34,35,67-69</sup>

동정맥루와 인조혈관을 비교할 때, Portoles 등<sup>60</sup>은 혈관통로 사건(혈전, 인조혈관의 재건, 혈관통로 문제로 인한 입원률[보정하지 않은 상대위험도, 0.27; 95% 신뢰구간, 0.20-0.36]), Lacson 등<sup>50</sup>은 모든 원인에 대한 혈관통로 사건(위험비, 0.81; 95% 신뢰구간, 0.79-0.83)에 대해 인조혈관보다 동정맥루에서 발생이 적었다고 보고하였다. 다시 한번 언급하자면, 근거의 수준이 낮기 때문에, 작업그룹은 이 자료를 기반으로 KDOQI 권고사항을 작성하기로 하지 않았다.

관련 연구들, 근거수준 및 편향과 관련된 표는 **부록 3, 표 S1-S4와 S10**에 제시하였다.

근거분석 팀이 지적한 연구의 질 문제는 혈관통로의 유형, 혈관통로의 합병증 및 환자의 예후를 비교하는 연구에서, 선행 연구에서 보이는 상당한 편향에 대해 강조한 최근 연구에 의해 추가로 뒷받침된다.<sup>34-36,67-69</sup> 관찰연구의 자료에서 생성된 불확실성이 작업그룹에 제공되었고, 2006년 KDOQI 진료지침을 개편하면서, 아래와 같이 반영되었다.

1) 동정맥루 및 인조혈관 개통성의 차이는 불확실하며, 동정맥루의 개통성에 대한 초기 관찰연구에서 언급된 바와 같이, 이는 투석시작의 시점에 달려있다.<sup>70</sup> 후속 연구에서는 동정맥루와 인조혈관 개통성이 동등함을 보여주었다.<sup>30,71-73</sup>

2) 동정맥루와 인조혈관을 비교한 무작위 대조연구는 거의 없다. 사실 시행된 혈관상태가 좋지 않고, 많은

동반 질환을 가진 환자의 연구에서는 동정맥루보다 인조혈관이 이점이 있을 수 있다고 이야기를 한다.<sup>74,75</sup>

3) 동정맥루가 인조혈관에 비해 합병증이 적을 수 있다는 사실은 모든 동정맥루 및 인조혈관에서 일반화되지 않을 수 있으며, 합병증에 따라 달라질 수 있다. 동정맥루 조성이 증가함에 따라, 동정맥루 성숙의 실패율이 의미있게 높아지고, 사용할 수 없는 비율(20-60%)도 높아지는 것이 확인되었다.<sup>14,17,24,30,33,76,77</sup> 투석에 사용될 수 없다는 것은, 특히 투석혈관의 사용을 위해 중재술(즉, 혈관성형술, 풍선보조성숙(balloon-assisted maturation, BAM), 결찰 등)이 필요하거나, 투석이 필요한 경우 중심정맥도관의 삽입이 필요하기 때문에, 투석혈관 합병증으로 생각해야 한다. 중심정맥도관 삽입을 포함한, 의도되지 않는 중재술의 필요성은 합병증으로 고려해야 한다. 이러한 합병증은 인조혈관의 혈전증에서 잘 알려져 있고, 교정을 위한 중재술(혈관성형술, 혈전제거술, 혹은 외과적 교정 등)이 요구된다. 일반적으로 합병증은 동정맥루에서는 초기에 발생하고, 인조혈관에서는 나중에 발생하지만, 동정맥루 또는 인조혈관의 총 합병증 비율은 비교되지 않았다. 이에 대한 연구는 말기콩팥병 생애 계획에 따라 환자에게 제공되는 혈관통로의 필수 수명을 고려할 때 특히 중요하다. 아래의 사례를 참조한다.

## 특별 토의

혈관통로의 예후를 분석 할 때, “새로운(incident)/기존의(prevalent)”의 명칭을 명확히 하는 것이 중요하다. 일부 연구에서 “새로운(incident)/기존의(prevalent)”는 혈관통로의 상태(첫(first)/그 후속(subsequent))가 아닌 환자의 투석상태를 표현하였

다. 혈액투석을 시작한 환자(incident hemodialysis patients)에 사용된 혈관통로는 꼭 환자의 첫 혈관통로(first access)라는 것을 의미하지는 않는다. 예를 들어, 중심정맥도관으로 투석을 시작하는 환자는 이전에 실패한 동정맥루를 가지고 있었을 수 있다. 마찬가지로, 동정맥루를 사용하는 혈액투석을 시작한 환자도 이전에 실패한 동정맥루를 가졌을 수도 있다; 첫 혈관통로이나 혹은 그 이후의 혈관통로이나에 따라 그 혈관통로의 임상경과와 환자에 대한 영향은 다를 수 있다.

분명히, 환자의 투석상태(투석을 시작하거나 유지투석)와 혈관통로(첫 혹은 후속 통로)는 서로 관련이 있다. 그러나, 이것들이 결과변수에 대한 상대적 기여도는 불명확하여 임상적 상황에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, 결과변수에 대한 분석 시점에서, “첫” 혈관통로로써 성공적으로 기능을 하는 동정맥루를 가진 유지혈액투석 환자와 여러 번 실패한 동정맥루를 가진 유지혈액투석 환자의 결과는 서로 다를 것이다. 또한, “기존의(prevalent) (혹은 그 후속의(subsequent)) 중심정맥도관과 관련된 분석을 할 때, 이 두 가지의 경우 “기존의(prevalent)”라는 용어가 혼용되어, 즉 기존의 환자(prevalent patient)나 통로(prevalent access)로 사용되어 결과변수를 다르게 분석할 수 있다. 따라서 이런 정확한 정보가 제공되지 않은 채 분석되어 있다는 점을 고려해서 연관성 결과들을 해석해야 하겠다.

더 복잡한 문제는, 중요한 혈관통로에 대한 예후(예, 개통성)의 정의가 일관성이 없어서, 혈관통로의 유형 사이의 비교 연구와 여러 연구들간의 비교 연구는 불가능하지 않지만 시행되기는 어렵다.<sup>1,78</sup> 예를 들어, 투석을 시작한 환자의 혈관통로에 대해 논의한 바와 같이, 이전 동정맥루와 인조혈관의 개통성 비교 연구에

서는, 사용되지 않고 포기하거나 일차 실패한 동정맥루는 제외하고 성공적으로 사용된 동정맥루만 평가되었다.<sup>29,33</sup> 이러한 전제를 기반으로 동정맥루가 우월하다는 결론의 영향으로 투석에 사용할 수 없는 동정맥루가 많이 조성되었다.<sup>30,33,76</sup> 투석에 사용할 수 없는 모든 혈관통로는 혈관통로로 인한 합병증으로 간주되어야 한다. 따라서, 분석에서 이러한 편향은 동정맥루 개통성에 대한 우월성과 합병증 비율의 결과에 영향을 준다.

유지투석 환자에서 혈관통로의 선택에 관한 현재의 KDOQI 진료지침은 정의의 불일치 및 기존 문헌의 분석 및 해석에 있는 편향이 반영되었다. 장래의 연구는 첫 혹은 이후의 혈관통로가 필요한 환자에서 혈관통로에 대한 권장 사항을 만들기 위해 필요한 자료를 제공하는 방향으로 진행되어야 한다. 향후 연구 권장 사항에 대한 섹션을 참조한다.

## 적용 시 고려사항

그림 2.2를 참조하십시오.

혈관통로 조성과 계획의 일차 목표는 처방된 투석을 제공하고, 중재술과 합병증의 발생을 최소화하는 기능적인 혈관통로를 조성하는 것임을 강조한다.<sup>15,79</sup>

“KDOQI 혈관 접근 진료지침 목적과 목표대상” 섹션을 참조한다. 사용하기 전에 중재시술이 필요한 혈관통로의 예후는 중재시술이 필요하지 않은 혈관통로(자발성숙 투석혈관(unassisted matured AV accesses))와는 다른 경과를 가질 수 있다. 이에 대해 추가적인 비교 연구가 필요하며, 그때까지는 이를 고려하지 않고 진행된 선행 연구에서 언급된 동정맥루 및 인조혈관의 예후를 일반화하는 데 주의를 기울여야 한다.<sup>1</sup>

증례	설명	말기콩팥병 생애 계획의 선택	투석통로	비고
<p>14세 소녀</p> 	<p>선천적인 원인으로 인한 신손상, 만성콩팥병(사구체여과율 22 mL/min), 신장 기증자 있음. 활동적, 선생님이 되고 싶어함. 오른손잡이</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 생체 신이식</li> <li>2. 복막투석</li> <li>3. 재택 야간혈액투석</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 신장이식</li> <li>2. 복막투석 도관</li> <li>3. 요골동맥-요측피정맥 동정맥루(좌측)</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 긴 여명이 기대, 면밀히 추적관찰</li> <li>• 유연성이 필요함. 생애 계획 변동 가능</li> <li>• 생애 계획은 반드시 다양한 방법과 최적화된 투석통로를 고려해야 함.</li> </ul>
<p>20세 여성</p> 	<p>사구체신염, 복막투석이 실패하여 중심정맥도관으로 혈액투석 중임, 가능한 신장기증자 있음. 낮동안 일을 함. 오른손이 주로 사용하는 손</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 재택 야간혈액투석</li> <li>2. 신장이식</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 요골동맥-요측피정맥 동정맥루(좌측)</li> <li>2. 상완동맥-요측피정맥 동정맥루 (좌측)</li> </ol>	<p>추후 신이식을 받을 예정 - 매년 생애 계획과 투석통로에 대해 재평가</p>
<p>48세 남성</p> 	<p>당뇨병, 고혈압, 심방세동, 비만, 의료적 처치에 비협조적이며, 응급 혈액투석이 필요한 상태. 실외 유지보수 직업, 왼손잡이</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 병원내 혈액투석</li> <li>2. 이식대기등록</li> <li>3. 추후 가능하면 복막투석</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 조기 천자가 가능한 전완 루프 인조혈관(우측)</li> <li>2. 상완동맥-요측피정맥 동정맥루</li> <li>3. 복막투석 도관</li> </ol>	<p>병원내 혈액투석이 가장 적절함; 자가 관리가 안되는 환자는 재택 복막투석 혹은 재택 혈액투석이 어려움 - 시간이 경과하면서 변화가 있다면 재평가가 필요함</p>
<p>64세 남성</p> 	<p>고혈압, 다낭성신증; 말기콩팥병으로 7년간 혈액투석; 오른손잡이; 여호와증인; 좌측 요골동맥-요측피정맥 동정맥루의 갑작스런 소실</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 병원내 혈액투석</li> <li>2. 가능하면 복막투석</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 중심정맥도관(좌측, 내경정맥)</li> <li>2. 상완동맥-요측피정맥 동정맥루(우측)</li> <li>3. 복막투석 도관</li> </ol>	<p>개인적인 이유로 이식은 선택이 아님. 향후 혈액투석 통로를 위한 부위를 보존; 집안사정으로 복막투석에 비호의적</p>
<p>77세 여성</p> 	<p>거동불편, 당뇨병, 관상동맥질환, 말초혈관질환, 중심정맥도관으로 응급혈액투석을 시작. 독거노인, 오른손잡이</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 병원내 혈액투석</li> <li>2. 가능하면 복막투석</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 상완동맥-요측피정맥 동정맥루(좌측)</li> <li>2. 상완의 인조혈관(좌측)</li> <li>3. 복막투석 도관</li> </ol>	<p>기대 여명이 제한되어 있음; 투석통로와 중심정맥도관의 의존을 낮추고 향후 투석통로를 위한 부위를 보존하는데 초점을 맞춤.</p>
<p>88세 남환</p> 	<p>연명치료 중인 환자, 거동 못함. 그러나 가족과 시간을 보내는 것을 즐김</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 병원내 혈액투석</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 중심정맥도관(우측, 내경정맥)</li> </ol>	<p>연명치료 중인 환자를 위해 중심정맥도관과 인조혈관 중 환자 선호도 고려</p>

그림 2.2. 말기콩팥병 생애 계획의 증례

## 특별인구집단: 소아

소아 혈액투석 환자를 위한 혈관통로의 선택은 여러 가지 요소를 고려해야 한다. 계획되지 않은 투석을 시작하고, 신대체요법으로 혈액투석을 원하는 환자의 경우, 연령, 신체 습관, 정맥의 구조 또는 동반 질환에 관계없이 중심정맥도관이 필요할 것이다. 중심정맥도관의 삽입은 동정맥루 또는 인조혈관에 적합하지 않은 작은 혈관을 가진 환자에게 필요할 수 있지만, 혈관 크기가 적절해질 때까지 연결 또는 중간 단계로 간주해야 한다. 이 상황에서는 체중이나 혈관직경에 따른 정해진 특정 크기가 없으므로, 혈관통로의 조성(동정맥루 또는 인조혈관) 시점은 환자의 상황과 일부 전문 지식을 기반으로 해야 한다. 중심정맥도관의 사용은 혈류 감염 위험의 증가, 입원률 증가, 잔여 신기능에 대해 신독성이 있을 수 있는 항생제 사용 및 향후 투석혈관의 조성을 어렵게 할 수 있는 중심혈관의 손상을 유발할 수 있다. 따라서 소아 투석 센터는 혈액투석, 이식 및 복막투석을 포함하는 말기콩팥병 생애 계획에 대해 환자에게 최상의 치료를 적용해야 한다. 동정맥루가 인조혈관보다 선호되지만, 이는 이용 가능한 혈관 구조, 다른 임상적 요인 및 투석혈관 수술에 대한 전문적 기술과 투석혈관의 기능유지를 위한 중재영상학적

인 전문 지식에 의해 영향을 받는다. 소아과 영역에서 중심정맥도관에 비해 동정맥루의 이득은 잘 기술되어 있다.<sup>79,80</sup> 그러나, 소아 혈액 투석 환자에서 인조혈관에 비해 동정맥루의 우수성을 입증하는 근거는 적다.<sup>81</sup>

가장 좋은 첫 번째 전략은 중심정맥도관을 최소화하고, 가능하면 중심정맥도관을 사용하지 않는 것이다. 또한, 복막투석이 가능하고, 이를 원하는 환자/가족의 경우(급히 필요하더라도), 중심정맥도관 삽입과 관련된 위험성 및 장기간의 이환율을 피하기 위해 몇 주 동안만 사용하더라도 복막투석 도관을 긴급하게 넣는 것이 좋다.<sup>83</sup>

## 앞으로의 연구

- 첫 투석혈관과 이후의 투석혈관에 대해 평가하는 연구
- 다양한 유형에 대한 무작위 대조연구 — 이는 불가능할지도 모르지만 중요한 도전임.
- 합병증(성숙 실패한 동정맥루, 중심정맥도관의 사용 등과 같은 합병증) 발생률을 예후로 간주한 연구
- 개통률과 합병증에 대한 일반적인 정의에 대한 검증

# 투석혈관의 위치

진료지침 권고내용에 대한 근거 기준을 이해하기 위하여 Box 1을 참조하십시오.

참고: 권고내용에 “KDOQI에서 권고사항을 만들 근거가 부족하였다”라고 기술되어 있는 것은, 근거분석팀(ERT)에 의해 수집된 근거의 수준이 매우 낮거나, 낮거나 혹은 부적절하여 작업그룹(Work Group)에서 어떠한 권고나 제안 혹은 기타의 근거 기반 지침을 만들 수 없었다는 것을 의미한다.

## 권고내용: 투석혈관의 위치

아래 내용은 말기콩팥병 생애 계획 및 관련 접근 알고리즘과 관련하여 고려한 사항이다.

참고: 중심정맥도관의 사용 및 위치에 대한 내용은 진료지침 2.2와 3.2를 참조하십시오. 진료지침 3에서는 동정맥루나 인조혈관에 대해 논의한다.

3.1 KDOQI는 환자의 말기콩팥병 생애 계획(그림 1.1-1.6 참조)을 신중하게 고려한 후 아래의 상황에 따라 투석혈관(동정맥루 혹은 인조혈관)의 위치를 선택하는 것이 합리적이라고 생각한다(전문

가 의견). 중심정맥도관의 위치는 진료지침 권고내용 3.2 참조.

A) 환자의 말기콩팥병 생애 계획이 장기간으로 예측되는 경우(예, 1년 이상 혈액투석):

- 전완 동정맥루(스너프박스 혹은 원위 요골동맥-요측피정맥 혹은 전위된 요골동맥-척측피정맥)
- 시술의의 재량에 따라 전완 루프 인조혈관 혹은 근위 전완 동정맥루(예, 근위 요골동맥-요측피정맥, 근위 요골동맥 혹은 관통정맥을 이용한 동정맥루) 혹은 상완동맥-요측피정맥
- 시술의의 재량에 따라 상완동맥-척측피정맥 동정맥루 혹은 상완 인조혈관

B) 환자의 말기콩팥병 생애 계획이 제한된 기간(예, 1년 이내)으로 예측되는 경우:

- 전완 루프 인조혈관 혹은 상완동맥-요측피정맥 동정맥루(자발성숙이 기대되는 경우)
- 상완 인조혈관

C) 투석혈관을 계획/수술을 위한 충분한 시간이 없이, 급하게 혈액투석을 시작하는 환자에서 제한된 기간(예, 1년 이내) 내 혈액투석이 필요한 환자:

- 일반 또는 조기 천자가 가능한 루프 인조혈관(전완 혹은 상완에 위치), 혹은 중심정맥도관

## (수술자의 재량과 환자의 요구에 따라)

참고: 상지에서 인조혈관의 조성 부위에 대한 선택은, 전완과 상지 인조혈관의 개통성 혹은 합병증 관련 예후(감염, 입원율, 사망률)의 차이를 나타내는 근거가 부족하기 때문에, 환자의 말기콩팥병 생애 계획을 고려하여, 기술자의 재량 및 최선의 임상적 판단을 고려하여 선택한다.

D) 투석혈관의 계획/수술을 위한 충분한 시간이 없이 급하게 혈액투석을 시작하는 환자에서 장기간 혈액투석이 필요한 환자(예, 1년 이상 혈액투석):

- 복막투석 도관; 장기간 복막투석을 안 할 경우에는 A) 알고리즘에 따라 시행 혹은
- 전완 조기 천자가 가능한 인조혈관; 인조혈관이 실패할 경우 A) 알고리즘에 따라 시행 혹은
- 조기 성숙 및 사용 가능한 동정맥루를 만들 수 있을 경우 중심정맥도관으로 투석 후 A) 알고리즘에 따라 시행

E) 장기간 혈액투석(예, 1년 이상 혈액투석)이 필요하나, 상지에서 이용가능한 투석혈관이 없는 경우, 환자의 개별적 상황 및 수술자의 임상적 판단과 경험에 따라 아래의 투석혈관을 고려한다.

- 하지 동정맥루 혹은 인조혈관 혹은 HeRO 인조혈관

투석혈관 부위의 선택에 대한 단계적 접근이 제안되었지만(그림 1.1-1.6), 개인의 말기콩팥병 생애 계획 및 상황을 고려하고 사용 가능한 적합한 혈관이 있는 경우, 아래의 주요 원칙을 따른 접근 방식으로 수정하는 것이 좋다.

- 원위부에서 근위부로 접근한다.

- 향후 혈관통로의 선택을 위해 항상 혈관의 무결성을 유지한다.
- 조건이 동등한 경우에만 주로 쓰는 팔(혹은 다리)보다 주로 쓰지 않는 팔(혹은 다리)이 우선된다.

## 권고내용: 중심정맥도관의 위치

3.2 KDOQI는 다음과 같이 환자의 말기콩팥병 생애 계획을 신중하게 고려한 후 중심정맥도관의 위치를 선택하는 것이 합리적이라고 생각한다.

- 고려사항이 같을 경우, 우선 하지보다 상지를 선택한다.
- 중심정맥도관의 사용 근거(진료지침 권고내용 2.2 참조)에 따라 사용하고, 향후 투석혈관의 사용(이식을 고려할 경우 장골혈관을 보존)을 예상하여 사용 기간을 제한한다(예, 3개월 이내).
- 가까운 미래에 사용 가능한 투석혈관이 준비될 경우, 예상되는 투석혈관의 위치의 반대편에 터널식 커프식 중심정맥도관의 사용을 고려한다.
- 가까운 미래에 이식을 고려할 경우(즉, 장골혈관의 보존을 위해) — 우측 내경정맥의 터널식 커프식 도관의 사용을 고려한다.

참고: 자세한 내용은 중심정맥도관 위치를 참조한다.

- 일부 전문가들은 제한된 사용 기간(예, 1개월 이내) 및 이식을 고려하지 않는 상황에서, 긴급한 투석이 필요한 경우에는, 투석혈관 혹은 복막투석 도관이 빨리 만들어지고 사용될 때까지, 터널식 커프식 대퇴정맥 중심정맥도관을 사용할 수

있다(절대적 금기증이 아닌 경우). 대퇴정맥의 사용은 향후 투석혈관을 위한 상완의 혈관을 보존할 수 있다.

참고: 대퇴 정맥 중심정맥도관에 대한 금기 사항에는 대퇴골 또는 장골혈관의 병적인 상태 또는 이전에 수술/재건술을 한 경우; 위생적인 이유(예, 해결되지 않는 만성 설사); 병적인 비만(BMI>35 kg/m<sup>2</sup>) 또는 기타 정맥접근이 어려운 경우가 포함된다.

• 중심정맥도관 사용에 대한 타당한 이유가 있고 (진료지침 권고내용 2.2 참조), 투석혈관의 사용이 불가능하면서, 장기간(예, 3개월 초과) 중심정맥도관의 사용이 예상되는 경우, 중심정맥도관 다음과 같은 순서로 삽입할 수 있다.

- 내경정맥
- 외경정맥
- 대퇴정맥
- 쇄골하정맥
- 요추정맥

참고: 이전에 혈관이상(예, 중심정맥협착) 또는 중재시술(예, 심박동기 삽입)의 병력이 없는 경우, 중심정맥의 주행을 고려할 때 오른쪽(직선)이 왼쪽보다 선호된다. 그러나 한쪽이 중심정맥도관 삽입은 가능하지만, 투석혈관의 구성에 제한이 있는 병적인 상태라면, 반대편에 투석혈관 구성을 위해, 병적인 쪽에 중심정맥도관이 삽입되어야 한다.

## 근거 및 배경

만성콩팥병/말기콩팥병 환자는 다양한 말기콩팥병

생애 계획과 함께 최적의 투석방법을 통해 더 오래 생존할 수 있게 되었다.<sup>83</sup> 따라서, 높은 비율의 동정맥루 성숙 실패, 인조혈관의 재발성 혈전증과 중심정맥도관 연관감염 및 중심정맥 협착 때문에, 말기콩팥병 환자의 치료에서 혈관통로에 대한 계획 및 혈관통로의 위치 보전은 최우선 과제가 되었다.

혈액투석을 위한 혈관통로 계획은 환자의 현재 및 미래의 필요성을 염두에 두고, 혈관통로의 유형과 위치를 모두 고려해야 한다. 혈관통로(유형 및 위치)의 선택은 환자가 목표한 투석을 달성할 수 있도록 합병증 및 중재시술을 최소화하면서, 투석에 안정적으로 사용할 수 있는 기능적인 혈관통로를 제공할 수 있어야 한다. 혈관통로에 대해 “예비 계획”이라 함은 혈관통로에 문제가 발생시 이를 교정하는 계획을 말한다. 혈관통로에 대해 “연계 계획”이라 함은 현재 혈관통로가 실패할 경우, 향후 투석통로의 선택에 대한 신중한 계획 및 혈관 보존을 이야기하며, 이는 환자의 말기콩팥병 생애 계획을 고려하고 계획한다.

혈액투석이 장기간 필요할 것으로 예상되는 환자의 경우, 상완의 혈관통로보다 먼저 전완 표재 정맥(적절한 혈관으로 간주될 경우)을 이용한 동정맥루 조성 혹은 전완 인조혈관을 고려(전완 동정맥루에 적당하지 않을 경우)하는, 즉 원위부에서 근위부로 접근하는 방식은 향후 필요한 혈관통로를 위한 혈관을 보존할 수 있는 최선의 방법이다(표 3.1 참조). 이 방식은 장기적 말기콩팥병 생애 계획에서 순차적인 혈관통로 계획을 보장한다. 그러나 최근에 “동정맥루 우선(Fistula First)” 방법의 혈관 접근에 대한 의도하지 않은 결과로 인해 미국에서는 상완의 투석혈관의 비중이 증가하고 있다.<sup>84</sup> 아마도 이는 “동정맥루 목표(fistula target)”에 도달하기 위한 것으로 생각되지만 환자의 향후 혈관통로의 선택에 부정적인 영향을 미칠 수 있

표 3.1. 원위부에서 근위부로의 혈관 위치

혈관 위치/천자 부위	동정맥루	인조혈관
전완/전완	스너프박스 혹은 원위부 요골동맥-요측피정맥	전완 루프형
전완/상완	근위부 요골동맥-요측피정맥 정중전완 관통정맥 조합	
상완/상완	상완동맥-요측피정맥	상완 직선형
	상완동맥-척측피정맥	상완 루프형
	다른 상완동맥 혹은 척측피정맥 조합	

다. 예를 들어, 오랫동안 말기콩팥병으로 살아갈 것으로 예상되는 젊은 환자에서 양측 상완의 자가 동정맥루-특히 척측피정맥 전위-를 만드는 결정은 향후 혈관통로에 대한 두번째 선택에 대해 불리할 수 있다. 이렇게 하게 되면 향후 혈관통로의 조성가능성을 크게 제한하게 되고, 혈액투석을 하며 살아가는 동안 혈관통로에 대한 차선택만 남게 된다. 또한, 투석혈관이 실패하거나, 응급혈액투석이 필요하여 중심정맥도관의 삽입이 요구되는 상황은 추후 혈관통로의 선택에 부정적인 영향을 줄 수 있다. 이러한 상황에서 중심정맥도관 삽입의 부위는 신중하게 고려되어야 한다. 따라서 KDOQI 작업그룹은 개별화되고 최적의 혈관통로를 선택한다는 관점에서 환자의 말기콩팥병 생애 계획을 고려한 혈관통로 부위의 선택을 제안했다.

이 KDOQI의 진료지침의 대부분은 이전 KDOQI 진료지침(2.1)에서 권고했던 상완동맥-척측피정맥 전위 동정맥루 혹은 인조혈관을 고려하기 전에 먼저 원위부의 요골동맥-요측피정맥 동정맥루를 먼저 고려하고, 이후 상완동맥-요측피정맥 동정맥루에 대한 평가를 한다는 내용과 나란히 한다. 이전 진료지침에서는 인조혈관을 동정맥루로 넘어가기 위한 중단단계로 간주하였다. 현재 진료지침은 선택된 각각의 혈관통로의 유

형 및 부위에 대해 혈관통로에 대한 준비 시간, 예상되는 투석의 기간, 현재 및 향후 투석방법(예, 이식), 동정맥루 성공 가능성 및 “예비 및 연계 계획” 같은 여러 변수들을 고려하도록 한다.

## 세부 설명

1개의 무작위대조연구<sup>85</sup>와 8개의 관찰 연구<sup>86-94</sup>에서 서로 다른 혈관통로의 위치에 대해 평가가 이루어졌다. 전완 동정맥루가 실패하였거나, 불가능한 환자에서 상완동맥-척측피정맥 동정맥루와 상완동맥-요측피정맥 동정맥루에 대해 비교한 무작위 대조연구에서 1년째(상대위험도, 0.98; 95% 신뢰구간, 0.84-1.34)와 3년째(상대위험도, 0.90; 95% 신뢰구간, 0.73-1.11)의 일차 개통률은 유의한 차이가 없었다(부록 3, 표 S11).<sup>85,86</sup> Koksoy 등의 연구에서 1년째(상대위험도, 1.02; 95% 신뢰구간, 0.88-1.19) 또는 3년째(상대위험도, 1.02; 95% 신뢰구간, 0.80-1.32; P=0.8) 확인된 이차 개통률도 유의한 차이가 없었다(부록 3, 표 S11).<sup>85</sup> 이 결과를 볼 때, 작업그룹은 최적의 동정맥루 조성은 향후 혈관통로를 위한 부위를 보존하고, 천자 및 투석

에 대한 환자의 편의성과 편안함을 극대화하는 것이라고 생각한다.

한 관찰 연구에서는 이전에 삽입된 중심정맥도관과 같은 쪽에 위치한 동정맥루와 반대측에 위치한 동정맥루를 비교했다.<sup>93</sup> 이차 개통성은 같은 쪽에 위치한 동정맥루에서 의미 있게 낮았고(부록 3, 표 S12), 이를 기반으로 중심정맥도관이 필요할 경우, 계획된 혈관통로의 반대쪽에 중심정맥도관을 삽입할 것을 제안했다. 동정맥루의 다양한 위치를 비교한 7개의 관찰 연구가 있었다. 이 중 세개의 연구<sup>86,87,91</sup>에서 편향의 위험이 높아서(부록 3, 표 S13),<sup>86,87,91</sup> 이 진료지침의 분석에 사용되지 않았다. 사용된 연구는 부록 3, 표 S14에 명시하였다.<sup>85,88,89,92-94</sup> 질이 낮고 일관성이 없는 연구들은 혈관통로의 단계적 접근을 권고하기 위한 임상 상황에 포함되지 않았으며, 이는 혈관통로의 유형 및 위치는 기능적 사용, 향후 혈관통로의 보존, 및 말기콩팥병 생애 계획에 따라 고려되어야 한다는 점을 시사한다.

## 인조혈관의 위치

인조혈관이 가장 적합한 유형의 혈관통로일 경우, 선호되는 위치에 대한 근거는 충분하지는 않다. Dixon 등은 인조혈관의 개통성과 관련하여 디피리다몰과 아스피린 병합요법의 효과를 평가한 무작위 대조연구<sup>96</sup>의 그룹내 분석을 시행하였고(508명) (부록 3, 표 S15), 상완의 인조혈관과 전완의 인조혈관을 비교시 1년 추적관찰기간 동안 일차 개통성 및 누적 개통성은 두 군간에 차이가 없었다(부록 3, 표 S16a). 일차 개통성은 전완 인조혈관 군에서 70%였고, 상완 인조혈관군에서 78%였다. 누적 인조혈관 실패율은 전완 인조혈관에서 33% 그리고 상완 인조혈관에서 36%였다(보정된 위험비, 1.36; 95% 신뢰구간, 0.94-1.97). 이 연구 외

에 근거분석 팀의 포함 기준에 부합하는 다른 연구는 없었다.

## 중심정맥도관의 위치

전술한 바와 같이, 이전에 중심정맥도관이 삽입된 쪽에 위치한 동정맥루는 나쁜 예후를 보였다.<sup>94</sup> 그러나 왼쪽과 비교하여 오른쪽 내경정맥 내로 중심정맥도관의 삽입은 합병증의 위험이 낮았고, 따라서 중심정맥도관의 위치는 환자의 말기콩팥병 생애 계획과 현재 및 향후 혈관통로의 요구 정도를 고려해야 한다. 오른쪽과 왼쪽의 도관위치를 비교한 1개의 관찰 연구<sup>98</sup>(409명의 환자와 532개의 도관)가 있었다. 이 연구에서는 제거가 필요한 도관연관감염은 오른쪽에 비해 왼쪽에서 유의하게 높았다고 보고하였다(100 도관-일 당 0.33 대 0.24; P=0.012) (부록 3, 표 S16b). 도관 교환이 필요한 혈류 감소(즉, 도관 기능 장애)도 왼쪽으로 접근한 경우에서 유의미하게 더 높았다(100일 도관-일 당 0.13 대 0.08; P=0.08) (부록 3, 표 S16b). 하지만, 이러한 결과는 중심정맥도관의 끝의 위치에 따라 다른 결과를 보였다. 중심정맥도관의 끝이 상대정맥 혹은 대정맥-우심방경계부위(pericavoatrial junction)에 위치할 경우, 전술한 바와 같이 오른쪽 접근법에 비해 왼쪽 접근법에서 중심정맥도관의 기능 장애 및 감염이 더 높았지만, 중심정맥도관의 끝이 우심방의 중앙 혹은 깊숙이 위치한 경우, 도관 기능 장애 및 감염률은 비슷하였다. 이러한 소견은 중심정맥도관의 적절한 위치와 영상학적 검사의 필요성을 강조한다(진료지침 9).

연구, 근거의 질, 편향에 대한 표는 부록 3, 표 S16b와 c에 있다.

## 특별 토의

### 외과의사 및 그 밖의 시술의: 혈관 선택에 대한 의료현장에서의 고려

적합한 경우, 심부정맥보다 표재정맥의 사용을 고려한다. 팔다리의 정맥 배출은 표재정맥(정맥 표면에서 깊은 근막까지)에서 심부정맥 시스템(심부 정맥에서 깊은 근막까지)으로 이루어진다는 것을 상기한다. 심부 정맥은 심장에 접근함에 따라 단일 정맥으로 모이는 경향이 있다.<sup>99</sup> 심부정맥의 폐쇄 또는 협착은 더 먼 원위부의 혈관통로의 이용을 불가능하게 한다. 따라서, 잠재적인 혈관통로 부위의 평가시 혈액의 유출을 고려하여 먼저 표재정맥을 사용하는 것을 고려한다. 전완과 상완의 요측피정맥과 전완의 척측피정맥이 표재정맥으로 고려된다.<sup>100</sup> 작업그룹은 사용가능한 표재정맥이 없는 경우 향후 동정맥루에 대한 가교로서 전완의 루프 인조혈관을 고려하는 것이 합리적이라고 판단한다.

동정맥루의 위치 선택은 유출 정맥의 성숙과 향후 천자의 용이성을 고려하는 것이 중요하다. 적절한 천자부위는 1) 최소 1인치(2.54 cm) 또는 2개의 손가락 너비정도로 천자바늘이 분리가 되고, 2) 동맥류 발생을 피하기 위해 위치를 바꾸어가며 천자할 수 있을 정도로 길어야 한다. 또한 환자가 쉽고 편안하게 접근할 수 있어야 한다. 팔의 밑면에 천자부위가 있으면 불편하거나 매우 아플 수 있다. 천자하는 혈관이 너무 깊을 경우 초음파 유도가 없이 천자를 하는 것에 어려움을 겪을 수 있으며, 초음파를 이용한 천자는 쉽지 않고 환자 및 간호사/시술의 불만을 야기할 수 있다. 심부에 존재하는 동정맥루의 표재화는 가능하지만, 이는 2차 시술이 필요하여 투석을 위한 동정맥루의 사용이 지연된

다는 점에 유의해야 한다. [진료지침 8](#)의 해설도 참조한다.

### 내경 정맥 및 대퇴 정맥에서 도관 삽입에 대한 특별 고려 사항

시술의와 임상적은 내경정맥에 도관 삽입이 필요한 경우, 상대정맥의 좌측에 혈관 기형이 있을 가능성을 숙지하고 있어야 한다.

일부 환자와 몇몇 상황에서는 터널식 컵식 대퇴정맥 도관의 삽입이 합리적일 수 있다. 예를 들어, 이식 대기자는 아니지만, 빠른 투석통로의 조성/삽입(즉, 1개월 이내)이 가능한 환자가 당장 투석이 필요할 때에는 터널식 컵식 대퇴 중심정맥도관의 삽입은 몇 가지 유용성을 제공할 수 있다. 첫째, 투석혈관의 조성 가능할 수 있게 중심정맥을 보존한다(중심정맥이 다른 시술에 의해 손상되거나 협착되지 않을 때를 가정). 둘째, 대퇴정맥을 통한 중심정맥도관의 사용은 이 도관이 단지 임시방편이라는 것을 환자와 의료진에게 상기시킨다. 이러한 대퇴정맥을 통한 도관 삽입 전략은 조기에 복막투석 도관 삽입 혹은 투석혈관의 삽입(즉, 성숙의 성공 가능성이 높은 환자에서 조기 천자 인조혈관 혹은 동정맥루)이 이루어질 수 있는 의료기관에서만 효과적이다. 이의 경우, 환자의 편안함과 존엄성을 보장하기 위해 적절하게 출구를 위치시켜야 하는 등의 문제도 고려해야 한다([그림 3.1](#)). 물론 무작위 대조 연구, 메타분석과 체계적 문헌고찰에서는 터널식 대퇴정맥내 중심정맥도관 삽입은 도관내 혈전증과 감염과 관련해서 동등하거나 우수한 결과를 보여주었지만, 다른 중심정맥도관의 사용과 마찬가지로 대퇴 정맥내 중심정맥도관의 사용도 주의해야 한다([진료지침 20-25](#)).<sup>101-103</sup>

## 적용 시 고려사항

혈관통로의 조성 및 계획의 주요 목표는 중재시술 및 합병증을 최소화하면서, 신뢰할 수 있고 처방된 투석을 제공할 수 있는 기능적 혈관통로를 만드는 것이다.<sup>15,79</sup>

혈관통로에 대한 계획은 혈관통로가 문제가 될 때 치료를 위한 예비 계획과 결국 혈관통로가 실패할 때 향후 투석통로의 선택에 대한 연계 계획을 고려해야 한다. 이는 이식에 실패한 만성콩팥병 환자, 혈액투석으로의 전환이 필요한 복막투석 환자, 소아 만성콩팥병 환자, 기타 확인된 만성콩팥병 환자 또는 당장 투석이 필요한 환자를 포함하여, 투석통로가 필요한 모든

환자에 적용된다. 사구체여과율이 낮은 소아 만성콩팥병 환자에 대한 능동적인 접근시 혈액투석 시작을 위한 중심정맥도관의 삽입은 피하는 것이 필수적이다. 이는 혈액투석을 시작하는 날에 투석혈관을 사용가능하기에는 적절한 성숙시간이 필요하다는 의미이며, 일반적으로 동정맥루의 경우 몇 개월의 성숙 시간과 인조혈관의 경우 몇 주의 성숙시간이 필요하다. 중심정맥도관의 사용이 없이 계획하에 혈액투석을 시행하는 것은 말기콩팥병 생애 계획을 준수함으로써 달성할 수 있다. 의료진은 말기콩팥병 생애 계획, 혈관통로의 조성, 예비, 연계 계획에 대해 환자와 논의함으로써 신대체요법 및 투석통로의 관리에 연속성을 제공해야 한다.



그림 3.1. 대퇴정맥을 통한 중심정맥도관의 위치

## 앞으로의 연구

- 2 mm를 초과하는 중간 크기의 말초 동맥(요골 및 척골동맥)은 적절한 투석을 위한 동정맥루를 만들 수 있다.<sup>104</sup> 향후 연구는 투석혈관의 조성에 사용되는 혈관 크기의 영향에 대해 정보를 줄 수 있다. 예를 들어, 큰 혈관에서 어떤 특성이 고유량과 관련된 문제 발생의 위험성을 더 크게 하는지, 작은 혈관의 경우, 적절한 동정맥루 성숙 및 사용에 어떤 것이 필요한지 알아낼 수 있다.
- 혈관통로의 유형 및 위치에 대한 잠재적인 옵션의 중요성; 예상되는 혈액투석의 기간 및 동정맥루 성숙의 확률에 대한 보다 정확한 환자별 추정, 혈관통로의 유형과 위치 선택에 따른 결과에 대한 연구
- 기존의 외과적 투석혈관의 조성 및 유지와 비교하여 중재시술조성-동정맥루(endoAVF) 조성이 임상적으로 내구성이 있고, 비용효과적인지에 대한 전향적 연구

# 투석혈관의 유형과 재료

진료지침 권고내용에 대한 근거 기준을 이해하기 위하여 Box 1을 참조하십시오.

참고: 권고내용에 “KDOQI에서 권고사항을 만들 근거가 부족하였다”라고 기술되어 있는 것은, 근거분석팀(ERT)에 의해 수집된 근거의 수준이 매우 낮거나, 낮거나 혹은 부적절하여 작업그룹(Work Group)에서 어떠한 권고나 제안 혹은 기타의 근거 기반 지침을 만들 수 없었다는 것을 의미한다.

## 권고내용: 새로운 투석혈관의 유형과 재료

4.1 인조혈관의 재료나 혈관의 변형은 개통성 혹은 합병증과 연관된 예후 향상과 관련이 있다는 근거가 없기 때문에, KDOQI는 인조혈관을 위한 재료의 선택은 신장내과 의사 혹은 시술의 재량과 임상적 판단에 근거해야 한다고 제안한다. (조건부 권고, 낮은 수준의 근거)

4.2 KDOQI는 말기콩팥병 생애 계획을 고려하여 중심정맥도관의 사용을 줄이기 위해 적절한 환자에서 조기 천자가 가능한 인조혈관을 사용하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

## 근거 및 배경

효과적인 혈액투석은 혈액을 빼내고, 다시 반환할 수 있는 적절한 혈관통로를 필요로 한다. 이상적인 혈액투석 접근로는 처방된 투석을 유지하기 위해 적절한 유량을 제공해야 하고, 접근 및 천자하기 쉽고, 환자가 수용할 수 있어야 하고, 우수한 장기 개통성 및 최소한의 합병증을 유지해야 한다. 성숙되고, 기능을 하는 동정맥루가 가장 이상적인 투석혈관이기는 하나, 모든 환자가 동정맥루에 적합한 정맥을 가지고 있지는 않고, 모든 정맥이 천자를 할 수 있을 정도로 충분히 성숙되지는 않는다. 또한, 환자 중심의 치료의 관점에서, 동정맥루는 개별 상황을 고려할 때, 항상 적절한 투석혈관이 아닐 수도 있다. 투석혈관은 인공적이고, 생물학적 및 자가 물질(autogenous materials) 등으로 만든 인조혈관(arteriovenous graft-인조혈관)을 이용하여 만들어질 수 있다. 광범위한 폴리테트라플루오로에틸렌(PTFE)은 최초로 사용된 이후 가장 일반적으로 사용되는 인조혈관 재료이며, 수많은 무작위 연구에서, 비교되거나 “표준”으로 사용되었다. 개통성 또는 합병증 측면에서 PTFE보다 우수한 것으로 입증된 것은 없지만, 다양한 인조혈관의 재료가 상업적으로 이용 가능하다. 비슷하게 벽 두께, 표면의 변형, 직경의 변화 및 외부 지지체의 변화를 포함하여 다양한 인조혈관의 변형이 인조혈관의 성능을 향상시키기 위해 이루

어졌다. 하지만 일반적인 6 mm PTFE 인조혈관보다 우수하다고 입증된 것은 없다. 비록 최근에 일부 제한된 근거에 따르면, 비자가 복재정맥(nonautogenous saphenous vein)과 소의 경동맥을 이용한 생물학적 인조혈관이 감염의 합병증을 줄이고 개통성을 향상시킨다는 보고가 있으나, 생물학적 자가 인조혈관의 사용은 PTFE의 도입과 함께 대부분 사라졌다. 현재 KDOQI 권고 사항은 이전 2006 NKF-KDOQI 혈관통로 진료지침과 동일하다.

## 세부 설명

PTFE는 40년 전에 소개된 이래 인조혈관에 가장 널리 사용되는 인공 재료이다.<sup>105</sup> 여러 인조혈관 재료 및 구성을 평가하는 다양한 무작위 대조연구 및 관찰 연구(부록 3, 표 S17)가 있었다. 예를 들어, tetrafluoroethylene (Dacron, Dupont)<sup>106,107</sup> 혹은 polyurethane<sup>108,109</sup>와 PTFE의 비교가 있었지만, 개통성 또는 합병증 발생률에서 우수한 것으로 입증된 것은 없다. 비슷하게, PTFE의 상품도 예후의 측면에서 차이를 보이지는 않았다.<sup>110,111</sup>

개통성과 합병증을 줄이기 위해 인조혈관에서 많은 변형이 있었지만, 여러 무작위 대조연구에서 6 mm PTFE 인조혈관보다 우수한 것으로 입증된 것은 없다. 이러한 변형에는 인조혈관 재료의 두께(예, 얇은 벽 PTFE),<sup>112</sup> 인조혈관 재료의 탄성(예, 신축 PTFE),<sup>113</sup> 외부 보강제(예, 외부 링 제거), 테이퍼형(tapered) 인조혈관(예, 4-7 mm, 6-8 mm PTFE),<sup>114,115</sup> 인조혈관의 정맥 말단에 커프 추가,<sup>116,117</sup> 인조혈관 표면의 헤파린 사용<sup>118</sup> 및 외부 표면 수정<sup>119</sup> 등이 있다. Polo 등은 6-8 mm 테이퍼형 PTFE를 이용한 상완의 인조혈관

에서 6 mm 인조혈관보다 스틸이 발생하지 않으면서 일차 개통성, 보조 개통성이 더 우수하다고 보고하였다. Dammer 등<sup>114</sup>은 4-7 mm 테이퍼형 인조혈관과 6 mm PTFE 인조혈관 사이의 스틸 증상 발생률 또는 발생률 차이는 없었다고 보고하였다. 4-7 mm 테이퍼형 인조혈관은 이론적으로 작은 직경과 적은 유속으로 인해 스틸 증후군의 발생을 감소시킬 수 있다; 하지만 테이퍼형 인조혈관의 혈류량은 실제로 일반 인조혈관보다 더 컸다.

Sorom 등에 의해 정맥 유출 커프의 이득에 대해 연구된 무작위 대조연구에서는 개통성을 향상시키고, 혈류량을 증가시켰다고 보고하였다.<sup>117</sup> 물론 커프식 인조혈관은 정맥유출 협착증을 일으키지 않았다. Ko 등에 의해 시행된 최근의 연구 자료<sup>116</sup>에서는 커프식과 비 커프식에서 1-2년째 일차 개통성에서 큰 차이가 없다고 보고하였다(1년째 63% 대 50%; 상대위험도, 1.23; 95% 신뢰구간, 0.71-2.13; 2년째 45% 대 32%; 상대위험도, 1.56; 95% 신뢰구간, 0.39-6.19) (부록 3, 표 S18).

헤파린에 의한 인조혈관의 표면 처리는 혈전증 및 개통성 측면에서 이론적 장점을 제공하지만, 이와 관련된 연구<sup>118</sup>에서는 통계적으로 유의한 차이를 나타내지 못했다. 특히 개통성(1년째 1차 개통성 헤파린 처리 인조혈관[14%] 대 표준 인조혈관[12%] [상대위험도, 1.10; 95% 신뢰구간, 0.50-2.44]; 2년째 이차 개통성 헤파린 처리 인조혈관[83%] 대 표준 인조혈관[73%] [상대위험도, 1.14; 95% 신뢰구간, 0.96-1.34])과 합병증의 발생은 두 군간에 비슷하였다. 인조혈관 천자 시점의 관점에서, Aitken 등<sup>120</sup>은 조기천자가 가능한 PTFE 인조혈관(즉, 중간 층이 변형된 인조혈관)은 터널식 중심정맥도관과 비교할 때 균혈증 및 사망률의 감소와 관련이 있다고 보고했다. Al Shakarchi 등은

비록 검토된 연구의 수가 제한적이었지만, 새로운 세대의 조기천자가 가능한 인조혈관은 손상없이 안전하게 천자될 수 있으며, 일반적인 PTFE와 비슷한 개통성 및 합병증의 발생 정도를 보인다고 보고하였다.<sup>121</sup>

HeRO 인조혈관은 PTFE 인조혈관과 도관으로 구성된 하이브리드 혈관통로이다. HeRO 인조혈관을 표준 PTFE 인조혈관과 비교한 최근의 무작위 대조연구에서는 개통성(일차 개통성, 35% HeRO 대 28% 표준 인조혈관; 상대위험도, 1.25; 95% 신뢰구간, 0.54-2.89 그리고 이차 개통성 66% HeRO 대 56% 표준 인조혈관, 1년째; 상대위험도, 1.19; 95% 신뢰구간, 0.75-1.89)과 사망률(HeRO [2%] 대 표준 인조혈관 [0%]; 상대위험도, 1.19; 95% 신뢰구간, 0.44-3.23; 위험도차이, 0.02; 95% 신뢰구간, -0.02 to 0.06), 합병증 발생에서 통계적으로 유의한 차이를 보이지 않았다.<sup>122</sup> 이 연구는 중심정맥 폐색 혹은 협착이 없는 환자들에서 HeRO 인조혈관의 안전성과 효능을 비교하기 위해 디자인되었지만, HeRO 인조혈관은 중심정맥 폐색 혹은 협착이 있는 환자에서 우수하게 적용될 수 있을 것이다.

자가 및 비자가 생물학적 인조혈관의 역할이 진화했지만, PTFE의 도입으로 그들의 사용은 크게 감소되었다(위 참조). 최근 두 개의 연구에서 생물학적 인조혈관은 규모가 상대적으로 작지만(60명 미만의 환자) 일부 이점을 제공할 수 있다고 제안했다. Kennealey 등<sup>123</sup>은 소의 경동맥을 이용한 인조혈관이 예후를 향상시킬 수 있다고 보고하였다. 특히, 일차 개통성(소 경동맥 인조혈관[61%] 대 PTFE 인조혈관[10%] 1년째; RD, 51%; 95% 신뢰구간, 39-61; P=0.006 Kaplan-Meier 분석; 하지만, 각 시점에서의 위험 수는 표시되지 않음), 혈전 발생률(0.34/인년 대 PTFE 인조혈관[0.77/인년] [상대위험도, 0.44; 95% 신뢰구간, 0.29-0.67; P=0.01])

및 재시술률(1.45/인년 대 PTFE 인조혈관[1.99/인년] [상대위험도, 0.73; 95% 신뢰구간, 0.58-0.91])이 PTFE 인조혈관에 비해 의미 있게 감소하였다고 보고하였다, 이차 개통성(64% 대 PTFE 인조혈관[59%] 2년째; P=NS)이나 다른 합병증의 발생과는 차이가 없었다. Mousavi 등<sup>124</sup>은 개통성에서 차이는 없지만 비자가 인간 복재정맥을 이용한 인조혈관에서 PTFE 보다 감염성 합병증 발생률이 낮았다고 보고했다.

복재정맥과 대퇴정맥은 자가 인조혈관의 재료로 사용되어왔다.<sup>125,126</sup> 복재정맥은 상대적으로 벽이 두꺼워서 동정맥루로 사용될 때는 일반적으로 요측피정맥 또는 척측피정맥처럼 확장되지 않는다. 또한, 복재정맥의 직경은 효과적인 투석의 최소 기준(직경 4 mm 초과, 유속 500 mL/min 초과)을 충족시키기에는 충분하지 않다.<sup>127</sup> 대퇴정맥의 평균 직경은 효과적인 천자를 하기(7 mm)에 충분하고, 그 길이도 상완동맥-액와정맥에 접근하기에 적합하지만, 이 정맥의 사용은 수술부위 합병증 및 투석혈관의 스틸 발생과 관련이 있다.<sup>125,128</sup>

완전히 새로운 경피적 또는 혈관내 동정맥 이식편, 동정맥루<sup>129</sup> 및 인간 조직으로 구성된 생체 공학 인조혈관<sup>130</sup>을 포함하는 다양한 신규 기술 및 인조혈관들이 연구되고 있다. 그들의 효능을 평가하기 위해 수행된 무작위대조연구는 없지만, 장래에 중요한 역할을 할 수 있겠다.

연구, 근거의 질, 편향에 대한 표는 [부록 3, 표 S18에서 S20](#)까지 있다.

## 특별 토의

작업그룹은 새로운 혈액 투석통로 선택을 가능하게

하기 위해 반복적으로 진료지침을 갱신할 필요성과 향후 진료지침에서 적절한 선택을 평가하고 합당한 선택을 통합할 수 있도록 논의했다.

## 적용 시 고려사항

진료지침 1 참조

## 모니터링 및 평가

진료지침 11, 12, 14-19 참조

## 앞으로의 연구

- 투석혈관을 위한 최적의 비자가 이식 재료를 정의하는 것
- 현재 생물학적 인조혈관에 대한 이점을 추가로 검증하는 것
- 자가 및 비자가 투석혈관을 위한 새로운 기술 및 인조혈관 재료의 추가적인 개발

# 중심정맥도관의 형태(configuration) 및 재료

진료지침 권고내용에 대한 근거 기준을 이해하기 위하여 Box 1을 참조하십시오.

참고: 권고내용에 “KDOQI에서 권고사항을 만들 근거가 부족하였다”라고 기술되어 있는 것은, 근거분석팀(ERT)에 의해 수집된 근거의 수준이 매우 낮거나, 낮거나 혹은 부적절하여 작업그룹(Work Group)에서 어떠한 권고나 제안 혹은 기타의 근거 기반 지침을 만들 수 없었다는 것을 의미한다.

## 권고내용: 중심정맥도관의 형태 및 재료

5.1 KDOQI는 터널식 혈액투석 중심정맥도관의 모양과 종류는 임상 의사의 재량과 최선의 임상적 판단에 따라 선택할 것을 제안한다. (조건부 권고, 낮은 증거 수준)

## 근거 및 배경

중심정맥도관으로 만성혈액투석을 받는 환자에서 단기 또는 장기사용 여부에 관계없이 합병증 발생률이 가장 낮은 중심정맥도관의 유형을 찾는 것이 중요하다.

그러나, 다양한 중심정맥도관의 유형과 디자인을 비교했던 무작위 대조연구에서 일차 보조 개통성, 도도관연관혈류감염(CRBSI) 또는 혈전 발생률의 유의한 차이가 나타나지 않았다. 이들 무작위 대조연구에서 평가된 도관의 유형은 다음과 같다.

- Tesio-Cath Twin catheter system과 LifeCath Twin catheter system (MedComp)<sup>131</sup>
- Palindrome Symmetric Tip과 HemoStar Long-Term 중심정맥도관(staggered tips) (Medtronic)<sup>132</sup>
- Palindrome Symmetric Tip과 Medcomp (step-tip) 중심정맥도관<sup>133</sup>
- Ash Split (split-tip) (MedComp)와 PermCath (Medtronic) 혹은 Optiflow (step-tip) (Bard Access Systems) 도관<sup>134,135</sup>

## 세부 설명

다음은 주요한 증거를 기반으로 중심정맥도관을 비교 요약한 내용이다.

## 쌍둥이 도관 시스템(Twin Catheter Systems): Tesio와 LifeCath Twin Tunneled 중심정맥도관

한 무작위 대조연구(80명)에서 Tesio-Cath (난형 커프-ovoid cuff)와 LifeCath Twin (입방형 커프-cuboidal cuff)을 비교했다; 두 중심정맥도관 유형 모두 2개의 자유부유내강(free-floating lumen)을 가지며 우측 내경정맥에 위치시켰다. 연구 추적기간은 12개월이었다.<sup>131</sup> 중심정맥도관 생존율(Tesio-Cath 군 92%, LifeCath Twin 군 86%) 또는 도관연관혈류감염(0.40/1,000 도관-일[Tesio 군], 0.51/1,000 도관-일[LifeCath Twin 군]; P=0.7)에 대한 결과가 양 군에서 차이가 나지 않았다. 감염 및 중심정맥도관 관련 기계적 합병증으로 인한 입원 비율은 LifeCath Twin 군이 Tesio-Cath 군에 비하여 더 높았다(각각 1,000 도관-일당 0.94, 0.24, P=0.02). 이런 결과는 유로키나제(urokinase) 주입이 한 명도 없었던 Tesio-Cath 군보다 LifeCath Twin 군에서 유로키나제 주입(1,000 도관-일 당 0.51)이 더 많았던 것과 관련이 있다.

## Palindrome Symmetric Tipped과 HemoStar Staggered Tipped 터널식 중심정맥도관 (Tunneled CVC)

여러 연구에서 Palindrome 대칭 팁(symmetric tip)과 HemoStar 비대칭 팁(staggered tip) 터널식 중심정맥도관을 비교했을 때 일차 보조 개통성, 도관 연관 혈류감염 또는 혈전 발생률에서 유의미한 차이가 없었다. 그 결과는 다음과 같다. 하나의 무작위 대조연구(239명 참가자에서 302개 도관 삽입)에서<sup>132</sup> Palindrome과 HemoStar 도관 군을 비교하였으며 중심정맥도관에서의 감염, 혈전 발생, 혹은 도관

제거(도관 디자인과 상관없이 도관을 제거한 것은 결과에서 제외) 또는 도관연관혈류감염(1,000 도관-일당 0.24 그리고 0.10 [위험비, 2.26; 95% 신뢰구간, 0.44-11.96]) 각각에서 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 혈전 발생률 또는 혈전으로 인한 중심정맥도관 제거율은 군 마다 다르지 않았지만, HemoStar 군 대비 Palindrome 군에서 유로키나제 주입의 빈도가 35 대 17 (위험비, 0.58; 95% 신뢰구간, 0.49-0.68)로 낮았다.

유로키나제는 최근 미국에서 거의 사용되지 않는다. Palindrome 중심정맥도관에서 유로키나제의 사용이 줄어든 것처럼 재조합 조직플라스미노겐활성제(tissue plasminogen activator, TPA) 등 일반적으로 사용하는 다른 혈전용해제의 사용도 줄어들 수 있을지는 알려진 바가 없다.

## Palindrome Symmetric Tip과 Medcomp Step-Tip 도관

2개월 연구기간의 한 무작위 대조연구(97명)에서 계단-팁(step-tip) 69% 비해 대칭 팁(symmetric tip) 군의 2개월째 중심정맥도관 생존율이 69% 대 91%로 유의하게 더 높았다(P=0.02).<sup>133</sup> 혈류량 감소가 있는 경우 대칭 팁 중심정맥도관 군에서 계단-팁 군에 비해 도관 제거율이 낮았다(6% 대 22%; P=0.04).

## Ash Split-Tip 도관과 Permcath 혹은 Opti-flow Step-Tip 도관

2개의 무작위 대조연구가 있었다.<sup>134,135</sup> 한 연구는 Ash Split과 PermCath 도관을 비교했다(69명).<sup>134</sup> 중심정맥도관의 12개월 생존율(콩팥기능의 회복, 동정

맥루 조성, 복막투석, 신이식을 제외)은 Ash Split 군(49%)에 비해 PermCath 군(74%)에서 더 높았다. 폐혈증으로 인한 중심정맥도관의 제거, 감염률, 혹은 제거를 필요로 하는 중심정맥도관 폐색은 두 군 간에 차이가 없었다. 다른 연구에서는 Ash Split을 Optiflow 도관과 비교했다(n=132).<sup>135</sup> 이 연구에서 180일의 전체 도관 생존율은 Optiflow 중심정맥도관(55%) 대비 Ash Split 중심정맥도관(75%; P=0.02)에서 더 높았다.

연구 세부 사항 및 증거 수준은 부록 3, 표 S21-S29에 담겨 있다.

## 특별 토의

- 근거분석팀은 코팅된 도관의 이점에 대한 중요한 증거를 찾지 못하였으며, 이에 따라 코팅 도관은 이 진료지침에 포함되지 않았다. 그러나 작업그룹은 코팅 도관이 앞으로 연구할 잠재력 있는 분야라고 생각하였다.

## 앞으로의 연구

- 장기적인 사용 시간, 낮은 중심정맥도관 합병증 발생률(기능 장애 및 도관연관혈류감염), 잠재적으로 낮은 합병증 발생률(혈관 협착 및 혈전증)의 기준을 만족하는 이상적인 혈액투석 중심정맥도관을 확인하기 위해서 더 많은 임상 연구가 필요하다. 동정맥루 혹은 인조혈관을 사용할 수 없는 선별된 환자군에서 중심정맥도관 합병증을 최소화하기 위해 혈관생물학 영역과 생체적합 중심정맥도관 물질 설계에 대한 연구가 필요하다.
- 앞으로의 중심정맥도관 설계, 재료 및 코팅에 대한 연구는 중심정맥도관의 사용으로 인한 중심정맥협착, 감염 위험, 혈관 손상 및/또는 혈전증의 발생에 대하여 초점을 맞추어야 한다.
- 모든 중심정맥도관 디자인 연구는 반드시 일관된 정의와 결과지표(outcomes)를 사용하여 결과를 보고해야 한다.

# 투석통로의 조성/도관 삽입을 위한 시기, 준비와 계획

진료지침 권고내용에 대한 근거 기준을 이해하기 위하여 **Box 1**을 참조하십시오.

참고: 권고내용에 “KDOQI에서 권고사항을 만들 근거가 부족하였다”라고 기술되어 있는 것은, 근거분석팀(ERT)에 의해 수집된 근거의 수준이 매우 낮거나, 낮거나 혹은 부적절하여 작업그룹(Work Group)에서 어떠한 권고나 제안 혹은 기타의 근거 기반 지침을 만들 수 없었다는 것을 의미한다.

## 권고내용: 말기콩팥병 환자의 투석방법과 투석통로에 대한 교육

6.1 KDOQI는 사구체여과율이  $<30 \text{ mL/min/1.73 m}^2$  (4단계 만성콩팥병)이면서, 신기능이 점차 감소하는 성인 및 소아 환자는 이식을 포함한 모든 종류의 신대체요법에 대해 교육을 받는 것이 합리적이라고 생각한다. 필요한 경우, 적절한 투석방법 및 사용할 수 있는 투석통로의 수술을 위해 시의적절한 의뢰가 이루어질 수 있도록 한다. (전문가 의견)

참고: 소아환자의 경우, 사구체여과율은 Schwartz 공식으로 계산한다.

6.2 KDOQI는 신장이식을 받은 환자 중 사구체여과율이  $<30 \text{ mL/min/1.73 m}^2$  (4단계 만성콩팥병)이면서, 신기능이 점차 감소하는 성인 및 소아 이식환자는 신장재이식을 포함한 모든 신대체요법에 대해 교육을 받는 것이 합리적이라고 생각한다. 필요한 경우, 적절한 투석방법 및 사용할 수 있는 투석통로의 수술을 위해 시의적절한 의뢰가 이루어질 수 있도록 한다. 환자의 말기콩팥병 생애 계획에 대한 검토가 이루어져야 한다. (전문가 의견)

참고: 소아환자의 경우, 사구체여과율은 Schwartz 공식으로 계산한다.

6.3 KDOQI는 치료에 반응이 없는 합병증이 있거나, 복막투석이 혈액투석보다 덜 도움이 되는 상황을 가진 복막투석 환자는 신이식 및 혈액투석에 대한 교육을 받는 것이 합리적이라고 생각한다. 필요한 경우, 적절한 투석방법 및 사용할 수 있는 투석통로의 수술을 위해 시의적절한 의뢰가 이루어질 수 있도록 한다. 환자의 말기콩팥병 생애 계획에 대한 검토가 이루어져야 한다. (전문가 의견)

참고: 특별 토의 참조

6.4 KDOQI는 환자가 계획된 투석을 시작할 준비가 되었을 때(예를 들어, 투석혈관이 성숙되고, 혈액투석을 위한 천자가 준비될 때) 미리 조성된 투석통로를 사용하여 처방된 투석을 할 수 있도록 하

는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

6.5 KDOQI는 계획되지 않았거나 긴급한 투석이 필요한 환자가 중심정맥도관으로 시작하는 경우, 투석 시작 30일 이내에 투석통로 계획을 포함하여 말기콩팥병 생애 계획을 확립하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

## 권고내용: 투석혈관을 위한 의뢰

일부 병의원에서, 적절한 투석통로의 형성을 위해 혈관통로팀/외과의사의 진료를 받고자 환자를 의뢰하는 것은 실제로 투석혈관조성/도관 삽입을 위한 의뢰와는 다른 과정이다. 그러나 과정의 단순화를 위해 혈관통로 평가 및 수술 사이의 시간적 간격을 고려하여 의뢰를 통합하는 것을 권고한다.

## 투석 전 만성콩팥병 환자

6.6 KDOQI는 신기능이 점진적으로 감소하는 투석 전 만성콩팥병 환자에서 사구체여과율이 15-20 mL/min/1.73 m<sup>2</sup>일 때, 투석통로에 대한 평가 및 수술에 대한 의뢰를 시행하는 것이 합리적이라고 생각한다. 투석 전 만성콩팥병 환자의 상태가 불안정하고, 급격한 사구체여과율의 감소(예, >10 mL/min/year)를 보일 때는 조기에 의뢰해야 한다. (전문가 의견)

참고: 만성콩팥병 환자에는 이식에 실패한 환자도 포함한다.

## 투석환자

6.7 KDOQI는 혈관통로의 문제가 재발하는 혈액투석 환자의 경우, 이에 대한 평가 및 새로운 투석혈관을 만들기 위해 즉각적인 의뢰가 필요하며, 이를 통해 전문가와 협의할 수 있는 시간과 투석혈관 문제의 교정에 필요한 시간을 확보할 수 있게 하는 것이 합리적이라고 생각한다. 이러한 즉각적인 의뢰 및 새로운 투석혈관을 만드는 것은 개별 환자 상황과 환자 사망 위험성을 고려해야 한다. (전문가 의견)

참고: 반복적인 혈관통로 문제는 6개월 이내 받은 중재시술이 3회를 초과하거나, 반복적인 중심정맥도관의 사용이 필요한 경우를 포함한다.

## 복막투석을 선택할 경우

6.8 KDOQI는 복막투석 시작시점보다 적어도 2주 전에 복막 투석 도관을 위치시키는 것이 이상적이며 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

6.9 KDOQI는 즉각적인 복막투석이 필요할 경우, 준비된 환경에서 숙련된 의료진의 지시 및 관리하에 긴급한 복막 투석 도관을 삽입하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

## 근거 및 배경

적절한 신대체요법 방법에 대한교육 및 선택을 위한 시기 적절한 의뢰는 투석이 필요한 때에 사용이 가능

한 투석통로의 준비, 조성을 가능하게 하고, 적절한 시점에 사용할 수 있게 한다. 이는 이 진료지침의 원칙인 “적절한 시기에, 적절한 근거로, 적절한 환자에게, 적절한 투석혈관”을 달성하는 데 필요한 많은 단계 중 첫 번째 단계이다.

이와 같은 투석방법과 혈관통로의 교육과 관련된 2019년 진료지침 권고내용은 비록 권고를 뒷받침하는 엄격한 증거의 부족으로 전문가 의견을 강조하지만, 2006 NKF-KDOQI 진료지침<sup>13</sup>과 거의 동일하다. 교육 시점 및 혈관 통로의 조성/삽입을 위한 의뢰 시점에 대한 권고내용에서 주요 차이점은 의뢰 시점을 사구체여과율 기준에만 의존하지 않고, 투석이 시작될 시점을 예측하고 이를 기반으로 혈관통로를 만든다는 것에 있다. 또한 혈관통로가 필요할 수 있는 다양한 범위의 환자가 있을 수 있다는 것을 인지하고 있다.

## 세부 설명

환자가 각자의 상황에 가장 적합한 신대체요법 및 해당 투석통로를 선택하려면 적절하고 균형 잡힌 교육 및 준비가 필요하다(진료지침 1 말기콩팥병 생애 계획 참조).

환자의 투석시기를 예측할 수 있다면 가장 좋겠지만, 임상적 최선의 노력에도 불구하고 이를 예측하는 것은 대부분 불가능하다. 여러 연구에 따르면 사구체여과율 단독 또는 투석시작 직전까지의 기간으로 예측하는 것은 신뢰할 수 없으며, 이러한 기준을 사용하여 투석통로에 대한 결정을 내리는 것은 다양한 결과를 초래한다.<sup>136</sup> 환자 상태와 치료과정의 여러 요소들은 서로의 상호작용과 주변 환경과의 복잡한 연관을 통하여 신기능에 다양하게 영향을 주게된다.

이 진료지침은 투석이 필요할 때 사용할 수 있는 투석혈관을 확보하는 것과 다른 이유(신기능이 저하되지 않거나 혹은 투석 전 사망)에 의해 투석에 사용되지 못하는 투석혈관을 만들 가능성 사이에서 균형을 찾으려고 노력하였다. 환자의 말기콩팥병 생애 계획에 따라 적절한 시점에 투석방법에 대한 교육과 준비가 이루어지는 경우, 이식 또는 복막투석으로의 전환과 관련된 위험성은 문제가 되지 않는다. 혈관통로 조성의 시점과 관련하여 여러 사구체여과율의 값을 평가한 전향적 연구가 없기 때문에, 잘 수행된 시뮬레이션 연구에서는 15-20 mL/min/1.73 m<sup>2</sup>이 적절할 것으로 보고하였다.<sup>137</sup> 여러 연구에 따르면 동정맥루로 투석을 시작하는 환자의 비율은 증가하지 않고, 투석시작 6-9개월 전부터 투석을 시작할 때까지의 시간이 길어지면서 투석전에 투석혈관 조성 후 시술이 증가하고 있다고 보고하였다.<sup>138</sup> 이러한 시간 프레임은 동정맥루의 성숙과 유용성을 보장하기 위해 필요한 시간을 고려할 때 임상적 의미가 있으며, 미국의 경우 사용 가능한 동정맥루에서 천자까지 평균 132일(USRDS 2017, 3장)이 걸렸었다.<sup>139</sup> 여기서 성숙하지 못한(사용 불가능한) 동정맥루는 35.9%였다. 첫 투석혈관을 사용하지 못할 경우 투석 시작 후 6개월에서 9개월까지의 시간 동안 새로운 투석혈관을 만들 수 있다. 따라서 투석혈관 수술을 의뢰할 때, 사망의 위험성을 고려하여 수술 의뢰 및 새로운 투석혈관의 조성, 투석혈관 실패 위험성 및 교정에 대한 계획 수립, 말기콩팥병으로의 진행 정도(투석전의 경우) 또는 중심정맥도관의 사용 시간(투석 중인 경우)을 고려하는 것이 중요하다.

## 특별 토의

복막 투석에 실패한 후 혈액 투석으로 전환하는 환자는 종종 도관으로 혈액 투석을 시작한다.<sup>140</sup> 이에 대한 이유를 조사하고 이 환자들에서 도관의 사용을 줄이기 위한 특별한 노력이 필요하다.

복막 투석 환자에서 혈관 접근의 조성/삽입의 적응증에 대한 제안(표 6.1)은 전문가 의견의 근거수준으로 제안한다.

## 앞으로의 연구

- 사구체여과율과 점진적인 신장 기능의 감소가 적용된 기준의 검증
- 혈액투석 혈관통로가 필요한 복막투석 환자의 기준

**표 6.1.** 복막투석환자에서 혈관통로의 조성/삽입에 대한 적응증

- 재발성 복막염, 특히 연결시 부주의(그람양성균) 혹은 장(bowel)에서 새는 경우(여러 종류의 그람음성균의 혼재)
- 한외여과의 실패, 특히 펌프 혹은 무뇨가 있으면서 지속적으로 과다수분이 존재하는 경우
- 복막투석이 제대로 시행되지 않음으로 인해서 발생하는 신체 상태의 저하(복막투석에 대한 적합성 혹은 잔여신기능의 소실)
  - 참고: 이것은 상대적인 적응증이며, 잔여신기능의 손실 자체가 혈관통로 생성에 대한 적응증을 암시하는 것으로 해석되어서는 안된다.
  - 주의: 복막투석에 부적합한 환자는 혈액투석 및 혈관통로 생성에 매우 부적합 할 수 있다.
- 더 이상 스스로 투석을 할 수 없는 등의 환자 상태의 변화
  - 예를 들어, 뇌졸중, 사망 혹은 간병인의 부재 등과 같은 사건의 발생
- 심각한 비감염성 합병증
  - 예를 들어, 반복 탈장, 투석액의 흉강 누출

의 검증

- 투석혈관 조성의 시점을 평가할 수 있는 예측 공식(예, 신부전 위험성 공식(Kidney Failure Risk Equation))의 사용 및 정말 도움이 될지 여부<sup>141</sup>
- 의료 시스템 전반에 걸쳐 투석혈관 조성을 기다리는 동안 의료인에 의한 말초정맥 혹은 중심정맥의 잠재적 손상을 줄일 수 있는 방법의 개발 및 검증
- 동정맥루 조성 후 사구체여과율의 감소가 느리거나 중단되는 환자와 그 원인이 무엇인지에 대한 연구

## 권고내용: 혈관의 보존

6.10 KDOQI는 투석 중이거나 향후 투석이 예상되는 만성콩팥병이 있는 환자(만성콩팥병 3단계-5단계)의 경우, 말초 정맥을 통한 도관 삽입과 불필요한 정맥 천자를 줄이는 등 손상으로부터 가능한 모든 중심 및 말초 동맥과 정맥을 보호하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

참고: 혈관(동맥 혹은 정맥) 손상을 피해야 하는 상황

- 1) 관상동맥조영술을 위한 요골동맥의 사용
- 2) 정맥을 통한 이식형 심혈관 전자장치의 사용 — 가능하면 심외막/유도전극(lead)이 없는 심박동기(pacing)를 고려해야 한다.

## 근거 및 배경

중심 및 말초 혈관 손상은 중심정맥도관 기능 장애

를 유발하고, 만성콩팥병과 말기콩팥병 환자의 투석 혈관 조성 및 사용에 대한 앞으로의 선택을 제한할 수 있다. 만성콩팥병 혹은 말기콩팥병 환자의 나이와 동반 질환이 증가함에 따라, 잠재적으로 혈관을 손상시킬 수 있는 상황 및 시술에 대한 노출이 많아지고 위험성이 높아진다. 예를 들어, 말초 정맥 천자 자체 및 정맥내 경화성 약물의 주입은 향후 투석혈관의 조성 또는 중심정맥도관 삽입에 사용될 수 있는 말초 정맥의 손상 또는 혈전증을 초래할 수 있다. 또한, 혈액투석과 관계없이 급성기 및 만성기 치료과정 중 심박동기와 제세동기 삽입을 위한 내경정맥 및 쇄골하 정맥을 통한 중심정맥도관의 삽입은 중심정맥 협착증 또는 폐색을 유발할 수 있다. 중심정맥 협착증은 성공적인 투석 혈관의 조성을 불가능하게 하고, 미성숙을 유발할 수 있으며, 혈관통로의 사용에 문제를 일으키는 치명적인 합병증이다. 말초삽입중심도관은 삽입 후 혈전증이 많이 발생할 수 있으며, 혈전증이 정맥을 손상시키는 것으로 알려져 있다. 또한 만들어진 혈전이 중심정맥으로 이동할 위험이 있다. 이러한 정맥의 손실은 현재 및 향후 혈액투석을 위한 혈관통로 부위의 소실로 인해 환자의 이환율 및 사망률에 큰 영향을 미칠 수 있다.<sup>142-144</sup> 환자는 이러한 위험성에 대해 알고, 자신의 혈관을 보호할 수 있도록 교육을 받아야 한다. 정맥 보호에 관한 유익한 정보는 [www.saveyourvein.org](http://www.saveyourvein.org)에서 찾을 수 있다. 이 웹 사이트는 정맥 보호의 중요성을 교육하는 공개 플랫폼의 예이고, 환자와 전문가가 사용할 수 있다. 실제로, 만성콩팥병 4/5단계의 환자를 돌보는 간병인은 동맥 및 정맥접근로 사용의 의미에 대해 교육을 받아야 하며, 이러한 문제를 해결하기 위한 제도적 정책이 강력히 필요하다.

## 세부 설명

환자-대조군 연구(120명)에서는 이전 말초삽입중심도관의 삽입이 환자의 성별, 동맥 및 정맥 직경과 이전 중심정맥도관의 삽입에 대한 보정 후에도 동정맥루 사용 빈도(오즈비, 3.2;  $P < 0.001$ )<sup>144</sup>가 낮은 것과 관련이 있음을 보여주었다. USRDS 자료를 사용한 관찰 연구에 따르면 투석혈관 조성 2년 이내에 말초삽입중심도관을 보유한 6,487명의 혈액투석 환자들이 향후 사용 가능한 투석혈관을 가지게 될 가능성이 낮았다.<sup>142</sup>

말초삽입중심도관과 관련된 중심정맥 협착증의 발생을 확인한 연구에서는 7% 정도의 중심정맥 협착증의 발생 빈도를 보고하였다.<sup>145</sup> 그러나 이것은 말초삽입중심도관과 관련된 중심정맥 협착증의 실제 발생률을 과소 평가한 것으로 보인다. 왜냐하면 이 연구는 대상자를 말단 정맥 조영술을 받는 환자로 제한하였기 때문이다. 말초삽입중심도관과 관련된 혈전증을 확인하는 전향적 연구에서 모든 환자는 말초삽입중심도관 삽입 및 제거 후 28일째 초음파 검사를 받았고, 전체 혈전증의 발생률은 71.9% (혈관 내강의 부분적 또는 완전 폐색)로 보고하였다.<sup>146</sup> 불행하게도, 만성콩팥병 및 말기콩팥병 환자들 사이에서 말초삽입중심도관의 사용을 감소시키기 위한 국가적 노력은 그 목표를 달성하지 못했다. McGill 등은 그들의 수련병원에서 만성콩팥병 환자 중 30%를 초과하는 환자에서 말초삽입중심도관을 가지고 있었고, 50%를 초과한 환자에서 주로 쓰지 않는 팔에 말초삽입중심도관이 삽입되었다고 보고하였다.<sup>147</sup>

쇄골하정맥 및 경정맥에 혈액투석용 중심정맥도관을 삽입한 후 발생하는 협착률을 혈관 조영술을 이용하여 비교한 연구<sup>148</sup>에서는 중심정맥도관 삽입 후 둘

다 협착증과 관련이 있고, 42%에서 쇄골하정맥 협착증이 발생한 것으로 보고하였다. 마지막으로, 중심정맥도관의 사용(말초삽입중심도관 및 쇄골하정맥 및 경정맥에 삽입된 도관 포함)은 상지의 심부정맥 혈전증의 위험성을 14배 증가시키는 것으로 밝혀졌다.<sup>149</sup> 심부정맥 혈정 형성으로 정맥 손실이 초래될 수 있다.

만성콩팥병 및 말기콩팥병 환자의 심혈관 임플란트 장치에 관한 내용에서, 정상적인 신장 기능을 가진 환자에 비해 이식 가능한 심장 제세동기 치료로 인한 생존 확률(사망률 2.7배 증가)이 줄어드는 것으로 나타났다.<sup>150</sup> 또한 65%에서 중심정맥협착이 나타났다.<sup>151</sup> 상체의 중심정맥 접근을 피하는 선택은 대퇴정맥 삽입, 심외막 삽입, 피하삽입, 선이 없는 심박동기 및 제세동기의 사용 등이 있다.<sup>152,153</sup>

마지막으로, 심장의 중재술을 위한 요골동맥 접근과 관련하여, 메타 분석은 <1%~33% 사이의 요골동맥 폐색률을 나타냈다. 결론은 요골동맥 폐색이 흔하다는 것이었다.<sup>154</sup> 요골동맥 개통성이 향후 요골동맥-요측 피정맥 동정맥루 조성에 필수적이라는 사실을 감안할 때, 관상동맥시술에서 대퇴동맥 접근이 강력하게 고려되어야 한다.

## 특별 토의

- 말초삽입중심도관에 대한 대안적인 선택이 필요하다. — 소아용 내경정맥 도관/작은 직경의 도관; 그러나, 그 사용이 혈관 손상을 덜 일으키는지 여부와 중심정맥 협착 발생 여부는 알려지지 않았다.
- 만성콩팥병/말기콩팥병 환자는 “정맥 보호” 및 가능한 말초삽입중심도관을 피하기 위해 “선택은 신중히, Choosing Wisely” 캠페인을 완벽하게 지원해

야 한다.

## 적용 시 고려사항

- 말초삽입중심도관 및 혈관 손상을 피하기 위한 전략인 손목 뒤쪽 정맥 천자와 소형 내경정맥 중심정맥도관 사용 등을 연구해야 한다.
- 7일 미만의 수액 주입이 필요한 경우 말초삽입중심도관은 지양하고 손등 부위의 말초정맥을 이용한다.
- 중심정맥 접근을 위해 대퇴 정맥을 통한 접근을 고려한다.
- 기관 내/기관 간 지속적인 질 개선을 한다.
- 병원에서 만성콩팥병 환자에게 말초삽입중심도관을 삽입하려면, 신장내과의 승인을 받도록 한다.

## 모니터링 및 평가

- 다른 선택의 여지가 없을 때만 말초삽입중심도관을 사용한다.

## 앞으로의 연구

- 혈관확보를 위한 대체방법의 용이성 평가
- 요골 접근이 향후 혈관통로 조성에 미치는 영향
- 미드라인 카테터(midline catheter, 역주, 7.5-20 cm 정도 길이의 도관으로 말초삽입중심도관과 삽입 부위는 비슷하나 도관의 끝이 상대정맥-우심방 경계에 위치하지 않고 액와부위 혹은 어깨의 원위부에 위치하는 도관)의 삽입이 향후 혈관통로 조성에

미치는 영향

- 작은 직경을 가진 내경정맥 중심정맥도관의 사용이 중심정맥 협착증을 감소시킬 수 있을지 평가
- 말초삽입중심도관 대신 작은 직경을 가진 내경정맥 중심정맥도관을 사용하는 것이 환자 치료에 실현 가능하고 효과적인지 결정
- 혈액투석을 위한 투석혈관의 조성 및 예후에 대해 심혈관 혹은 다른 시술을 위한 요골동맥의 접근법의 영향을 엄격히 평가

## 권고내용: 다학제 팀을 이용한 접근

6.11 KDOQI는 각 병의원의 의료자원의 정도 및 실행 가능한 범위 내에서 다학제 팀을 구성하여 투석 통로에 대한 모든 측면을 교육, 조정 및 관리하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

6.12 KDOQI가 중심정맥도관의 사용률을 줄이거나 동정맥루의 사용을 늘리기 위해 다학제 팀의 이용에 대한 권고를 제시하기에는 근거가 부족하다.

## 근거 및 배경

진료지침 1에서와 같이 말기콩팥병 생애 계획은 말기콩팥병과 함께 생활하기 위한 전략으로, 환자와 다학제 팀(조직적인 만성콩팥병 관리 팀)에 의해 수립된다. 혈관통로에 대한 환자 중심 접근 방식은 환자의 현재 의료 상황, 현재 및 미래의 삶의 목표, 선호도, 사회적 지원, 기능적 상태 및 물류 및 기타 실용적인 가능성을 고려하여, 환자의 요구 및 투석통로의 적

합성 등 여러 측면을 고려한다. 적절한 투석통로를 만들기 위하여 이 팀은 신장내과의사(nephrologist), 투석혈관 외과의사(access surgeon), 영상의학과의사(radiologist), 간호사(nurse), 사회복지사(social worker) 및 환자 가족 구성원 또는 기타 조력자와 같은 전문가 및 조력자를 포함해야 하지만, 구성원의 제한은 없다.

투석통로를 만드는 모든 상황, 특히 투석혈관의 조성을 위해서는 환자와 가족에 대한 교육과 시의 적절한 외과적 상담 및 추적관찰이 필요하다. 신장내과의사가 모든 측면에서 혈관통로를 관리할 수는 없기 때문에, 대부분의 신장 관리 프로그램에서는 여러 분야의 의료인이 혈관통로 팀으로 구성되어 있다.<sup>155-157</sup> 다학제 혈관통로 팀은 혈관통로를 적절한 시점에 환자에게 설명하고, 환자의 혈관통로에 대한 합병증 및 결과를 추적하고 모니터링 한다. 종종 팀의 중심에는 환자의 시술일정을 조정 또는 예약하는 혈관통로 코디네이터(Vascular access coordinator, VAC)가 있다. 또한 혈관통로 코디네이터는 각 혈관통로 선택에 있어서 그 위험성과 이점에 대해 환자에게 교육하고, 환자의 걱정을 해결해 주고 적절하게 혈관통로의 사용을 돕는데 중요한 역할을 한다.<sup>158</sup>

## 세부 설명

다학제 팀을 통한 접근 방식이 이상적이지만, 다학제 팀의 치료에 대한 대부분의 연구는 편향의 위험성이 높았다.<sup>159-167</sup> 따라서, 간호 코디네이터를 평가한 1개의 연구,<sup>168</sup> 다학제 치료를 평가한 1개의 연구,<sup>165</sup> 환자 교육을 평가하는 1개의 연구<sup>169</sup>만이 분석에 사용되었다(부록 3, 표 S30).

## 다학제 치료

Wilson (N=3,636) 등<sup>165</sup>은 DaVita 시스템에서 혈액 투석을 시작한 환자를 360일 동안 추적 관찰하여 분석했다. 투석혈관을 통한 혈액투석 시작을 포함하여 투석 전 및 초기 투석 문제를 관리하기 위해 선택된 병원에서 투석 전 및 초기 투석 환자에 대한 치료, 치료 중심의 조치(Incident Management of Patient, Actions Centered on Treatment, IMPACT) 프로그램을 시행했다. 여기서 다학제 팀은 신장내과의사, 간호사, 영양사, 사회사업팀, 그리고 기타 의료인으로 구성되었고, 환자에게 식이, 의뢰 서비스, 교육, 체크리스트 및 시간계획에 관여하였고, 예후를 관찰하였다. 대조군에서는 정해진 틀은 없었지만, 환자에 대한 일반적인 교육과 이외의 조치들을 포함하였다. 이 연구에서 환자들은 실험군과 대조군에 1:2 성향점수 매치(propensity-matched) 방식을 통해 배정되었다. 양군에서 중심정맥도관의 사용과 비교한 비교한 동정맥루 또는 인조혈관의 사용은 90일에 치료군(50%)과 대조군(47%)에서 유의하게 다르지 않았다(상대위험도, 1.06; 95% 신뢰구간, 0.99-1.14).<sup>165</sup> 중심정맥도관에 비해 동정맥루 또는 인조혈관의 사용은 360일째 치료군의 환자(63%)에서 대조군(48%)보다 유의하게 더 높았다(상대위험도, 1.31; 95% 신뢰구간, 1.22-1.41).<sup>165</sup>

다학제 팀의 성공은 역사적으로 동정맥루의 사용률을 증가시켰다.<sup>170-173</sup> 그러나 혈관통로와 관련된 기술 및 합병증의 비율이 포함된 여러 가지 중요한 결과가 있다. 최근에 Gill 등<sup>174</sup>은 혈액투석 첫해 동안 혈관통로 팀의 관리 전(2004-2005, 팀 관여 전 기간)/후(2006-2008, 팀 관여 초기 기간; 2009-2011, 팀 관여 후기 기간)에 따라 혈관통로의 예후에 대한 관찰연구

를 시행하였다. 혈관통로 팀의 관여여부는 중심정맥도관 사용없이 동정맥루를 사용하는데 영향을 미치지 않았다(오즈비, 0.87; 95% 신뢰구간, 0.52-1.43, 관여 초기 및 오즈비, 0.89; 95% 신뢰구간, 0.52-1.53 관여 후기). 환자들은 혈액투석 첫해동안 평균 4-5회의 투석혈관 관련 시술을 받았고, 여성 및 동반질환을 가지고 있는 환자에서 시술의 비율이 높았다. 중심정맥도관 관련 시술도 팀의 관여 전후 사이에 비슷하였다; 팀 관여 전 기간에 비하여, 팀 관여 초기기간의 동정맥루 관련 시술 비율은 40% (20-60%), 후기 기간에는 30% (10-50%)로 상대적으로 높았다. 이 연구의 결과를 해석하는 데 있어 한 가지 어려움은 혈관통로 팀이 만들어짐과 동시에 연구 센터에서 동정맥루 우선(Fistula First) 정책이 광범위하게 정착된 상태에서 시행된 연구라는 점이다. 이러한 정책으로 인조혈관의 사용은 이 연구에서 매우 낮았다(<1%). 중심정맥도관의 비율은 비슷하였지만, 여성 및 동정맥루 성숙과 예후를 나쁘게 하는 것과 관련된 요인들과 동반질환이 많은 환자의 동정맥루에서 시술의 비율이 증가하였다. 따라서, 혈관통로의 실패 위험도가 높은 환자가 동정맥루 대신 인조혈관 수술을 받았을 경우, 연구 결과가 달라질지 확실하지 않다. 이 연구를 볼 때, 환자가 동정맥루의 적용이 가능할 지에 대한 평가를 포함하여 말기콩팥병 생애 계획을 통한 혈관통로의 적절한 선택을 돕기 위해 다학제 혈관통로 팀을 적용하는 것에 대한 평가가 필요하다.

## 혈관통로 코디네이터

혈관통로의 예후 개선과 관련하여 혈관통로 코디네이터의 실제 효과에 대한 자료는 부족하다. 72개의 미국 사이트에 대한 2013년 투석 결과 및 실습 패턴 연

구 조사에서 혈액투석 프로그램 중 60%에서는 1명 이상의 혈관통로 코디네이터가 있다고 보고했지만, 혈관통로 팀의 존재 여부는 보고하지 않았다.<sup>170,174</sup> 동정맥루 또는 중심정맥도관을 사용하는 환자의 비율은 혈관통로 코디네이터의 유무에 관계없이 병원마다 다르다. 혈관통로의 유형의 사용 비율은 코디네이터의 유용성을 평가하기에 충분하지 않다. 특정 혈관통로의 사용 비율에 더하여, 그 혈관통로를 사용하는 환자에서 그 혈관통로가 적절하고 안전한지, 그리고 환자의 만족과 목표하는 투석을 제공할 수 있는지가 중요하다. 혈관통로 코디네이터가 있을 경우, 자발성속 동정맥루의 비율이 증가하는 것으로 나타났다. 실제로, 혈관통로 코디네이터는 환자 및 여러 팀원과 관계를 구축하여 환자의 혈관통로를 교육하고, 조정, 안내 및 관리할 수 있는 전문 지식, 기술 및 역량을 갖추고 있으며,<sup>175,176</sup> 이러한 측면에서는 일반적으로 의사 및 외과 의사보다 훨씬 우수하다. 예를 들어, 의료진 내에 중심정맥도관연관감염을 관리할 수 있는 혈관통로 전담간호사 또는 코디네이터가 있을 경우, 중심정맥도관 치료 실패율과 패혈증으로 인한 사망을 줄이는 것으로 보고되었다.<sup>177-179</sup>

그러나, 혈관통로 코디네이터의 업무가 혈관 예후를 향상시킨다는 보다 구체적인 근거를 만들기 위해서는 앞으로의 연구가 필요하다.

## 앞으로의 연구

최적화되고 개별화된 환자 중심의 혈관통로 관리를 제공하기 위한 새로운 전략을 확립하기 위해서는 추가 연구가 필요하다. 실제 다학제 혈관통로 팀의 이점에 대한 자료는 불충분하다. 다학제 혈관통로 팀의 성공은 정확하게 예후를 확인하는데 달려 있다. 동정맥루의 사용이 증가하는 경우, 여러 관찰연구에서 팀구성과 그의 역할이 차이가 있어, 연구결과가 상충된 결과를 보인다. 또한, 이러한 유형의 연구는 환자의 말기콩팥병 수명 전반에 걸쳐 혈관통로 사용에 관한 정확한 정보를 요구한다. 이는 중심정맥도관 유무에 관계없이 혈관통로의 사용 기간을 평가하는 매우 정확한 자료가 필요하다는 것이다.

현재, 환자의 삶의 질 또는 투석통로에 대한 만족도에 따라 투석통로와 관련 결정을 내릴 때, 환자의 신뢰에 대한 다학제 팀의 이점을 확인한 자료는 없다. 또한, 향후 연구는 혈관통로 코디네이터 및 다학제 팀과 관련된 의료비에 영향을 줄 수 있으며, 이는 의사 진료에서 비용이 적게 드는 의료로 전환함으로써 혜택이 있을 수도 있고, 그렇지 않을 수도 있다. 다학제 팀은 또한 환자 참여를 향상시키고 의사 결정을 환자와 공유할 수 있다. 이러한 중요한 예후를 판단하는 방법들은 향후 연구에서 평가되어야 한다.

# 환자와 혈관의 검진 그리고 수술 전 고려사항

진료지침 권고내용에 대한 근거 기준을 이해하기 위하여 Box 1을 참조하십시오.

참고: 권고내용에 “KDOQI에서 권고사항을 만들 근거가 부족하였다”라고 기술되어 있는 것은, 근거분석팀(ERT)에 의해 수집된 근거의 수준이 매우 낮거나, 낮거나 혹은 부적절하여 작업그룹(Work Group)에서 어떠한 권고나 제안 혹은 기타의 근거 기반 지침을 만들 수 없었다는 것을 의미한다.

## 권고내용: 환자에 대한 임상 진찰

7.1 KDOQI는 혈관의 해부학에 따른 신체검사가 혈관통로 조성의 초기 평가 및 계획 수립의 기본이 되어야 한다고 권고한다. (조건부 권고, 아주 낮은 수준의 근거)

7.2 KDOQI는 혈관 접근로의 유형과 위치를 결정하기 위해, 수술 전 환자와 환자의 혈관을 평가하는 것이 매우 중요하고, 수술 전 평가에 대한 많은 훈련을 하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

## 근거 및 배경

투석혈관을 가장 적절하게 만들기 위해서는 수술 전 평가가 신중히 이루어져야 한다. 많은 요인들 중에서 환자의 혈관 구조, 심혈관 시스템 및 기대 수명과 같은 요인은 이상적인 혈관통로의 유형 및 위치 선택에 영향을 미친다(그림 1.1-1.6 참조). 철저하게 수술 전 평가를 한 이후, 동정맥루를 만들기 위한 결정의 목표는 일차 실패율을 낮추고 추가적인 시술이 없이 누적개통률을 향상시키는 것이다. 일반적으로, 이전 2006년 KDOQI 진료지침에서 권고한 대로(1.4.1, 1.4.2, 그리고 1.4.3), 진찰 및 초음파 검사를 통해 수술전 평가를 시행한다.<sup>13</sup> 표 7.1에 개괄적으로 기술되어 있듯이 혈관 해부학과 심혈관 시스템에 대한 자세한 병력 청취와 신체검사가 여전히 중요하다. 초음파 검사를 이용한 혈관 지도검사(vessel mapping)가 진찰보다 좋은 것은 논란의 여지가 있다. 초음파를 이용한 동맥과 정맥을 평가하는 수술전 혈관 지도검사는 과거에 전문가 의견이라는 내용으로 권고되어져 왔다. 개괄적으로 언급되었던 초음파 검사의 이점은 혈관 내경을 잴 수 있고, 수동으로 혈관의 특정 부위를 막았다 펴서 혈관의 확장성을 확인할 수 있어 성공적인 투석혈관 조성에 적합한 혈관을 선택하는데 도움을 줄 수 있다는 것이었다. 그러나, 초음파 검사는 조작자 숙련도 및 제반 상황에 따른 측정 오류(초음파 검사자와 혈관통로를

표 7.1. 혈관통로의 계획 및 조성에 대한 수술 전 신체검사

고려사항	타당성
동맥 순환계의 신체검사 맥박의 특성 알렌검사(Allen test) 양측 상지의 혈압	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 투석통로를 만들기 위해서는 적절한 동맥 순환계가 필요하다; 동맥 순환계의 질은 투석통로 부위의 선택에 영향을 준다.</li> <li>• 손에 비정상적인 동맥 혈류가 있으면 스너프박스 혹은 요골동맥-요측피정맥 동정맥루 생성의 금기가 될 수 있다.</li> </ul>
정맥 순환계의 신체검사 부종에 대한 평가 양측 팔의 크기 평가 정맥 결가지의 검사 정맥 평가	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 양측 혈압의 일치 혹은 불일치는 상지의 동맥 혈류가 적절한 지, 투석통로로 적합한지에 대한 정보를 준다.</li> <li>• 부종은 정맥 유출로의 문제를 나타내며, 부종으로 인해 사지의 잠재적인 혈관통로 부위의 사용이 제한된다.</li> </ul>
자세한 촉진 이전 중심 혹은 말초정맥 도관 삽입의 증거가 있는지 검사 팔, 흉부 혹은 목의 수술/외상의 증거가 있는지 검사	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 양측 팔 크기의 차이는 부적절한 정맥 혹은 정맥의 폐색을 나타내며, 이는 혈관통로 부위의 선택과 성공적인 생성에 영향을 줄 수 있다.</li> <li>• 결정맥은 논의된 바와 같이 정맥 폐색을 나타낸다.</li> </ul>
심혈관계 평가 심부전의 증거가 있는지 검사	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 압박대 사용 혹은 운수찜질을 한 후 촉진하는 것은 혈관의 특성(예, 확장성)에 대한 정보를 준다. 선택적 정맥 지도검사에 도움이 된다(진료지침 7.3, 표 7.2).</li> <li>• 중심정맥도관의 사용은 중심정맥협착증과 관련이 있다; 이전 정맥내 도관, 심박동기 삽입은 혈관통로에 필요한 혈관 구조에 손상을 줄 수 있다(진료지침 6.10).</li> <li>• 이전 수술 혹은 외상과 관련된 혈관손상은 혈관통로 부위를 제한할 수 있다(진료지침 6.10).</li> <li>• 심박출량 혹은 박출분율(ejection fraction)의 감소는 성공적인 혈관통로 생성에 영향을 줄 수 있다(즉, 낮은 박출량은 성숙실패의 위험성을 증가시킬 수 있다).</li> <li>• 혈관통로는 심박출량을 변화시킬 수 있다.</li> </ul>

조성하는 외과의사 사이의 판독과 숙련도가 다르든가, 환자의 체온/탈수 상태에 따른 결과치의 변동, 외래 혹은 수술방 상황에서 따른 환경의 차이 등), 환자의 불편성, 의료비의 증가 및 투석혈관 조성의 지연 등이 여러 문제점도 가지고 있다.

### 세부 설명

수술 전 혈관 지도검사를 위해 초음파를 시행한 군과 신체검사만 시행한 군을 비교한 두 개의 무작위 대조연구와 하나의 관찰 연구가 있다.<sup>180-182</sup> 대부분의 환

자는 투석 전 고혈압과 당뇨병이 있었고, 평균 연령은 66세였으며, 반 이상은 백인이었고 60%는 남성이었다. 추적관찰 기간은 동정맥루 조성 후 6개월까지였다. 두 군 간에 동정맥루 일차 실패(21.5% 대 31.1%; 상대위험도, 0.69 [0.45-1.08]) 또는 일차 개통성(62.5% 대 52.5%; 상대위험도, 1.19 [0.97-1.45])에는 통계적으로 유의한 차이가 없었다. 그러나 이차 개통성은 신체검사 단독과 비교하여 수술 전 초음파를 시행한 군에서 더 좋았다(81.6% 대 65.2%; 상대위험도, 1.18 [1.01-1.37]). 수술 후 중재시술의 빈도(20.1% 대 22.9%; 상대위험도, 0.88 [0.36-2.15]), 투석 전, 이식 또는 사망 전 불필요한 혈관통로 조성(12.1% 대

11.9%; 상대위험도, 1.02 [0.49-2.13]), 사망률(7.5% 대 4.7%; 상대위험도, 1.58 [0.53-4.70])에 대해서는 신체검사 군과 비교하여 수술 전 초음파를 시행한 군에서는 차이가 없었다. 이 연구들은, 불필요한 투석혈관의 조성 횡수와 같은 환자에게 해가 될 가능성을 예측하는 데에는 도움이 되지 않았다(부록 3, 표 S31).

맥 조영술을 시행하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

### 권고내용: 혈관 접근을 위한 혈관 지도검사에 대한 설명

7.3 KDOQI는 모든 환자에서 일상적인 혈관 지도검사를 시행하기 보다는, 투석혈관의 실패 위험성이 높은 환자(표 7.2)에서 선택적으로 수술 전 초음파를 시행하는 것을 제안한다. (조건부 권고, 낮은 수준의 근거)

7.4 KDOQI는 투석혈관 조성을 위한 혈관의 적합성을 평가하기 위해 필요하다면, 잔여신기능을 고려하면서 말초 혈관의 초음파 검사(수술 중 초음파 검사 포함) 및 중심정맥 폐색이 의심되는 경우 정

### 근거 및 배경

임상적 평가에 비해 동정맥루의 예후에 대한 수술 전 혈관 지도검사(vessel mapping)는 높은 수준의 근거가 부족하지만, 수술 전 혈관 지도검사의 선택적 사용은 유용할 수 있다. 이러한 선택적 사용은 동정맥루 시술의 실패 위험이 높은 환자, 혈관 손상 또는 중심정맥 협착의 위험이 있거나 병력이 있는 환자 또는 적절한 신체검사가 불가능한 환자(병적인 비만 환자 등)에 게 적용할 수 있다(표 7.2 참조).

### 설명

하나의 무작위 대조연구에서 동정맥루 조성을 위해 수술 전 혈관 지도검사의 방법으로 선택적 초음파 검

표 7.2. 혈관 지도검사가 도움이 될 수 있는 위험요인(risk factor)에 대한 예

임상적 문제	위험 요인
성숙 실패	노인, 여성, 동반질환(예, 말초혈관질환, 관상동맥질환), 체구가 작은 소아환자
말초 혈관 손상	동측: 말초삽입중심도관 삽입, 이외 의인성(예, 정맥천자), 환자 스스로 자초한 경우(예, 정맥내 약물남용), 질병 상태(예, 혈관염), CABG 로 인한 요골동맥 소실
중심정맥 협착	여러번의 중심정맥도관; 장기간 중심정맥도관의 사용; 심장 부착형 전자장치; 말초삽입중심도관; 목, 흉부, 상지의 수술 혹은 외상
신체 검진의 제한	병적인 비만, 부적절한 환자 상태(예, 탈수, 혈관 수축), 온전하지 않은 피부, 환자의 검진 거부

참고: 중심정맥 협착이 의심될 때, 초음파는 협착을 찾아내기에는 민감도가 낮다. 따라서 협착의 진단 및 위치 확인을 위해 정맥조영술이 시행되어야 한다.

사와 일상적인 초음파검사를 시행한 군을 비교했다 (n=77).<sup>183</sup> 대부분의 환자는 투석 전 고혈압과 당뇨병을 가지고 있었고, 평균 연령은 65세였다. 이 연구에서 90일 동안 관찰한 결과, 선택적 및 일상적인 혈관 지도 검사(36.0% 대 21.1%; 상대위험도, 1.71; 95% 신뢰구간, 0.81-3.59), 수술 후 중재시술 시행(5.3% 대 5.1%; 상대위험도, 1.03; 95% 신뢰구간, 0.15-6.92), 전체 합병증의 발생(12.8% 대 2.6%; 상대위험도, 4.87; 95% 신뢰구간, 0.60-39.79) 등 동정맥루에 대한 일차 실패율에 통계적으로 유의미한 차이는 없었다. 하지만, 일차 혹은 이차 개통성은 평가되지 않았다(부록 3, 표 S32, S33).

위의 근거를 기초로, 작업그룹은 모든 환자에서 혈관 지도검사를 지지하지 않지만, 위험성이 높은 환자에게는 도움이 될 수 있고, 추가적인 연구가 필요하다. 수술 전 혈관 지도검사는 매우 중요하지만, 현재까지 수행된 연구에서 분명하지 않을 수 있다. 혈관 외과의가 없이 단독적인 영상의학 검사에 의해 수행된 수술 전 혈관 지도검사의 효과가 혈관 수술을 시행하는 의사에 의해 수행된 수술 전 지도검사와 동일한 효과를 갖는지 확실하지 않다. 이것은 연구를 통해 명확히 해야 할 영역이다.

## 권고내용: 투석혈관 수술을 위한 동맥 및 정맥의 최적 혈관 크기에 대한 설명

7.5 KDOQI는 동정맥루 수술을 위해 필요한 정맥 및 동맥 직경의 최소값은 없는 것이 합리적이라고 생각한다. 그러나, 2 mm 미만의 혈관은 사용가능한 동정맥루를 조성하기 위해 혈관의 성장 가능성

및 질평가에 대해 더욱 신중하게 평가하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

7.6 KDOQI는 동정맥루 수술을 위해 혈관의 여러 특성(크기, 확장성, 흐름 등)을 평가하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

## 근거 및 설명

이전에 제안된 직경 2.5 mm의 정맥 및 직경 2.0 mm의 동맥 크기에 대해서는 검증되지 않았다. 이 값은 1998년 Silva 등의 단일 연구에 기초한 전문가 의견으로서 혈관 접근을 위한 KDOQI 진료지침에 포함되었다.<sup>184</sup> 초음파의 일상적인 사용에도 불구하고, 다기관 연구에서 일차 실패율은 60% 이상으로 보고되었다.<sup>31</sup> 이 자료는 후향적 단일 센터 연구로 한계가 있다. 혈관 크기를 평가하는 연구는 시간(수술실에서 수술직 전 평가와 검사실에서의 평가), 지혈대 사용 후 혈관의 확장성, 조작자 숙련도(초음파 숙련자와 외과 의사) 및 위치(요골동맥-요측피정맥과 상완동맥-요측피정맥)에 관해 일관성을 보이지 않는다.

근거분석팀의 검토에 대한 진료지침 기준을 충족하는 제한된 임상 근거는 다음과 같이 요약된다.

Allon 등은 단일 센터 연구를 통해서 17개월 동안 혈관통로의 유형별 수술 전 혈관 지도검사 및 예후를 분석하였다.<sup>28</sup> 동정맥루 조성을 위한 최소 직경을 정맥 2.5 mm 초과 및 동맥 2.0 mm를 초과하고, 인조혈관 조성을 위한 정맥 직경은 4.0 mm 초과로 정하고 시행하였다. 이 연구는 혈관 크기에 따른 예후를 보고하지는 않았다. 전체적으로, 과거 대조군과 비교하여, 연구에서는 동정맥루 조성률이 34%에서 64%로 증가한 것

으로 나타났으며, 이는 여성 및 당뇨병 환자에서 가장 크게 개선되었다. 동정맥류의 사용률도 전체적으로 증가하였다(46%에서 54%로 증가,  $P=0.34$ ). 전완 동정맥류의 경우만을 보았을 때 그 사용률도 다소 증가하였지만 통계적으로 유의하지는 않았다(34%에서 54%로 증가;  $P=0.06$ ).

Dageforde 등<sup>188</sup>은 상완동맥-요측피정맥 동정맥루와 상완동맥-척측피정맥 동정맥루를 가진 158명의 환자(평균 연령, 54세; 당뇨병, 56%; 체질량 지수,  $32 \text{ kg/m}^2$ )에 대한 후향적 연구를 시행하였다. 연구 환자를 정맥 직경에 기초하여 사분위수로 네 군으로 나누었고, 정맥 직경은 2.7 mm 미만인 가장 작은 그룹 및 직경 4.1 mm 초과인 가장 높은 그룹으로 확인되었다. 최소 정맥 직경이 3.4 mm 초과인 환자는 정맥 직경이 3.2 mm 미만인 환자에서 비해 성숙률이 더 높았으며(79% 대 90%), 6개월, 12개월 및 24개월째의 개통성(77%, 55% 49% 대 90%, 67%, 58%)이 더 좋았다고 보고하였다.

연구결과 다양한 수치들이 보고되는 것은 최소 혈관 직경에 대한 권고 사항을 만드는 데 필요한 임상적 근거의 한계를 의미한다. 또한 혈관 크기 이외의 다른 변수를 고려하는 것이 중요할 수 있다. 예를 들어, Malvorh에 의한 116명의 환자 연구<sup>189</sup>에서는 확장성(근위부 압박에 의한 정맥의 내경의 증가로 정의 됨), 동맥벽 두께 및 반응성 충혈에 대한 저항 지수들을 사용하였다. 정맥 내경의 확장이 큰( $0.226 \text{ cm} \pm 0.063$ 에

서  $0.335 \text{ cm} \pm 0.115$ ) 환자에서는 80.2%의 일차 개통률을 보인 반면, 정맥 내경의 확장이 작은( $0.219 \text{ cm} \pm 0.097$ 에서  $0.245 \text{ cm} \pm 0.126$ ) 환자에서는 19.2%의 일차 개통률을 보였다. 이 연구는 또한 동맥 내경, 기저 동맥 혈류량 및 반응성 충혈에 대한 저항 지수를 평가했다. 성숙도가 높은 그룹의 동맥 내경은  $0.264 \text{ cm} \pm 0.065$  대  $0.162 \text{ cm} \pm 0.066$ , 기저 혈류는  $54.5 \text{ mL/min} \pm 2.81$  대  $24.11 \text{ mL/min} \pm 16.81$ , 충혈 저항 지수는  $0.50 \pm 0.13$  대  $0.70 \pm 0.17$ 을 보였다. 하지만, 그 유용성은 보고되지 않았다.

## 앞으로의 연구 및 요구되는 교육

혈관 접근로의 준비 또는 사용을 위한 혈관 접근로에 대한 신체 검진의 훈련이 부족하다. 혈관 접근로의 유형과 위치를 결정하기 위해 환자와 환자의 혈관을 평가하는 수술 전 이학적 검사가 강조되고, 또한 이의 훈련이 필요하다.

수술 전 혈관 지도검사는 매우 중요하지만, 그 효과는 현재까지 수행된 연구에서 분명하지 않을 수 있다. 혈관 수술자가 아닌 단독적으로 영상의학 검사에 의해 수행된 수술 전 혈관 지도검사의 효과가 혈관 수술을 시행하는 의사에 의해 수행된 수술 전 지도검사와 동일한 효과를 갖는지 확실하지 않다. 이것은 연구를 통해 명확히 해야 할 영역이다.

## 투석혈관 조성

진료지침 권고내용에 대한 근거 기준을 이해하기 위하여 Box 1을 참조하십시오.

참고: 권고내용에 “KDOQI에서 권고사항을 만들 근거가 부족하였다”라고 기술되어 있는 것은, 근거분석팀(ERT)에 의해 수집된 근거의 수준이 매우 낮거나, 낮거나 혹은 부적절하여 작업그룹(Work Group)에서 어떠한 권고나 제안 혹은 기타의 근거 기반 지침을 만들 수 없었다는 것을 의미한다.

### 권고내용: 조성 전 감염 예방

8.1 KDOQI는 시술자와 시술팀이 투석혈관 조성에 앞서 반드시 먼저 치료되어야 하는 감염(예, 치과적 감염, 골수염 등)의 위험성을 확인하기 위해 자세한 병력청취와 신체검사를 시행하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

### 권고내용: 투석혈관 조성에 사용되는 마취법

8.2 현재까지 관련 연구에서 동정맥루의 사용, 개통

성, 중재술 또는 환자 경험의 관점에서 부위마취(regional block)와 국소마취(local anesthesia) 간에 차이가 없었기 때문에, KDOQI는 시술자의 재량과 최선의 임상적 판단을 바탕으로 동정맥루 수술에 대해 마취방법을 선택하도록 제안한다. (조건부 권고, 낮거나 중간 수준의 증거)

### 근거 및 배경

투석혈관 조성술의 대부분은 사지(extremity)의 제한된 부위에서 피하 박리 및 최소한의 심부조직 박리를 필요로 한다. 통상적으로, 이러한 수술은 환자의 편의를 위해 국소마취(local anesthesia) 및 정맥 진정제를 사용하며 시행되었다. 동맥류 교정술 또는 표재화와 같은 광범위한 조직박리가 필요한 난이도 높은 수술은 일반적으로 시술자의 재량에 따라 전신마취(general anesthesia) 또는 부위마취(regional block) 하에서 수행된다.<sup>190</sup> 부위 및 전신마취법은 혈관 긴장도를 감소시켜 혈관 확장을 유도할 수 있으며<sup>191</sup>; 이로 인해 더 확장된 혈관(최대 25%)은<sup>192</sup> 수술 편의성을 향상시킬 수 있다. 이러한 관찰을 통해 연구자들은 마취의 방법(유형 및 위치)이 투석혈관 조성률 및 개통성, 동정맥루 성숙도, 그리고 환자 만족도 및 시술자 편의

를 높이는 데 도움이 되는지 평가해왔다. 이에 대한 주제는 이번에 개정된 NKF-KDOQI 혈관통로 진료지침에서 새롭게 다루어지는 내용이다.

## 세부 설명

조성된 동정맥루의 성공적인 성숙은<sup>31,193</sup> 문합에 사용된 정맥 직경과 관련될 수 있다.<sup>104</sup> 정맥의 직경과 혈류량이 충분할 경우 동정맥루 특히 원위부 전완 동정맥루 조성이 증가할 수 있다.<sup>194,195</sup> 그러나, 마취로 정맥의 확장을 유도하여 동정맥루를 조성하는 것이 동정맥루 성숙이나 사용 가능성을 향상시키는 지는 확실하지 않다. 특히, 부위마취는 수술 중 혹은 직후에 표재정맥을 확장시키고, 사지의 혈류를 증가시키는 경향이 있다.<sup>196</sup> 따라서, 정맥이 확장되고 혈류가 증가하는 것은 동정맥루 조성에 있어서 보다 원위부의 전완 동정맥 선택을 유도할 수 있으며, 수술 전후 증가된 혈류가 동정맥루 성숙을 향상시킬 수 있다고 제안되어 왔다.<sup>194,195</sup>

활용도가 증가하고 있는 도플러 초음파검사는 상지에서 수행되는 외과적 수술을 위한 부위마취(쇄골 상방 및 쇄골 하방) 신경차단의 용이성, 안전성 및 유효성을 증가시켰다.<sup>197</sup>

6건의 무작위 대조연구와 3건의 관찰연구가 투석혈관 성적에 대한 다양한 마취기술의 효과와 위해성을 비교하였다<sup>192,198-200</sup>; 그러나, 편향 위험이 높은 1건의 무작위 대조연구와 3건의 관찰연구를 제외한 후 평가한 연구들에서 요골동맥-요측피정맥 동정맥루(radiocephalic AVF) 또는 상완동맥-요측피정맥 동정맥루(brachiocephalic AVF) 조성 시 신경절 차단 부위마취를 시행한 군과 국소마취를 시행한 군을 비교한

결과, 투석혈관의 개통성, 실패율, 환자 만족도, 그리고 합병증에 차이가 없었음을 보고하였다.

Yildirim 등<sup>201</sup>은 요골동맥-요측피정맥 동정맥루 수술을 받는 환자(100명)에 대한 성상신경절(stellate ganglion) 차단과 국소마취를 비교하였다. 환자의 동정맥루는 천자를 위해 충분히 성숙될 때까지 추적 관찰하였다. 성공적인 바늘천자 여부는 성상신경절 차단과 국소마취 간에 유의한 차이가 없었다(상대위험도, 1.58; 95% 신뢰구간, 0.996-2.52). 그러나, 평균 성숙 기간은 성상신경절 차단군에서 평균 41.4일에 비해 국소마취군에서는 평균 77.1일로, 성상신경절 차단에서 유의하게 단축되었다(평균 차이, -36일; 95% 신뢰구간, -41- -31).

3건의 무작위 대조연구에서 상완 신경총 차단(brachial plexus block)과 국소마취를 비교한 결과,<sup>192,199,200</sup> 요골동맥-요측피정맥 동정맥루 수술을 받는 환자에서 투석혈관 개통성, 실패율 또는 합병증에서 유의한 차이를 나타내지 않았다(부록 3, 표 S34). Aitken 등의 연구에서,<sup>198</sup> 요골동맥-요측피정맥 동정맥루 조성술을 받은 환자들 중에서 동정맥루를 사용할 수 있는 정도는 국소마취에 비해 상완 신경총 차단 시 유의하게 더 높았다(상대위험도, 1.83; 95% 신뢰구간, 1.07-3.12) (부록 3, 표 S35). 상완동맥-요측피정맥 동정맥루 조성술의 경우에는, 동정맥루의 개통성, 이차적인 중재시술의 필요성, 동정맥루에 대한 천자 용이성, 또는 환자 만족도에서 마취의 유형에 따른 차이가 없었다.

초음파 유도 하에 시행된 다양한 신경절 차단 부위마취술은 비교적 우수한 안전성이 보고되었다.<sup>197</sup> 그러나, 부위마취법도 적지만 심각한 합병증 위험과 관련이 있으므로,<sup>202</sup> 동정맥루 조성을 위한 마취 방법의 선택은 최적의 동정맥루 조성을 위한 의료센터의 경

험, 수술 방법 및 환자 특성을 기반으로 해야 한다(부록 3, 표 S34-S38).

## 특별 토의

작업그룹은 적절한 경우 원위부에 동정맥루를 조성하는 것이 근위부 혈관을 보존하는데 도움이 되는 것을 논의하였다. 부위마취로 인한 혈관 확장은, 처음에는 작은 크기로 인해 놓쳤거나 적합하지 않은 것으로 판단되었던 혈관을 식별할 수 있는 기회를 제공할 수 있다. 부위마취로 혜택을 볼 수 있는 환자그룹이 있는지에 대한 연구는 가치가 있을 것으로 보인다. 중심정맥협착은 동정맥루의 장기적인 실패의 중요한 원인이다. 중심정맥 안팎에 대한 어떠한 자극이던지 간에 시간이 지남에 따라 중심정맥에 협착을 야기시킬 수 있다. 이와 유사하게 동측 중심정맥을 포함하는 신경혈관다발에 부위마취제를 투여하는 것에 대한 장기적인 예후에 대해서는 알려져 있지 않다.

## 앞으로의 연구

- 부위마취법으로 혜택을 볼 수 있는 환자집단 확인
- 중심정맥에 대한 부위마취의 장기적인 효과 평가

## 권고내용: 투석혈관의 문합 형태와 방법

8.3 문합의 형태(anastomotic configuration)와 방법(apposition method) 중 어느 특정 방식을

선호하는 것에 대한 권고사항을 만들 근거가 부족하였기 때문에, KDOQI는 시술의 재량과 최선의 임상적 판단에 따라 동정맥루 문합 형태 및 방법(예, 혈관클리프, 봉합사 등)을 선택하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

## 근거 및 배경

문합 형태는 투석혈관의 일차 실패 및 성적에 잠재적으로 영향을 끼칠 것으로 생각되는 많은 요소들 중 하나이다. 혈류의 급격한 증가와 유출정맥 형태의 변화는 동정맥루 조성으로 발생하는 2가지 영구적 변화이다.<sup>203</sup> 연구에 따르면, 투석혈관 조성 후 달라진 혈류 패턴으로 인한 벽 전단응력(wall shear stress)이 문합 부주위협착(JAS, Juxta-anastomotic stenosis)과 관련된 정맥의 신생내막증식으로 이어질 수 있음이 밝혀졌다.<sup>204,205</sup> 문합부주위협착은 동정맥루의 동맥-정맥 문합부와 인조혈관의 인조혈관-정맥 문합부에서 통상적으로 관찰되며<sup>206,207</sup> 투석혈관의 혈전증 및 성숙실패와 관련이 있다.<sup>4</sup> 최적의 문합 형태나 방법은 조성된 투석혈관에 대해 부정적인 영향을 주는 혈류 패턴 및 전단응력을 완화시킬 수 있지만,<sup>204,208</sup> 정맥 고혈압과 같은 의도하지 않은 결과가 발생할 수도 있다.

## 세부 설명

투석혈관 조성을 위한 문합 테크닉과 도구들이 연구된 바 있다.<sup>209-211</sup> Mozaffar 등<sup>210</sup>은 정맥측면-동맥측면 문합법과 정맥말단-동맥측면 문합법을 비교하였다. 6

개월째의 일차 동정맥루 실패정도는 측측문합(20%)과 단측문합(17%) 간에 의미 있는 차이가 없었다(상대 위험도, 1.20; 95% 신뢰구간, 0.41-3.51) (부록 3, 표 S39-S42).

Sadaghanloo 등<sup>211</sup>에 의한 프랑스의 관찰연구는 RADAR 술식(radial artery deviation and reimplantation technique) (53명)을 전통적인 정맥말단-동맥측면 문합법(73명)과 비교했다. 6개월째 일차 동정맥루 개통성은 RADAR 술식(93%)에서 정맥말단-동맥측면 문합법(52%)보다 유의하게 향상되었다(상대 위험도, 1.81; 95% 신뢰구간, 1.29-2.55). 이차 동정맥루 개통성 및 중재를 포함한 다른 결과도 RADAR 술식에서 우수하였다.

문합 방법(apposition method)과 관련하여, 혈관 문합 클립(clip)과 봉합사는 비슷한 성적을 나타냈다 (진료지침 권고내용 8.4 참조).

연구의 표, 근거의 질적 수준 및 편향의 위험 정도는 부록 3, 표 S39-S42에서 제시되었다.

## 특별 토의

작업그룹은 RADAR 테크닉과 관련된 근거분석팀의 권고사항에 대해 논의했다. 이 방법은 요골동맥(radial artery)의 절단이 필요하며, 동맥말단-정맥측면 문합 방법이다. 요측피정맥(cephalic vein)에서의 양방향 혈류흐름이 측측문합의 동정맥루(side-to-side AVF)와 유사한 방식으로 개통성을 증가시킬 수 있지만, 장기적으로 부분적인 정맥 고혈압(segmental venous hypertension)이 발생할 위험이 있다; 이것은, 측측 문합법(side-to-side anastomosis)보다 단측문합법(end-to-side anastomosis)을 선택하는 주된 이유이

다. 요골동맥을 절단하는 것은 수술이 실패한 환자에서 향후 허혈이 발생할 위험이 있다. 비록, RADAR 연구가 단기적 이점을 보여주었지만, 장기적인 결과는 지켜봐야 한다.<sup>211,212</sup> 전산유체역학(computational fluid dynamics, CFD) 모델을 이용한 단단문합법(end-to-end anastomosis)의 동정맥루를 연구하였는데, RADAR에서와 유사하게 동맥 말단을 이용하였고, 유동응력(flow stress)과 연관된 동맥 협착이 발생할 가능성을 시사했다.<sup>213,214</sup>

근거분석팀은 동정맥루의 일차 개통성 및 중재시술에 대한 필요성 측면에서 동맥말단-정맥측면 문합법이 정맥말단-동맥측면 문합법보다 낫다는 의견을 낮거나 중간 수준의 근거로 제시했다. 하지만, 연구의 방법론적인 문제(요골동맥-요측피정맥 동정맥루만 평가되어 일반화가 어렵고, 단기간의 추적관찰 연구로 제한되는 등)와 더불어, 차후의 혈관통로를 위한 동맥의 손실, 정맥 고혈압 및 수부 허혈의 가능성에 대한 임상적 우려로 인해 작업그룹(Work Group)은 이 수술방법에 대해 유보적이었다.

## 적용 시 고려사항

### 너무 깊이 위치하는 투석혈관의 조성을 피할 것

문합방법에 관계없이, 피부 표면으로부터 너무 깊이 위치하는 투석혈관은 천자가 곤란할 수 있다. 이러한 상황은 대표적으로 비만환자의 상완동맥-요측피정맥 동정맥루(brachiocephalic AVF)에서 볼 수 있지만, 다른 종류의 투석혈관에서도 지방조직의 분포나 혈관의 깊이에 따라 발생할 수 있다. 예를 들어, 요골동맥-요측피정맥 동정맥루에서 전완부 지방조직의 분포, 또

는 인조혈관 및 상완동맥-척측피정맥 동정맥루에서 피하터널의 깊이에 따라 이러한 문제가 발생할 수 있다. 이 문제는 오랫동안 사용한 투석혈관에서도 나타날 수는 있지만, 대개는 투석혈관 조성 후의 미성숙과 더 관련성이 있다.

피부표면 쪽으로 동정맥루를 들어올려(elevation) 주거나 표재화(superficialization)하기 위한 다양한 수술방법이 있다.<sup>215-219</sup> 대표적으로, 상완동맥-요측피정맥 동정맥루(brachiocephalic AVF)에서 유출정맥의 주행방향을 따라 절개한 후, 아래 피하조직을 재조정하여 유출정맥을 피부 쪽에 가깝게 올려주는 방법이 있으며, Bronder 등<sup>215</sup>은 296명 환자를 대상으로 한 7년 동안의 수술경험에서 우수한 장기 성적을 보고하였다.

동정맥루 위의 피하조직을 절제하여 피부와 동정맥루 간 거리를 축소시킴으로써 동정맥루를 표재화하거나, 혹은 단순히 표재화 할 수 있다. 대체법으로, 피부 절개부위 상처가 벌어진다면 정맥을 전위하거나 새로운 주행경로를 만들어줌으로써 정맥의 노출을 줄이는 방법도 있다.

Bourquelot 등<sup>216</sup>은 정맥 주행 위에 시행한 일련의 피부 횡절개를 통해 과도한 피부 아래쪽 피하조직을 절제하는 방법을 소개하였고, 다른 연구그룹에서는 지방흡입절제술을 이용한 수술법을 소개한 바 있다.<sup>220,221</sup>

## 앞으로의 연구

특정 해부학적 위치에서 협착이 호발하는 것은 국소 혈역학이 협착의 발생에 중요한 역할을 한다는 것을 시사한다. 더 나은 영상기술과 전산유체역학의 이용은 혈역학 및 전단응력 패턴을 모델링할 수 있

는 기회를 제공한다.<sup>222</sup> 휘거나 구부러진 부위는 정맥의 신생내막증식을 유발하는 최대 전단응력차를 갖는 경향이 있다.<sup>213,222</sup> Hull 등<sup>223</sup>은 측측문합(side-to-side anastomosis)의 전산유체역학 모델을 연구하여, 다른 각도에 비해 더 균일한 벽 전단응력 패턴을 보이는 pSLOT (piggyback Straight Line Onlay Technique) 문합 형태를 제시한 바 있다.

이 테크닉을 포함하여 기타 수술방법에 대해서 혈역학적 요인들을 기반으로 하는 집중적인 연구가 문합부주위협착 등 일련의 협착증의 발생을 줄이고 투석혈관의 생존기간을 향상시키는 데 도움이 될 것이다.

- 동정맥루 기능부전 결과지표(예, 유출정맥협착, 문합부주위협착)의 요인이 되는 혈역학(혈류, 전단응력 등)에 대한 연구
- 다양한 형태의 투석혈관에 대한 전산유체역학 모델 개발
- 다양한 문합 형태에 대한 임상적 평가 — 스트레스 영역을 식별하고 이를 완화 또는 회피(협착증 예방)
- pSLOT이 소개되었지만 큰 편향 위험성으로 인해 근거분석팀 평가에서 제외되었다.<sup>209</sup> 이 기법에 대한 더 많은 추가 연구가 필요하다.
- RADAR 술식에 대한 적극적인 추가 연구 및 장기 후속 관찰

## 권고내용: 투석혈관 문합부 봉합법

8.4 KDOQI에서 투석혈관의 개통성 또는 합병증 측면에서 특정 방식의 문합부 봉합법이 유리하다는 근거가 부족하였기 때문에, 투석혈관 조성을 위한 봉합법의 선택은 수술자의 재량과 최선의 임상 판

단에 근거하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

## 근거 및 배경

혈관통로 조성을 시행하게 되면 일차 실패의 위험성이 항상 있다.<sup>31</sup> 투석혈관 수술성적에 영향을 미치는 많은 요인들 중 하나로 봉합방법이 연구되어져 왔다. 봉합에 의한 혈관 접합은 연속봉합(continuous suture)이나 단속봉합(interrupted suture)으로 시행된다. 과거 연구들에서 박동성 혈류에서는 단속봉합에 의한 문합이 혈액역학적으로 유리함을 제시하였으나,<sup>224</sup> 단속문합은 수술 난이도가 높고 적절한 기구가 부족하기 때문에 연속봉합이 가장 보편적인 문합 방법이다.

혈관통로 문합에서 외과외과가 단속문합을 시행하는데 도움이 될 수 있는 2가지의 새로운 기구가<sup>225,226</sup> 평가된 바 있다.

## 세부 설명

연속봉합 및 단속봉합에 의한 문합은 작은 혈관의 문합부 주변에서 서로 다른 혈액역학적 특징 및 탄성 패턴을 갖지만,<sup>224</sup> 현재까지의 문헌에서는 이러한 혈액역학 및 신전성의 변화가 투석혈관의 장기적 예후에 미치는 효과를 명확하게 제시하지는 못하였다. 최근의 무작위 대조연구(78명)는 요골동맥-요측피정맥 동정맥루(radiocephalic AVF)에서 부분적 단속봉합에 의한 문합법이 일차 개통성의 개선을 보여주었지만 연속봉합과 비교하여 Rule of 6를 기준으로 평가하는 기능

적 개통성에는 차이가 없었다.<sup>227</sup> 또 다른 대규모 후향적 연구는 334건의 수술에서 연속봉합과 단속봉합 문합을 비교하였고, 동등한 결과가 관찰되었다.<sup>228</sup> 더 큰 규모의 다기관(17개 기관) 후향적 연구는 398례의 동정맥루(199례 클립, 199례 봉합사) 및 740례의 인조혈관(401례 클립, 344례 봉합사)의 장기 성적에 대해 보고했다. 동정맥루에서 클립(clip)을 이용한 문합 시 출혈 합병증, 일차 개통성 및 누적 개통성의 개선을 보였고, 인조혈관에서도 치료의도분석(intention-to-treat analysis)에서 클립을 이용한 문합 시 향상된 개통성을 보여주었다.

두 건의 무작위 대조연구가 동정맥루에서 연속봉합과 단속봉합법을 비교하여 효과와 위해를 평가했다. Zeebregts 등<sup>229</sup>은 2년까지 추적관찰한 98명의 환자에서 VCS 클립(Tyco Health/Auto Suture Company)과 6-0 Prolene (Johnson & Johnson) 봉합사의 성적을 비교했다. Walker 등<sup>230</sup>은 31명의 환자에서 U-clip 장치(Medtronic)를 이용한 문합과 6-0 Prolene 봉합사(Johnson & Johnson)로 연속봉합을 한 문합을 비교했다. 이 두 연구에서 수집된 자료는 연속봉합과 단속봉합 문합기술 간에 통계적으로 유의한 차이를 보여주지 못했다; 클립 환자군에서 6개월째 일차 동정맥루 개통성은 71%였고 Prolene 봉합사 환자군에서는 72% (상대위험도, 0.98; 95% 신뢰구간, 0.73-1.32)였다.<sup>229,230</sup> 6개월째의 이차 개통성은 두 군에서 각각 86% (클립), 69% (봉합사)로 역시 통계적으로 차이가 없었다(상대위험도, 1.25; 95% 신뢰구간, 0.96-1.64).

## 특별 토의

단속봉합은 문합부위에서 더 나은 혈액역학적 특징

을 갖는 것으로 보이지만, 연구결과는 투석혈관 성적에 의미 있는 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다. 장기간 추적 관찰 기간(2년)동안 다수의 동정맥루 문합(1,345명)을 평가한 후향적 연구에서는<sup>231</sup> 클립 (AnastoClips) 군에서 개통성에 대해 의미 있는 이점을 보여주었으나, 더 나은 혈액학적 특성으로 얻을 수 있는 혜택은 크지 않을 수 있다고 제시하였다.

이론적으로 단속봉합에 의한 문합에서는 문합 크기가 시간이 지남에 따라 확대되어 거대동정맥루(mega fistula)로 이어질 수 있다는 단점이 있다. 비록 이러한 점이 대동맥협착의 선천성 심장수술 연구에서 주요한 인자로 입증되지는 않았지만,<sup>232</sup> 큰 혈관에 만들어진 동정맥루에서는 혈류 관련 문제의 발생 경향이 높을 수 있다. 문합 테크닉에 대한 추가 연구가 필요하다.

## 권고내용: 투석혈관 성숙을 위한 수술자 보조 처치(Operator-Assisted Maneuvers)

8.5 KDOQI는 동정맥루의 성숙, 개통성, 임상적 가용성을 개선하거나, 또는 인조혈관의 개통성 개선 혹은 혈전증을 감소시키기 위해 동종 내피 이식편 (allogenic endothelial implants)을 사용하는 것을 제안하지 않는다. (조건부 권고, 매우 낮은 수준의 근거)

8.6 KDOQI는 동정맥루 또는 인조혈관의 개통성 및 임상적 가용성을 개선하기 위해 췌장 엘라스타제 (pancreatic elastase)의 사용을 제안하지는 않는다. (조건부 권고, 중간 수준의 근거)

8.7 KDOQI는 투석혈관 조성술 중에 수술자가 외과적 혹은 혈관 내 방법을 통해 성숙을 유도하기 위

한 처치를 하는 것에 대해서는 집도의가 최선의 임상적 판단과 전문 지식을 바탕으로 개별적으로 주의 깊게 접근하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

## 근거 및 배경

동정맥루 성숙 실패 및 인조혈관 혈전증은 혈액투석 환자의 주요한 임상 문제이다. 불행히도, 조성된 동정맥루의 20-60%는 투석에 사용할 수 있을 정도로 성공적으로 성숙되지 못하는 것으로 보고되고 있다.<sup>77,233</sup> 혈전증은 인조혈관 기능부전의 약 80%를 차지하는 원인이며,<sup>31,234-236</sup> 이는 정맥 문합부의 협착이 원인이 된다.<sup>237-239</sup> 현재로서는, 동정맥루 성숙을 향상시키고 인조혈관 협착증 및 혈전증을 감소시키는 효과적인 방법은 없다고 보는 것이 맞다. 투석혈관 성숙을 돕기 위한 약물 치료는 2006년 KDOQI 진료지침에서는 다루어지지 않았다.<sup>13</sup> 2006년 KDOQI 진료지침 이후, 동정맥루의 성숙을 돕고 인조혈관의 혈전증을 방지하기 위한 새로운 생물학적 요법을 평가하는 몇 건의 무작위 대조연구가 발표되었다.

## 세부 설명

동정맥루 및 인조혈관 조성술을 위한 보조적 비약물 치료의 역할은 특히 동종 내피세포 이식편 및 제1형 췌장 엘라스타제(부록 3, 표 S43-S46)에 초점을 둔다.

## 성숙을 향상시키는 비약물적 생물학적 제제

**동정맥루에서 동종 내피세포 이식편<sup>240,241</sup>.** Conte 등<sup>240</sup>의 자료에는 동정맥루(31명) 또는 인조혈관(34명)을 가진 65명의 유지 혈액투석 환자가 참여한 복합 1상 연구(동종 내피세포 이식편[allogeneic endothelial cell implants, AEC] 안전성 시험) 및 2상 연구(2:1 비율의 AEC와 위약 무작위 대조연구)의 데이터가 포함되어 있다. AEC로 치료받은 환자는 유출정맥과 문합부위에 인간 내피세포를 함유하는 2개의 Vascugel 스폰지를 처치 받았으며, 일부 환자는 동맥 문합부위에 배치하기 위해 세 번째 Vascugel 스폰지를 받았다. 24주째의 1차 동정맥루 개통성은 위약군(62%)과 AEC처치군(60%) 간에 통계적으로 차이를 보이지 않았다(상대위험도, 0.97; 95% 신뢰구간, 0.52-1.83).<sup>240</sup> AEC군 또는 위약군에서 혈전증의 발생은 없었다.<sup>240</sup> 국소적 상처감염과 합병증을 교정하기 위한 중재의 필요성은 AEC군(4%)와 위약군(0%)에서 의미 있는 차이를 보이지 않았다(위험도 차이, -0.04; 95% 신뢰구간, -0.20-0.13)<sup>240</sup> (부록 3, 표 S43-S45 및 S52).

**인조혈관에서 동종 내피세포 이식편<sup>240</sup>.** Conte 등<sup>240</sup>의 연구에서 모든 인조혈관 환자(34명)는 2개의 Vascugel 스폰지를 정맥 문합부 및 유출정맥 부위에 두고 24주 동안 추적관찰 하였다. 2상 인조혈관 환자(30명)는 동맥 문합부위에 세 번째 Vascugel 스폰지를 처치 받아서 총 3개의 스폰지가 적용되었다. AEC 또는 위약을 적용 받은 환자들 사이에는 혈전증 또는 개통성에 차이가 없었다. 30일 째에 혈전증은 AEC군에서 9%, 위약군에서 18% (상대위험도, 0.48; 95% 신뢰구간, 0.08-2.96)였고, 24주 째에 1차 인조혈관 개통성은 위약군 23%에 비해 Vascugel군에서 38%였다(비교위험

도, 1.44; 95% 신뢰구간, 0.48-4.27). 국소 상처감염, 혈전증 및 30일간 합병증을 교정하기 위한 중재술의 필요성은 양쪽 그룹에서 2건 이하로 나타났다(부록 3, 표 S46-S48 및 S53).

**동정맥루에서 제1형 체장 엘라스타제.** Hye 등<sup>242</sup> 및 Peden 등<sup>243</sup>은 동정맥루를 가진 환자(229명)를 1형 체장 엘라스타제(PRT-201) 또는 위약에 무작위로 배정하여 1년간 추적관찰 하였다(부록 3, 표 S49). 188명의 환자자료를 세부 설명에서 제시할 수 있었다. 약물은 수술 중에 동정맥루 조성 직후 10분 동안 유입동맥, 문합부 및 유출정맥에 직접 투여되었다. 2주 차에 일차 동정맥루 실패율<sup>243</sup> 및 이차 동정맥루 개통성은 두 군 간에 유의한 차이가 없었다.<sup>242</sup> 자발성숙 동정맥루 성숙(unassisted AVF maturation)은 개통성을 유지 또는 회복시키기 위한 시술 없이 성숙되는 것으로 정의되었으며, 3개월 째에 위약(46%)보다 PRT-201(68%)에서 더 높았다(상대위험도, 1.48; 95% 신뢰구간, 1.02-2.15).<sup>242</sup> 그러나, 3개월 째의 조사결과에서 혈액역학적으로 유의한 내강 협착은 통계적으로 차이가 없었다(상대위험도, 0.93; 95% 신뢰구간, 0.19-3.43).

2건의 임상연구에 대한 종합분석에서, 1년째 일차 동정맥루 개통성은 PRT-201군과 위약군에서 통계적으로 상이하지 않았다(상대위험도, 1.21; 95% 신뢰구간, 0.87-1.68).<sup>242,243</sup> 1년째, 일차 동정맥루 개통성, 동정맥루를 사용할 수 있었던 정도(PRT-201 59% 대 위약 53%; 상대위험도, 1.11; 95% 신뢰구간, 0.82-1.51),<sup>242</sup> 그리고 동정맥루 혈전증은 통계적으로 다르지 않았다(상대위험도, 0.86; 95% 신뢰구간, 0.31-2.38).<sup>242,243</sup> 두 임상연구 모두 보고된 위해성(협착증, 혈전증, 감각저하, 스틸 증후군 또는 중재의 필요성)에서 차이를 보이지 않았다(부록 3, 표 S50 및 S51).

**인조혈관에서 제1형 체장 엘라스타제<sup>244</sup>.** Dwivedi

등<sup>244</sup>은 인조혈관 환자 89명을 등록하고 6개월 동안 추적 관찰했다. 용량 수준(낮음, 중간, 높음)별로 그룹화된 9개의 연구군이 있었다. I형 취장 엘라스타제(PRT-201)를 인조혈관 조성 직후 10분 동안 인조혈관 정맥 문합부와 인접 유출정맥에 수 차례 직접 점적투여하였다. 6개월에 인조혈관 혈전증은 PRT-201에서 42%, 위약에서 46% (상대위험도, 0.90; 95% 신뢰구간, 0.48-1.67)로 차이가 없었고, 정맥 협착(PRT-201 42% 대비 위약 32%; 상대위험도, 1.30; 95% 신뢰구간, 0.63-2.65)도 두 군 간에 차이가 없었다.<sup>244</sup> 1년 째에, 일차 인조혈관 개통성은 PRT-201군(용량에 따라 17-21%의 범위)과 위약군(19%)에서 통계적으로 차이가 없었다. 모든 용량 수준에서 이차 인조혈관 개통성(용량에 따라 59-71% 범위)도 유의한 차이가 없었다.<sup>244</sup> 혈전증, 협착증 및 12개월까지 합병증을 교정하기 위한 중재의 필요성도 두 군 간에 의미있는 차이가 없었다.

요약해보면, 2건의 무작위 대조연구는 수술 중에 투석혈관 조성 후 적용되는 장치 또는 국소 요법(취장 엘라스타제 및 동종 내피세포)에 대해 평가하였다. 이들 요법은 현재 3상 연구에 있으므로 상업적으로 이용할 수는 없다. 더불어, 이들 연구로부터의 현재 데이터는 동정맥루 또는 인조혈관에서 이점을 제시하지 않는다(부록 3, 표 S46-S48).

### 수술 중 장치 사용 및 수술 중 수술자보조처치 (Operator-Assisted Maneuvers)

동정맥루 조성 시 이식된 OptiFlow 문합 연결장치를 연구한 단면연구에서 과거 대조군(historical control groups)과 비교하여 유사한 동정맥루 성숙률을 보여주었다.<sup>245,246</sup> OptiFlow 문합 연결장치는 3상

연구가 없었고, 현재 상업적으로 이용할 수 없다.

### 기타 외과적 조치

투석혈관 성숙을 위한 수술자의 보조적 처치와 연관된 분야에서는 관련문헌이 거의 없다(진료지침 권고내용 8.5 및 8.6). 상완에 척측피정맥 전위 동정맥루(transposed basilic AVF)를 조성할 때 척측피정맥(basilic vein)의 1단계 또는 2단계 전위(transposition) 중 어느 것이 “더 유리한지”의 여부는 동정맥루 조성에서 흔한 임상적 질문이다. 이 점에 대해서는 관찰연구만 이용할 수 있으며, 두 방법 중에서 어느 하나의 방법이 다른 방법에 비해 대체적으로 이점을 나타내지는 않는 것으로 보고되었다.<sup>247,248</sup> 권고사항을 제공하기 위해서는 두 가지 기법을 비교하는 추가 연구가 필요하며, 그 때까지는 개별화된 접근 방식이 제안된다.

### 수술 중 혈관 내 처치(Intraoperative Endovascular Maneuvers)

순차적 BAM (Balloon Assisted Maturation; 풍선 보조성숙)과 병행하여, 동정맥루 수술 중에 작은 직경 정맥을 확장시키는 방법으로서 일차적 풍선 혈관성형술의 역할을 평가하는 1개의 관찰연구가 있었다.<sup>249</sup> 이 연구에서는 해당 센터에서 일차적 풍선 혈관성형술을 90% 이상 적용하고 있다고 보고했다.<sup>249</sup> 그러나, 이 연구에서는 비교대상이 없고, 동정맥루 사용 후 개통성을 유지하는 데 필요한 중재술의 빈도보고도 없었으며 무작위 연구도 아니었다. BAM을 이용한 일차적인 풍선 혈관성형술은 표준 술기로 채택되기 전에 추가적인 정밀조사가 필요하다.

## 특별 토의

작업그룹은 동정맥루 성숙(예, 취장 엘라스타제 및 동종 내피세포 이식편)을 돕기 위한 수술 중 처치의 임상시험에 대해 논의하였으나, 동정맥루 성숙 및 사용을 촉진하기 위한 약물, 장치, 또는 치료전략의 개발에 대한 필요성을 확인하게 되었다. BAM에 대해 논의가 이루어졌지만, 동정맥루 성숙을 위한 ‘수술 중 처치’ 분야에서의 제한적인 근거로 인해서 문헌 추출을 하지 않았다.

## 적용 시 고려사항

3상 임상시험이 완료되기 전에 종료되었거나, 현재 진행되고 있는 3상 임상시험이 평가 중에 있거나, 또는

치료법이 효과가 없는 것으로 밝혀졌기 때문에, 현재로서는 이러한 치료법 중 어느 것도 사용할 수 없다.

## 앞으로의 연구

- 동정맥루 성숙에서 동정맥루 보조 장치(Fistula Assist device)의 역할에 대한 연구는 현재 초기 단계의 연구이며, 동정맥루 성숙에서 일정 역할을 담당할 수도 있다. 이 기술에 관한 공식적인 자료는 아직 없다.
- BAM의 역할에 대해서 무작위 대조연구로 설계된 추가 연구가 필요하다.
- 척측피정맥의 1단계와 2단계 전위에 대해 무작위 대조연구의 설계로 추가 연구가 필요하다.

## 중심정맥도관 삽입

진료지침 권고내용에 대한 근거 기준을 이해하기 위하여 Box 1을 참조하십시오.

참고: 권고내용에 “KDOQI에서 권고사항을 만들 근거가 부족하였다”라고 기술되어 있는 것은, 근거분석팀(ERT)에 의해 수집된 근거의 수준이 매우 낮거나, 낮거나 혹은 부적절하여 작업그룹(Work Group)에서 어떠한 권고나 제안 혹은 기타의 근거 기반 지침을 만들 수 없었다는 것을 의미한다.

참고: “임상의의 재량과 최선의 임상적 판단”을 허용한다는 전문가 의견 및 권고내용은 다른 치료보다 우수한 새로운 치료, 기구, 전략을 권고할 엄밀한 근거가 현재 없다는 것을 의미한다. 작업그룹(Work Group)은 추후에 엄밀한 근거가 생긴다면 근거분석팀에 의해 도출된 근거에 기반한 권고내용(ERT-derived evidence based statements)이 전문가 의견에 기반한 권고내용을 최종적으로 대체할 수 있게 되기를 기대한다. 임상의의 재량은 환자의 개별 상황과 임상의의 임상적 경험과 전문지식(즉, 적합한 능력과 한계)을 신중하게 고려하여 판단한다는 것이다.

### 권고내용: 삽입을 위한 기술 및 다른 고려사항

9.1 KDOQI는 영상 유도하 중심정맥도관 삽입법을 사용하여 삽입 성공률을 높일 것을 권고한다. (조건부 권고, 중간 수준의 근거)

9.2 KDOQI는 터널식 중심정맥도관 삽입 후 형광투시검사법을 이용할 수 없는 경우, 중심정맥도관 끝이 올바르게 위치하도록 다른 영상검사를 사용하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

### 근거 및 배경

중심정맥도관은 전통적으로 혈관 박동을 포함한 해부학적 표지자를 사용하여 삽입되었고, 전형적으로 내경정맥(좌측보다 우측 선호) 또는 대퇴정맥(단기간 사용을 위해)에 삽입되었다. 최근에는, 형광 투시 및 초음파 영상에 의한 영상 유도하 중심정맥도관 삽입이 연구되고 이용되고 있다. 훈련된 의사에 의한 영상유도하 중심정맥도관의 삽입의 이점은 성공적인 삽입의 증가 및 합병증의 감소이다. 주요 합병증에는 혈종 및 부주의한 동맥 천자가 포함된다.

현재의 2019년 NKF KDOQI 임상 진료지침은 초음파 유도 및 형광투시검사가 가능한 병원에서 중심정맥

도관 삽입을 수행할 것을 권장하는 2006년 KDOQI 혈관통로 진료지침과 일맥 상통한다. 우발적인 동맥 천자와 같은 삽입 합병증을 최소화하기 위해 모든 터널식 중심정맥도관 삽입에 초음파 유도를 사용해야 한다. 또한, 형광 투시 하에 도관 끝의 위치를 정하는 것은 최대 혈액투석 혈류속도를 달성하기 위하여 이상적인 도관 끝 위치를 결정하기 위해 권장되어왔다.<sup>13</sup>

## 세부 설명

중심정맥도관이 성공적으로 위치되었다는 것은 혈관 내 적절한 위치에 놓였고, 처방된 적절한 투석을 달성하기에 충분한 투석 혈류속도를 확보할 수 있다는 것을 의미한다. 영상학적 검사는 훈련된 시술의로 하여금 대상 정맥과 그 주변 구조를 식별함으로써, 있을지 모르는 변형된 해부학적 구조를 인지하여 중심정맥도관 개통성을 보장하게 한다(혈관 내 혈전이 드물지 않기 때문이다).<sup>250</sup> 우측 내경정맥과 총경동맥의 해부학적 관계가 다를 수 있기 때문에 초음파 유도 하 중심정맥도관 삽입술은 의도하지 않은 동맥 천자의 가능성을 줄일 수 있다.<sup>251,252</sup>

2019 KDOQI 권고사항은 영상 유도하 중심정맥도관의 삽입술이 시술 성공률을 높인다는 매우 강력한 수준의 근거와 시술 관련 합병증을 줄인다는 약한 수준의 근거에 기반한다. 이 진료지침에서 영상은 형광 투시 및 초음파 유도를 말한다.

단일 기관 무작위 대조연구(110명)는 비터널식 대퇴정맥 중심정맥도관을 초음파 유도 삽입과 전통적인 삽입(초음파가 없이 해부학적 표지자를 사용)술의 성공률을 비교하고, 6년 미만과 6년 이상의 경험이 있는 의사를 서로 비교했다. 성공률(3회 시도 내로 중

심정맥도관을 삽입하는 것으로 정의)은 초음파 유도군에서 통계적으로 유의하게 높았으며(98% 대 80%;  $P=0.002$ ), 첫번째 시도의 성공률도 높았다(86% 대 55%;  $P<0.001$ ).<sup>253</sup> 초음파 유도를 이용하는 경우 훨씬 더 적은 시도로 중심정맥도관 삽입을 성공하였다(평균 1.16 대 1.51;  $P=0.001$ ). 해부학적 표지자 군과 비교하여 초음파 군에서 합병증(혈종 또는 동맥 천자)이 더 적었다(5.5% 대 18.2%;  $P=0.04$ ).<sup>253</sup>

다른 관찰 연구(202명)는 형광투시검사 하 중심정맥도관 삽입(136명)을 영상 유도가 없이 시행한 중심정맥도관 삽입과 비교했다(딱딱한 혈관확장기(rigid dilator)가 없는 도관 유도기(introducer)로 삽입하는 약간 변형된 일반적인 도관 삽입 기법 사용; 66명).<sup>250</sup> 모든 중심정맥도관은 내경정맥에 삽입되었고, 대부분 우측 내경정맥(83%)에 위치했다. 형광투시검사법(98% 대 92%;  $P=0.03$ )이 상당히 높은 성공률(적절한 혈류속도를 가진 중심정맥도관의 삽입 및 사용으로 정의함)을 보였다. 비영상 군에서 우측 내경정맥으로 중심정맥도관을 삽입한 경우가 유의하게 많았다(91% 대 80%;  $P=0.02$ ). 이 연구에서는 출혈합병증이 보고되었으나, 주요 출혈, 경미한 출혈 또는 전체 출혈 합병증에 대해 두 군간에 유의한 차이를 보이지 않았다. 총 출혈 발생율은 형광투시검사 하 중심정맥도관 삽입 군에서 1.5%, 비영상 군에서 3.0%였다.

전체적으로, KDOQI는 합병증이 초음파 유도법과 기존 삽입 방법을 비교하였을 때에, 크게 다르지 않기 때문에 합병증 감소만을 근거로 영상 유도하 중심정맥도관 삽입법 사용을 제안할 수 없다. 이용 가능한 증거의 수준을 감안할 때, 영상 유도 중심정맥도관 삽입 및 합병증 발생에 대한 높은 수준의 추가 연구가 필요하다.

도관 삽입 후 영상검사는 중심정맥도관의 위치 이상

을 피하기 위해서 반드시 고려되어야 한다.<sup>254,255</sup> 중심정맥도관 끝의 올바른 위치는 혈관과 우심방의 손상, 그로 인한 합병증을 피하기 위해 우심방 중앙에 위치해야 한다. 잘못 삽입하면 혈관 천공, 정맥 혈전증, 도관 기능부전 및 대뇌 방향으로의 이동이 발생할 수 있다. 이러한 합병증은 후향적 단일 기관 연구에서 초음파 유도를 통해 우측 내경정맥에 삽입된 중심정맥도관의 1%에서 발생하는 것으로 보고되었고, 이 연구에서 중심정맥도관의 75%는 수련의(전공의/전임의)에 의해 삽입되었다.<sup>254,255</sup> 한 전향적 연구에서, 영상 유도가 없이 해부학적 표지자로 마취과 의사에 의해 삽입된 우측 내경정맥 중심정맥도관의 1.4%는 위치가 잘못되었다.<sup>255</sup>

터널식 중심정맥도관 끝의 위치 이상과 관련된 요인은 누운 자세에서 직립의로의 자세 변화가 포함되며 이는 비만 환자 및 여성 환자에서 두드러질 수 있다.<sup>256</sup> 2006년 KDOQI 진료지침과 마찬가지로, 도관 기능부전이 지속되어 보존적인 조치와 TPA 투여로 호전되지 않을 때 올바른 중심정맥도관 위치에 파악하기 위한 영상 검사를 고려하는 것이 합리적이다.<sup>13</sup>

연구 표, 증거의 질 및 편향 위험은 **부록 3, 표 S54-S59**에 제공된다.

## 특별 토의

중심정맥도관 삽입의 우선 순위(예, 우측 내경정맥, 좌측 내경정맥 등)는 별도의 부분(**진료지침 3**)에 설명되어 있다.

중심정맥도관 끝의 올바른 위치는 우심방 중앙이다. (위의 **세부 설명** 참조).

## 적용 시 고려사항

비터널식(비커프) 중심정맥도관을 삽입하는 술기의 역량을 확보하기 위해 신장학 프로그램(Nephrology fellowship programs)은 시뮬레이션 기반 학습을 통합했다. 수행된 술기의 양을 측정하는 것에 중점을 두던 것에서, 이 절차의 성공적인 수행을 위한 과정에서 필요한 구성 요소를 보다 집중적으로 측정하는 것에 중점을 두었다. 또한, 비터널식 중심정맥도관의 삽입을 포함하는 술기 교육은 미국내과위원회 및 의학대학원 교육인증위원회의 요구사항이다.<sup>257</sup>

이러한 훈련 또는 실습은 혈액투석 중심정맥도관을 삽입해야 하는 어떤 수준의 의료인과 기관 모두에 매우 바람직하다. 혈액투석이 세계 곳곳에서 이루어지고 있는 점, 혈액투석 환자가 이동을 한다는 점을 고려하면, 중심정맥도관 삽입을 위한 훈련이나 실습에 있어서 최소한의 수준이라도 유지하는 것은 환자를 돌보는데 있어서 표준화된 치료를 제공할 수 있을 것으로 여겨진다.

## 앞으로의 연구

중심정맥도관을 삽입하기 위한 가장 좋은 방법을 확인하기 위한 추가적인 임상 연구가 필요하다. 영상 검사는 도관의 성공적인 삽입에 도움이 되고 시술과 관련된 합병증을 줄일 수 있다. 초음파 및 형광투시검사법은 지금까지 연구되었으며, 초음파는 중심정맥도관의 삽입에 가장 많이 사용되고 있으며, 형광투시검사법은 중심정맥도관의 끝을 적절하게 위치시키기 위해 주로 사용되었다.

최신 기술로 근적외선 분광법으로 정맥 위치를 확인

하는 도구가 있다. 근적외선은 혈색소에 의해 흡수되고 인접한 조직에 의해 반사되어, 피부 위에서 혈관의 윤곽을 그려, 혈관을 시각화 할 수 있다.<sup>258</sup> 이 기술은 신생아에서 말초 삽입 중심도관 삽입을 성공률을 높

이기 위하여 사용되었다.<sup>259</sup> 성인에 있어서 중심정맥도관 삽입에서의 응용 여부와 중심정맥도관 삽입을 위한 영상 기술로서 실시간 초음파와 대등한지 여부는 향후 연구 대상이다.

# 투석혈관 조성 및 중심정맥도관 삽입 후 고려사항

진료지침 권고내용에 대한 근거 기준을 이해하기 위하여 Box 1을 참조하십시오.

참고: 권고내용에 “KDOQI에서 권고사항을 만들 근거가 부족하였다”라고 기술되어 있는 것은, 근거분석팀(ERT)에 의해 수집된 근거의 수준이 매우 낮거나, 낮거나 혹은 부적절하여 작업그룹(Work Group)에서 어떠한 권고나 제안 혹은 기타의 근거 기반 지침을 만들 수 없었다는 것을 의미한다.

참고: “임상의의 재량과 최선의 임상적 판단”을 허용한다는 전문가 의견 및 권고내용은 다른 치료보다 우수한 새로운 치료, 기구, 전략을 권고할 엄밀한 근거가 현재 없다는 것을 의미한다. 작업그룹(Work Group)은 추후에 엄밀한 근거가 생긴다면 근거분석팀에 의해 도출된 근거에 기반한 권고내용(ERT-derived evidence based statements)이 전문가 의견에 기반한 권고내용을 최종적으로 대체할 수 있게 되기를 기대한다. 임상의의 재량은 환자의 개별 상황과 임상의의 임상적 경험과 전문지식(즉, 적합한 능력과 한계)을 신중하게 고려하여 판단한다는 것이다.

## 권고내용: 투석혈관 수술 후 초기 고려사항 (0-30일) — 초기 투석혈관 합병증

10.1 KDOQI는 투석혈관 조성 후 2주 이내에 수술 후 합병증에 대해 외과의사/시술의에 의해 투석혈관(동정맥루 및 인조혈관)을 평가받고 4-6주에 혈관통로팀(vascular access team)의 적절한 구성원에 의해 투석혈관의 성숙을 평가받으며, 미성숙이 예상된다면 추가 조사를 위해 의뢰하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

참고: 이상적으로 투석혈관의 합병증을 평가하는 외과의사/시술의는 해당 투석혈관을 만든 사람과 동일하다.

## 근거 및 배경

투석혈관 조성 후 언급되어야 할 2가지 점은 초기 수술 합병증과 투석혈관의 사용 또는 성숙여부다. 초기 수술 합병증은 즉시 주의를 기울여야 하며, 그 투석혈관을 만든 외과의사/시술의가 가장 잘 알고 있다. 혈관통로팀의 지식을 갖춘 구성원(예, 동정맥루 신체검진에 능숙한 신장내과 의사 및/또는 간호사)이 투석혈관의 사용 또는 성숙여부를 결정할 수 있다. 일반적으로

인조혈관은 조성 후 거의 즉시(조기천자 인조혈관) 또는 2주(일반 인조혈관)에 사용할 수 있다. 동정맥루는 조성 후 4-6주에 그 성숙여부가 평가되어야 한다. 투석혈관 성숙이 우려된다면 초음파 검사 등의 추가 조사가 이루어져야 한다.

## 세부 설명

외과의사는 일반적으로 혈관통로 수술 후 2주 이내에 환자를 보고 수술부위 치유 여부와 발생 가능한 합병증을 평가한다. 혈관통로의 초기 합병증은 혈전증, 미성숙, 감염, 동측 팔/손의 통증, 무감각, 무력감 및 부종이다.<sup>260,261</sup> 감염은 동정맥루 조성보다 인조혈관 조성 후 더 흔하다. 인조혈관 감염의 대부분은 조성 후 첫 달에 발생한다.<sup>262</sup> 손 또는 손가락 따끔거림 및 마비는 연부조직 부종 및 혈종이 신경을 압박하여 발생할 수 있지만 일반적으로 4주 이내에 해결된다.<sup>261</sup> 허혈성 단발성 신경병증(ischemic monomelic neuropathy)은 수술 직후 나타날 수 있는 합병증이다. 손은 따뜻하지만 손과 손가락의 통증, 무감각, 무력감, 마비가 나타나며, 일반적으로 투석혈관의 즉각적인 결찰 또는 봉합이 필요하다.<sup>263</sup> 차갑고 창백한 손에서의 손과 손가락 통증은 허혈을 시사하며, 수부로의 혈류 재관통을 위한 외과적 조치가 필요하다.<sup>264,265</sup> (진료지침 18, 19). 사지 부종은 수술 술기 자체에 의해 발생할 수 있지만, 지속적이라면(2주 초과), 특히 환자가 동측 중심정맥도관 또는 그 밖의 중심정맥의 손상/변형의 과거력이 있거나 현재 가지고 있다면, 중심정맥협착을 시사한다.<sup>266</sup>

성숙도 평가를 위한 동정맥루 검사는 환자가 현재 중심정맥도관으로 혈액투석을 받고 있는 경우에는 특

히 중요하다. 동정맥루 조기 미성숙을 감지하고 해결하면, 환자가 중심정맥도관을 통해 혈액투석을 받는 기간이 짧아진다. 동정맥루 검사에 능숙한 투석 간호사 및 신장내과의사와 같이 경험이 풍부하고 지식을 갖춘 혈관통로팀의 구성원이라면 투석혈관 조성 후 4주에 대부분의 동정맥루에서 그 성숙도를 정확하게 평가할 수 있다.<sup>4,127</sup> 한 연구에서 숙련된 투석 간호사는 동정맥루가 투석에 사용 가능한 지를 80%의 정확도를 가지고 예측하였다. 동정맥루 성숙 실패의 대부분의 원인들은 동정맥루 신체검사를 통해 확인할 수 있다.<sup>267-269</sup> Fistula First Catheter Last initiative에서 제공한 방법들은 검증되지 않았지만 “AVF Quick Reference” 안내서와 같이 여전히 도움이 될 수 있다.<sup>270,271</sup>

팔 올리기(arm-raising) 검사는 정맥 유출이 적절한지를 평가하고, 증강 검사(augmentation test)는 동맥 유입이 적절한지를 평가한다. 또한, 검사를 통해 동정맥루 미성숙에 기여하는 큰 부정맥(accessory vein) 또는 측부정맥(collateral vein)과 정맥 협착증이 발견될 수 있다. 신체검사가 모호한 경우, 도플러 검사와 함께 투석혈관초음파 검사가 적절한 후속 검사로 시행되어야 한다. 이러한 도플러 투석혈관초음파 등의 추가 검사는 원인이 될 수 있는 이상을 평가하고 동정맥루 직경과 혈류(상완동맥 및 동정맥루에서)를 측정함으로써, 동정맥루 성숙 진행상태를 평가하는데 도움이 된다. 동정맥루 성숙도를 평가하는 최소한의 초음파 기준으로 4주째 혈관 직경 및 혈류량의 측정 수치(혈관 직경, 4-5 mm 및 혈류, 400-500 mL/min)가 확인되었다.<sup>127,189,268,272,273</sup> 동정맥루 미성숙에 대한 교정 가능한 원인(예, 주된 협착부위(culprit stenosis) 또는 결혈관(collateral vessels))이 발견되었다면, 투석혈관 성숙을 용이하게 하기 위하여 적절한 시점에 교정되어

야 한다.

## 특별 토의

Fistula First Catheter Last 방침에서 제공된 방법들은 검증되지 않았지만, 투석혈관의 여러 분야 전문가 그룹에 의해 만들어졌으므로 작업그룹은 이것이 도움이 될 것이라고 생각한다. [esrdncc.org/en/fistula-first-catheter-last/ffcl-resources/ffcl-professionals/tools-and-resources/](http://esrdncc.org/en/fistula-first-catheter-last/ffcl-resources/ffcl-professionals/tools-and-resources/)를 참조하십시오.

## 적용 시 고려사항

최적의 투석혈관 관리를 위한 지식을 유지, 업데이트하기 위하여, 혈관 통로 및 중심정맥도관의 조성 후/삽입 후 합병증에 대한 평가와 모니터링에 대한 관련 의료진 구성원들의 정기적인 재교육(예, 매년 단위로)이 반드시 이루어져야 한다.

## 모니터링 및 평가

각 기관의 합리적인 형편과 진료 패턴에 따라서 여기서 제안된 2-4주라는 일정표가 변경될 필요가 있는지 여부와 그러한 변경이 환자의 투석혈관의 합병증 및 추후 사용여부에 미치는 영향에 대하여 평가한다.

## 앞으로의 연구

동정맥루 성숙과 그 사용여부를 평가하기 위하여 Fistula First Catheter Last에서 제공된 방법들을 검증한다.

## 권고내용: 수술 후 투석혈관 성숙

### 환자 강화

10.2 KDOQI에서 수술 후 동정맥루 성숙을 촉진하기 위해 상지 운동을 활용하라는 권고사항을 만들 근거가 부족하였다.

10.3 KDOQI는 동정맥루 성숙을 촉진하기 위해 운동을 활용하는 경우, 손가락 보다는 팔 전체 운동을 권고한다. (조건부 권고, 보통-높은 수준의 근거)

### 약리학적 중재요법

10.4 KDOQI는 투석혈관(동정맥루 혹은 인조혈관)의 일차 개통성 또는 첫 사용을 위하여 수술 전후 기간에 보조 요법으로 헤파린 사용을 제안하지 않는다. (조건부 권고, 낮은 수준 근거)

10.5 KDOQI는 동정맥루 성숙을 개선하거나 일차 실패의 가능성을 감소시키기 위해 수술 전후 기간에 보조적 클로피도그렐(clopidogrel) 단독 요법을 시행하는 것을 제안하지 않는다. (조건부 권고, 낮은 수준 근거)

10.6 KDOQI는 동정맥루 성숙을 향상시키기 위해 글리세릴-트리나이트레이트(glycerol-trinitrate)의 사용을 제안하지 않는다. (조건부 권고, 낮은 수준 근거)

10.7 KDOQI는 동정맥루 성숙을 향상시키기 위해 콜레칼시페롤(cholecalciferol)의 사용을 제안하지 않는다. (조건부 권고, 중간 수준의 근거)

10.8 KDOQI에서 동정맥루 사용 또는 개통성을 위한 클로피도그렐-프로스타사이클린(clopidogrel-prostacyclin (iloprost)) 복합 용법 사용에 대한 권고사항을 만들 근거가 부족하였다.

### 혈관 내 및 수술적 중재시술

10.9 KDOQI에서 수술 후 성숙을 위한 수술적 또는 혈관 내 중재적 시술을 선호하는 것에 대한 권고사항을 만들 근거가 부족하였다. 그리고, 수술 후 성숙을 향상시키기 위해 투석혈관에 중재시술이 필요한 경우라면 수술적 또는 혈관 내 중재시술을 사용하는 것에 대해서는 신중한 개별 접근법을 고려하는 것이 합리적이라고 생각한다.

### 근거 및 배경

동정맥루 성숙 실패 및 인조혈관 혈전증은 혈액투석 환자의 주요한 임상 문제이다. 불행히도, 조성된 동정맥루의 20%에서 60%는 투석이 가능한 성공적인 성숙에 실패한다.<sup>77,233,234</sup> 혈전증은 인조혈관과 정맥 문합부의 협착으로 인해 발생하며, 인조혈관 사용 실패의

80%를 차지한다.<sup>235-239</sup> 현재, 동정맥루 성숙을 향상시키고 인조혈관 협착증 및 혈전증을 감소시키는 치료법이 있다하여도, 효과적인 방법은 거의 없다. 수술 후 투석혈관 성숙 및 협착증/혈전증 예방을 위한 환자 강화법 및 약물 치료는 2006년 KDOQI 진료지침에서 다루어지지 않았다.<sup>13</sup> 더욱이 중재시술의 종류(예, 수술적 또는 혈관 내)도 언급되지 않았다. 2006년 KDOQI 진료지침 이후, 수술 후 초기에 동정맥루 성숙을 지원하고 인조혈관 혈전증을 예방하기 위한 요법을 평가하는 여러 무작위 대조연구가 발표되었다.

### 세부 설명

#### 환자 강화와 수술 후 성숙

동정맥루 성숙을 촉진하기 위한 수술 후 중재방법에 대해 문헌검토를 하였고, 이 중에서, 환자강화와 관련된 수술 후 조치 한 가지와 약물 요법 하나가 수술 후 성숙을 개선시키는 데 상당한 이점을 나타냈다. 일반적으로 실행되지만, 동정맥루 성숙을 위한 팔 운동은 그 이점을 보여주는 증거가 부족하다. 일부 문헌에서 대조군 대비 유의한 이점이 없음에도 불구하고, 팔 운동은 비 침습적이고, 해가 적거나 거의 없으며 매우 적은 비용만이 들기 때문에 동정맥루 조성 후 팔 운동은 적극적으로 고려되어야 한다.

#### 수술 후 직접적인 상지(팔꿈치/손목/손) 운동 프로그램 대 일상적인 수술 후 관리

Fontseré 등<sup>274</sup>은(72명) 수술 후 팔 전체에 대한 등척운동과 일반적인 수술 후 일상적인 관리만 시행한

경우를 비교하였다. 39명의 환자가 운동군에, 33명의 환자가 대조군에 할당되었다. 운동 요법에는 동정맥루 조성 후 1개월 동안 플렉스 밴드를 사용하여 팔꿈치, 손목 및 손에 대한 반복 운동이 시행되었다. 대조군은 특정 운동이 시행되지 않았다. 영향을 줄 수 있는 약물의 사용(예, 항응고제)은 두 군 간에 유사하였다. 임상적 의미의 동정맥루 성숙은 신체검사에 의해 쉽게 촉진되고, 표재정맥이 일직선으로 10 cm 이상 길며, 충분한 직경 및 양호한 혈관 떨림이 만져지는 것으로 정의하였다. 임상적 동정맥루 성숙은 1개월째 운동군(95%)과 대조군(81%) 간에 통계적으로 차이가 없었다(상대위험도, 1.18; 95% 신뢰구간, 0.97-1.42).<sup>274</sup> 이러한 두 군 간 비유의성은, 동정맥루 성숙에 대한 초음파 진단기준(유출정맥 직경 5 mm 이상, 피부 정맥 거리 6 mm 이하 및 상완동맥에서의 혈류량 500 mL/min 이상으로 정의)을 사용하여 운동군(82%) 및 대조군(74%)에서 성숙을 확인한 경우에서도 마찬가지로 확인되었다(상대위험도, 1.10; 95% 신뢰구간, 0.85-1.42).<sup>7</sup> (1) 평균 상완 동맥에서의 혈류량의 변화(+389 mL/min [운동군] 대 +431 mL/min [대조군]; P=0.99); (2) 평균 정맥 직경의 변화(+2.1 mm [운동군] 대 +2.5 mm [대조군]; P=0.30)에서도 운동군과 대조군에서 차이가 없었다.<sup>7</sup> 반복적인 운동에 의해 유발될 수 있는 스트레스 손상을 포함한 유해성은 평가되지 않았다. 팔운동에 영향을 줄 수 있는 인자로 동정맥루 위치에 대해서 분석을 시행하였다. 근위 동정맥루(상완동맥-요측피정맥, 상완동맥-척측피정맥)는 운동군에서 50% (19/38), 대조군에서 68% (21/31)로 임상적 성숙도에 차이가 없었다. 원위 동정맥루의 임상적 성숙은 운동군에서 95%, 대조군에서 60% 달성되었다. 그러나, 임상적 성숙에 대하여 동정맥루 위치(근위 대 원위 동정맥루)의 효과는 통계적으로 유의하지

않았다(오즈비, 3.78; 95% 신뢰구간, 0.74-19.16). 반면에, 초음파를 이용하여 성숙 판단 시에는, 동정맥루 위치에 따른 성숙의 차이 정도는 통계적으로 유의했다(오즈비, 6.82; 95% 신뢰구간, 1.76-26.40). 초음파 진단기준에 따른 성숙은 근위 동정맥루의 경우 운동 그룹에서 95%, 대조군에서 86% 달성되었고, 원위 동정맥루의 경우 대조군 50%에 비해 운동군에서 69% 달성되었다. 본 연구에서는 팔 운동의 임상적 유용성은 평가되지 않았다.

### 팔 운동 대 손가락 운동

단일 기관 연구에서, Salimi 등<sup>275</sup>은 전체 팔의 등척 운동(운동군, 25명)과 제한된 손가락 움직임(대조군, 25명)을 비교했다. 팔 등척운동 군은 동정맥루 절개 부위로부터 상방으로 15 cm 위에 지혈대로 팔 둘레를 묶은 상태로, 집에서 운동을 수행했다. 특정 시간표에 따라서 정해진 횟수의 반복 운동(동정맥루가 조성된 후 2주 동안 하루 4회에 걸쳐 손, 팔뚝, 팔꿈치 및 팔뚝이 포함된 운동)이 포함되었다. 연구기간 동안 가벼운 아령(0.5 kg)과 탄력밴드(flex band)를 추가로 사용하여 운동의 강도를 증가시켰다. 대조군은 정해진 일정한 방법은 없었지만, 손가락을 일정하게 굽히고, 펴도록 하였다.<sup>275</sup> 처음에 55명의 환자(대조군 25명, 운동군 30명)가 모집되었지만, 운동군에서 5명은 연구를 완료하지 못해 분석과 결과에 포함되지 않았다. 임상적 성숙은 2주째 표재정맥의 길이가 10 cm를 초과하고 균일한 혈관 떨림이 촉진될 수 있는 것으로 정의되었고, 2주째에 운동군 52%와 대조군 20%에서 임상적 성숙을 보였다(상대위험도, 2.60; 95% 신뢰구간, 1.09-6.20). 성숙에 대한 초음파의 기준(유출정맥 직경  $\geq 6$  mm, 피부 정맥 거리  $< 6$  mm 및 혈류량  $\geq 600$  mL/min으

로 정의)에 따른 2주째의 동정맥루 성숙을 비교할 때 운동군 88% 대 대조군 68%으로 통계적인 차이는 없었다(상대위험도, 1.29; 95% 신뢰구간 0.95-1.76). 2주째에 혈류량 변화는 운동군 431 mL/min 증가 및 대조군 316 mL/min 증가로 통계적으로 차이가 없었다(평균 차이, 114 mL/min; 95% 신뢰구간, -41.0 to 269). 다음의 두 가지 변화 (1) 유출정맥 직경의 평균 변화: +2.32 mm (운동군) 대 +1.63 mm (대조군) (평균 차이, +0.72 mL/min; 95 % 신뢰구간, -0.20 to +1.64) 또는 (2) 피부에서 정맥 거리까지 평균 변화: -1.95 mm (운동군) 대 -1.80 mm (대조군) (평균 차이, -0.15; 95% 신뢰구간, -1.01 to 0.71)도 통계적으로 유의한 차이가 없었다.<sup>275</sup>

### 수술 후 성숙을 위한 약물 치료

**동정맥루 및 인조혈관에서 헤파린 사용.** 4개 연구의<sup>276-279</sup> 총 336명 환자에서 투석혈관 성숙에 대한 헤파린의 효과를 평가하였다; 이 연구들의 코호트에서 통계를 냈다. D' Ayala 등,<sup>278</sup> Bhomi 등,<sup>276</sup> 및 Wang 등<sup>279</sup>의 자료가 합쳐 통계를 내는 것이 가능 했는데, 평균 연령은 52세이며 남성은 54%였다. 일차 개통성은 3개의 연구에서 보고되었다<sup>276,278,279</sup>: 단기 일차 개통성(60일 미만)은 헤파린 군과 치료받지 않는 군에서 차이가 없었다(상대위험도, 1.01; 95% 신뢰구간, 0.64-1.60). 3개월째 동정맥루가 투석에 사용 가능한지 여부에 있어서는 헤파린을 투여 받은 환자와 투여 받지 않은 환자 간에 차이가 없었다(상대위험도, 1.13; 95% 신뢰구간, 0.82-1.57). 유해성 보고는 연구들마다 달랐다. 2개의 연구에서는 혈종 발생을 보고하였다.<sup>276,279</sup> Bhomi 등의 연구에서는 어느 군에서도 혈종발생이 보고되지 않았고, Wang 등의 연구에서 혈종이 헤파린군 12%와

비헤파린군 5%에서 발생하였으나, 통계적 차이는 없었다(상대위험도, 2.68; 95% 신뢰구간, 0.30-24.1). Chen 등<sup>277</sup>의 연구에서 동정맥루 혈전증 발생을 보고하였는데, 헤파린군에서 13%, 비헤파린군에서 17%였다(상대위험도, 0.80; 95% 신뢰구간, 0.34-1.89). 환자, 혈관 또는 진료 특성이 약물 치료에 영향을 주는 지에 대해서 평가한 연구는 없었다.

**클로피도그렐(Clopidogrel).** 편향의 위험이 적은 2개 연구에서 총 970명의 환자가 등록되었다.<sup>280</sup> Dember 등<sup>31</sup>은 무작위 배정한 877명의 환자에게 동정맥루 조성 후 첫 날 클로피도그렐 300 mg을 투여하였고, 그 후 6주 동안 매일 클로피도그렐 75 mg 또는 위약 치료를 했다. 동정맥루 조성 후 150-180일까지 또는 투석 시작 후 30일까지 추적하였고, 그 중 나중에 해당되는 시점까지 관찰하였다. Ghorbani 등은 별도의 연구에서 93명의 환자를 무작위 배정하였고, 수술 후 6주까지 동정맥루 조성 7-10일 전부터 매일 클로피도그렐 75 mg 투여한 46명의 환자와 47명의 위약 대조군과 비교하였다. 이 두 연구를 합쳐 분석하였다. 평균 연령은 51세, 남성은 58%였다(동정맥루 조성 후 6주까지 발생한 혈전증을 일차 실패로 정의하였는데, Dember 등의 연구에서는 클로피도그렐 치료군에서 6주째 일차 실패가 적었다: 상대위험도, 0.63; 95% 신뢰구간, 0.46-0.86<sup>31</sup>). Ghorbani 등의 연구에서 8주째 일차 실패 성적은 두 군 간 통계적 차이를 보이지 않았다(상대위험도, 0.26; 95% 신뢰구간, 0.06-1.14). 두 연구를 합쳤을 때의 동정맥루 실패율에서 클로피도그렐 군(11%)과 위약 군(19%)으로 두 군 간 통계적 차이가 없었다(상대위험도, 0.55; 95% 신뢰구간, 0.29-1.03). 6주째 동정맥루 사용 가능여부도 클로피도그렐(38%)과 위약(41%)으로 두 군 간 차이가 없었다(상대위험도, 0.94; 95% 신뢰구간, 0.79-1.13). 6개월 째에도 마

찬가지였다(클로피도그렐[52%] 대 위약[52%]; 상대 위험도, 1.02; 95% 신뢰구간, 0.69-1.51). 심각한 부작용, 출혈 및 혈전증은 한 쪽 또는 양쪽 연구 모두에서<sup>31,280</sup> 보고되었으며 클로피도그렐 군과 위약 군 간에 통계적으로 차이가 없었다. Dember 등은 수술적 또는 경피적 중재술 시행여부를 비교하였을 때, 클로피도그렐 군(1.6%)과 위약 군(2.3%)에서 통계적 차이가 없다고 보고했다(상대위험도, 0.69; 95% 신뢰구간, 0.27-1.81). 환자, 혈관 또는 진료 특성이 약물 치료에 영향을 주는 지에 대해서 평가한 연구는 없었다.

#### 글리세릴-트리나이트레이트(Glyceryl-Trinitrate).

Field 등의 단일기관 연구는<sup>281</sup> 글리세릴-트리나이트레이트군에 99명을, 위약군에 101명을 무작위 배정했다. 이 중 167명의 환자가 수술을 받았으며, 문합부위/절개부위 근처에 86명의 환자는 글리세릴-트리나이트레이트경피 패치를, 81명의 환자는 위약 패치를 수술 직후 바로 붙였다. 환자들은 24시간 후에 패치를 제거할 것을 들었으며 6주 동안 추적 관찰하였다. 이 연구에는 요골동맥-요측피정맥 또는 상완동맥-요측피정맥 동정맥루가 포함되었다. 200명의 무작위 환자 중 수술을 받은 167명의 데이터가 분석되었다. 6주째 일차 동정맥루 실패는 글리세릴-트리나이트레이트 패치(28%)와 위약(23%) 군 간에 유의한 차이가 없었다(상대위험도, 1.19; 95% 신뢰구간, 0.71-2.0). 정맥 직경의 평균 변화도 패치(+2.2 mm)와 위약(+2.3 mm)으로 두 군 간 통계적 차이를 나타내지 않았다(평균 차이, -0.10; 95% 신뢰구간, -0.66-0.46).<sup>281</sup>

**콜레칼시페롤(Cholecalciferol).** Wasse 등<sup>282</sup>은 4주 안에 동정맥루 조성이 예정된 52명의 혈액투석 환자를 무작위로 3주동안 매주 경구 비타민 D3 (콜레칼시페롤) 200,000 IU (25명) 또는 위약(27명)을 투약하였고 6개월 동안 추적하였다. 8명의 환자가 사망하거나 중

도 탈락 혹은 투석혈관 조성을 받지 않았기 때문에 제외되었고, 44명의 환자가 최종 분석되었다. 이 44명의 환자 중 9명(20%)이 동정맥루 대신 인조혈관을 수술 받았다. 6개월째에 동정맥루 사용여부는 콜레칼시페롤(45%)과 위약(54%)군 간에 통계적으로 차이가 없었다(상대위험도, 0.83; 95% 신뢰구간, 0.45-1.53).

**클로피도그렐과 일로프로스트(illoprost).** Abacilar 등<sup>283</sup>은 96명의 환자를 클로피도그렐과 일로프로스트(50명) 또는 위약(46명)군으로 무작위 배정하여 1년간 추적했다. 치료군은 수술 7-10일 전에 시작하여 52주 동안 하루 클로피도그렐 75 mg과 일로프로스트 200 mg (클로피도그렐/일로프로스트)을 투여 받았다. 일차 실패율은 4주째 위약(30.4%)에 비해 클로피도그렐/일로프로스트(8%)가 낮았으며(상대위험도, 0.26; 95% 신뢰구간, 0.09-0.74). 일차 개통성은 3개월째 위약(68%)에 비해 클로피도그렐/일로프로스트(85%)에서 더 높았다(상대위험도, 1.28; 95% 신뢰구간, 1.02-1.61). 3개월째 성숙율은 위약(67%)에 비해 클로피도그렐/일로프로스트(87%)에서 더 좋았다(상대위험도, 1.28; 95% 신뢰구간, 1.01-1.61). 부작용은 클로피도그렐/일로프로스트(18%) 대비 위약(13%)으로 통계적 차이가 없었고(상대위험도, 1.38; 95% 신뢰구간, 0.52-3.58), 재수술 여부(클로피도그렐/일로프로스트 0% 대 위약 4%; 상대위험도, 0.20; 95% 신뢰구간, 0.01-4.06)도 차이가 없었다.<sup>283</sup>

1개의 연구에서 클로피도그렐/일로프로스트가 동정맥루 일차 개통성과 그 성숙을 개선하는 데에 상당히 도움이 됨을 입증했지만,<sup>283</sup> 이 약의 사용은 고령 및 취약한 환자들에서 개별적으로 고려되어야 한다. 작업그룹의 실무진이 이 연구를 자세히 평가한 결과, 이 연구는 일관성에 문제가 있어 주의가 필요하다고 밝혀졌고, 이를 토대로 그 권고정도를 낮추게 되었다. 실제로

KDOQI 작업그룹은 클로피도그렐/일로프로스트 연구에 대해 오랫동안 논의했으며 투석혈관 결과를 개선하기 위한 이 약물 요법의 효과를 평가하기 위해 더 크고 엄격하게 설계된 무작위 대조연구가 필요하다고 느꼈다. 더욱이, 900명 이상의 환자에서 위약 대비 클로피도그렐을 평가한 훨씬 더 많은 환자들을 대상으로 한 무작위 대조연구가 임상적으로 임상적 관점에서의 동정맥루 사용여부에 있어서 유의한 이점을 보이지 못하였고, 다만 동정맥루의 초기 혈전증을 감소시키는 데에는 매우 유익하였다. 따라서, 동정맥루 성숙에 있어서 클로피도그렐의 제대로 된 이점을 확인하기 위해서는 추가적인 평가가 필요하다.

## 다른 중재시술

미성숙 혈관통로에 대하여 혈관내 시술 또는 수술과 같은 중재시술의 유형에 대하여 자료 추출은 이루어지지 않았다. 성숙이 되지 않은 동정맥루를 구제하는데 있어서 이들 2가지 방법을 직접 평가하는 공식적인 비교연구는 많지 않다. 현재까지 발표된 연구들, 주로 동정맥루를 대상으로 한, 상충되는 결과를 보이고 있다.<sup>284-288</sup> 미성숙 동정맥루를 구제하는 데에 적절한 유형의 중재시술을 결정하려면 무작위 대조연구가 필요할 것이다. 또한, 최근에 동정맥루 성숙 실패에 대한 보다 적극적인 접근법으로 혈관내 긴 병변에 대한 반복적인 혈관성형술(Balloon Assisted Maturation, BAM)이 동정맥루 문합부 주위 정맥을 순차적으로 확장시키는데 이용되었다. 미성숙 동정맥루를 구제하는 데에 BAM의 유용성 평가를 위한 2개 단일 기관 연구가 발표되었다. 이들 연구에서 BAM은 미성숙 동정맥루 상당 수를 구제하여 투석에 성공적으로 사용할 수 있게 하였지만, 중재 후 일차 개통

률(postintervention primary unassisted patency rates)은 낮았으며, 그 기능을 유지하기 위한 매년 성숙 후 혈관성형술(postmaturation angioplasties)의 회수가 많다는 것을 입증하였다.<sup>289,290</sup> 현행 표준 치료와 비교하는 BAM에 대한 전향적 무작위 대조연구가 향후 수행되어야 할 것이다.

연구관련 표, 근거의 질 및 편향의 위험성은 **부록 3, 표 S60-S89**에 제공된다.

## 특별 토의

작업그룹의 추가적인 토의를 통해 다음 사항들에 대한 일정한 권고가 필요하다고 결정하였다. (1) 투석혈관을 언제 포기할 것인가 (2) 신체검사 기술과 영상검사를 포함하여 수술 후 혈관통로 성숙을 평가하기 위한 가장 좋은 방법을 결정하는 것 (3) 임상과 연구 양쪽 모두에서 합당한 투석혈관의 성숙 및 개통성에 대한 통일된 정의를 제공하는 것; 그리고 (4) 미성숙 동정맥루(예, 6주 전과 후)와 인조혈관 초기 문제들에 대해 시술 관련 가장 적합한 프로토콜을 결정하는 것.

## 적용 시 고려사항

해당 분야의 지금까지의 연구들 중 어떤 것들은 미리 지정된 일차적인 성과를 충족시키지는 못했지만 몇몇 중요한 이차적인 결과들은 달성하였다. 따라서 이러한 치료요법들은 개별적으로 고려되어 사용되어야 한다. 더욱이, 항혈소판제인 클로피도그렐과 같은 치료의 낙상 또는 기타 출혈의 위험이 높은 고령 및/또는 취약한 인구에서의 사용은 특별한 주의가 요구된다.

## 앞으로의 연구

작업그룹은 이 분야에서 중요한 향후 연구 몇 가지 영역을 결정 하였으며, 여기에는 (1) 동정맥루 성숙을 위한 수술 대 혈관내 시술의 역할; (2) 프로토콜에 따른 동정맥루 성숙(예, BAM)의 잠재적인 효과, 특히 이 시술의 장단기 위험성과 이점; (3) 동정맥루 성숙과 관련된 Fistula Assist 장치나, 개발, 초기 임상 연구 단계에 있거나 향후 유망할 것으로 여겨지는 그 밖의 다른 장치들을 포함한 외부 보조 장치의 잠재적인 역할이 있다.

## 권고내용: 중심정맥도관 제거 시기

### 비커프, 비터널식 중심정맥도관

10.10 KDOQI는 감염 위험 증가로 인해 일시적인, 비커프, 비터널식 중심정맥도관의 사용을 최대한 2주로 제한하는 것과 이러한 도관은 응급으로 혈관접근이 필요한 환자들에게만 고려되는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

### 커프, 터널식 중심정맥도관

10.11 KDOQI는 커프, 터널식 중심정맥도관이 가장 적합하고 영구적 투석통로인 혈액투석환자에서 중심정맥도관 사용기간과 관련하여 최대 시간 제한은 없으나, 중심정맥도관이 여전히 가장 적합한 투석통로인지 항상 정기적으로 확인하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

참고: 장기간 혈액투석을 위하여 커프, 터널식 중심정맥도관의 적절한 사용이란 다음과 같다.

- 1) 다른 투석혈관 조성을 위한 모든 선택 방안들이 소진되었다(다각적인 종합평가 후에).
- 2) 혈액투석이 다른 투석방법(예, 복막투석, 복막투석 관련 합병증으로 인한 흉수 누출, 이식-급성 거부반응, 등)으로부터의 일시적인 전환방법인 경우, 해당 합병증이 적절하게 해결된 후에는 환자는 이전 투석방법으로 돌아갈 것으로 예상된다.
- 3) 수술 날짜(90일 이내)가 정해져 생체 신장이식을 기다리는 경우
- 4) 기대 여명이 매우 제한된 경우(예, <6-12개월)
- 5) 투석혈관 조성으로 인해 임상 상태가 악화될 수 있는 경우(예, 심박출률이 15% 미만인 심부전, 치료가 되지 않는 피부병변에서 천자나 긁는 행위가 감염이나 파열의 위험성을 증가시키는 경우, 기타 등등)
- 6) 적절한 사전 동의 후 환자의 자발적 선택(예, 인지 능력이 있는 85세가 넘는 고령의 여성에서 혈관통로 실패의 위험성이 높고, 바늘 천자의 공포증이 있으며 기대 수명이 명확하지 않은 경우)

참고: 중심정맥도관의 적절한 사용에 대한 위 사항들에 대해서는 [진료지침 2.2](#)에서 논의되었다.

## 근거 및 배경

투석혈관이 조성되지 않거나, 사용 준비가 되지 않았거나 또는 불가능한 환자에서, 혈액투석은 혈액투석 도관을 통하여 이루어질 수 있다. 미국에서는 2015

년 혈액투석을 시작한 환자의 80%에서 중심정맥도관을 사용하여 투석을 시작하였고, 이는 2005년 이후 거의 변하지 않았다.<sup>139</sup> 투석 시작 90일 후에도, 혈액투석 환자의 68.5%가 여전히 중심정맥도관을 사용하고 있었다.<sup>139</sup> 환자의 육체적, 정신적 상태에 영향을 줄 수 있기 때문에, 이러한 투석 시작 초기에 있어서 중심정맥도관 종류와 사용 기간에 대해서 반드시 생각해 보아야 한다.

비커프 비터널식 도관은 즉각적인 혈액투석이 필요하거나 커프형 터널식 도관 삽입에 있어서 당장의 어려움이나 금기사항이 있는 응급의 임상 상황에 일시적으로 사용될 수 있다. 패혈증, 영상 유도하 기술이 불가능한 경우 및 교정이 어려운 응고장애가 그러한 어려움의 예이다. 커프형 터널식 도관은 비커프 비터널식 도관 보다 감염 위험이 낮은 것으로 알려져 있다.<sup>291,292</sup> 따라서, 비커프 비터널식 도관의 사용은 제한되어야 한다. 급성 신손상에서 회복되지 않은 환자의 경우에, 비커프 비터널식 도관에서 커프형 터널식 도관으로 언제 전환하는 지는 전향적으로 연구되지 않았다. 그러나 한 연구에 따르면, 급성 신손상에서 투석이 필요한 시기가 종종 3주를 초과한 것으로 나타났다.<sup>293</sup>

기존의 2006년 KDOQI 진료지침 권고내용 2.4에서는 1주일 이내에 단기간 도관(비커프 비터널식 도관)을 (1) 사용하지 않거나 (2) 장기 도관(커프형 터널식 도관)으로 전환하는 것에 대한 계획이 있어야 한다고 권고했다. 터널식 중심정맥도관의 최대 거치 기간과 관련하여, 도관 내구성과 도관이 장기간에 걸쳐 정맥벽에 유착되거나 만성적인 손상을 주는 것에 대한 염려가 있을 수 있다. 이러한 염려와 관련된 합병증에는 도관 일부가 파손되어 몸안으로 이동하는 것이 있으며, 도관의 일부가 정맥벽에 유착되거나 파 문혀서 치명적인 패혈증과 관계되는 경우가 있다.<sup>294</sup> 일명 고착

도관(stuck catheter)으로 알려진 저항이 있고 유착된 커프형 터널식 도관은 혈관내 시술로 제거가 가능하지만, 실패하면 단단히 유착된 커프가 있는 터널식 도관을 제거하기 위해 개흉수술이 필요할 수 있다.<sup>295</sup> 이러한 알려진 사실에도 불구하고 이상적인 도관 거치기간에 대해서 확인한 연구는 지금까지 없었다. 더욱이, 기존 2006년 KDOQI 진료지침을 포함하여, 견해를 바탕으로 한 다른 진료지침들은<sup>296,297</sup> 중심정맥도관의 정기적인 교환을 반대한다. 더욱이 커프형 터널식 도관이 투석혈관으로서 유효한 선택이나 제거 또는 교환이 필요한 경우에 고착도관을 최소 침습적 방법으로 제거<sup>298,299</sup> 하는 새로운 방법들이 있다.

## 세부 설명

단기 사용과 관련하여, 272개 도관(커프형 터널식 도관 37개 대 비커프 비터널식 도관 235개)에 대한 비용 대비 효과를 분석하는 형태의 보험통계분석(actuarial analysis)에서 2주까지 감염률의 차이를 보였고, 1주 후 감염률이 급격하게 증가하였다.<sup>291</sup> 비커프 비터널식 도관의 1,000일당 감염률은 내경정맥 커프형 터널식 도관보다 5배 이상 높았고, 대퇴정맥을 통한 비커프 비터널식 도관에서는 거의 7배 더 높았다.<sup>291</sup>

급성 신손상 또는 긴급/응급 혈액투석을 위한 투석용 도관의 경우, 중증 환자들에서 비커프 비터널식 도관과 커프형 터널식 도관(내경정맥 위치)을 비교하는 전향적 다기관 무작위 대조연구가 시행되었고, 이 연구에서 커프형 터널식 도관이 중심정맥도관 관련 패혈증을 현저히 감소하였음을 보고하였다.<sup>300</sup> 단일기관 후향적 연구에 따르면 급성 신손상에서 신기능이 회복된 환자들 중에서 1주일 이내 회복한 환자는 76명 중 15

명(20%) 뿐이었고, 커프형 터널식 도관의 평균 거치기간은 34일이었다.<sup>293</sup>

혈액투석을 위한 중심정맥도관의 장기 사용의 측면에서, 도관 제거 시도 중 그 조각들이 날아가는 색전증과 관계 있는 고착된 혈액투석용 커프형 터널식 도관에 대한 염려가 있지만, 최근 경피적 기술을 통해 꺼낼 수 있는 방법들이 있다. 이러한 것들에는 심박동기 전극 제거 시와 비슷한 레이저 제거법과 혈관 내 중심정맥도관을 확장시켜 혈관 벽으로부터 도관을 떨어뜨리는 방법이 있다.<sup>298,299</sup>

## 특별 토의

흔하지는 않지만, 고착도관이라고도 불리는, 혈관벽에 유착되어 제거 시 강한 저항을 보이는 커프형 터널식 도관과 같은 합병증은 이전에 전문화된 경험이 있

는 시술자에 의한 관리가 필요할 수 있다.

## 모니터링 및 평가

도관이 필요한 환자가 계속 보존적 치료를 받아야 하는지 여부를 포함하여, 환자에게 필요한 해당 커프형 터널식 도관 사용에 대한 정기적인 재평가.

## 앞으로의 연구

- 혈액투석 중심정맥도관의 장기 사용과 관련된 내구성을 검사하는 것
- 저항이 있고 유착된 커프형 터널식 도관(고착 도관) 발생을 예방할 수 있는 재료; 새로운 제거 방법은 장기적으로 고착 도관을 막을 수 있는가?

# 혈관통로 사용

진료지침 권고내용에 대한 근거 기준을 이해하기 위하여 **Box 1**을 참조하십시오.

참고: 권고내용에 “KDOQI에서 권고사항을 만들 근거가 부족하였다”라고 기술되어 있는 것은, 근거분석팀(ERT)에 의해 수집된 근거의 수준이 매우 낮거나, 낮거나 혹은 부적절하여 작업그룹(Work Group)에서 어떠한 권고나 제안 혹은 기타의 근거 기반 지침을 만들 수 없었다는 것을 의미한다.

## 권고내용: 혈관통로의 일반적인 모니터링

11.1 KDOQI는 매번 천자 전(투석혈관)이나 연결 전(중심정맥도관)에 잠재적인 합병증을 확인하기 위해 혈관통로와 그 주위를 확인하기 위해서 신체 검사를 하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

## 권고내용: 투석혈관 천자

진료지침 권고내용 11.1을 검토하십시오.

11.2 KDOQI는 동정맥루를 천자할 때는 로프래더(Rope ladder) 천자를 권고한다. (조건부 권고, 중간 수준의 증거)

11.3 KDOQI는 감염 위험과 부작용으로 인해서 특수한 상황에서 제한적으로만 버튼홀(Buttonhole) 천자를 사용하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

11.4 KDOQI는 합성 PTFE 인조혈관에서는 심각한 합병증 위험으로 인하여 버튼홀 천자를 피하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

11.5 KDOQI는 버튼홀 천자를 선택적으로 사용할 때 천자를 시행하는 사람의 재량과 전문지식에 따라 쉽게 천자하기 위해서 버튼홀 천자를 위한 도구를 사용하는 것을 제안한다. (조건부 권고, 낮은 수준의 증거)

11.6 KDOQI는 투석혈관의 침윤 손상을 피하기 위해서 첫 투석혈관의 천자는 숙련된 간호사에 의해 시행되는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

11.7 KDOQI는 천자 능력을 유지하기 위해, 간호사가 첫 천자를 시행하기 전이나 하는 동안에 체계적인 교육과 감독을 받고, 이에 대한 정기적인 교육 프로그램의 업데이트를 시행하는 것이 합리적이

라고 생각한다. (전문가 의견)

11.8 KDOQI는 본인의 투석혈관에 스스로 천자할 수 있는 적절한 환자를 지원하고 교육하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

참고: 버튼홀 천자에 대한 모든 내용은 동정맥루와 특정 재료로 된 인조혈관에 해당된다. PTFE로 제작된 인조혈관에는 “one-siteitis”의 위험성과 이의 심각한 결과 때문에 버튼홀 천자가 시행되어서는 안된다.

참고: 투석혈관 천자를 위한 초음파 사용은 [진료지침 12.2](#)를 참조하십시오.

## 근거 및 배경

투석혈관을 만들고 성숙되면 다음 단계는 투석혈관 천자이다. 첫 번째 천자는 환자에게도 걱정거리가 되지만, 천자를 하는 사람(투석간호사)에게도 마찬가지이다. 초기에 천자와 관련된 문제는 가벼운 침윤에서부터 심하면 혈종, 혈액 소실로 인한 수혈, 심한 경우 투석혈관을 잃게 된다. 동정맥루에서 가벼운 침윤은 50% 이상 발생하고 심하게 발생하는 경우는 5-7% 정도 발생한다.<sup>3</sup> 따라서 합병증을 방지하고 성공적인 천자를 위해 훈련과 관리가 반드시 필요하다. 성공적인 천자란 제대로 된 투석을 할 수 있는 적절한 깊이와 각도에 적절한 직경의 2개의 바늘을 투석혈관으로 삽입하고, 또한 통증이 없고 합병증이 없는 경우를 말한다. 다양한 천자방법이 적용될 수 있지만<sup>301</sup> 기본적으로 천자시에는 처음부터 지금까지도 지속적인 훈련<sup>302</sup>을 받고 있으며, 해당 투석혈관을 지속적으로 모니터링을

해왔던 숙련된 투석간호사가 필요하다.

## 세부 설명

### 천자법

천자 방법에 대한 5개의 무작위 대조연구와 7개의 관찰 연구가 있다. 3개의 연구가<sup>303-305</sup> 버튼홀과 로프래더 천자에 대한 비교를 하였다. 버튼홀 천자와 로프래더 천자는 동정맥루의 생존율이나 통증에 대해서 통계적 차이를 보이지 못하였다. 예를 들어 MacRae 등<sup>303,304</sup>의 연구는 동정맥루 생존율의 차이를 보이지 못하였다(상대위험도, 1.04; 95% 신뢰구간, 0.81-1.34). 비록 통증은 천자 방법에 따른 차이가 없지만, 버튼홀 천자 시에 리도카인이 적게 사용된다고 보고하였다.

환자 만족도 또한 로프래더와 비교해서 버튼홀 천자가 유의미한 차이를 보이지 않았다. Chow 등<sup>305</sup>의 연구는 간단한 형식의 건강도 조사를 포함한 Kidney Disease Quality of Life scale을 발표하였다. SF-12를 통한 신체적 점수와 정신적 점수의 비교에서 두 군간에 유의미한 차이는 없었다(SF-12의 신체적 점수에서 버튼홀은 평균 35.80점이었고, 로프래더는 33.88점이었다; SF-12의 정신적 점수에서 버튼홀은 평균 42.58점이었고, 로프래더는 44.39점이었다.).

수술적 치료나 혈관 내 시술 또한 버튼홀과 로프래더에서 모두 유의미한 차이를 나타내지 못하였다.<sup>304</sup> MacRae 등<sup>304</sup>의 연구에서는, 1년 째에 버튼홀의 수술적 치료 빈도(0.09회/환자-년)와 로프래더의 수술적 치료 빈도(0.11회/환자-년) (상대위험도, 0.79; 95% 신뢰구간, 0.33-1.89)를 비교하였고, 버튼홀에서의 혈관내 시술(0.90회/환자-년)과 로프래더의 혈관내 시술

(0.72회/환자-년) (상대위험도, 1.28; 95% 신뢰구간, 0.78-2.10)을 확인하였다. 이외 다른 결과는 보고되지 않았다.

혈종에 대해서는 다양한 결과가 보고되었다.<sup>303,305</sup> MacRae 등의 연구<sup>303</sup>에서는 8주차에서 버튼홀은 1,000 투석 세션 당 295건으로, 로프래더는 1,000 투석 세션 당 436건으로, 버튼홀이 통계적으로 유의미하게 혈종의 빈도가 적었다(상대위험도, 0.68; 95% 신뢰구간, 0.58-0.79). 대조적으로, Chow 등<sup>305</sup>의 연구에서 26주차에 버튼홀(12%)이 로프래더(0%)와 비교해서 유의미하게 많은 혈종을 보였다고 보고하였다(위험차(risk difference), 0.12; 95% 신뢰구간, 0.01-0.23). 혈전증이나 천자부 출구 감염은 큰 차이가 없었다. 예를 들어, 3개의 통합 연구에서 버튼홀 천자부 출구 감염은 4.41의 상대위험도를 나타내었다(95% 신뢰구간, 0.16-123.5)<sup>304-306</sup> (그림 11.1).

투석혈관과 관련된 심각한 감염의 위험성은 중요한



그림 11.1. 버튼홀 감염

요소이다. 1년째 포도상구균 균혈증은 버튼홀(13%)이 로프래더(0%)보다 유의미하게 많았다(상대위험도, 1.19; 95% 신뢰구간, 0.46-4.6; 위험차, 0.13; 95% 신뢰구간, 0.05-0.21).<sup>304</sup> 천자법에 따라 감염 위험성이 증가한다는 근거의 질은 천자법에 따른 다른 예후의 변화에 대한 근거보다 수준이 높다.

연구에 대한 표, 근거의 질 및 편향의 위험은 부록 3, 표 S90-S97에 제공된다.

### 버튼홀 천자 도구(aids)

두 개의 연구에서 천자 도구들(총 226건)과 그와 관련된 1년째의 성적에 대해 연구하였다. 1개 연구에서 버튼홀-핀(Buttonhole-peg) 천자(0%)에서 일반적인 천자(다른 부위) (13%)보다 혈관통로의 실패가 유의미하게 낮았다(상대위험도, 0.06; 95% 신뢰구간, 0.03-0.15; RD, -0.13; 95% 신뢰구간, -0.21 to -0.05).<sup>307</sup> 다른 1개 연구에서 전체 중재술(혈관성형술이나 혈전제거술)도 버튼홀-핀 천자(19%)에서 일반적인 천자(39%)에 비해 유의미하게 낮았다(상대위험도, 0.48; 95% 신뢰구간, 0.26-0.89).<sup>307</sup>

Vaux 등의 연구<sup>307</sup>에서 기존 동맥류가 커지는 것은 버튼홀-핀 천자(23%)가 다른 부위 천자(67%)와 비교해서 유의미하게 낮았다(상대위험도, 0.34; 95% 신뢰구간, 0.12-0.99). 하지만 새로운 동맥류의 생성은 차이가 없었다; 버튼홀-핀 천자 4% 대 다른 부위 천자 17%였다(상대위험도, 0.27; 95% 신뢰구간, 0.06-1.17).<sup>307</sup>

참고로, 버튼홀 천자 도구는 천자 부위 감염률 위험성의 증가와 연관되어 있다(반면 사용하지 않으면 연관성은 없었다). 두 개의 통합연구에서 천자부 출구 감염은 버튼홀-핀 천자(3%)가 다른 부위 천자(0%)에 유

의미하게 높았다(상대위험도, 4.60; 95% 신뢰구간, 2.31-9.18).<sup>307,308</sup> 다시 한번 강조하면, 이 근거의 수준은 다른 결과들보다 매우 높았다.

## 특별 토의

주어진 버튼홀 천자법의 높은 감염 위험성(예, 포도상구균 균혈증)과 낮은 근거의 임상적인 효과(예, 투석혈관의 생존율, 수술과 혈관내 시술 또는 환자의 편안함에서 차이가 없었음)에 근거하여, 작업그룹은 환자의 생명선에 접근하는 것에 대해 신중히 고려하여 로프래더 천자를 선호하는 것으로 결정하였다. 하지만 작업그룹도 버튼홀 천자가 반드시 필요한 상황(표 11.1)이 있을 수 있다는 것을 인지하고 있다.

작업그룹은 로프래더로 천자할 수 없는 재택 혈액 투석 환자에서, 버튼홀 천자와 관련된 감염률은 잘 관리된 혈액투석도관과 비교하여 유사한 결과를 보인다고 하였다.<sup>309-313</sup>; 따라서 혈관통로를 버튼홀 천자를 할 것인지 아니면 혈액투석도관을 삽입할 것인지는 조심스럽게 결정해야 하는데, 이 때는 환자의 말기콩팥병 생애 계획에 의해서 장점과 단점을 모두 파악하면서 결정을 해야 한다. PTFE로 만들어진 합성 인조혈관에서 생기는 “천자부감염(one-siteitis)”의 위험성과 이와 관련된 결과들은 매우 심각할 수 있다; 그러므로, 작업그룹은 이러한 경우에 버튼홀 천자를 피하

### 표 11.1. 버튼홀 천자가 허용되는 상황

동정맥루가 짧거나 천자하는 부위가 작은 경우에만 가능
점점 커지거나, 큰 동맥루에서 더 이상의 팽창을 예방하기 위해
위생적이고 천자에 익숙한 의료진이 로프래더(Rope ladder) 천자를 할 수 없는 경우(예, 재택 혈액투석)

기 위해 주의 깊게 접근하기로 결정하였다. 버튼홀 천자는 다른 비자가 이식편 물질(nonautogenous graft materials), 예를 들면 소나 다른 생물학적 물질에 대해서 사용에 제한적이기 때문에,<sup>314</sup> 작업그룹은 이에 대한 언급을 할 수 없다. 근거가 없기 때문에, 작업그룹에서는 연구 결과가 나올 때까지 비자가 이식편 물질을 천자하는 경우에는 자가 동정맥루 천자에서와 같은 주의사항을 고려하는 것이 합리적이라고 생각한다.

버튼홀 천자가 적합한 경우에는, 적절한 훈련, 재훈련 그리고 밀접한 모니터링을 통해 버튼홀 천자위치를 주의 깊게 설정해야 된다. 비록 버튼홀-핀이 잠재적인 장점이 있지만, 이것 또한 천자 부위 감염의 위험성 증가와 관련이 있다. 반면에 핀 없이 버튼홀 천자를 시행한다면, 핀으로 인한 감염의 위험성은 사라진다(반면, 균혈증의 위험성은 높다). 따라서 버튼홀 도구의 사용은 환자와 투석간호사의 특성과 기술에 대한 고려, 개별화된 방식으로 신중하게 결정해야 한다.

투석간호사의 기술과 경험은 천자 결과에 직관적으로 중요하지만, 이에 대한 철저한 연구는 없는 상태이다. 초기 혈관통로 천자를 위해 숙련된 시술자에 의해 시행되는 천자에 대해 논의가 되었다; 하지만 숙련된 시술자에 대해서 널리 받아들여 지거나 표준화된 정의는 없다. 바람직하게는 투석혈관을 천자하는 모든 간호사, 기사, 환자와 의사는 처음 혹은 이미 시행하고 있는 투석혈관 천자 시에 동일한 편안함, 안정성과 성공률을 보여주는 수준의 숙련도를 가지고 있어야 한다.

투석혈관을 다루는 술기(예를 들면, 청결 또는 무균법)에 대해 자세하게 의논하지는 않았지만, 보편적인 감염 관리 지침을 따르고 개별 투석 병원과 시설의 정책을 준수해야 한다. 처방된 투석목표를 달성하기 위해서 점차적으로 큰 바늘을 사용하고, 혈류속도를 올리는 것은 환자마다 개별화되어야 한다. 이러한 측면에

서, 말기콩팥병 생애 계획이 매우 중요하다. 예를 들면, 재택 야간투석(home nocturnal dialysis)을 하는 환자는 스스로 바늘을 천자하고, 혈액 펌프의 속도는 투석실과 차이(예,  $Q_b < 300 \text{ mL/min}$ )가 나게 된다. 이는 투석실에서는 3-4시간 동안 투석 시 혈류속도( $Q_b$ ) 450 mL/min을 달성하기 위해, 투석간호사가 14 개이 지 바늘로 환자의 투석혈관을 천자하는 등 진료상황이 다르기(일부 미국 시설에 따라) 때문이다.

게다가, 마지막 진료지침 이후, 과거 “Rule of 6s”는 National Institutes of Health Hemodialysis Fistula Maturation Study에 의해서 평가되어 왔다. 비록 혈류량 및 정맥의 직경과 깊이가 중요하지만, 혈류속도 600 mL/min, 정맥 직경 6 mm, 피부로부터 깊이 2 mm 이하를 기준으로 삼았을 때, 성공적으로 성숙이 이루어진 것은 대략 50%였고, 혈관의 깊이가 깊을수록 잘 성숙되지 않았다(다르게 말하면, 2 mm 깊이일 때 성공률이 50%에 불과하기 때문에 깊이가 6 mm 인 경우는 성숙 성공률이 더 낮을 가능성이 있다).<sup>315</sup> 따라서 천자 기준에 대한 재검토 및 추가적인 연구가 필요하다. 쉽게 천자할 수 있는 정맥(즉, 편안하게 천자할 수 있도록 너무 깊지 않고, 적절한 위치에 있는 것)의 적절한 길이와 직경에 대한 원칙은 이전과 같다. 특히 천자 기준은 적절한 투석을 달성하기 위한 바늘 크기와 혈액 펌프 속도에 의해서 좌우된다. 이는 전 세계에서 실제적인 천자 방식을 비교한 연구들을 통해 관찰된 천자 시점과 성공률의 차이에 의해 뒷받침된다.<sup>85,316,317</sup>

마지막으로, 작업그룹은 초음파 유도하 천자에 대해 깊이 있게 논의하였다. 시술자의 전문성, 필요한 자원, 환자와 사용자의 여러 피드백과 초음파의 광범위한 사용에 대한 근거를 뒷받침하는 문헌의 부족으로 인해, 작업그룹은 향후 연구 결과가 나올 때까지 일부 선택

된 환자에게만 초음파를 사용하는 것을 지지한다. 숙련된 시술자에 의한 초음파 유도하 천자는 첫 천자 즉, 새로운 동정맥루 또는 이전 천자에서 침윤 손상이 발생했던 동정맥루 천자에 도움이 되며, 천자로 인한 합병증의 발생을 막아주는 데에 도움이 될 수 있다(진료지침 권고내용 12.2).

## 적용 시 고려사항

투석간호사/시술자가 천자 기술을 유지하기 위해서 훈련 및 재훈련을 받는 것은 매우 중요하다. 천자 시물레이션은 도움이 될 수 있으며 이에 대해 연구가 필요하다.

## 모니터링과 평가

새로운, 또는 변경된 천자 프로토콜은, 그 변화가 결과 향상(예, 침윤 손상의 빈도 감소)으로 연결될 수 있도록, 반드시 지속적인 개선이 이루어지는 방식으로 모니터링이 되어야 한다.

## 앞으로의 연구

- 천자를 할 수 있는 투석혈관의 기준에 대한 연구
- 초음파 유도하 천자의 안정성, 효과, 업무량 증가에 미치는 영향에 대한 정밀 연구
- 환자와 투석에서 좋은 결과지표를 위해 환자 측면(예, 바늘 크기와 모양, 각도, 역행이나 순행 천자, 다양한 상황에서의 단계적 혈류 속도)에서의 천자 기

술 세부사항에 대한 연구가 필요함.

- 천자의 성공률을 향상시키기 위한 다양한 시뮬레이션 모델과 기술에 대한 평가 — 과연 이것이 천자 역량을 향상시키고, 천자 관련 합병증을 줄이며, 환자 만족도를 높이는가?
- 숙련된 시술자(expert cannulator)에 대한 용어 정의와 어떻게 해야 이러한 전문성을 유지하면서 환자에게 천자의 성공률을 극대화할 것인가?
- 천자를 도와주는 여러 가지 도구의 사용과 이와 관련된 결과에 대한 엄격한 연구
- 플라스틱 투석바늘(plastic cannulae)을 사용할 때 안전성, 효능과 환자 만족도
- 비생체, 생물학적 인조혈관에서 버튼홀 천자의 안전성

## 권고내용: 중심정맥도관 연결과 분리 고려 사항

진료지침 권고내용 11.1을 검토하십시오.

11.9 KDOQI는 도관연관혈류감염을 막고 도관 기능 부전을 치료하기 위해 도관 출구와 허브 관리 프로토콜이 필요하다고 제안한다. (강력 권고 사항, 중간 수준의 증거)

11.10 KDOQI는 도관 연결과 분리 시에 정확한 손씻기뿐만 아니라 무균적 방법의 사용과 환자와 의료진의 마스크 착용이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

11.11 KDOQI는 도관을 연결하거나 분리할 때 도관 허브를 닦기 위해서 클로로헥시딘 용액을 사용

하는 것이 합리적이라고 생각한다. 만약 클로로헥시딘에 금기(예, 과민반응, 알러지)일 경우, 포비돈-요오드 용액(알코올을 같이 사용하는 것이 바람직함)이 이를 대신해서 사용될 수 있다. (전문가 의견)

11.12 KDOQI는 도관 소독을 교체할 때, 클로로헥시딘 용액을 사용하여 도관 출구 주변의 피부를 닦는 것이 합리적이라고 생각한다. 만약 클로로헥시딘에 금기(예, 과민반응, 알러지)일 경우, 포비돈-요오드 용액(알코올을 같이 사용하는 것이 바람직함)이 이를 대신해서 사용될 수 있다. (전문가 의견)

11.13 KDOQI에서 감염의 예방을 위해 특별한 제형의 클로로헥시딘 용액의 사용에 대한 권고사항을 만들 근거가 부족하였다. 따라서 이는 임상주의 최선의 판단과 지역적인 실제 상황에 따라 결정해야 한다.

11.14 투명 필름 소독 방법이 이를 사용하지 않은 경우에 비교해서 도관연관감염의 차이를 입증하는 근거가 부족하였다. 따라서 도관 소독 재료의 선택은 환자의 상황과 임상주의 최선의 판단을 고려하여 임상주의 재량에 따른다.

11.15 KDOQI는 도관연관감염의 위험을 줄이기 위해서 출구 부위가 치료될 때까지 세척하는 것뿐만 아니라 출구에 국소적 소독제나 항생제 차단제(antibiotics barrier)를 사용하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

11.16 도관연관감염에 대해서 다양한 소독제 혹은 출구 부위 국소적 항생제 차단제의 사용에 따른 차이를 증명하기에는 근거가 부족하였다; 따라서 국소적 항생제 차단제의 선택은 임상주의 재량과 최

선의 선택에 의해 결정되어야 한다.

11.17 KDOQI는 도관에 대한 실제적인 관리에 다음의 사항을 따르는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

- 도관 관리를 위해 도관 소독 빈도는 임상적의 최선의 선택에 의해 결정해야 하며 최소한 주 1회 이상 시행한다.
- 도관 소독부는 특히 출구가 완전히 낮지 않은 경우에, 젖거나 더러운 환경(수영이나 보호 조치가 없는 샤워 등)으로부터 보호되어야 한다.

참고: 중심정맥도관의 기능부전이나 균혈증을 예방하기 위해서 중심정맥도관 연결기구에 대한 권고내용은 [진료지침 권고내용 21.2](#)와 [21.3](#)을 참조하십시오. 중심정맥도관과 관련된 감염 예방을 위한 도관내감염예방에 대한 전략은 [진료지침 권고내용 24.3-24.5](#)를 참조하십시오.

## 근거 및 배경

혈액투석을 위한 중심정맥도관은 투석혈관과 비교해서 감염 관련 입원을 2-3배 높이고 도관연관혈류감

염을 증가시켜 의료비를 상승시킨다.<sup>67,318,319</sup>

중심정맥도관 내, 외부의 오염은 주로 소독을 다시 하거나 도관 연결 및 분리 등의 도관 조작 시에 균이 전파된다. 균이 옮겨가는 전파경로는 의료진이나 환자의 손(환자가 스스로 중심정맥도관을 관리하는 경우), 환자의 피부, 또는 도관 주변의 옷에서부터, 도관 출구 부위의 개구부와 터널(균이 들어오는 도관 외부 경로)을 통하거나 도관 허브나 뚜껑(cap)의 내외부 표면을 통하여 전파된다(내강 내부 혹은 외부경로)<sup>297,320</sup> ([그림 11.2](#)).

일부 진료지침에서는 (1) 감염을 줄이기 위해 중심정맥도관 조작을 최소화하고, (2) 적절하게 훈련된 직원만 혈액투석 혈관통로를 조작하도록 제한하고, (3) 혈액투석도관(또는 어떠한 혈관통로라도)에 대한 개인적인 조작에 대한 정규적인 재훈련을 시행할 것을 권고하였다.<sup>321</sup> 결과적으로, 응급상황이 아닌 경우에는, 대부분의 투석실은 혈액투석을 위해서만 중심정맥도관을 사용하는 것으로 제한한다. 2006년 KDOQI 진료지침은 중심정맥도관 소독을 매 투석 시마다 교체할 것을 권고했다.<sup>320</sup> 현재 진료지침은 감염 위험을 줄이기 위해 출구와 터널이 아물 때까지 중심정맥도관을 최소한으로 조작해야 한다는 점이 다르다. 이 진료지침은 이전 권고와 유사하게 금기가 아니라면 중심정맥

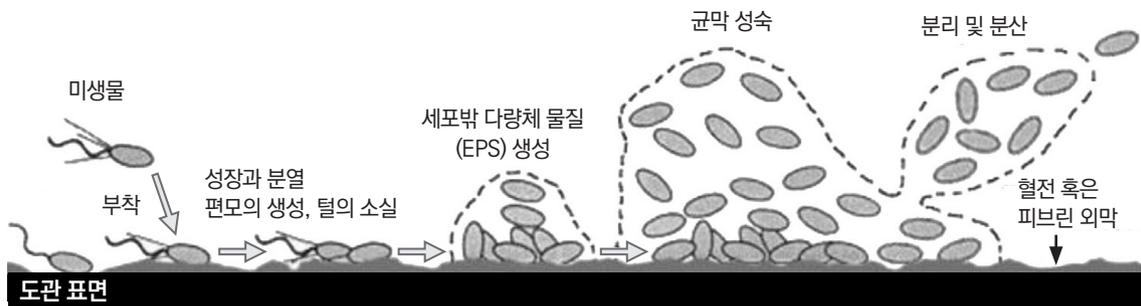


그림 11.2. 균막 형성의 발병기전

도관과 출구 부위 세척 시에 클로로헥시딘을 선호하여 사용하도록 하였다.

## 세부 설명

중심정맥도관 관리 프로토콜과 함께 중심정맥도관, 터널, 출구에 대한 일반적인 시진을 포함한 엄격한 관리가 필요하다. 환자와 혈액투석 의료인은 모두 보편적인 예방 조치와 위생 조치를 준수해야 한다. 2006년 KDOQI 진료지침은 중심정맥도관을 조작하는 의료인은 마스크의 착용 및 소독 또는 멸균 일회용 장갑을 끼도록 권고하였다; 그러나, 중심정맥도관 소독 시에 마스크 착용이 필요하다는 것은 중심정맥도관 삽입 시 마스크 착용에 대한 연구로부터 도출되었다.<sup>322,323</sup> 중심정맥도관 삽입 시에는 혈관과 혈류가 외부 환경에 직접 노출되기 때문에 감염의 위험이 높다. 출구가 아물고 난 후에 마스크가 필요한지 아닌지에 대해서는 불명확하다. 중심정맥도관을 관리하는 도중에 의료인이나 환자가 실수로 재채기, 기침, 침이 튈다면(예, 말을 하는 동안), 추가적인 보호를 하는 것이 이론적으로 도움이 될 수 있다. 비접촉(no-touch) 술식이 엄격히 시행될 수 있다면, 수술용 멸균장갑이 새로운 깨끗한 장갑에 비해 우월한지에 대해서는 논란의 여지가 있다.

## 허브 관리

허브 오염 및 감염의 위험 인자는 (1) 노출된 중심정맥도관 허브와 멸균되지 않은 표면(예, 침대 책상)이나 물체(예, 손)와의 접촉 (2) 공기에 장기간 노출 (3) 허브의 부적절한 세척 (4) 노출된 허브에 환자나 의료인의 숨이 닿는 것이다.<sup>324</sup> 따라서, 허브 노출 시간을 줄

이는 것이 중요하며, 적극적인 허브 세척이 필요하다. 이러한 것은 도관연관혈류감염의 비율을 현저하게(거의 4배) 감소시킬 수 있으며,<sup>325</sup> 거의 1,000 도관일 당 1회의 혈행감염 비율에 근접할 수 있다.<sup>325</sup> 따라서, 허브 노출 시간을 줄이고 적극적인 “허브를 문질러 닦기 (scrub)”을 통해, 감염을 예방하는 프로토콜을 적용하는 것은 매우 중요하며, 여러 진료지침에 의해 뒷받침된다.<sup>296,297</sup>

## 도관과 출구 소독

한 개의 클러스터 무작위 대조연구(422개의 센터)는 최근 실제적인 허브 관리를 위해서 2% 클로로헥시딘과 70% 알코올 스왑 스틱(swab stick)과 70% 알코올 패드(alcohol pad)를 이용해서 출구 소독을 위한 새로운 중심정맥도관 관리 프로토콜(특정 소독제의 사용은 없었고, 허브 문질러 닦기는 안함<sup>326</sup>)을 비교하였다. 2% 클로로헥시딘을 사용하는 시설에서 유의미하게 낮은 혈류감염의 비율을 보였다. 군집 효과를 보정한 수정된 환자-수준 분석에서 상대위험도는 0.79 (95% 신뢰구간, 0.78-0.81)였다. 부작용 발생은 실험군에서만 발생하였고, 이는 클로로헥시딘 과민반응이 포함되었다. 82명의 환자에서 184건의 생명을 위협하지 않는 국소적인 부작용이 발생하였다.

파일럿 무작위 대조연구(105명)에서, 중심정맥도관 출구의 소독에 대해 70% 이소프로필(isopropyl) 알코올 용액이 포함된 2% 클로로헥시딘 대 0.5% 클로로헥시딘이 포함된 알코올[대조군 중 81%], 또는 0.05%의 수성 클로로헥시딘[대조군 중 19%] 클로로헥시딘 용액의 저농도 클로로헥시딘을 비교하였다. 추적관찰 기간은 12개월이었다. 전체적으로, 대조군과 비교해서 실험군에서 중심정맥도관 감염이 더 적었으나 유의한

차이를 보이지는 않았다(상대위험도, 0.49; 95% 신뢰구간, 0.18-1.34). 특정한 감염(예, 도관연관혈류감염이나 출구 감염)은 두 군 간에 유의미한 차이를 보이지 않았다. 피부 과민 반응은 70% 알코올 용액이 포함된 2% 클로로헥시딘 그룹내의 4명의 참가자에서 발생하였다(P=0.12).

이러한 근거를 통해, 작업그룹은 중심정맥도관 관리 프로토콜 시에 클로로헥시딘을 사용할 것을 강력하게 제안하고, 경우에 따라서 70% 알코올이 포함된 1%나 2% 클로로헥시딘 글로코네이트를 사용하도록 제안한다.<sup>296,297</sup> 작업그룹의 추가적인 연구에 의하면, 중심정맥도관연관감염을 방지하기 위한 클로로헥시딘 피부 소독은 포비돈 요오드나 알코올보다 더 우수한 것으로 나타났다.<sup>328-330</sup> 만약 클로로헥시딘이 금기(예, 피부 과민이나 알러지)일 때는 70% 에탄올이 포함된 10% 포비돈 요오드가 사용된다.<sup>331</sup> 소독액은 반드시 마찰을 이용해 최소 30초 이상 도포하고, 닦아내거나 흡수시키지 말고, 자연건조해야 하는데, 이는 소독 물질을 피부에 잘 부착시키거나 피부의 상처나 감염을 막기 위한 것이다. 교차 감염의 위험성으로 인해서 모든 세정액, 예를 들면 일회용 스왑 스틱이나 패드는 반드시 일회용으로 사용한다.<sup>297</sup>

## 출구 감염 예방도구와 드레싱

중심정맥도관 출구에 국소적인 소독/항생제 연고를 정기적으로 도포하는 것은 도관연관혈류감염의 위험성을 75%에서 93%까지 감소시키는 것으로 나타났다.<sup>332-334</sup> 뮤피로신, 포비돈 요오드와 폴리스포린(Polysporin) 삼중 항생제 연고가 포함된 국소적인 연고에 대한 연구가 진행되었다. 6년간 추적 관찰된 혈액투석도관의 출구에 폴리스포린 삼중 연고제를 도포

한 전향적 연구에서는 미생물에 대한 내성이 관찰되지 않았고, 1,000 도관일 당 1건 이하의 균혈증을 포함한, 감염 예방 능력에 대한 감소도 나타나지 않았다.<sup>309</sup> 의학적 목적으로 승인받은 꿀(medical grade honey)의 경우에는 도관연관혈류감염에 있어서 뮤피로신과 동등한 효과를 가지는 것으로 나타났다.<sup>335</sup> 이러한 내용은 근거분석팀에 의해 뒷받침된다. 예를 들어, 중심정맥도관 출구에 의료 등급의 꿀은 12%에서 균혈증이 관찰되었고, 뮤피로신 예방 도포는 10%에서 균혈증이 보였다(P=0.78).<sup>336</sup> 균혈증이 없는 생존율은 두 군 간에 차이를 보이지 않았다(위험비, 0.94; 95% 신뢰구간, 0.27-3.24).

위약군이나 치료를 하지 않은 군과 비교해서 이러한 국소적인 소독제나 항생제가 도관연관혈류감염을 낮추지만, 소독제나 항생제의 종류에 따른 유의한 차이가 없어서, 작업그룹은 감염을 막는 항생제/소독제의 선택은 임상상의 최선의 선택과 지역적 실제 진료환경에 의해서 선택할 것을 권한다. 출구가 완전히 아물고 나서는 이러한 이점이 유지되는지는 명확하지 않다. 하지만, 중심정맥도관을 교환하고 나면 출구가 다시 아무는 과정이 필요하다는 것을 잊지 않는 것이 중요하다. 또한 내강내에 사용하는 용액이나 그 외 어떠한 세정 용액 혹은 소독제/항생제를 국소적으로 투여할 때는 반드시 중심정맥도관 소재에 사용 가능한지 확인해야 한다.

모든 드레싱 재료는 접촉금지(no-touch) 또는 무균적인 방법으로 도포해야 한다. 접촉금지 술식은 중심정맥도관의 모든 열린 포트와 끝을 손이나 장갑으로 만지지 않는 것을 의미한다([http://anntt.org/ANTT\\_Site/home.html](http://anntt.org/ANTT_Site/home.html) 참조). 최근 자료에 따르면, 중심정맥도관의 출구에 균의 집락이나 도관연관혈류감염 발생과 관련하여 투명, 반투명 드레싱과 일반적인 거즈

드레싱 사이에는 유의한 차이가 없는 것으로 알려졌다.<sup>337-339</sup> 이는 또한 근거분석팀에 의해 뒷받침된다. 예를 들면, 1개의 소규모 무작위 대조연구(66명)에서는 2가지 드레싱을 비교하였다: 멸균된 투명 필름과 전통적인 멸균 거즈 및 저자극성 미세공 드레싱.<sup>340</sup> 중심정맥도관연관감염에서 두 군 간에 유의한 차이는 없었다(실험군에서 12%, 대조군에서 9%; P=0.69).<sup>340</sup>

드레싱의 종류와 빈도를 선택할 때에는 환자 요인과 환경적인 요인을 모두 고려해야 한다(이전에 논의됨). 드레싱은 물에 담그지 않아야 하며, 만약 축축해지거나, 너덜해지거나, 혹은 더러워지거나, 개방이 되거나 접착성이 없어질 때 교환을 해야 하며, 중심정맥도관 드레싱의 교환은 환자를 포함하여 훈련된 투석실 의료인에 의해서만 시행되어야 한다. 도관을 유지하고 감염의 위험을 줄이기 위해서 의료인은 정기적인 재훈련을 받아야 한다. 연구의 표, 근거의 질, 편향의 위험은 부록 3, 표 S98-S109에서 제시되었다.

### 중심정맥도관의 개통성 평가

0.9% 생리식염수를 이용한 정기적인 세척(flushing)은 중심정맥도관의 개통을 유지하는 데 사용되며 도관을 연결하거나 분리할 때 표준 술식이 되었다. 중심정맥도관 내강을 세척하는 것은 부적합한 약물이나 용액이 도관 내강내에서 섞이는 것을 막고, 도관의 혈액이나 피브린도 세정할 수 있다.<sup>341</sup> 일반적으로 5-10 mL 주사기가 사용된다; 주사기 크기에 대한 근거가 부족하기 때문에, 중심정맥도관 제조회사의 사용설명서가 지침이 될 수 있다. 하지만 임상이는 최선의 임상적 판단을 시행하고 중심정맥도관 관리 프로토콜을 준수해야 한다. 중심정맥도관을 연결하거나 분리할 때 무균적 접촉금지 술식([http://annt.org/ANNT\\_Site/home](http://annt.org/ANNT_Site/home).

html 참조)을 사용하고, 내강 내부에 혈액이 남아있는 시간을 줄이기 위해서 한번에 한 내강씩 연결할 것을 권고한다(표 11.2).

### 투석용 중심정맥도관의 관리와 환자교육

중심정맥도관 관리를 용이하게 하기 위해서, 다음 조치를 강력하게 고려해야 한다.

- 1) 중심정맥도관 사용에 대한 적절한 적응증(진료지침 권고내용 1, 2.2)과 관련하여 환자(다음 참조), 의료진과 관련 의료인을 교육해야 하고, 도관 관련 감염에 대한 예방적인 조치를 포함한 안전하고 적합한 도관 관리와 사용에 대해 적절한 절차를 수립한다.
- 2) 도관을 연결하고, 사용하고, 유지하는데 관련된 모든 사람(환자, 환자의 가족을 포함하여)은 중심정맥도관 진료지침에 대한 지식 및 이를 잘 따라서 하는지 주기적으로 평가받아야 한다.
- 3) 역량이 입증되고 훈련된 사람만이 도관을 접근, 사용, 유지해야 한다. 환자 교육과 훈련에는 다음 사항들을 포함하지만, 이에 국한하지는 않는다.
  - 봉합사 제거 시기를 포함한 초기 도관 관리
  - 자주 손 씻기
  - 도관을 당기거나 끌어내는 것을 피하고, 도관 주변에서 날카로운 물건(예, 가위)을 사용하지 않을 것
  - 드레싱이 더러워지거나 젖을 때 무엇을 할 것인가
  - 출혈이 생길 때 무엇을 할 것인가
  - 도관이 빠질 경우 무엇을 할 것인가
  - 도관가지(Limb)의 집게(clamp)가 부러지거나 떨어질 경우 무엇을 할 것인가

표 11.2. 중심정맥도관의 연결과 분리 과정

중심정맥 도관의 연결 방법	
<p>1단계: 환자에게 절차를 설명한다. 대화를 최소화하고 머리를 중심정맥도관의 반대 방향으로 돌리도록 한다.</p> <p>2단계: 손 위생을 수행한다. 중심정맥도관을 보호하거나 중심정맥도관의 끝을 덮고 있는 거즈나 테이프를 제거한다.</p> <p>3단계: 중심정맥도관의 두 끝이 잠겨있는지 확인한다. 도관의 끝이 패드/포 위에 오도록, 중심정맥도관의 아래에 깨끗한/멸균된 패드/포를 깐다.</p> <p>4단계: 손 위생을 수행하고 소모품을 준비하고, 멸균 상태를 유지한다. 장갑을 착용한다.</p> <p>5단계: 중심정맥도관의 집게(clamp)가 잠겨있는 지 확인한다. 뚜껑을 제거하고 클로르헥시딘(또는 클로르헥시딘이 없을 경우 포비돈)으로 허브(“허브를 문질러 닦기”)<sup>297</sup>를 소독한다. 소독된 허브가 멸균되지 않은 표면에 닿지 않도록 한다. 폐쇄되고, 높은 유량의 바늘이 없는 뚜껑이 사용된다면; 뚜껑 청소 및 교체에 대한 제조업체의 권장사항 및 중심정맥도관 관리를 따른다. 두번째 포트도 반복한다.</p> <p>5단계의 선택 사항: Luer 잠금 뚜껑을 제거하기 전에, 각 허브 또는 도관의 끝에 대해 별도의 소독 패드를 사용하여 소독 패드로 뚜껑과 허브 부분을 소독한다.</p> <p>6<sup>a</sup>단계: 주사기를 부착하고, 중심정맥 도관의 집게(clamp)를 풀고, 도관 내강안의 혈액 2-5 mL 및 충전 용액을 흡인한다. 다시 도관의 집게(clamp)를 닫는다. 주사기를 분리하고 투석회로를 연결한다. 두번째 포트도 반복한다.</p> <p>6단계의 선택 사항: 혈액 흡입 및 충전 용액을 흡인 시 저항이 느껴지지 않으면, 0.9% 생리식염수가 들어있는 5-10 mL의 주사기를 부착하고 turbulent flushing 술기(10 mL 주사기를 사용하여 매우 짧은 간격으로 1-2 mL씩 주입-중단(push-pause)을 통해 내강안을 세척하는 술기)를 사용하여 생리식염수로 내강안을 세척한다.</p> <p>7<sup>b</sup>단계: 투석을 시작한다.</p> <p>8단계: 주사기와 사용한 재료를 폐기한다.</p>	
중심정맥도관의 분리 방법	
<p>1단계: 환자에게 절차를 설명하고, 투석기의 절차에 따라 환자의 혈액을 넣어주고, 손 위생을 수행한다. 중심정맥도관의 잠금 장치를 준비한다.</p> <p>2단계: 중심정맥도관의 집게(clamp)와 혈액회로의 집게(clamp)를 닫는다. 한 개의 혈액회로에서 한 개의 중심정맥도관을 분리하고, 허브를 소독한다.<sup>c</sup></p> <p>3단계: 0.9% 생리식염수가 들어있는 5-10 mL 주사기를 중심정맥도관에 연결하고, 중심정맥도관의 집게(clamp)를 풀고, 도관 내강을 세척한다.</p> <p>4단계: 도관에서 생리식염수 주사기를 제거하고, 중심정맥도관 충전 용액이 들어있는 주사기를 도관에 연결한다. 중심정맥도관 관리 절차에 따라 각각 충전 용액을 충전한다.<sup>d</sup></p> <p>5단계: 도관의 집게(clamp)를 닫고, 주사기를 제거하고, 허브를 청소한 후, 멸균 Luer 잠금 뚜껑을 닫는다.</p> <p>6단계: 두 번째 도관도 각 단계를 반복한다.</p> <p>7단계: 사용한 소모품을 폐기한다.</p>	
<p><sup>a</sup>각 도관 내강이 흡인되지 않거나 쉽게 세척되지 않는 경우, 집게(clamp)가 열려 있는지 확인하고 저항에 대한 외부 원인(중심정맥도관의 외부 꼬임 혹은 환자의 자세)을 배제한다.<sup>342</sup> 문제가 지속되면, 중심정맥도관내의 피브린 또는 혈전 형성, 혹은 도관 끝의 위치이상일 수 있다(진료지침 22와 24). 부드럽게 앞뒤로 움직이는 것(관류, irrigation)은 중심정맥도관의 개통성을 촉진할 수 있다. 관류 후 turbulent flushing 술기(10 mL 주사기를 사용하여 매우 짧은 간격으로 1-2 mL씩 주입-중단(push-pause)을 통해 내강안을 세척하는 술기)를 사용하여 내강을 세척(예, 10 mL의 생리식염수 사용)하여, 혈액이 내강에서 제거되도록 한다(개통성을 최적화). 항응고제(충진) 용액을 제거(흡입) 할 수 없는 경우 출혈에 대해 관찰한다.</p> <p><sup>b</sup>투석 치료를 시작하기 위해 라인 반전이 필요한 경우, 다음 단계에 대한 투석기의 절차 및 사례를 따른다. 개통성이 확인되면 투석을 시작한다.</p> <p><sup>c</sup>“허브를 문질러 닦기”프로토콜을 따른다.<sup>297</sup></p> <p><sup>d</sup>잠금 용액에는 항응고제, 살균제/항생제 또는 혈전 용해제 및 이들의 조합이 포함될 수 있다. 도관이 연결 및 분리될 때마다 뚜껑을 교체해야 한다. 폐쇄되고, 높은 유량의 바늘이 없는 뚜껑이 사용된다면; 뚜껑 청소 및 교체에 대한 제조업체 권장 사항 및 절차를 따른다.</p>	

- 통증, 열이나 오한, 발적이 발생하거나 진물이 도관 출구나 터널에서 관찰될 때 무엇을 할 것인가
- 궁금한 점이 있거나 걱정이 생길 때, 전화를 통해 정확한 사항을 알려줄 수 있는 사람이 누구에게 알릴 것인가

환자는 적혀 있는 형태의 도관 관리 지침과 출혈이나 감염의 징후(열, 오한, 화농성 진물)와 같은 혈관통로에 대한 우려가 발생하였을 때, 이를 알리고 문의할 수 있는 최신 연락처를 제공받아야 한다.

### 적용 시 고려사항

- 의료진이 자주 교체되면 모든 타입의 혈관통로 관리에 대한 훈련이나 역량의 부족이 발생한다.
- 내강내에 사용하는 용액이나 그 외 세정 용액 혹은 소독제/항생제를 국소적으로 투여할 때는 반드시 중심정맥도관의 소재에 적합한지 확인해야 한다.
- 도관 관리, 연결이나 분리하는 절차와 관련하여 실무를 담당하는 직원들을 훈련시키고, 심사를 하고, 이에 대한 피드백을 제공해야 한다.

### 모니터링과 평가

- 중심정맥도관 출구가 아물었는지 모니터링

- 질병통제 및 예방센터(Centers for Disease Control and Prevention, CDC)로부터 감사를 받고 점검 목록을 체크하는 것<sup>343</sup>도 도움이 된다.

### 앞으로의 연구

- 중심정맥도관을 조작하거나 관리 시 접촉금지 술식이 지켜지는 상황에서 멸균 장갑이 필요한지에 대한 연구
- 환자가 머리를 반대로 돌리고 환자와 치료자가 말을 하지 않은 채로, 도관 드레싱을 교환하거나 조작할 때 마스크 착용이 필요한지에 대한 연구. 다만 환자나 치료자가 호흡기 증상이나 징후가 있을 때는 예외
- 출구와 터널이 완전히 내피화되고 치유된 후에 국소적 차단제(topical barrier)가 이점이 있는지 확인하는 연구
- 출구의 치유 여부를 결정하는 방법을 검증하는 것
- 출구와 터널이 완전히 나았을 때 안전하게 샤워할 수 있는지 확인하는 연구
- 출구와 터널이 완전히 낫고, 만약 환자가 적절하게 세정할 수 있다면, 드레싱을 안해도 되는지 확인하는 연구

# 투석혈관 천자 합병증

진료지침 권고내용에 대한 근거 기준을 이해하기 위하여 Box 1을 참조하십시오.

참고: 권고내용에 “KDOQI에서 권고사항을 만들 근거가 부족하였다”라고 기술되어 있는 것은, 근거분석팀(ERT)에 의해 수집된 근거의 수준이 매우 낮거나, 낮거나 혹은 부적절하여 작업그룹(Work Group)에서 어떠한 권고나 제안 혹은 기타의 근거 기반 지침을 만들 수 없었다는 것을 의미한다.

## 권고내용: 투석혈관 천자 합병증

12.1 KDOQI는 천자로 인한 손상이 있는 경우 다음과 같은 치료적 조치를 하는 것이 합리적이라고 생각한다.

- 모든 크기의 침윤(infiltration): 최소 10분간 얼음 마사지하고 혈액 펌프 속도를 최대화하지 않는다. (전문가 의견)
- 중등도의 침윤일 경우, 바늘을 빼고 침윤 부위를 손으로 압박한다. (전문가 의견)
- 침윤이 매우 큰 경우에는 위의 조치를 시행하고, 당일 투석이 필요하지 판단한다. 투석이 필요한 경우에는 침윤 부위의 근위부로 천자하고, 근위

부 천자가 불가능할 경우, 30분 이상 손 압박과 얼음마사지 후에 재시도한다. (전문가 의견)

- 혈종이 발생하면, 혈종의 위치를 확인하고 투석혈관과 주변 팔을 주의 깊게 평가해야 한다. 평가에는 부종의 정도를 확인하고 혈종의 근위부와 원위부에서 투석혈관내 혈류를 확인하고 팔의 혈액순환을 평가하는 것이 포함된다. (전문가 의견)

12.2 KDOQI는 천자 합병증을 예방하기 위해 숙련된 시술자에 의해, 선택적으로 필요한 환자에서 혈류 방향과 투석혈관에서 적절한 천자부위를 결정하는데 도움을 주기 위해 초음파를 사용하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

## 근거 및 배경

혈액투석 과정에서 천자는 필수 구성 요소임에도 불구하고, 천자와 관련된 근거는 매우 제한적이다. 천자를 시행하는 투석간호사나 투석환자 자신의 지식, 기술과 능력은 각자의 맡은 바를 넘어 다양하며 이에 대한 최소한의 표준이나 표준화는 없는 상태이다. 합병증의 빈도를 줄이기 위해서는, 혈관의 해부학, 환자 중심 관리와 치료자-환자 간의 치료 관계의 중요성에 대

한 기본 지식이 모든 천자 훈련 프로그램에 포함되어야 한다. 천자로 인한 합병증은 환자에게 불편함과 고통을 줄 뿐만 아니라 일부의 경우에는 해당 투석혈관을 망가 뜨려서 향후 정상적인 투석통로로서 역할을 하는 데에 부정적인 영향을 줄 수도 있다. 예를 들어, 성공적인 2개의 바늘 천자가 이루어지기 전에 한번의 침윤 손상은 동정맥루 성숙 확률을 56% 감소시킨다.<sup>158</sup> 침윤손상은 잦은 영상촬영과 시술로 이어지고 중심정맥도관을 오래 유지하게 하는 것과 관련이 있다.<sup>3</sup> 사실, 천자 시도의 실패는 동정맥루 성숙의 성공 및 예후를 나쁘게 하는 것과 관련이 있다.<sup>158</sup> 현재, 천자와 관련된 합병증은 투석치료의 일부로서 일관적으로 보고되고 있지 않다.

천자 부위의 출혈은 대부분 직접 압박으로 교정되지만 때로는 피부 봉합이 필요한 경우도 있다. 압박은 출혈이 있는 부위에 직접 가해져야 하며, 또한 출혈의 원위부로 투석혈관의 유출로(outflow)를 완전히 막지 않도록 연습해야 하는데, 이는 투석혈관의 내강내 압력을 동맥 수준으로 증가시킬 수 있기 때문이다. “나쁜 천자”는 중대한 혈종을 만들고 이로 인해 중심정맥도관을 필요로 하거나 최대 3개월까지도 혈종이 없어질 때까지 추가적으로 투석혈관의 천자를 연기시킨다.<sup>3</sup> 피부봉합이 필요하거나 매우 큰 혈종을 초래하는 혈관통로 천자부위에서의 출혈은 정맥유출 협착을 시사하고, 진단적 혈관조영술 시행을 위한 의뢰가 필요하다.

## 세부 설명

### 합병증과 치료

- 정맥의 침윤은 바늘이 삽입되고 바늘 끝이 부주의하

게 정맥벽을 넘어 보다 전진하게 되면서, 측면이나 뒷면에 천공을 일으키면서 발생하게 되는데, 이는 다양한 정도의 부종이나, 멍, 또는 통증을 유발하게 된다.

- 혈종은 정맥의 침윤이나 천자하는 동안 바늘 구멍 주변으로 혈액이 누출되어 발생할 수 있고, 또는 투석 치료 종료 후에 바늘을 제거한 후에 발생할 수 있다. 혈종의 크기는 작게 퍼진 것부터 매우 크고 단단한 덩어리까지 다양하며, 크고 단단한 혈종이 혈관을 누르게 되면 투석혈관에 혈전증을 일으킬 수 있다. 또한 심각한 혈종은 혈종이 있는 부위에 협착을 초래할 수 있다. 이를 피하기 위한 모든 노력이 필요하다.
- 통증은 흔하게 다양한 부위와 다양한 시간에, 다양한 강도로 발생한다. 통증은 천자를 시작할 때 발생할 수도 있고, 투석 도중에도 천자 부위나 그 주변부, 팔이나 손 부위에 발생할 수도 있으며, 혈종이나 정맥의 침윤, 주변 신경의 자극으로 인해 투석 종료 후에도 지속될 수 있다.
- 침윤이나 이로 인한 혈종 같은 천자 합병증의 치료는 부종의 정도, 통증, 환자의 불안감에 따라 달라질 수 있다. 환자와 가족에게 적극적으로 지식을 공유하고 지원을 제공해야 한다. 편의 조치 또는 진통제 투여는 개별적으로 접근해야 한다.

### 천자 합병증 예방

- 천자하기 전에 투석혈관을 검사하고 평가해야 한다. 투석혈관에 혈류가 있는지 확인하고 바늘을 찌르기 전에 적절한 투석을 위한 혈류 방향을 결정한다. 전체 투석혈관과 인접 팔을 관찰하고, 투석혈관을 청진하고 촉진하면 많은 문제를 확인하고 천자를 위한

적절한 위치를 찾을 수 있다. 천자를 돕기 위해서 숙련된 시술자가 침상 옆에서 초음파를 시행하는 것은 간호사의 자신감을 키우고 환자에게 편안함을 제공하며 투석혈관 내 혈류 방향을 결정하는 데 도움이 될 수도 있지만, 아직까지 모든 환자에게서 사용을 권고할 근거는 부족하다. 천자 보조를 위한 초음파의 사용은 **진료지침 11**의 특별 토의를 참조하면 된다.

- 환자 자신의 관찰과 요구에 따라 적절한 천자 위치를 선택하는 것은 관련된 합병증을 피할 수 있다.
- 합병증의 위험이 있는 투석혈관을 천자할 때는 가능하면 언제든지 경험이 많은 투석간호사가 천자를 시도해야 한다. 투석간호사는 천자에 관련된 문제가 발생할 것으로 생각되면, 천자하기 전 혈관을 평가할 때부터 숙련된 의료인의 조언과 지도를 구해야 한다. 만약 투석혈관의 천자가 실패한다면, 숙련된 의료인에게 요청하기 전에 최대 2회까지만 천자를 시도하도록 권고한다.
- 천자가 가능한 혈관이 작거나 터지기 쉬울 때에는, 작은 게이지의 바늘 사용 및 테프론(Teflon) 바늘(플라스틱 바늘)의 사용을 고려한다. 이러한 바늘은 혈류에 제한이 있을 수 있지만, 플라스틱 바늘을 장기간, 보다 자주 처방하는 것 또는 환자의 투석 필요성이나 목적에 맞게 개별화하여 처방하는 것을 고려한다면 투석혈관을 문제없이 사용하며 도관 삽입 또한 피할 수 있다.
- 자가천자 적절하고 가능할 때, 숙련된 환자에서의 자가천자는 이점이 있을 수 있다.
- 천자와 관련된 합병증에 대한 기록은 투석간호사의 교육과 평가의 일부로서 검토되어야 한다.

## 특별 토의

- 투석통로를 천자할 기회가 적은 투석 센터에 있는 의료진은 교육의 어려움이 있을 수 있다. 이러한 경우, 환자에게 적절한 치료를 제공하기 위해 온라인을 통해 의료자원과 전문지식에 접근하는 것을 고려해야만 한다.
- 작업그룹은 천자와 천자관련 합병증의 치료에 대한 권고의 경우, 관련된 근거가 많지 않아서, 전문가 의견의 수준 정도로만 제한한다. 심지어 다른 말초 정맥천자나 동맥 천자와 관련된 문헌을 검토하는 경우에도, 근거 정도는 전문가의 의견에 기초했다는 점을 밝힌다.
- 자가천자가 가능한 적절한 상황에서, 잘 훈련된 환자가 자가천자를 하는 것은 투석혈관의 천자에 대한 불안감을 감소시키고 환자를 편하게 하는데 도움이 될 수 있다.

## 앞으로의 연구

- 천자 방식을 검증하고, 합병증이 없이 천자를 시행하는 것, 성공적인 투석혈관 천자를 막는 요인을 낮추는 전략에 대한 엄격한 연구가 필요하다.
- 천자합병증에 대해 기록을 남기고, 이를 검토하는 것이 천자의 질이나 투석혈관의 예후를 향상시키는 지에 대한 연구가 필요하다.

# 투석혈관 혈류장애 - 모니터링/감시

참고: “투석혈관 혈류장애”란, 기저의 협착이나 혈전증 혹은 관련된 병리로 인해 투석혈관(동정맥루 또는 인조혈관)의 혈류 또는 개통성에 임상적으로 의미 있는 이상이 발생한 경우를 뜻하며, 이는 다른 유형의 투석혈관 합병증과 구별된다.

진료지침 권고내용에 대한 근거 기준을 이해하기 위하여 Box 1을 참조하십시오.

참고: 권고내용에 “KDOQI에서 권고사항을 만들 근거가 부족하였다”라고 기술되어 있는 것은, 근거분석팀(ERT)에 의해 수집된 근거의 수준이 매우 낮거나, 낮거나 혹은 부적절하여 작업그룹(Work Group)에서 어떠한 권고나 제안 혹은 기타의 근거 기반 지침을 만들 수 없었다는 것을 의미한다.

## 권고내용: 투석혈관 혈류장애에 대한 적절한 모니터링과 감시의 수행

### 신체검사(모니터링)

13.1 KDOQI는 동정맥루에 있어서 혈류장애의 임상 지표를 찾아내기 위해 지식과 경험을 갖춘 의료인

이 주기적인 신체검사를 수행하는 것을 권고한다. (조건부 또는 강한 권고, 중간 수준의 근거)

임상지표에 대해서는 표 13.2를 참조

13.2 KDOQI는 인조혈관에 있어서 혈류장애의 임상 지표를 찾아내기 위해 지식과 경험이 있는 의료인이 주기적인 신체검사를 수행하길 권고한다. (조건부 또는 강한 권고, 중간 수준의 근거)

임상지표에 대해서는 표 13.2를 참조

13.3 KDOQI는 신장내과 수련의와 혈액투석 환자 진료에 연관된 의료인이 투석혈관을 모니터링하고 투석혈관 혈류장애를 감지하기 위한 적절한 신체 검사법을 익히는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

## 개통성을 증진하기 위한 감시(surveillance)

13.4 KDOQI는 동정맥루 개통성의 개선을 위해서 신체검사와 같은 모니터링(monitoring) 외에, 추가적으로 투석혈관 혈류량 및 압력의 측정 또는 영상 검사와 같은 정기적 감시(surveillance)를 하는 것에 대한 권고사항을 만드는 것은 근거가 부족하다.

참고: 다시 말해, 혈관통로에 대한 모니터링 (monitoring)이 일차적으로 중요하고 감시(surveillance) 소견은 보조적이며, 감시 소견만으로 어떠한 조치를 취해서는 안 된다.

13.5 KDOQI는 인조혈관 개통성의 개선을 위해서 신체검사와 같은 모니터링 (monitoring) 외에, 추가적으로 투석혈관 혈류량 및 압력의 측정 또는 영상 검사와 같은 정기적 감시 (surveillance)를 하는 것에 대한 권고사항을 만드는 것은 근거가 부족하다. (조건부 권고/낮은 수준의 근거)

참고: 다시 말해, 혈관통로에 대한 모니터링 (monitoring)이 일차적으로 중요하고 감시 (surveillance) 소견은 보조적이며, 감시 소견만으로 어떠한 조치를 취해서는 안 된다.

### 임상적 모니터링에 의해 발견된 이상에 대한 조사

진료지침 권고내용 15.1-15.3을 참조

### 권고내용: 임상지표와 무관한 투석혈관 협착에 대한 감시와 선제적 중재술

#### 개통성을 증진하기 위한 혈관내 중재술

13.6 KDOQI는 임상지표가 동반되지 않은 협착이 있는 동정맥루에 대해서 개통성의 개선을 위해 선제적 혈관성형술을 시행하는 것을 권고하지 않는다. (조건부 권고, 중간 수준의 근거)

13.7 KDOQI는 임상지표가 동반되지 않은 협착이 있는 인조혈관에 대해서 개통성의 개선을 위해 선제적 혈관성형술을 시행하는 것을 권고하지 않는다. (조건부 권고, 중간 수준의 근거)

#### 개통성을 증진하기 위한 수술적 중재술

13.8 임상지표가 동반되지 않은 협착이 있는 동정맥루에 대해서 개통성의 개선을 위한 선제적 수술에 대해 권고사항을 만드는 것은 근거가 부족하다.

### 권고내용: 임상지표와 연관된 투석혈관 협착에 대한 선제적 중재술

13.9 KDOQI는 지속적으로 일관된 임상지표가 있는 환자에서 투석혈관 상실이나 혈전증의 위험을 줄이기 위한 선제적 혈관성형술을 시행하는 것은 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

### 근거 및 배경

이번 진료지침에서는, 기저의 협착이나 혈전증, 또는 관련 병태로 인한 투석혈관(자가혈관이나 인조혈관)의 혈류나 개통성에 임상적으로 의미 있는 이상이 생긴 것을 투석혈관 혈류장애로 정의하였다. 기존에는 투석혈관 기능장애를 여러 종류의 형태적 이상과 기능적 장애를 포괄하는 개념으로 사용을 하였다; 하

지만 작업그룹(Work Group)에서는 기저의 협착이나 혈전증 등과 관련된 투석혈관의 기능 장애를 동맥류와 같은 다른 원인의 기능 장애와 구분하고자 하였다. 따라서, 투석혈관 혈류장애라는 용어는 다른 유형의 투석혈관 합병증과는 구별하여 사용된다. 투석혈관 혈류장애는 통상적으로 기저의 협착 및 혈전증과 관련된 흔한 문제이다. 진행되는 투석혈관의 협착에 이어서 발생하는 투석혈관 기능장애는 환자에게 질병과 의료를 발생시킨다.<sup>344</sup> 주기적인 혈관통로의 모니터링(monitring)과 감시(surveillance)를 수행하는 근본 원칙은 협착을 찾아내고 교정하여 투석 효율의 저하를 최소화하고 처방된 투석량을 제공하며, 혈전증의 빈도를 낮추고, 투석 혈관의 기능을 향상시키는 것이다. 실제로 혈관통로 기능은 환자와 의료인 모두에게 임상적 혹은 연구 대상으로서 최우선 순위로 선정되어왔고, 혈관통로 관련 임상시험의 중요 결과지표로 쓰여왔다.<sup>345</sup>

## 신체검사/모니터링(monitring)의 이론적 근거

투석혈관의 기능장애가 발생하기에 앞서 협착을 조기 발견하기 위한 다양한 선별 방법들이 제시되어왔다.<sup>346-351</sup> 임상적 모니터링 전략에는 병적 소견을 시사하는 징후들을 발견하기 위한 혈관통로의 시진, 촉진, 청진 등의 신체검사가 포함된다. 이러한 모니터링은 환자가 혈액투석을 받고 있지 않는 시간 동안에 가장 효과적으로 이루어질 수 있다. “투석혈관 1분 점검(one minute check)” ([esrdncc.org/en/resources/lifeline-for-a-lifetime/step-eight-the-one-minute-access-check/](http://esrdncc.org/en/resources/lifeline-for-a-lifetime/step-eight-the-one-minute-access-check/))과 같은 간단한 양식은 빠르고 효과적이며 투석 전에 환자와 의료인이 시행할 수 있다.<sup>352</sup> 이

러한 모니터링은 투석실에서 주기적으로 시행하는 검사들과 투석 적절도(URR, Kt/V, 재순환), 천자의 어려움, 또는 바늘 제거 후 지혈시간 및 기타 임상 징후들을 함께 검토함으로써 보완할 수 있다. 비록 이런 다양한 기술과 방법들이 혈관통로의 혈류장애를 확인하는데 사용될 수 있지만, 어떤 방법이 최적인가에 대한 과학적 근거는 아직 부족하다. 여러 모니터링 기술을 평가하는 몇몇의 무작위 대조시험들이 수행되었다. 대부분의 투석 기계에서는 동적 정맥압(DVP)을 측정할 수 있다; 하지만 150-200 mL/min 정도의 낮은 혈액투석 혈류량(Qb)에서는 동적 정맥압을 활용하여 협착을 감지하거나 투석혈관의 혈전증을 예측하는 것이 매우 제한적인데, 투석 바늘의 굵기나 길이 등의 다양한 요인에 영향을 받기 때문이다.<sup>353</sup> 투석혈관 내 재순환, 요소 제거율(Urea reduction ratio; URR)이나 Kt/V의 감소 역시 투석혈관의 협착을 의심하는데 도움이 될 수 있지만, 많은 변수가 측정에 영향을 미치기 때문에 단독 지표로는 사용할 수 없으며 아직 그런 변수들이 엄격하게 관리된 연구가 없었다. 신체검사와 더불어 이러한 모니터링 값(URR, Kt/V, 재순환 등)의 추세를 추적하는 것은 유용할 수 있으므로 적절하게 수행하여야 한다. 숙련된 의료인이 시행한 투석 혈관의 신체검사는 민감도와 특이도가 모두 높았다.<sup>267,354,355</sup> 신체검사는 쉽게 할 수 있고, 배우기가 어렵지 않으며, 비용대비 효과가 뛰어나고, 장비나 시간 역시 많이 필요하지 않다. 많은 연구들이 신체검사를 통해 투석혈관 혈류장애를 감지하는 방법들을 조사하였다(동정맥루<sup>267,355</sup>와 인조혈관<sup>351,356</sup>). 신체검사(모니터링)는, 투석혈관 혈류장애가 임상지표와 적합하게 일치하는 경우 추가 검사와 예방적 중재술을 통해서 혈전증 예방과 같은 결과지표를 향상시킬 수 있도록 하는 데에 그 가치가 있다.

## 감시(surveillance)의 이론적 근거

투석혈관 감시를 시행하는 이론적인 근거는 혈전증이 발생하기 전에 투석혈관 내 협착을 감지하고 교정하여, 혈전증의 위험을 줄임으로써 투석혈관의 개통성을 향상시키는 것이다. 투석혈관 협착증과 연관된 임상지표(표 13.2)에는, 다른 뚜렷한 원인이 없는 투석효율의 감소, 투석 바늘 제거 후 지혈 시간의 연장, 처방된 혈류 속도로 혈액투석 중 부적절하게 낮은 동맥

압과 높은 정맥압,<sup>357</sup> 그리고 신체검사 시의 임상지표들이 포함된다(앞의 내용 중 투석혈관 모니터링에 대한 논의를 참조). 특수한 장비 및 검사자의 기술이 요구되는 감시는 임상지표의 발생에 앞서 협착을 진단하기 위해 연구되었다. 여기에는 투석혈관의 혈류량(Qa)을 측정하기 위한 초음파 희석법(Ultrasound dilution method)을 포함한 다양한 기법들과<sup>348,358,359</sup> 혈류량을 측정하고 해부학적 이상을 시각화하기 위한 투석혈관 초음파검사가 포함된다.<sup>360,361</sup> 정적 정맥압의

표 13.1. 신체검사를 통한 일상적인 혈관통로 모니터링

검진 단계	동정맥루(정상)	인조혈관(정상)	혈류와 관계된 기능부전 혹은 미성숙(비정상) 소견	감염, 스틸 증후군, 혹은 동맥류/가성동맥류 <sup>a</sup> (비정상)
보기	주된 유출정맥이 잘 발달되어 있음, 불규칙/확장된 부위 또는 동맥류 형성 없음, 로 프래더 천자, 2개의 바늘을 사용할 수 있는 곧은 정맥 부위 팔을 머리 위로 올릴 때 혈관이 허탈됨.	루프 또는 직선으로 된 균일한 크기의 인조혈관. 체계적으로 순환하면서 천자가 가능하고 불규칙한 부위 혹은 동맥류 혹은 장액종(seroma) 형성이 없음.	미성숙된 동정맥루 - 많은 정맥 유출로를 가진 정맥(결정맥), 천자 부위가 불명확함. <b>동정맥루:</b> 동맥유입 혹은 정맥유출 등 모든 부위에서 협착이 발생할 수 있음. 유출 정맥의 좁아짐, 비정상적인 박동, 동맥류 형성 등을 관찰 <b>동정맥루 혹은 인조혈관:</b> 혈관통로의 근위부의 팔 혹은 목에서 경부 정맥 혹은 표재 결가지 정맥의 확장	<b>감염:</b> 발적, 부종, 경화, 배액 혹은 고름 <b>스틸 증후군:</b> 말단/손의 색변화, 손의 동맥 혈류 감소로 인한 피부 괴양 비정상적인 피부 변화에 대한 손톱 바닥, 손가락, 손 검진 <b>동맥류:</b> 얇은 피부로 덮여있고 비정상적으로 확장된 부위
청진기로 듣기	이완기와 수축기에 서 지속적으로 들리는 저음	수축기와 이완기에서 지속적으 들리는 저음	수축기에서만 들리는 비연속성 고음	<b>스틸 증후군</b> 동정맥루에서 매우 강한 잡음이 들릴 수 있음
손가락으로 느끼기	동맥문합부와 유출정맥 전체에서 떨림이 느껴짐. 유출정맥은 쉽게 놀림.	동맥문합부에서 가장 강한 떨림이 느껴짐. 이후 전체 인조혈관에서 떨림이 느껴지며 쉽게 놀림.	<b>동정맥루:</b> 협착부위에서의 박동-워터해머(water-hammer)같은 느낌 <b>인조혈관:</b> 협착부위에서 떨림 혹은 박동이 강함. 박동은 워터해머 느낌 통로내 낮은 혈류를 보이는 인조혈관은 흐물흐물한 느낌 인조혈관에서 흐물흐물하거나 모양이 불규칙한 부분은 동맥류가 형성되었을 수 있음.	<b>감염</b> 만졌을 때 따뜻하거나 압통, 부종 <b>스틸 증후군</b> 양측 사지(손과 손가락)를 촉지하여 혈관통로가 있는 쪽과 없는 쪽을 비교. 체온, 악력, 움직임의 범위, 그리고 감각 혹은 통증의 변화를 비교. 다른 쪽에 비해 혈관통로가 있는 사지에 주요한 변화가 있다면 스틸 증후군을 의심함.

<sup>a</sup>구체적인 합병증과 관련하여 진료지침 16과 19를 참조

표 13.2. 혈관통로 모니터링 중 임상적으로 의미있는 병변을 시사하는 임상지표

시술	임상적 지표	
신체검사 혹은 검진	• 한쪽 사지의 부종	354, 365
	• 협착이 있는 부위에서 약해지거나 저항성이 있는 맥박, 압박에 어려움	378
	• 협착이 있는 부근에서 수축기에만 느껴지는 비정상적인 떨림(약하거나 끊기는)	239
	• 비정상적인 잡음(협착이 있는 부위에서 수축기에 들리는 고음)	360
	• 팔을 올릴 때 허탈이 되지 않는 동정맥루(유출부 협착), 그리고 박동증강 검사 (pulse augmentation) 시 맥박이 만져지지 않음(유입부 협착)	267
	• 팔을 올릴 때 정맥부의 과도한 허탈	
투석 시	• 이전에는 문제가 없었으나 천자의 어려움이 새롭게 발생	379
	• 혈전이 흡입됨	239
	• 목표한 혈류에 도달하는 것이 불가능	360
	• 투석 시 3회 연속으로 평소보다 천자부위 지혈 지연	
	• 투석시간의 연장없이 동일한 투석처방에서 설명이 되지 않는 kt/V의 감소(>0.2 units)	

측정 역시 감시도구로 사용된다;<sup>362</sup> (동적 정맥압의 측정은 이제 보조적인 임상적 모니터링 방법으로 쓰인다.)

혈전증을 줄이고 투석혈관의 개통성을 높이기 위해 투석혈관 감시를 고려할 때, 중요한 몇 가지 고려사항들이 제기된다. (1) 협착의 감지를 위한 감시의 진단적 가치는 무엇인가? (2) 향후 혈전증으로 이어질 수 있는 협착을 정확하게 진단하는 감시 지표(예, Qa, Qa/time의 변화 등)의 검증된 진단 기준치는 무엇인가? (3) 협착 이외의 어떤 요인들이 비정상적 감시 지표와 연관이 있는가? (4) 임상지표가 없는 상황에서 감시 검사를 통해 협착이 발견되었을 때 적절한 조치는 무엇인가? (5) 임상지표가 없는 상황에서 중재술을 하였을 때 투석혈관 개통 성적은 어떠한고, 이는 모니터링 등의 임상적 검사에서 발견된 협착에 대해 중재술을 시행한 결과와 어떻게 다른가?

### 협착의 감지를 위한 감시(surveillance)의 진단적 가치는 무엇인가?

감시 기법들로 협착을 진단할 수 있다; 하지만, 진단의 정확성과 재현성에 대한 유효성의 문제는 감시 방법과 사용된 지표에 따라 달라질 수 있다. 투석혈관 내 혈류량의 감소와 투석혈관회로의 압력 변화를 통해 투석혈관의 협착을 의심할 수 있으나, 혈류 및 압력은 협착의 존재 외에도 협착의 위치 및 정도, (시간이나 혈압 등의) 투석 과정에서의 혈액학적 변동과 천자 기술이나 투석혈관의 특성 등 다른 요인에도 영향을 받는다.<sup>362-364</sup> 그러므로, 감시 검사를 수행할 경우 비정상적인 감시 결과를 확정하기 위해서는 반복 측정 및 감시 결과의 추세가 중요하다. 협착의 위치는 감시 도구의 진단적 특성에 영향을 받을 수 있고, 다발성 협착이 있는 투석혈관의 경우 단일 감시 방법으로는 확진을 내리지 못할 수 있다.<sup>365</sup> 또한 협착의 발생 위치와 빈도, 그리고 병태생리학적 특성은 동정맥루와 인조혈관에서 서로 다르게 나타나며, 투석혈관의 형태에 따라서

도 혈액학적 소견이 다양하다.<sup>366</sup>

향후 혈전증으로 이어질 수 있는 협착을 정확하게 진단하는 감시지표(예, 투석혈관의 혈류량과 시간에 대한 혈류의 변화 등)의 검증된 진단 기준치는 무엇인가?

투석혈관 협착을 진단하는데 이용되는 다양한 감시 기법들은 신체검사와 같은 임상적 검사방법보다 정확한 정도가 감시 기법에 따라 다양하다.<sup>13,367</sup> 또한, 즉각적 중재를 요하는 의미 있는 협착을 진단하는 감시 검사에서, 불필요한 중재술을 피하기 위한 특이도 그리고 임상적으로 의미 있는 협착을 진단하기 위한 민감도를 모두 갖춘 표준화된 진단 기준치가 필요하다. 감시의 신뢰성 및 재현성과 관련된 문제 역시 진단 기준치를 정의하고 검증하는 문제에서 고려해야 할 부분이다. 이런 점을 감안했을 때, 중재적 치료가 필요한 경우에 대한 검증된 기준치가 아직 투석혈관 감시 방법들에서 정립되지 못했다.

### 협착 이외의 어떤 요인들이 감시지표 이상과 연관이 있는가?

(위에서 논의하였던) 고려할 변수에는 혈액투석 치료과정, 그에 대한 환자의 반응(예, 저혈압 등), 투석혈관 및 투석혈관회로의 해부학적 및 생리적 특성이 포함된다.<sup>362,363</sup> 또한 검사자의 전문성과 신뢰성은 감시지표의 결과에 영향을 줄 수 있다.

이 진료지침은 임상적으로 환자와 관련이 깊고 중요한 다음 질문들에 답하기 위해 필요한 근거들에 대해 중점을 둔다: 임상지표가 없는 경우 감시 검사에서 협착이 발견되었을 때 적절한 조치는 무엇인가? 임상지표가 없는 상황에서 중재 시술을 하였을 때 투석혈관 개통 성적은 어떠한고, 이는 모니터링 등의 신체검사

에서 발견된 협착에 대해 중재술을 시행한 결과와 어떻게 다른가?

간략하게 답을 하자면:

**임상지표가 없는 경우 감시 검사에서 협착이 발견되었을 때 적절한 조치는 무엇인가?** – 아무것도 하지 말라(Do nothing). 임상지표가 없다면 중재적 조치를 시행하지 않아야 한다.

**임상지표가 없는 상황에서 중재 시술을 하였을 때 투석혈관의 개통 성적은 어떠한고, 이는 모니터링 등의 신체검사서 발견된 협착에 대해 중재술을 시행한 결과와 어떻게 다른가?** (1) 동정맥루의 경우, 근거자료들이 불명확하고, 추가적 연구가 필요하다. (2) 인조혈관의 경우, 근거자료들을 보았을 때 임상지표가 없는 상태에서 감시 검사의 결과에 따라 선제적 중재술을 한 경우에 일상적인 신체검사와 비교하여 더 나은 개통성을 보여주지 못하였다.

### 세부 설명

이전의 2006년 KDOQI 혈관통로 지침 작업그룹(2006 KDOQI Vascular Access Work Group)은 투석혈관의 성적을 향상시키기 위해 투석혈관에 대한 감시 그리고 협착에 대한 선제적 혈관성형술을 권장하였다.<sup>13</sup> 이것은 투석혈관의 협착을 조기에 발견하여 선제적으로 교정하는 것이 교정 치료를 유예하는 것보다 투석혈관의 개통 성적을 향상시킬 것이라는 전제를 바탕으로 한 것으로, 당시로서는 최선의 유용한 증거를 토대로 한 것이었다. 하지만 이 권고사항에 대해서 새로운 근거들을 토대로 논란이 있어왔다. 그 동안 신장내과 학계에서는 협착 진단에 뒤따르는 중재술의 임상적 결과(혈전증, 개통성, 그리고 중재 시술의 빈도 등)

를 고려하지 않고서 단순히 협착만을 감시 방법들로 진단하는 것은 임상적으로 의미가 없다고 인식하게 되었으며, 이전의 많은 연구들이 감시 전략의 득과 실을 보여주지 못하는 충분하지 못하였다. 앞서 서술한 많은 요인들은 이 분야의 연구들에 대한 결과와 해석에 이질성을 초래하였으며, 투석혈관 감시에 대한 권고내용의 변화에 영향을 주었다.

### 신체검사(Physical examination)

신체검사는 쉽게 할 수 있고, 최소한의 수련으로 가능하며, 비용효과적이고, 시간과 장비가 많이 필요하지 않다. 신체검사를 통한 투석혈관 혈류장애의 진단에 관한 몇 개의 연구들이 있다(예, 동정맥루<sup>13,364,365</sup>와 인조혈관<sup>361,362</sup>에서의 협착).

**동정맥루에서 협착의 진단에 신체검사가 가지는 진단적 정확성.** 동정맥루의 기능장애를 진단하고 모니터링하는 것에 대하여 두 관찰연구에서 신체검사와 혈관조영술을 비교하였다.<sup>267,354</sup> Coentrao 등<sup>354</sup>은 투석혈관 혈류장애를 찾아내기 위한 신체검사법을 6개월간 교육받은 한 명의 신장내과 전공의와 11명의 일반 신장내과 의사들의 신체검사 결과를 비교분석하였다. 신체검사의 결과를 혈관조영술 결과와 비교하였으며, 투석혈관 혈류장애에 대해서는 2006년 KDOQI 진료지침에 따라 혈관조영술을 시행하였다.<sup>13</sup> 신체검사에는 팔과 가슴, 목과 얼굴을 시진하고 동정맥루 전체를 만져보고, 상지거상검사(arm elevation test), 박동증강검사(pulse augmentation test), 박동과 떨림(thrill)의 이상을 확인하는 것이 포함되었다. 동정맥루의 기능장애는 4가지 주요 질환(유입부위 협착, 유출부위 협착, 유출 및 유입부위 모두 협착, 혈전증)으로 분류하였다. 조영술에서 확인된 협착은, 2006년 KDOQI

진료지침에 따라 협착부 주변의 정상 부위와 비교하였을 때 내강에 50% 이상 협착이 있는 경우로 정의하였다.<sup>13</sup> 동정맥루 혈전증은 동맥 또는 정맥에 존재하는 혈전의 존재로 확인하였다. 연구결과, 신장내과 의사의 신체검사와 동정맥루 기능장애를 평가하기 위한 혈관조영술의 결과는 중등도의 일치도를 보였으나 ( $\kappa=0.49$ ; 95% 신뢰구간, 0.40-0.57), 훈련받은 신장내과 전공의가 신체검사를 하였을 때는 거의 완벽한 일치도를 보였다( $\kappa=0.86$ ; 95% 신뢰구간, 0.77-0.95). 일치도는 전완과 상완의 동정맥루에서 모두 비슷하게 나타났다.

Asif 등<sup>267</sup>은(147명) 중재신장내과의사가 시행한 투석혈관 신체검사와 혈관조영술의 결과를 비교하였다. Coentrao 등의 연구와 마찬가지로 투석혈관 혈류장애에 대해 동일한 기준을 사용하였다.<sup>354</sup> 신체검사의 진단적 정확도는 중심정맥과 동정맥루 천자구역의 협착에 대해서는 정확도가 높지 않았으나, 유입부위 또는 유입 및 유출부위에 모두 협착이 있는 경우에는 중등도의 정확도를 보였고, 유출부위 협착의 진단에 대해서는 좋은 정확도를 나타냈다.

**인조혈관에서 협착의 진단에 신체검사가 가지는 진단적 정확성.** Leon 등<sup>356</sup>은 인조혈관 기능장애를 치료하기 위해 혈관 조영술을 받은 43건의 증례에 대해 시술 전 신체검사를 시행하였다. 신체검사 결과와 진단은 각각 봉인된 봉투에 기록하였고, 혈관조영술은 유입동맥에서 우심방까지 촬영하였다. 혈관조영술의 결과는 독립된 투석혈관 시술 경력자가 신체검사의 결과는 미리 알지 못하고 판독하였다. 인조혈관-정맥 문합부 협착의 진단은 신체검사와 혈관조영술 소견이 강하게 일치하였다( $\kappa=0.52$ ). 인조혈관 내부의 협착은 중등도( $\kappa=0.43$ ), 유입부위 협착 역시 중등도( $\kappa=0.40$ )의 일치도를 보였다. 이 연구 결과는 신

체검사가 인조혈관의 협착을 진단하고 협착부를 특정 하는데 도움이 될 수 있음을 보였다.

## 감시(surveillance)

**동정맥루의 감시.** 혈관의 상태, 감염, 그리고 혈류장애에 대해 투석혈관 모니터링 및 평가를 위해 신체검사를 하는 것은 근거를 바탕으로 하여 표준으로 인정된 방법이다. 동정맥루 협착을 찾기 위한 통상적인 임상 검사에 감시(surveillance) 검사를 추가로 시행하여 결과를 비교분석한 유일한 연구에서, 결과는 감시 검사방법과 측정된 지표에 따라 다양하게 나타났다.<sup>368</sup>

감시 검사방법들이 동정맥루의 기능장애 및 협착증을 감지할 수 있는지, 그리고 임상적 검사(모니터링)를 넘어서는 추가적인 이점이 있는지에 대한 논의는 동정맥루 혈류장애를 찾는 법을 교육 및 훈련하고 전문지식을 쌓도록 하는 데 있어서 중요하다.

**임상적 모니터링을 단독으로 수행한 경우와 투석혈관 혈류량 감시법을 병행한 경우의 비교.** 단일 센터의 무작위 대조연구(137명)에서, 동정맥루에 대해 임상적 모니터링을 단독으로 수행한 경우와 임상적 모니터링에 초음파희석법(UDM)을 이용한 혈류량(Qa) 감시를 병행한 경우를 비교하였다.<sup>347</sup>

임상적 모니터링 단독군에서는 임상적으로 협착이 의심되는 경우 혈관조영술을 시행하였다. 모니터링 및 혈류량 감시 병행군은 협착이 임상적으로 의심되거나, 기저혈류량이 500 mL/min 미만이거나, 혈류량 1,000 mL/min 미만에서 기존 혈류량보다 20% 넘게 저하될 경우 혈관조영술을 시행하였다. 모니터링 및 혈류량 감시 병행군의 환자는 임상적 모니터링 단독군에 비해 협착을 발견할 가능성이 두 배 높았으며, 협착을 조기에 발견하는 경향이 있었다(위험비, 2.27; 95% 신

뢰구간, 0.85-5.98; P=0.09). 모니터링 및 혈류량 감시 병행군에서 AUC (Area under the curve)는 50%가 넘는 협착에 중등도의 예측도를 보였다(0.78, 95% 신뢰구간, 0.63-0.94, P=0.006). 이 연구의 일차 결과는 혈관조영술로 의미있는 동정맥루의 협착증을 찾아내는데 걸리는 시간이었다. 모니터링 및 혈류량 감시 병행군의 경우 혈역학적 이상과 50%가 넘는 내강 직경의 감소를, 임상적 모니터링 단독군에서는 기능적 또는 임상적 이상을 감지하는데 걸리는 시간으로 정의하였을 때 두 군 사이에 의미있는 차이를 보이지 않았다(P=0.20).

요약하면, 동정맥루에서 임상적 모니터링에 추가로 감시 검사를 병행하는 것은 협착의 진단 및 중재술의 빈도를 증가시켰다.

**인조혈관의 감시.** 과거의 여러 연구에서 인조혈관의 임상적 모니터링에 추가로 감시 검사를 병행하는 것의 효용에 대해 연구하였다.<sup>351,360,364,369</sup> 대부분의 연구는 협착의 검출 빈도가 아닌 혈전증이나 개통성 등 임상적 성과를 조사했다. 이 연구들은 발표된 날짜가 데이터 추출을 위한 사전 지정된 날짜 범위를 벗어나기 때문에 근거분석팀(ERT)에 의해 포함되지는 않았으나, 작업그룹(Work Group)은 인조혈관에서 임상적 모니터링 단독과, 임상적 모니터링에 추가로 감시 검사를 병행한 것을 비교한 이 연구들에 대한 논의가 필요하다고 보았다.

한 맹검 무작위대조연구(112명)에서 임상적 모니터링(동적 정맥압(DVP) 및 신체검사)에 추가로 초음파희석법을 통한 월별 혈류량 평가를 병행한 군을 임상적 모니터링 단독군과 비교하였다.<sup>351</sup> 임상적 모니터링 및 혈류량 감시 병행군은 혈류량이 650 mL/min 미만 또는 기저 혈류량에서 20% 넘게 감소한 경우 혈관조영술을 시행하였고, 임상적 모니터링 단독군은 투석

적절도, 신체검사 또는 높은 동적 정맥압 등에서 의미 있는 변화가 있을 경우 혈관조영술을 시행하였다. 그리고 인접한 혈관에 비하여 50% 이상 협착이 있을 경우 경피적 혈관성형술을 시행하였다. 인조혈관의 폐색 (AVG thrombosis per patient/year)의 빈도는 임상적 모니터링 및 혈류량 감시 병행군과 임상적 모니터링 단독군에서 각각 0.51과 0.41인년(patient-year at risk)이었다( $P=0.57$ ). 임상적 모니터링 및 혈류량 감시 병행군에서는 혈관조영술 시행의 증가로 인해 협착이 더 자주 발견되었으며 중재술의 빈도 역시 증가하였다. 임상적 모니터링 및 혈류량 감시 병행군은 51건의 중재술을 시행하였으나(0.93/patient-year at risk), 임상적 모니터링 단독군에서는 31건을 수행하였다(0.61/patient-year at risk).

요약하면, 인조혈관에서 임상적 모니터링에 추가로 감시 검사를 병행하는 것은 협착의 진단 및 중재술의 빈도를 증가시키는 것으로 나타났다.

**감시와 선제적 교정(Surveillance and Preemptive Repair).** 투석혈관 혈류장애를 예방(즉, 개통성이나 투석혈관 기능을 향상시키기 위해)하기 위하여 중재술을 시행하는 것의 목적은, 중재를 하지 않은 경우 보다 환자와 혈관통로의 성적을 개선시키고 전체적인 이득이 위해보다 크도록 하는 것이다(이 섹션의 이론적 근거 및 배경 참조). 동정맥루 및 인조혈관에서, 임상적으로 의미 없는 협착(예를 들어, 감시 검사에서는 비정상적 소견이 관찰되지만, 임상지표가 동반되지 않은 협착)에 대한 적절한 예방적 방법에 대해서 진료지침을 제공할 만한 근거는 아직 제한적이다. 동정맥루 및 인조혈관에 참조한 문헌은 이어지는 섹션에서 제공된다.

**무증상 동정맥루의 감시(Surveillance)와 선제적 교정(Preemptive Repair).** Fresenius Medical Care North America의 센터들의 데이터(35,716명)를 사

용한 관찰 연구에서, 투석혈관(자가혈관 및 인조혈관) 기능장애를 예방하기 위하여 예정된(elective) 경피적 혈관성형술을 수행한 경우와 치료를 하지 않고 경과를 관찰한 경우를 비교하였다. 동정맥루의 경우 혈류량이 400 mL/min 미만이거나 30%를 초과한 변화가 있을 경우, 인조혈관의 경우 혈류량이 600 mL/min 미만인 경우 경피적 혈관성형술을 시행하였다. 동정맥루 그룹에서 혈관조영술과 경피적 혈관성형술을 받은 환자군과 치료를 하지 않은 대조군을 혈관통로 유형과 투석혈관 연령(access age), 이온치환투석제거율로 측정된 투석혈관의 혈류속도, 그리고 Single-pool Kt/V에 대해 매칭하였다. 혈관조영술 및 경피적 혈관성형술 시행 후 1년 동안 추적관찰 하였다. 주요 소견은<sup>370</sup> (1) 이차 개통성은 예정된 경피적 혈관성형술을 시행한 경우와 치료하지 않은 경우 간에 유의한 차이가 없었고 (2) 혈전증 역시 두 군 사이에 중요한 차이가 없었다. 일차 결과는 첫 중재술 일자로부터 1년 투석혈관 생존(누적 개통성)이었으며, 치료하지 않은 경우에 비해 예정된 경피적 혈관성형술을 시행한 경우에서 의미 있는 차이가 없었다(54.8 대 47.8 access years; 위험비, 1.06; 95% 신뢰구간, 0.98–1.15). 평가된 몇 가지 이차 결과 중에서, 상완 투석혈관 혈전증에서 색전은 동정맥루와 인조혈관에서 예정된(elective) 경피적 혈관성형술을 시행한 경우와 치료하지 않은 경우 간에 의미 있는 차이가 없었다(0.86% 대 0.03% 시술 당 사건; 기여위험도(attributable risk) 증가, 0.83%; 95% 신뢰구간, 0.56–1.12). 색전증의 결과에서는 투석혈관 유형별로 나누어 보고하지는 않았다. 이 비교에서 다른 위험에 대해서는 보고가 없었다.

반대로, 이전의 2006년 KDOQI 지침의 중재술 시행기준을 충족시키지는 못하였지만 신체검사와 같은 임상적 모니터링에서 비정상 소견을 보인 환자를 대

상으로 전향적 연구가 수행된 바 있다. 한 단일 개방형 무작위 대조연구(58명)에서, 동정맥루에 신체검사 이상소견이 있거나, 초음파회석법으로 측정된 혈류량이 900 mL/min 미만이거나, 또는 정적 정맥압이 0.5보다 높은 동정맥루를 대상으로, 50% 이상의 협착이 존재하지만 혈류량(Qa)은 500 mL/min 이상인 경우(subclinical stenosis), 예방적으로 중재적 또는 수술적 교정을 한 그룹(28명)과 혈류량이 400 mL/min 이하로 감소되거나 혈전증 등의 동정맥루 기능부전이 발생할 때까지 경과관찰한 그룹(30명)으로 나누어 비교 분석하였다. 이 연구에서는 혈관조영술로 확인한 혈관 직경이 인접한 구획과 비교하여 50% 이상 좁아져 있으나, 혈류량(Qa)이 500 mL/min 이상인 경우를 ‘준임상적 협착’(subclinical stenosis)으로 정의하였다. 선제적 중재치료군에서는 경피적 혈관성형술이나 수술적 치료로 예방적 교정을 시행하였지만, 경과관찰군에서는 동정맥루 기능장애(임상적 이상으로 정의된)가 발생하거나 혈류량이 400 mL/min 이하가 되는 경우(3명)에만 협착을 교정하였다. 동정맥루의 상실은 각각 5 (18%) 대 13 (43%)으로 선제적 중재치료군에서 경과관찰군보다 적었다(동정맥루 소실률[event/AVF-year]은 0.066과 0.186; P=0.041). 혈전증의 빈도는 선제적 혈관성형술군이 경과관찰군보다 각각 21% 대 50%로 의미 있게 더 낮았다. 임시 중심정맥도관의 사용이나 중심정맥도관연관감염 빈도는 두 군 사이에 의미 있는 차이가 없었다.<sup>349</sup>

근거분석팀(ERT)에 의해 추출되었던 연구들에 더하여, 작업그룹(Work Group)은 KDOQI 진료지침 권고내용 작성을 마무리하면서 이 영역에서 미리 지정된 데이터 추출기간(window of data extraction) 외의 다른 무작위 대조연구들도<sup>347,348,371,372</sup> 검토하였다. 작업 그룹(Work Group)은 해당 무작위 대조연구들이 진료

지침 개발에서 기존 자료들과 함께 전체적인 맥락에서 중요하다고 보았다. 이후의 “특별 토의” 항목에서 위 연구에 대한 추가 논의가 있다.

연구와 근거 수준, 그리고 편향(bias)의 위험도는 **부록 3, 표 S132, S134-138, S145, 그리고 S147-151**에 수록하였다.

**무증상 인조혈관의 감시(Surveillance)와 선제적 교정(Premptive Repair).** 하나의 무작위 대조연구(64명)에서 인조혈관의 무증상 협착에 대한 선제적 중재술과 경과관찰(혈전증이 발생하면 교정)을 비교 분석하였다.<sup>373</sup> 이 연구에서는 정적 정맥압이 상승한 인조혈관에 진단적 혈관조영술을 시행하였다. 내강 직경이 50% 이상 감소된 협착이 있고 정적 내압비(static venous pressure ratio)가 0.4 이상일 경우, 환자는 선제적 중재술(경피적 혈관성형술을 통한 예방적 교정), 수술(경피적 혈관성형술이 불가하거나 실패하였을 때), 또는 경과관찰군으로 무작위 배정되었다. 경과관찰군은 인조혈관에 혈전증이 생기거나 기능장애의 임상적 증거가 있는 경우에만 중재시술을 시행하였다. 참가자들은 3.5년 동안 추적관찰 하였고, 사망률(예방적 중재술군 19%, 경과관찰군 13%), 인조혈관의 상실(각 군에 14명[44%]), 그리고 상실까지 걸린 시간에 의미 있는 차이가 없었다. 혈전증의 비율은 선제적 중재시술군에서 경과관찰군보다 유의하게 낮았다(44% 대 72%). Dember 등<sup>373</sup>은 그룹 간에 다른 차이점에 대해서는 보고하지 않았다.

Chan 등<sup>370</sup>은 Fresenius Medical Care North America의 센터들의 데이터(35,716명)를 이용하여 앞에서 보았던 동정맥루의 기능장애를 예방하기 위해 예정된 혈관성형술을 시행한 경우와 치료하지 않은 경우를 비교한 것뿐 아니라, 인조혈관을 가진 일부 환자에서도 예정된(elective) 혈관성형술을 시행한 경우와

치료하지 않은 경우를 비교 평가하였다. 동정맥루 코호트와 마찬가지로 인조혈관 코호트에서도 혈관조영술 및 경피적 혈관성형술 후 1년간 추적관찰을 시행하였다. 이 연구는 다음의 주요 결과를 보였다: (1) 인조혈관의 이차 개통성 — ‘예정된 혈관조영술 및 경피적 혈관성형술군’과 ‘치료 하지 않은 군’ 사이에 의미 있는 차이가 없었다. (2) 혈전증 — ‘예정된 혈관성형술군’과 ‘치료하지 않은 군’ 사이에 의미 있는 차이가 없었다. 일차 결과는 최초 중재일로부터 1년 투석혈관 생존(누적 개통성)이었으며, ‘예정된 경피적 혈관성형술군’과 ‘치료하지 않은 군’ 사이에 의미 있는 차이가 없었다(51.7 대 52.7 per 100 access year; 위험비, 0.95; 신뢰구간 0.95%, 0.86-1.05).

이전 동정맥루 섹션에서의 논의처럼, 근거분석팀(ERT)에 의해 추출되었던 연구들에 더하여, 작업그룹(Work Group)은 KDOQI 진료지침 권고내용 작성을 마무리하면서 이 영역에서 미리 지정된 데이터 추출기간(window of data extraction) 외의 다른 무작위 대조연구들을<sup>351,360,373-376</sup> 검토하였다. 작업그룹(Work Group)은 해당 무작위 대조연구들이 진료지침 개발에서 기존 자료들과 전체적인 맥락에 중요하다고 보았다. 이후의 “특별 토의” 항목에서 위 연구에 대한 추가 논의가 있다.

요약하자면, 협착증의 빠른 식별 및 교정을 통해 혈전증 같은 임상적으로 중요한 기능장애를 예방할 수 있다는 전제하에서 동정맥루 및 인조혈관의 조기 기능장애를 찾아내고자 많은 기관들에서 감시 검사를 시행한다. 하지만, 폐색성 혈전증처럼 임상적으로 중요한 기능이상으로 진행할 협착을 실제 진료에서 예측하는 것은 어렵다. 임상적으로 무증상인 협착에 개입하는 것은 불필요한 중재 시술을 늘릴 수 있으며, 이후 더 많은 선제적 중재시술을 하더라도 개통성을 유지하는데

이득이 없어 보인다.<sup>373</sup> 따라서, 참고문헌들에서 얻을 수 있는 근거들을 토대로, 신체검사와 같은 모니터링에서 찾아낸 임상적 기능장애가 있는 투석혈관에만 중재술을 시행할 것을 권고한다(예, 비정상적인 신체검사 결과, 투석혈관 외에 다른 뚜렷한 원인이 없으면서 투석 효율이 감소하거나 처방된 투석량을 제공하기 위한 혈류량 유지가 지속적으로 어려울 때, 투석 시 정맥압의 상승 등). 우리는 임상적으로 의미 있는 기능장애( clinically significant dysfunction)가 없는 인조혈관 및 동정맥루의 중재술을 권하지 않는다(부록 3, 표 S133, S139, S140-S144, S146, S152-156).

연구와 근거 수준, 그리고 편향(bias)의 위험도는 부록 3, 표 S110-156에 수록하였다.

## 특별 토의

근거분석팀(ERT)에 따르면, 전반적으로 동정맥루 및 인조혈관 기능장애를 예방하기 위한 치료 방법들을 평가한 높은 근거 수준의 연구는 거의 없었다. 작업그룹(Work Group)은 진료지침 개발에 있어 데이터 추출에 포함되지 않은 기존의 무작위 대조연구들에 대해(표 13.3)<sup>347,348,351,360,371,373-377</sup> 논의하고 숙고하였으며, 이들이 진료지침 권고내용 개발의 전체적인 맥락에 중요하다고 판단하였다. 기존의 한 연구에서만 인조혈관의 감시로 수명이 향상되었으며,<sup>376</sup> 나머지 연구에서는 혈전증 또는 누적 생존의 향상에 임상 모니터링 단독과 비교하여 통계적인 이득이 없음을 보였다. 동정맥루에서 몇몇 연구는 임상 모니터링과 비교하여 감시 검사의 이점을 보였다; 하지만 그 연구들도 역시 방법론적으로 우려(예, group contamination, generalizability)가 있었다.

표 13.3. 인조혈관의 감시와 관련된 추가적인 무작위 대조연구

참고문헌	감시 방법	환자, 수		경피적 풍선확장술/년		혈전/년		일차 예후	결과
		대조군	감시군	대조군	감시군	대조군	감시군		
Lumsden 등 <sup>374</sup>	투석혈관 초음파	32	32	0	1.5	0.47	0.51	인조혈관의 생존	차이없음
Ram 등 <sup>375</sup>	1. 초음파 희석법(매월) 2. 투석혈관 초음파 (분기별)	34	32 35	0.22	0.34 0.65	0.68	0.91	인조혈관의 생존	차이없음
Moist 등 <sup>351</sup>	투석통로 혈류량	53	59	0.61	0.93	0.41	0.51	1. 인조혈관내 혈전 생성까지 시간 2. 인조혈관의 생존	차이없음 차이없음
Dember 등 <sup>373</sup>	동적 정맥압(DVP)	32	32	0.04	2.1	1.03	0.89	인조혈관의 생존	차이없음
Malik 등 <sup>376</sup>	투석혈관 초음파	92	97	결측	결측	결측	결측	인조혈관의 생존	감시가 이득
Robbin 등 <sup>360</sup>	투석혈관 초음파	61	65	0.64	1.06	0.78	0.67	인조혈관의 생존	차이없음

작업그룹(Work Group)은 투석혈관초음파가 가치 있는 검사이며, 투석혈관 혈류량에 대한 다른 감시 기법들과 차별되는 특성을 가지고 있음을 인정하지만, 근거분석팀에서 검토한 근거는 제한적이었다. 작업그룹(Work Group)은 모든 모니터링 및 감시 기법과 전략에 대한 추가적인 연구를 권장한다(앞으로의 연구 섹션 참조).

이 지침에서 다학제적 관리가 투석혈관 혈류장애의 일차적 혹은 이차적 예방에 미치는 영향에 대해서 근거를 평가한 문헌은 없었지만, 신장내과, 외과, 중재시술의사, 그리고 투석간호사 같은 분야들을 포함하여, 성공적인 혈관통로를 위해서는 다학제적 노력이 필수적이다. 다학제팀은 임상에서 중요한 투석혈관 혈류장애를 식별하고, 필요하다면 중재시술을 의뢰하고 적시에 진행하는 것에 중요한 역할을 한다.

### 적용 시 고려사항

통합적인 관리를 제공하기 위해 신장내과의사, 외과의사, 중재시술의사, 투석혈관 코디네이터, 그리고 투석간호사들로 구성된 다학제 프로그램은 증상이 없는 투석혈관 합병증의 진행을 예방하는데 필수적이다. 투석혈관을 평가하고 돌보는 신장내과 전임의(fellows) 및 의료인들과 관련된 수련 커리큘럼의 개발이 필요하다.

### 모니터링과 평가

새로운 모니터링(monitoring) 및 감시(surveillance) 프로그램을 적용할 때 고려해야 할 중요한 사항은, 각 투석센터에서의 개별적인 간호 및 진료 패턴을 고려하는 것이다. 즉, 각 투석센터에서 모니터링이나 감시 시행의 변동은 기존의 프로토콜에 영향을 미

표 13.4. 신체검사와 투석혈관 초음파 사이의 성능 일치

	완벽한 신체검진	부종	동정맥루 허탈	떨림	맥박
양성, 수	47	1	41	19	40
음성, 수	28	42	12	30	28
위양성, 수	14	0	30	12	14
위음성, 수	10	56	16	38	17
민감도, % (95% 신뢰구간)	82 (72-93)	2 (0-6)	71 (59-84)	33 (20-47)	70 (57-83)
특이도, % (95% 신뢰구간)	67 (51-82)	100 (99-100)	29 (14-43)	71 (57-86)	67 (51-82)
양성예측도, % (95% 신뢰구간)	77 (66-88)	100 (50-100)	57 (45-69)	61 (43-80)	74 (61-87)
음성예측도, % (95% 신뢰구간)	74 (58-89)	43 (33-53)	43 (23-63)	44 (32-57)	62 (47-78)
양성우도비, % (95% 신뢰구간)	2.47 (1.59-3.86)	-	1.00 (0.78-1.29)	1.17 (0.64-2.13)	2.11 (1.33-3.33)
음성우도비, % (95% 신뢰구간)	0.26 (0.14-0.48)	0.98 (0.95-1.02)	1.00 (0.53-1.88)	0.93 (0.72-1.22)	0.45 (0.28-0.70)
전체정확도, % (95% 신뢰구간)	76 (67-85)	43 (33-54)	46 (36-57)	51 (40-61)	69 (59-78)
K (95% 신뢰구간); P값	0.5 (0.32-0.67); <0.001	0.02 (-0.02-0.04); 0.388	-0.25 (-0.4-0.1); 0.956	-0.05 (-0.24-0.14); 0.614	0.37 (0.18-0.55); <0.001

참고: 신체검진은 투석 전 한명의 신장내과의사에 의해 시행됨. 신체검진은 3단계로 나누어서 시행됨. 맥박과 떨림은 Beathard에 의해 기술된 방법을 따라서 평가함.<sup>380,381</sup> 신체검진상 단계에 상관없이 협착을 시사하는 징후가 적어도 1번 이상 확인된 경우 협착에 대해 양성으로 판단함. 또한 동정맥루가 있는 팔의 부종과 결순환이 있을 경우 협착이 있음을 확인함. 협착의 유병률=58%.  
κ, Cohen's kappa coefficient (agreement beyond chance); 신뢰구간, confidence interval; 양성예측도, positive predictive value; 음성예측도, negative predictive value; 양성우도비, positive likelihood ratio; 음성우도비, negative likelihood ratio;  
John Wiley와 Sons의 허가를 받아 Campos 등에 의해 다시 표를 만들음.<sup>378</sup>

칠 수 있다.

### 앞으로의 연구

작업그룹(Work Group)은 앞으로의 연구에서 다음과 같은 주제들을 중요 영역으로 제안한다: (1) 투석 혈관의 개통성을 개선시키기 위하여, 현재 및 미래의 감시 검사와 중재 기법의 역할을 설명할 수 있는 적절한 방법론(methodology)과 통계적 검정력(power)이 있는 무작위 대조연구들; (2) 임상지표가 있는 환

자에서 선제적 중재술의 효과를 평가하는 세부 연구들; (3) 투석 도중이나, 투석 중이 아닌 경우 등의 다양한 임상 상황에서, 임상적으로 의미 있는 병변을 감지하는 것에 더 나은 민감도, 특이도, 예측값, 정확도를 규정하기 위한 신체검사/모니터링과 영상검사(± 감시 검사)에 대한 더 많은 비교 연구들(표 13.4에서의 데이터 예시); (4) 임상적으로 의미 있는 협착의 모니터링에 관한 지표들의 검증; (5) 혈관통로의 모니터링이나 감시를 용이하게 하기 위해 POCUS (point-of-care ultrasound) 등 새로운 검사 기술의 사용에 대해 고려하고 적절히 연구하는 것; (6) 조기에 혈관조영

술 및 중재시술을 시행하는 것이 도움이 될 환자의 세부 그룹(subgroup)을 식별하는 것; (7) 혈관내 중재술(endovascular intervention)과 수술적 중재술의 개별적 적응증; (8) 다학제 진료의 투석혈관 개통성의 향

상에 대한 잠재적 영향.

연구와 근거 수준, 그리고 편향(bias)의 위험도는 [부록 3, 표 S110-156](#)에 수록하였다.

# 투석혈관 혈류장애 - 예방

진료지침 권고내용에 대한 근거 기준을 이해하기 위하여 Box 1을 참조하십시오.

참고: 권고내용에 “KDOQI에서 권고사항을 만들 근거가 부족하였다”라고 기술되어 있는 것은, 근거분석팀(ERT)에 의해 수집된 근거의 수준이 매우 낮거나, 낮거나 혹은 부적절하여 작업그룹(Work Group)에서 어떠한 권고나 제안 혹은 기타의 근거 기반 지침을 만들 수 없었다는 것을 의미한다.

## 권고내용: 비침습적인 투석혈관 혈류장애의 일차 및 이차적 예방

참고: “투석혈관 혈류장애”란, 기저의 협착이나 혈전증 혹은 관련된 병리로 인해 투석혈관(동정맥루 또는 인조혈관)의 혈류 또는 개통성에 임상적으로 의미 있는 이상이 발생한 경우를 뜻하며, 이는 다른 유형의 투석혈관 합병증과 구별된다.

### 동정맥루(Fistulas)

14.1 KDOQI는 동정맥루의 일차 개통성을 향상시키기 위하여 보조적 원적외선요법을 개별적인 상황

과 용이성, 그리고 임상적의 최선의 판단과 경험에 따라 사용할 것을 제안한다. (조건부 권고, 중간 수준의 근거)

14.2 KDOQI는 동정맥루의 혈류장애를 예방하기 위하여 생선기름(Fish oil)이나 아스피린을 일상적으로 복용하는 것을 권장하지 않는다. (조건부 권고, 낮거나 중간 수준의 근거)

14.3 동정맥루의 중재술이나 혈전증을 줄이기 위한 목적으로 심바스타틴(simvastatin)과 에제티미브(ezetimibe)를 사용하는 것에 대해서 KDOQI에서 권고사항을 만들 근거가 부족하다.

14.4 동정맥루의 일차 실패(primary failure)를 개선하기 위한 목적으로 클로피도그렐-프로스타사이클린(clopidogrel-prostacyclin)을 사용하는 것에 대해서 KDOQI에서 권고사항을 만들 근거가 부족하다.

### 인조혈관(Grafts)

14.5 KDOQI는 인조혈관의 일차 개통성(primary unassisted patency)을 향상시키기 위한 목적으로 하루 두 번 디피리다몰(dipyridamole 200 mg)과 아스피린(aspirin 25 mg)을 병용투여하

기 전에, 잠재적인 환자 개개인의 이득과 위험, 개별적 임상상황을 주의 깊게 고려할 것을 제안한다. (조건부 권고, 높은 수준의 근거)

14.6 KDOQI는 혈전증이나 관련 중재술의 빈도를 낮추기 위하여, 새로 인조혈관을 만든 환자에서 경구 생선기름(fish oil) 약제를 사용할 것을 제안한다. (조건부 권고, 중간 수준의 근거)

14.7 인조혈관의 누적 개통성을 연장하기 위한 목적으로 경구 생선기름(fish oil) 약제를 사용하는 것에 대해 KDOQI에서 권고사항을 만들 근거가 부족하다.

14.8 인조혈관의 혈전증과 중재술을 줄이기 위해 심바스타틴(simvastatin)과 에제티미브(ezetimibe)를 사용하는 것에 대해 KDOQI에서 권고사항을 만들 근거가 부족하다.

## 근거 및 배경

### 동정맥루

동정맥루의 성숙 실패는 혈액투석 환자들에게 중요한 임상적 문제로, 관찰연구들에 따르면 20-60%로 보고되었다.<sup>77,233,234</sup> 실제 미국 내 다기관 무작위 대조연구의 보고에 따르면, 조성된 동정맥루의 60%는 투석을 위한 성공적인 성숙에 실패하였다.<sup>31</sup> 현재까지 동정맥루의 기능장애에 대해 효과적인 예방법은 거의 없다. 2006년 KDOQI 진료지침은 동정맥루에서 투석에 혈류가 불충분하거나, 혈액학적으로 의미있는 정맥 협착이 있거나, 동맥류 형성 또는 허혈이 있을 경우 중재술을 권고하였다.<sup>13</sup> 해당 진료지침에서는 동정맥루에서

임상적 혹은 생리적 이상과 함께 정맥유출이나 동맥유입에 50% 이상 협착이 있는 경우 경피적 혈관성형술이나 수술적 교정을 권유하였다.<sup>13</sup> 2006년 KDOQI 진료지침은 동정맥루의 기능부전을 예방하기 위한 약물치료(pharmacologic intervention)에 대해서는 다루지 않았다.<sup>13</sup> 2006년 KDOQI 진료지침 이래로 동정맥루 기능부전을 예방하기 위한 약리적, 그리고 기타 요법들을 평가하는 문헌들이 발표되었다.

**원적외선 요법(Far-Infrared Therapy).** 대만에서 이루어진 4건의 연구들(763명)에서, 동정맥루의 기능장애를 예방하기 위하여 원적외선 요법을 시행한 군과 시행하지 않은 군을 비교하였다.<sup>382-385</sup> 한 연구는 새로운 동정맥루를 조성한 이후로 아직 투석을 시행하지 않았던 환자를 대상으로 하였으며,<sup>384</sup> 두 연구는 6개월 이상 동정맥루를 통해 투석을 시행하는 환자 중에서 3개월 이상 중재술을 시행받은 적이 없는 환자를 대상으로 하였고,<sup>382,383</sup> 나머지 한 연구는 과거 2번 이상 경피적 중재술을 받았던 환자들을 대상으로 하였다.<sup>385</sup> 이 연구들은 참가자들을 1년간 추적조사 하였다. 4건의 연구에서 수집된 결과들은 치료하지 않은 군에 비하여 원적외선을 조사한 군에서 1년 동안의 높은 일차 개통성을 보였다(상대위험도, 1.24; 95% 신뢰구간, 1.07-1.45). Lin 등의 2013년 연구에서는<sup>384</sup> 치료하지 않은 군(18%)에 비해 원적외선을 조사한 군(5%)에서 통계적으로 유의한 폐색의 감소를 보였으나, 2007년 연구에서는<sup>382</sup> 1년 간의 혈전증에서 서로 차이를 보이지 않았다.

두 군 사이에 혈관성형술의 필요성에서는 차이가 없었다; Lin 등<sup>382,383</sup>은 2013년 보고에서 혈관성형술을 각각 23%와 25%로 보고하였다(P=0.87). 다른 연구에서는<sup>384</sup> 혈관성형술을 0.11과 0.29회/일/명/년(/day/patient/year)로 보고하였다(P=0.10). Lai 등<sup>385</sup>과 Lin

등<sup>384</sup>의 보고에서 두 군 모두 합병증이나 감염 등은 없었다. Lin 등<sup>384</sup>은 원격외선으로 치료한 환자군이 치료하지 않은 군에 비해 짧은 입원 기간을 보였다고 하였다(0.40 대 1.35일/명/년(days/patient/year); P<0.01) (부록 3, 표 S157과 S158).

**생선기름(Fish Oil).** Irish 등<sup>386</sup>의 무작위 대조연구에서(567명) 동정맥루 기능부전을 예방하기 위한 생선기름과 위약의 효과를 비교하였다. 양 군에서 아스피린 복용의 적응증이 되지 않는(406명) 참가자들 또한 아스피린군과 위약군으로 무작위 배정되었다. 양 군에서 얼마나 많은 연구대상자가 아스피린을 함께 복용하였는지 불분명하지만, 연구에서는 아스피린 복용여부를 대조 분석하였다. 6개월간의 추적기간 동안 부작용, 입원이나 응급실 방문, 사망률을 관찰하였으며 1년간의 일차 결과로 동정맥루의 일차 실패와 혈전증을 평가하였다. 연구 참가자의 평균 연령은 55세였고; 64%가 남성; 53%가 백인; 그리고 32%가 아시아인이었다 (부록 3, 표 S158). 동정맥루의 일차 실패와 혈전증, 입원이나 응급실 방문과 사망률에서 통계적으로 유의한 차이는 없었다(표 14.1). 생선기름군과 위약군에서 출혈(6% 대 4%) (상대위험도, 1.56; 95% 신뢰구간, 0.72-3.39) 또는 위장관 부작용(모두 5%) (비교위험도, 1.06; 95% 신뢰구간, 0.52-2.17) 등에서 두 군 사

표 14.1. 동정맥루에서 위약과 생선기름(Fish oil)에 대한 일차 성적 비교

예후	생선기름, %	위약, %	상대위험도 (95% 신뢰구간)
일차 실패	47	47	1.03 (0.86 to 1.23)
혈전	22	23	0.98 (0.72 to 1.34)
입원/응급실	38	39	0.99 (0.79 to 1.24)
사망률	3	3	0.89 (0.35 to 2.27)

이에 통계적으로 의미있는 차이는 보이지 않았다. 이 연구에서 일차 실패는 혈전증, 동정맥루의 포기 및 천자 실패를 종합하여 정의하였다.

연구와 근거 수준, 그리고 편향(bias)의 위험도는 부록 3, 표 S158-S160에 수록하였다.

**심바스타틴-에제티미브(Simvastatin-Ezetimibe).** Herrington 등<sup>387</sup>은 심바스타틴(simvastatin)과 에제티미브(ezetimibe)가 혈관통로 폐색에 미치는 잠재적인 영향을 평가하는 Study of Heart and Renal Protection (SHARP) 연구(2,353명)에 대한 이차분석을 수행하였다. 혈관통로에 대한 모든 형태의 교정술(경피적 혈관성형술, 색전제거술, 수술적 교정 등), 혈관통로의 혈전증, 또는 기존의 혈관통로를 제거하거나 새로운 혈관통로를 조성/삽입하는 것을 혈관 폐색사건으로 정의하였고, 분석은 무작위 배정 당시 자가혈관이나 인조혈관이 이미 있던 환자들로 제한하여 시행하였다.<sup>387</sup>

참가자의 평균 연령은 59세였으며; 65%는 남성, 94%는 동정맥루였다.<sup>387</sup> 심바스타틴(simvastatin)과 에제티미브(ezetimibe)군과 위약군에서 중재술이 필요한 상황의 빈도는 실질적인 차이를 보이지 않았다(19% 대 21%, 혈관통로의 유형은 따로 보고하지 않음; 상대위험도, 0.87; 95% 신뢰구간, 0.74-1.02). 혈전증은 두 군 사이에 의미 있는 차이가 없었으며(상대위험도, 0.90; 95% 신뢰구간, 0.71-1.15), 폐색사건의 빈도 역시 의미 있는 차이가 없었다(Simvastatin/Ezetimibe군 27% 대 위약군 32%) (상대위험도, 0.83; 99% 신뢰구간, 0.68-1.02).<sup>387</sup> 혈관통로에 치료와 관련된 위해는 보고되지 않았다(부록 3, 표 S160-S163).

**클로피도그렐(Clopidogrel)과 프로스타사이클린(Prostacyclin).** 터키의 Abacilar 등<sup>283</sup>은 한 무작위 대

조 연구(96명)에서 클로피도그렐(Clopidogrel)과 프로스타사이클린(Prostacyclin)을 병용한 군과 위약군을 비교하여 동정맥류의 기능장애 예방효과를 평가하였다. 12개월까지 일차 실패는 클로피도그렐-프로스타사이클린군은 8%, 위약군은 30%로 효과를 보였으나(상대위험도, 0.82; 95% 신뢰구간, 0.31-0.94), 일차 개통성은 클로피도그렐-프로스타사이클린군과(60%) 위약군(39%) 사이에 의미 있는 차이가 없었다(상대위험도, 1.53; 95% 신뢰구간, 1.00-2.35). 압통이나 부종, 혈중 등의 부작용 발생에서도 통계적으로 의미 있는 차이는 없었으며(각각 18% 대 13%, 상대위험도, 1.38, 95% 신뢰구간, 0.53-3.58), 출혈 역시 두 군 사이에 차이를 보이지 않았다(상대위험도, 0.92; 95% 신뢰구간, 0.53-3.58)<sup>283</sup> (부록 3, 표 S160-S162). 이 연구는 작업그룹에 의해 상세히 논의되었으며, 방법론이나 결과보고, 그리고 잠재적인 임상 적용에 관련된 우려들이 있었다.

## 인조혈관

인조혈관의 혈전증을 예방하고 장기간 이용할 수 있도록 하는 것은 혈액투석 환자에서 여전히 중요한 임상적 문제이다. 기저의 정맥문합부의 협착으로 인한 혈전증은<sup>237-239</sup> 인조혈관 실패 원인의 약 80%를 차지한다.<sup>235,236</sup> 2006년 KDOQI 지침은 2주 이상 지속되는 투석 팔의 부종이나 파열의 위험이 있거나, 내경이 50% 이상 좁아지면서 임상적 혹은 생리적 이상을 동반한 경우 인조혈관을 평가하고 치료하도록 권고하였다.<sup>13</sup> 기존 지침은 인조혈관의 기능부전을 예방하기 위해 경피적 혈관성형술이나 수술적 교정을 권장하였다. 2006년 KDOQI 지침 이후, 인조혈관 기능부전을 예방하기 위한 약물 요법과 새로운 중재술에 대한 문헌들이 발

간되었다. 최근 연구들에서 인조혈관의 기능장애 예방을 위한 약물요법을 평가한 최근 연구에는 생선기름과 디피리다몰(dipyridamole) 관련 연구가 포함된다.<sup>97,388-390</sup>

**생선기름(Fish Oil).** 북미의 두 연구에서(230명)에서, 생선기름을 위약과 비교하여 인조혈관의 개통성에 미치는 영향을 비교하였다. Lok 등은 1년 동안,<sup>388</sup> 그리고 Bowden 등은 8개월간 참가자들을 추적하였다.<sup>389</sup> 일차 개통성은 Lok 등의 연구에서 위약군에 비해 생선기름군이 1년 성적이 우수하였다(48% 대 32%; 위험비, 0.68; 95% 신뢰구간, 0.46-0.99; P=0.045). 반면, Bowden 등은 6개월간 차이가 없다고 보고하였으며(평균개통률, 254.2일 대 254.1일), 혈전증 혹은 혈관성형술이 필요한 인조혈관의 비율을 50% 대 40%로 보고하였다(상대위험도, 1.25; 95% 신뢰구간, 0.56-2.81).<sup>389</sup> 이차 개통성은 생선기름군과 위약군에서 의미있는 차이가 없었다. Lok 등의 보고에서는<sup>388</sup> 중재술이 필요하기까지의 시간에 두 군 사이에 의미 있는 차이가 없었으나(위험비, 0.78; 95% 신뢰구간, 0.55-1.09), ‘1,000 혈관통로일’(1,000 access days) 당 중재술의 횟수는 생선기름군에서 적었다고 보고하였다(1,000 혈관통로일 당 0.39 대 0.95, 95% 신뢰구간, 0.20-0.85; P=0.02).<sup>388</sup> 또한 위약군에 비해 생선기름군의 혈전증 발생률이 1.71 대 3.41로 낮았다(비교위험도, 0.50; 95% 신뢰구간, 0.35-0.72). Bowden 등<sup>389</sup>은 생선기름군 대 위약군 사이에 위장 장애는 33% 대 13%로, 통계적인 차이는 없었다고 보고하였다(상대위험도, 2.68; 95% 신뢰구간, 0.62-11.6). Bowden과 Lok이 연구에 사용한 생선기름 약제의 용량과 조성에는 차이가 있었다.

연구의 세부 사항과 근거 수준에 대해서는 부록 3, 표 S164와 S166에 정리하였다.

**디피리다몰(Dipyridamole)과 아스피린(Aspirin).** 북미의 한 무작위 대조연구에서 인조혈관의 조성 시점부터 디피리다몰(dipyridamole 200 mg)과 아스피린(aspirin 25 mg)을 병용처방한 군과 위약군을 1년 동안 추적한 결과를 두 번의 논문발표로 보고하였다.<sup>96,390</sup> 참가자들의 평균 연령은 59세이며; 39%가 남성이었고, 71%는 흑인이었다. Dixon 등<sup>96</sup>은 추적관찰 1년 시점에 인조혈관의 일차 개통성의 상실(loss of primary unassisted patency)이 디피리다몰/아스피린군에서 (80%) 위약군에 비해(84%) 적었다고 보고하였다(위험비, 0.82; 95% 신뢰구간, 0.68-0.98). 그리고, 디피리다몰/아스피린군에서는 일차 개통성의 중간값이 5.8개월, 위약군에서는 4.3개월로서 두 군에서 6주의 차이를 보였다고 보고하였다; 하지만, 통계적 유의성은 보고하지 않았으며, 유의성 및 근거 수준을 평가하기에 자료가 불충분하였다. 두 군 사이에 입원율에는 차이가 없었으며(54% 대 52%, 위험비, 0.93; 95% 신뢰구간, 0.75-1.15),<sup>96,390</sup> 디피리다몰/아스피린군에서의 추가적인 위해(부작용)는 보고하지 않았다.

연구의 세부 사항과 근거 수준에 대해서는 **부록 3, 표 S166**에 정리하였다.

## 요약

**동정맥루.** 동정맥루 기능부전을 예방하기 위한 약물요법 중 무작위 대조연구의 근거에 의해 제시된 것은 클로피도그렐-프로스타사이클린 병용요법이 유일하다.<sup>283</sup> 이 연구에서는 클로피도그렐-프로스타사이클린 요법이 동정맥루의 일차 실패(primary failure)를 개선시켰다고 보고하였다. 별도의 섹션에서 검토되었지만, Dember 등<sup>31</sup>의 다기관 무작위 대조연구에서는 클로피도그렐이 동정맥루 조성 후 6주 간 혈전증을 의미

있게 감소시켰으나, 투석치료에 사용될 수 있는 비율을 향상시키지는 못하였다고 보고하였다. 최근의 무작위 대조연구에서 새로 조성한 동정맥루에 대해 생선기름과 아스피린을 평가하였으나, 생선기름군에서 일차 실패(primary failure)와 혈전증, 혈관통로의 포기, 천자 실패 등에서 더 나은 이점을 보여주지 못하였다.<sup>386</sup> 양 군에서 아스피린 복용의 적응증이 되지 않는 (406명) 참가자들 또한 아스피린군과 위약군으로 무작위 배정되었다.<sup>386</sup> 양 군에서 얼마나 많은 연구대상자가 아스피린을 함께 복용하였는지 불분명하지만, 연구에서는 아스피린 복용여부를 대조 분석하였다. 아스피린 부분집합에서 얻은 결과는 증거수준에 대해 등급이 매겨지지 않았다. 그러나, 아스피린의 단독복용 분석에서, 아스피린은 일차 및 이차 결과(primary or secondary outcomes)를 개선하지 못했다. 이후, 이어진 또 다른 발표에서 생선기름은 투석혈관의 중재술 빈도 감소와 관련이 있는 것으로 밝혀졌다.<sup>345</sup>

마지막으로, 원적외선 요법은, 시행하지 않은 경우에 비해 동정맥루의 일차 개통성을 의미있게 향상시키는 것으로 보고되었다. 이러한 약물적 혹은 기술적 치료들 중 일부는 이점을 제시하였지만, 작업그룹은 이러한 연구 중 일부는 표본의 크기가 작기 때문에 개별화된 접근을 권장한다.

**인조혈관.** 인조혈관의 기능부전을 예방하는 약물요법 중 생선기름<sup>388</sup>과 디피리다몰/아스피린<sup>96</sup>에 대한 두 가지 주요 연구가 있었다. 생선기름의 연구결과에서 인조혈관의 일차 개통성은 호전을 보였으나, 이차 개통성은 개선되지 않았다. 디피리다몰/아스피린 역시 일차 개통성의 개선을 보였다. 이러한 연구결과를 기반으로 한 임상적 진료는 환자에 따라 개별적으로 적용되어야 한다. 연구를 종합하면, 비록 생선기름은 동정맥루의 개통성에 있어 의미있는 이득을 보이지 못했

지만, 혈전증 및 중재술의 빈도를 낮추는 것과 관련이 있었고 혈전증까지 걸리는 시간을 연장하였다. 대체적으로 생선기름은 위험성이 낮기 때문에, 환자의 말기 콩팥병 생애 계획 내에서 득실을 따져볼 만하다.

반면에, 디피리다몰/아스피린은 일차 개통성의 상실(loss of primary patency)을 감소시키는 의미 있는 통계적 이득을 보였지만, 실제로는 치료를 통해 이득을 볼 수 있었던 경우가 매우 적었다: 디피리다몰/아스피린군의 일차 개통성(primary unassisted patency)이 28%, 위약군은 23%였다(디피리다몰/아스피린을 복용 시 일차 개통성의 소실이 6주 지연되었다).<sup>96</sup> 그러나 이 요법의 적용을 고려하기에 앞서, 환자의 식약, 낙상, 출혈 등 잠재적 합병증 위험을 개별적으로 평가하여야 한다. 이 지침에서 근거분석팀(ERT)이 검토한 않았으나, 인조혈관의 혈전증을 예방하기 위한 아스피린과 클로피도그렐 병용요법의 효과를 Veterans Affairs Cooperative Study에서 평가하였다.<sup>391</sup> 이 연구는 Veteran Affairs medical center 소속 30개소의 투석실에서 수행된 무작위 이중맹검 연구로, 인조혈관으로 혈액투석을 받는 참가자는 무작위로 이중 위약(double placebos) 또는 아스피린(325 mg) 및 클로피도그렐(75 mg)을 매일 복용하도록 무작위 배정하였다. 참가자들은 최소 2년 이상 약제를 복용하며 모니터링 하였다. 아스피린과 클로피도그렐 치료군에 무작위 배정된 참가자들 중 200명은 데이터 안전 및 모니터링 위원회(Data Safety and Monitoring Board)에서 출혈발생 위험의 의미 있는 증가로 인하여 연구를 중단시켰으며, 출혈 사건의 누적 발생률은 위약군에 비하여 유의하게 높았다(위험비, 1.98; 95% 신뢰구간, 1.19-3.28; P=0.007).<sup>391</sup> 보고된 혈관통로 성적 결과에서, 적극적으로 치료한 아스피린-클로피도그렐군에서 위약군에 비해 혈전증의 예방에 의미 있는 이

득은 없었다(위험비, 0.81; 95% 신뢰구간, 0.47-1.40; P=0.45).<sup>391</sup> 인조혈관 혈전증을 낮추기 위하여 저용량 와파린(목표 INR, 1.4-1.9)을 투여한 이중 맹검 무작위 대조연구에서도 유사하게 위약군에 비해 주요한 출혈발생의 위험이 증가하였다.<sup>392</sup> 비록, 이 연구들이 인조혈관 혈전증을 줄이기 위한 항혈소판제 또는 항응고제의 이점을 보여주었지만, 그들은 치료의 혜택이 미미하거나 없을 수 있는 고령 또는 연약한 환자집단에서 약제 사용으로 인한 잠재적인 합병증의 위험을 평가할 필요성을 더욱 중요하게 강조하였다.

## 특별 토의

결과적으로, 동정맥루 및 인조혈관 기능부전의 예방요법들을 평가한 연구 중에서 높은 수준의 근거를 제시한 연구는 거의 없었다. 질적으로 우수한 연구라 할지라도, 임상적으로 중요한 의미나 차이가 없는 경우, 통계적으로 유의미한 결과에 기초한 추가 치료법을 사용하기 전에 신중하게 고려해야 한다.

## 적용 시 고려사항

- 원적외선 요법 등의 일부 치료는 아시아 이외의 지역에서는 널리 사용되고 있지 않다.
- 항혈소판제 및 항응고제는 출혈의 위험을 증가시킬 수 있으며, 고령 인구 및 출혈 위험이 높은 환자에서는 사용 전에 신중하게 주의를 기울여야 한다.

## 모니터링과 평가

- 이러한 치료법들 중 많은 경우에서 소규모 연구이거나 비 무작위 연구로 이루어졌으므로 부작용에 대해 면밀히 모니터링하고 평가해야 한다.
- 이러한 연구에서 다수의 약물들이 출혈과 같은 부작용이 있었으므로, 이러한 합병증을 면밀히 모니터링하고 평가해야 한다.

## 앞으로의 연구

- 대만 외 지역의 인구집단에서 동정맥루 및 인조혈관 기능부전에 대한 원적외선 요법의 효과에 대해 연구한다.
- FISH (Fish oil inhibition of stenosis in hemodialysis graft) study는 목표 등록 표본수에 도달하지 못하였다; 성분조성이나 용량 등 오메가-3 지방산에 대한 추가 연구는, 투석혈관 성적의 잠재적 혜택에 대한 이해를 줄 수 있을 것으로 생각된다.

# 투석혈관 혈류장애의 치료

진료지침 권고내용에 대한 근거 기준을 이해하기 위하여 Box 1을 참조하십시오.

참고: 권고내용에 “KDOQI에서 권고사항을 만들 근거가 부족하였다”라고 기술되어 있는 것은, 근거분석팀(ERT)에 의해 수집된 근거의 수준이 매우 낮거나, 낮거나 혹은 부적절하여 작업그룹(Work Group)에서 어떠한 권고나 제안 혹은 기타의 근거 기반 지침을 만들 수 없었다는 것을 의미한다.

## 권고내용: 임상적으로 유의미한 투석혈관 협착의 영상학적 확진

15.1 KDOQI는 임상적 모니터링을 통하여 임상적으로 유의미한 투석혈관 협착이 의심된다면, 이어서 투석혈관회로의 영상학적 검사와 같은 확진 검사가 시기 적절하게 이루어지는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

참고:

- 임상적으로 의미가 있는 병변은 다른 원인을 찾을 수 없으면서 해당 임상적 징후나 증상을 일으킨 것으로 여겨지는 병변을 의미한다(투석혈관 임상모니터링 표 13.2 참조) (이러한 경우에 혈류

속도(Qa)나 정맥압의 지속적인 변화가 동반되거나, 동반되지 않을 수도 있다).

- 투석통로회로: 심장과 유입 동맥으로부터 투석혈관을 통하여 유출 정맥을 거쳐 심장으로 다시 돌아가는 것까지의 연속된 회로
- 이러한 확진을 위한 영상학적 검사의 시점과 그 구체적인 방법과 시행범위는 각 기관의 역량과 해당 증례의 임상적 증상의 유의한 정도에 따라 서로 달라질 수 있다. KDOQI는 그 기간이 2주 이내이면 합리적이라고 생각한다.

15.2 KDOQI는 혈액투석을 받는 말기콩팥병 환자의 잔여 신기능 보존을 위하여 모든 단계의 만성 콩팥병 환자에서 최소한의 요오드계 방사선 조영제를 사용하거나, 그 사용에 대하여 주지하고 있는 시술자에 의하여 비요오드계 조영제(예, 이산화탄소 가스)를 사용하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

15.3 KDOQI는 확진을 위하여 시행한 영상학적 검사에서 해당 임상적 징후 또는 증상을 초래한 것으로 판단되는 주 원인병변이 관찰되는 경우에는 즉각 그 병변을 치료하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

참고: 임상적으로 의미가 있는 병변은 다른 원인을

찾을 수 없으면서 해당 임상적 징후나 증상을 일으킨 것으로 여겨지는 병변을 의미한다(투석혈관 임상모니터링 표 13.2 참조) (이러한 경우에 혈류속도(Qa)나 정맥압의 지속적인 변화가 동반되거나, 되지 않을 수도 있다).

## 권고내용: 임상적으로 의미가 있는 협착이나 혈전이 발생한 투석혈관의 일반적인 치료

15.4 KDOQI는 혈액투석환자의 말기콩팥병 생애 계획(ESKD Life-Plan)을 고려하여 시술자의 최선의 임상적 판단과 숙련도에 따라 기능부전이나 혈전증이 발생한 동정맥루나 인조혈관의 치료(수술적 또는 중재적)에 대하여 개별화된 접근을 시도하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

참고: 개별적인 환자 상태와 시술자의 임상 경험, 숙련도, 능력 및 한계 등을 모두 고려해야 하며, 가능하다면 환자와 더불어 혈관통로를 관리하는 팀(예컨대, 신장내과 의사, 중재시술 의사, 외과 의사, 혈관통로 코디네이터, 그리고 혈액투석 간호사 등)이 함께 논의하고 결정하는 것이 바람직하다.

## 권고내용: 임상적으로 의미가 있는 투석혈관 협착의 치료

### 혈관성형술

15.5 KDOQI는 혈관조영술과 임상적 소견 모두에서

유의미한 동정맥루 또는 인조혈관의 협착병변에 대해 일차적인 치료로 혈관성형술(필요 시 고압 풍선 카테터를 사용)을 고려하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

참고: 혈관조영술에서 협착이 발견되지만 임상적 징후나 증상이 동반되지 않는 경우에 치료 또는 중재술을 시행하는 것은 적절하지 않다.

15.6 동정맥루 또는 인조혈관 협착의 일차적 치료로써 일반 풍선카테터가 아닌 특수 풍선(약물 코팅 또는 cutting) 카테터를 사용하는 것에 대해서는 근거가 부족하다.

15.7 동정맥루 또는 인조혈관 협착의 치료에서 일차 개통률 향상을 위하여 혈관성형술을 시행하는 동안 적절한 풍선확장시간에 대한 권고를 제시하기에는 근거가 부족하다.

15.8 KDOQI는 시술자의 최선의 임상적 판단과 숙련도를 근거로 임상적으로 의미가 있다고 여겨지는 동정맥루나 인조혈관 협착에 대하여 시행되는 혈관성형술에서 풍선 종류를 선택하는 데에는 개별화된 신중한 환자 접근이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

## 스텐트

15.9 KDOQI는 혈액투석 환자의 말기콩팥병 생애 계획(ESKD Life-Plan)을 신중히 고려하여 임상적으로 유의미한 인조혈관 정맥 문합부 협착의 경우에는 시술 후 6개월째 성적이 자가 확장 스텐트-그라프트(self-expanding stent-grafts) 삽입이 풍선확장술만 시행한 경우보다 전체적으로

더 우수한 경우 이를 적절하게 사용할 것을 제안한다. (조건부 권고, 중간 수준의 근거)

참고: 적절한 사용이란 천자부위에는 스텐트-그라프트의 삽입을 피하는 것을 의미함.

참고: 전체적으로 6개월째 성적이 더 우수하다는 것은 인조혈관 재협착이 감소하거나 개통성이 향상되는 것을 의미함.

15.10 KDOQI는 스텐트-그라프트 설치 전에 필요에 따라 환자의 말기콩팥병 생애 계획(ESKD Life-Plan)을 고려하여 해당 스텐트-그라프트가 추후 투석혈관 조성에 미칠 영향에 대해 혈관통로팀과 논의하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가의 의견)

15.11 KDOQI는 스텐트 내 재협착의 경우에 시술 후 6개월째 성적이 스텐트-그라프트 삽입이 풍선 확장술만 시행한 경우보다 전체적으로 더 우수한 경우에는 적절하게 사용할 것을 제안한다. (조건부 권고, 중간 수준의 근거)

참고: 적절한 사용이란 천자부위에는 스텐트-그라프트의 삽입을 피하는 것을 의미함.

참고: 전체적으로 6개월째 성적이 더 우수하다는 것은 인조혈관 재협착이 감소하거나 개통성이 향상되는 것을 의미함.

15.12 KDOQI는 임상적으로 또는 혈관조영술에서 유의미한 인조혈관과 동정맥루의 협착 병변에 대하여 일반 금속 스텐트(bare metal stent) 사용은 피하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가의 의견)

## 근거 및 배경

투석혈관은 효과적인 치료를 반복적으로 요구한다는 점에서 그 원활한 기능을 유지하는 것은 매우 중요한데, 특히나 혈전으로 인한 폐색이 발생한 경우는 특히 그러하다(표 13.2, 혈관통로 모니터링에서 임상적으로 유의미한 병변을 암시하는 임상적 지표(징후나 증상) 참조). 투석혈관 기능부전과 관련 내용 중 또 다른 일부는 본 지침의 다른 부분에서 언급되고 있다(진료지침 16-19 참조). 이러한 투석혈관 기능부전에 대한 일반적인 접근방법은 원인 병변을 찾기 위해 적절하게 모니터링 및 영상검사를 시행하고 임상적으로 유의미한 주 원인병변을 확실하게 치료하는 것이다.

최근 다양한 혈관내 치료법이 외과적 절개가 필요한 수술적 치료를 크게 대체하고 있으며, 따라서 외과적 치료는 혈관내 치료가 실패한 경우나 혈관내 치료에 반응을 보이지 않는 경우 또는 외과적 치료가 시행된다면 장기적으로 더 나은 치료결과를 예상할 수 있을 때에 일차적 접근방법으로 선택되어야 한다.

협착은 투석혈관 조성 후에 가장 흔한 합병증이며,<sup>393</sup> 신생내막증식에 의한 정맥의 협착<sup>394</sup>은 동정맥루와 인조혈관 모두에서 심각한 합병증으로 이어질 수 있다. 협착은 동정맥루 미성숙의 흔한 원인이며 이로 인하여 중심정맥도관에 의존하는 기간이 길어질 수 있다. 동정맥루 성숙 실패는 과거 관찰연구들에 따르면 20~60%로 보고되고 있으며,<sup>77,233,234</sup> 미국에서 시행된 다기관 무작위 대조연구에서는 60%까지 보고되기도 하였다.<sup>31</sup> 협착은 성숙된 동정맥루에서도 기능부전을 유발하여 투석 적절도 감소, 동정맥루 혈전에 따른 폐쇄와 그에 따른 투석혈관 포기에 도달할 수 있다. 인조혈관의 경우 인조혈관과 정맥 문합 부위 협착이 흔히 발생할 수 있는데, 인조혈관 폐색의 80% 정도를 이로

설명할 수 있다.<sup>235,236,238,239,395</sup> 이전의 2006년 KDOQI 지침에서는 경피적 혈관성형술을 투석혈관회로 협착에 대한 일차치료로 제시하였다.<sup>13</sup> 그러한 사실은 여전히 맞지만, 몇몇 임상 연구들과 새로운 기구의 혁신은 협착치료를 위한 다양한 종류의 풍선카테터 및 스텐트 그리고 혈관성형술의 적응증에 변화를 가져왔기 때문에 이를 고려해야 할 것으로 여겨진다. 이번 지침은 이전 지침의 내용을 업데이트하는 것으로 볼 수 있다.

## 세부 설명

적절한 투석을 제공할 수 있도록 혈관통로 기능을 유지하는 것은 모든 종류의 혈관통로에서 쉽지 않은 일이다. 합병증 발생률과 치료빈도는 혈관통로의 종류에 따라 다양한데(각각 중심정맥도관 - 연 0.7, 2.1회, 동정맥루 - 연 0.14, 0.44회, 인조혈관 - 연 0.25, 0.77회),<sup>396,397</sup> 이는 본 지침의 여러 부분에서 개별적으로 다루어 지고 있다. 투석통로에 합병증이 발생하면, 그와 직접적으로 연관된 병적인 상태 외에도<sup>398</sup> 진단과 치료를 위하여 시행되는 시술 자체가 환자들에게 흔히 부담을 겪게 하여 환자의 불만족으로 이어진다.<sup>345</sup> 핵심 병변을 진단하고 치료하는 데 있어서 침습적 시술을 현명하게 사용하면서도 투석혈관의 문제점을 적절하게 확인하는 것은 분명히 치료 팀의 책임이라고 할 수 있다. 보다 명확한 의미 전달을 위해 작업그룹은 기존의 ‘투석혈관 기능부전’을 3가지 합병증으로 세분하였다: 1) 혈전-혈류와 관련된 합병증 또는 기능부전; 2) 혈전-혈류와 관련 없는 합병증 또는 기능부전; 3) 감염과 관련된 합병증 또는 기능부전(용어사전 참조). 혈액 투석 환자를 돌보는 의료 관계자들 모두는 혈관통로에서 발생할 수 있는 다양한 합병증에 대하여 친숙하게

알고 있어야 한다. 혈관통로의 수명을 연장하고 관련된 합병증을 줄이는 것은 적절한 환자를 선정하고, 제대로 된 혈관통로 조성 계획을 세우는 것(이는 환자의 생애 전체를 고려하여 혈관통로 간의 연속성과 투석실에서의 적절한 모니터링을 포함한 관리를 포함한다)을 포함하여 혈관통로 조성 전부터 시작된다는 것은 아무리 강조해도 지나치지 않다.

## 임상적으로 유의한 협착 및 연관 합병증의 확인과 진단

임상적으로 유의한 투석혈관회로의 협착은 환자의 임상적 징후나 증상과 관련되며, 투석의 적절도에 영향을 줄 수도 있다(표 13.2). 투석혈관회로는 좌심에서 시작하여 말초동맥을 거쳐 문합부를 지나 말초정맥(또는 인조혈관), 중심정맥과 우심에 이르는 연속회로로 간주되어야 한다. 투석혈관의 경우 병변, 특히 협착은 투석혈관회로 어느 곳에서든지 발생할 수 있다. 인조혈관의 경우에는 그 협착이 전형적으로 인조혈관과 정맥 문합부위에 협착이 발생하는 반면에 동정맥루는 문합부의 주변부위(juxta-anastomotic region), 상완동맥-척측피정맥 동정맥루(brachial-basilic AVF)에서는 수술로 방향이 바뀐 부위(swing segment), 상완동맥-요측피정맥 동정맥루(brachial-cephalic AVF)에서는 요측피정맥궁(cephalic arch) 부위에 협착이 호발한다.<sup>399-402</sup> 진료지침 15에서 이미 강조되었던 것처럼, 혈관조영술과 같은 추후 평가와 치료를 위한 시술은 임상적으로 증상을 동반한 유의한 병변에서 시행되어야 하며, 단순히 영상학적 검사에서 병변이 존재하는 경우에는 적응증이 되지 않는다(예, 무증상 협착).<sup>403,404</sup>

일단 정기 모니터링에서 임상적으로 중요한 혈관통로 문제가 발견된다면(13장 참조), 진단적 접근은 기

저 병변(유입동맥, 문합부, 유출정맥)의 임상적인 징후를 바탕으로 이루어진다. 이중 도플러 초음파(Duplex ultrasound)는 투석혈관의 동맥 문합부부터 정맥(또는 인조혈관)까지 모두 검사하는 데에 유용하고, 부정맥(accessory vein), 정맥 판막(valves), 그리고 신생 내막증식(neointimal hyperplasia)과 같은 혈류 관련 기능장애의 원인을 찾아낼 수도 있다. 그러나, 흉강 내의 중심정맥을 평가하는 것은 초음파의 한계로 인해서 그 유용성이 떨어진다. 이중 도플러 초음파를 이용한 동맥 검사는 말초 동맥을 영상화 하는 데에는 유용하나, 마찬가지로 흉곽내 큰 동맥을 영상화 하는 데에는 한계가 있다. 카테터를 이용한 정맥과 동맥 조영술은 침습적인 방법이나 전체적인 투석혈관회로를 확실하게 시각화 할 수 있으며, 필요에 따라 치료적 중재술을 함께 할 수 있다는 장점이 있다. 전산화 단층 정맥 및 동맥촬영은 많은 말초혈관 시술에서 대체적 진단법으로 여겨지나 그 실용성에서 한계를 보인다.<sup>405</sup> 이러한 진단 시술에서 요오드 조영제를 사용할 수 있는데, 요오드 조영제는 신독성이 있기 때문에 잔여 신기능이 있는 투석 중인 말기콩팥병 또는 투석 전 단계의 만성 콩팥병 환자에서 주의하여 사용해야 된다. 이러한 점은 진단적 영상화 알고리즘에 고려될 필요가 있다. 요오드 조영제를 대체하여 신독성이 없는 이산화탄소 가스를 선택적으로 카테터 관련 시술에 사용할 수 있지만, 중재시술을 위한 영상의 질이 다소 떨어질 수 있고, 뇌동맥 혈류로 유입되어 중추신경계 합병증을 초래할 수 있기 때문에 상지의 동맥 내 주입을 피하도록 주의해야 한다.<sup>406</sup> 혈관내 초음파(IVUS) 또한 심각한 조영제 알러지가 있는 환자에서 도움이 될 수 있다.<sup>407</sup> 자기공명화 촬영(MRI) 또한 컴퓨터 단층 동맥 조영술(CTA)을 대체할 수 있으나, 이에 대한 근거가 부족하며 가돌리늄(gadolinium) 조영제의 경우 신성 경화증

(nephrogenic fibrosis)의 위험이 있다는 점에 반드시 유의하여야 한다.<sup>405,408</sup>

투석혈관의 영상검사는 핵심 병변을 확인해야 하며 정확한 치료방침을 제안할 수 있어야 한다. 동정맥루의 정맥쪽 협착이나 인조혈관의 정맥 문합부 협착은 상대적으로 덜 침습적인 혈관내 시술법으로 치료하는 것이 보편적이다. 이러한 정맥쪽 협착은 동맥의 죽상경화 병변과는 달라서 신생내막증식으로 인하여 치밀한 섬유화성 병변을 보인다. 동정맥루의 문합부 병변도 마찬가지로 혈관내 치료가 우선 고려될 수 있지만, 혈관내 치료에 반응이 떨어질 수 있고, 그러한 경우에는 외과적 교정이 효과적이다. 동맥경화에 의한 유입동맥의 병변은, 투석혈관에 유입혈을 제공한다는 점과는 별도로, 병변의 자연경과를 고려하여 치료해야 한다. 따라서, 쇄골하 동맥 기시부 병변은 일반적으로 풍선확장술과 스텐트 삽입으로 치료하며, 보다 말초에 해당되는 액와, 상완, 척골, 요골 동맥의 경우에는 혈관내 치료나 외과적 교정(우회술이나 patch 성형술)을 시행한다.

### 임상적으로 유의한 협착병변의 치료로서 혈관성형술

**고압풍선 혈관성형술.** 신생내막 증식에 의한 정맥 협착병변은 내막 평활근 세포증식에 의한 혈관 내경의 감소와 내부 탄성막(internal elastic lamina)의 동심원상 비후를 특징으로 한다.<sup>409</sup> 신생내막 증식에 대하여 동정맥루 수술에 의한 이차적인 염증반응, 혈동학적 마찰력, 천자에 의한 손상, 요독의 직접적인 영향 등 여러 요인들이 관여할 것으로 여겨지나,<sup>410</sup> 신생내막 증식에 의한 협착에 대한 효과적인 치료법에 대해서는 아직 정립되지 않았다. 첫 치료를 포함하여 과거 치료

받은 적이 있는 병변에서 6개월째 60%까지 재발이 발생하는 것으로 알려져 있다.<sup>411</sup> 주목해야 될 점은 투석혈관 협착에 대하여 시행되는 풍선확장술의 기전이 돼지를 사용하는 동물모델에서 신생내막증식을 유도하는 방식과 동일하다는 점이다. 풍선확장술의 결과 혈관은 더 손상을 입게 된다는 점은 명백하다.<sup>412</sup> 이러한 풍선확장술의 효능에 대한 기본적 제한점으로 인하여 본 지침에서도 평가되고 있는 여러 혁신적인 치료법들이 보고되고 있다. 그러한 특수한 경우를 예외로 하고, 고압풍선을 이용한 풍선확장술은 문합부와 임상적으로 의미가 있는 협착 병변 대부분에서 일차적으로 권고되는 치료법이다. 임상적으로 의미가 있는 투석혈관 협착 병변이란 임상적 징후나 증상을 동반하여야 하며 (진료지침 13장과 표 13.1 및 13.2를 참조) 혈관 조영술이나 초음파에서 50% 이상의 좁아진 소견이 관찰되어야 한다.

**동정맥루에서의 파클리탁셀 풍선카테터(Paclitaxel-coated balloon) 혈관성형술.** 40증례의 무작위 대조연구가 동정맥루에서 단일 협착병변에 대하여 파클리탁셀 풍선카테터와 고압 풍선 카테터를 비교하였다(부록 3, 표 S178).<sup>413,414</sup> 대상 환자들은 1년 동안 2개월마다 임상관찰만을 하면서 추적이 이루어졌다. 양군 모두 풍선확장술 후 경구 100 mg 아스피린을 복용하였다. 200일째 일차 개통률은 두 군 간의 차이가 없었다(상대위험도, 2.25; 95% 신뢰구간, 0.83-6.13). 그러나, 치료병변의 비재발률은 파클리탁셀 풍선카테터군에서 우수하였으며(파클리탁셀 풍선, 308일; 고압 풍선 161일; 위험비, 0.47; 95% 신뢰구간, 0.23-0.96; P=0.03), 전체 투석혈관회로 일차 개통률 또한 파클리탁셀 풍선카테터 군이 우수하였다(중앙값 270일 대 161일; 위험비 0.48, 95% 신뢰구간 0.23-0.97). 1년째 혈전에 의한 폐색 발생은 차이가 없었다(상대위험도,

2.0; 95% 신뢰구간, 0.2-20.3).<sup>414</sup> 또 하나의 소규모의 무작위 대조연구(10증례)가 동정맥루 협착병변에서 파클리탁셀 약물 풍선과 일반 풍선을 같이 사용한 것과 일반 풍선만을 사용한 것을 비교하였다. 각 투석혈관회로는 2개의 병변이 있었고 하나는 파클리탁셀 풍선으로 다른 하나는 일반 풍선으로 치료하였다. 각 환자는 본인의 대조군이 되었고 1년 동안 추적 관찰하였다.<sup>415</sup> 일반 풍선이 병변을 적절하게 치료하지 못한 경우에는 고압 풍선 카테터를 추가로 사용하였다. 1년째 일차개통률은 두 군 간의 차이가 없었다(20% 대 0%; P=0.47). 그러나, 추후 풍선확장술을 필요로 하지 않는 기간은 파클리탁셀 풍선군에서 유의하게 길었다(251일 대 103일; P<0.01).

**인조혈관에서의 파클리탁셀 풍선카테터(Paclitaxel-coated balloon) 혈관성형술.** 40증례의 무작위 대조연구가 14증례의 동정맥루와 26증례의 인조혈관의 협착병변에서 파클리탁셀 풍선과 일반 풍선을 1년 동안 비교하였다<sup>413</sup> (표 15.1).

혈전 폐색은 두 군 간의 차이가 없었다(상대위험도, 1.0; 95% 신뢰구간, 0.16-6.42). 혈관조영술상 재협착률은 파클리탁셀 풍선군에서 유의하게 낮았으며(상대위험도, 0.68; 95% 신뢰구간, 0.49-0.96), 풍선확장술 재 시행 필요성도 파클리탁셀 풍선군에서 낮았다(상대위험도, 0.63; 95% 신뢰구간, 0.44-0.92).

최근 한 체계적 계통 분석연구는 보행장애가 있는 말초혈관 환자에서 파클리탁셀 스텐트와 풍선 카테터 사용이 5년 사망률이 증가하는 것과 관련이 있다고 보고 하였다. 인과관계 역시 명확하지 않지만, 원인은 밝혀지지 않은 상태이다. 이러한 관련성이 혈액투석환자와 혈관통로에서도 있는지는 아직 명확하지 않다.<sup>416</sup>

**Cutting 풍선카테터 혈관성형술.** 두 무작위 대조연구가 동정맥루에서 협착의 치료로 cutting 풍선 카테

**표 15.1.** 인조혈관과 동정맥루에서 파클리탁셀 코팅(paclitaxel-coated) 풍선확장술의 예후

예후	파클리탁셀 코팅 풍선확장술	일반 풍선확장술	상대위험도, 위험비, 혹은 P값
1년 일차 개통성(전체 투석혈관)	차이없음	차이없음	상대위험도, 7.0 95% 신뢰구간, 0.95-51.8
일차 개통성 중앙값(전체 투석혈관), 년	0.64	0.36	P=0.0007 보정된 위험비, 0.23 95% 신뢰구간, 0.10-0.50
1년 일차 개통성(인조혈관), %	38	0	P=0.003
일차 개통성 중앙값(인조혈관), 년	0.62	0.21	P=0.002 보정되지 않은 위험비, 0.22 95% 신뢰구간, 0.08-0.57
1년 일차 개통성(동정맥루), %	29	14	P=0.26
일차 개통성 중앙값(동정맥루), 년	0.78	0.43	P=0.15 보정되지 않은 위험비, 0.42 95% 신뢰구간, 0.13-1.44

터와 고압 풍선 카테터를 비교하였다.<sup>417,418</sup> 캐나다 연구(48례; 39례 분석)는 재발성이 아닌 일차성 병변 만을 포함했다. 또 다른 싱가포르 연구(77례; 71례 분석)는 기존 치료로 실패한 협착 병변 만을 대상으로 두 치료법을 비교하였다. 캐나다 연구에서 동정맥루의 평균 연령은 15개월, 싱가포르 연구의 경우는 22개월이었다.<sup>418</sup> 시술 후 한번이라도 치료를 받은 동정맥루로 혈액투석 치료가 원활히 이루어졌음을 의미하는 임상적 치료 성공률은 96%로 두 군 간의 차이가 없었다(상대위험도, 1.00; 95% 신뢰구간, 0.95-1.05). 결론적으로, 6개월 일차개통률 역시 두 군 간의 차이가 없었다. 30% 미만의 잔존 협착으로 정의되는 시술성공률 또한 cutting 풍선 카테터군에서 95%와 고압 풍선 카테터군에서 98%로 두 군 간의 차이가 없었다(상대위험도, 0.98; 95% 신뢰구간, 0.91-1.05). 연구에 대한 자세한 내용과 그 의미하는 바는 **부록 3, 표 S167**에 있다.

**혈관성형술 풍선 확장시간.** 하나의 무작위 대조연구(48례)에서 1분과 3분의 풍선 확장시간을 비교하였

다.<sup>419</sup> 대부분 동정맥루(88%)였고, 평균 투석혈관 연령은 692일이었다. 1분 확장군에 27명의 환자에서 40개의 협착이 할당되었으며, 3분 확장군에 21명의 환자에서 36개의 협착이 할당되었다. 결과는 시술 후 6개월까지 보고되었다. 남은 병변이 30% 미만으로 감소하거나, 시술 후 말초병변에서는 10 mm Hg, 중심정맥 병변에서는 5 mm Hg 미만으로 압력차가 떨어지는 것으로 치료 성공률을 정의하였을 때, 두 군 간의 차이는 없었다(1분 확장군 75% 대 3분 확장군 89%; P=0.12). 1, 3, 6개월 일차 개통률 역시 두 군 간 차이가 없었다. 6개월째 카플란 메이어 생존율은 1분 확장군에서 63%, 3분 확장군에서 47%였다. 한 관찰연구(75례)에서 30초와 1분의 풍선확장시간을 비교하였다. 동정맥루와 인조혈관 모두를 포함하였고, 223례 중 178례에서 30초, 45례에서 1분의 풍선확장이 시행되었다.<sup>420</sup> 양 군의 기본적 특성에는 차이가 없었다. 시술 직후 성공률과 3개월째 개통률에는 두 군 간 차이가 없었으나(위험비, 0.86; 95% 신뢰구간: 0.34-2.20), 3개월 뒤 1분

풍선확장 군에서 투석혈관 기능부전이 더 많이 발생하였다(보정된 위험비, 1.74; 95% 신뢰구간, 1.09-2.79).

### 임상적으로 유의미한 협착병변의 치료로서 스텐트 삽입술

투석혈관에서 스텐트 사용의 적응증; 아래 표 15.2 참조.

#### 인조혈관에서의 스텐트-그라프트(stent-grafts).

Haskal 등<sup>421</sup>과 Vesely 등<sup>422</sup>에 의한 두 무작위 대조 연구가 인조혈관의 정맥 문합부 협착에 대하여 풍선확장술과 스텐트-그라프트를 비교하였다. Haskal 등은 다기관 무작위 대조연구(190례)를 자가팽창형 니티놀 폴리테트라플루오르에틸렌 스텐트-그라프트 [Flair Endovascular Stent-Graft, Bard Peripheral Vascular]로 연구하였다. 연구대상자들은 6개월 동안

추적 관찰하였으며, 두 군은 기본정보에서 풍선확장술 군에서 액와정맥부위 문합된 경우가 많았던 것 외에는 차이가 없었다. 혈전 폐색된 경우는 연구에서 제외되었으며, 6개월째 혈관조영술을 의무적으로 모두 시행하였다. Vesely 등은 다기관 무작위 대조연구(293례)를 자가팽창형 니티놀 폴리테트라플루오르에틸렌 스텐트-그라프트(Viabahn Endoprosthesis With Heparin Bioactive Surface, WL Gore)로 연구하였다.<sup>422</sup> 24개월까지 추적 관찰하였으며, 두 군 간 기본적인 특성의 차이는, 풍선확장술 군에서 히스패닉/라틴계가 많았던 것 외에는, 차이가 없었다. 혈전으로 폐색된 인조혈관이 포함되었으며, 추적 관찰은 각각의 기관에서 개별기준으로 이루어졌으며 혈관조영술을 의무적으로 시행하지 않았다. 결과는 intent-to-treat (ITT)와 per-protocol 방식 모두로 이루어졌으나 ITT 결과만이 외부전문가에 의하여 검토되었다. Vesely 등의 연구가

표 15.2. 투석혈관에서 스텐트-그라프트(stent-graft)의 적응증

스텐트-그라프트의 사용에 대한 적응증에서는 6개월 예후만 있다는 것을 참조하십시오.

근거분석팀에서 12개월 및 24개월 예후를 결정하기에는 각각의 연구에서 위험도가 분석된 환자수가 매우 적었다.

여러 연구에서 스텐트-그라프트의 사용은 투석혈관의 혈전증 발생률 혹은 누적 생존률을 6개월 이상 향상시킨다는 것을 충분히 증명하거나 혹은 일관되게 보여주지 못했다.

아래에 기술된 적응증은 중심정맥폐색이 없는 투석혈관에 대한 것이다. 스텐트-그라프트를 사용하기 전에 임상가는 먼저 (1) 현재 투석혈관이 손상없이 천자가 가능한 지 및 (2) 환자의 말기콩팥병 생애 계획 및 후속 혈관통로의 조성 및 사용에 스텐트-그라프트의 배치가 영향을 주는지 고려해야 한다.

- 인조혈관에서 인조혈관-정맥 문합부의 반복적이고 임상적으로 의미있는 협착
- 인조혈관에서 인조혈관-정맥 문합부의 반복적인 혈전
- 동정맥루 및 인조혈관에서 스텐트 내 재협착
- 동정맥루 및 인조혈관에서 정맥 협착부의 파열에 대한 치료
- 투석혈관에서 특정 동맥류/가성동맥류의 치료(투석혈관 동맥류 부분 참조)

참고: 전반적으로 더 나은 6개월째 예후는 재발성 인조혈관 재협착의 감소(개통성(목표 병변 및 투석혈관회로)을 의미한다. 진료지침에서 합의를 이루기 위해, 표 15.2는 추적관찰 기간 및 근거의 수가 제한된 상태에서, 작업그룹이 임상 상황과 환자의 장기적 요구를 고려하여 전문가 의견(예, 진료지침 15.9-15.11)에 대한 근거를 통합하고 균형을 맞추기 위해 매우 고심한 점이 반영되었다. 이것은 투석혈관에서 스텐트-그라프트의 사용에 대한 추가적인 엄격한 연구의 필요성을 강조하는 것이다. 미래의 투석혈관 조성 및 사용에 대한 치료의 효과를 포함하여, 검사 및 치료에 대한 적응증, 그리고 장기간 추적관찰의 필요성을 도출하기 위한 임상 모니터링과 감시에 대한 소견을 고려한 연구가 필요하다.

협착된 경우와 혈전 폐색된 경우를 분리해서 보고 하였으므로 협착 병변에 대한 결과는 Haskal의 연구와 합쳐서 분석하였다.

합쳐서 분석하였을 때, 치료병변에 대한 6개월 일차 개통률은 협착의 경우 스텐트-그라프트군이 유의하게 우수하였으며(상대위험도, 1.71; 95% 신뢰구간, 1.11-2.64), 협착과 혈전증 모두를 합쳤을 때에도 유의하였다(상대위험도, 1.50; 95% 신뢰구간, 1.14-1.97).<sup>422</sup> 그러나 2개월째에는 두 군 간의 차이가 없었다(상대위험도, 1.04; 95% 신뢰구간, 0.90-1.21). 합쳐서 분석하였을 때, 협착병변만을 대상으로 할 때에 6개월째 전체 투석혈관회로의 일차 개통률은, 스텐트-그라프트군에서 우수하였다(상대위험도, 1.58; 95% 신뢰구간, 1.30-2.20). Vesely 등의 연구만을 대상으로 하였을 때에는 협착과 혈전증을 합친 경우(상대위험도, 1.46; 95% 신뢰구간, 1.06-2.01) 스텐트-그라프트군이 우수하였다. 그러나, 협착병변만을 대상으로 한 Haskal 등의 연구에서는 2개월째 전체 투석혈관회로의 일차 개통률은 두 군 간 차이가 없었다(상대위험도, 1.03; 95% 신뢰구간, 0.88-1.19).

편향 위험성과 근거의 타당성을 포함한 해당 연구의 내용은 **부록 3, 표 S168-S177**에 있다.

여러 중간 결과들이 풍선확장술만 하는 것보다 풍선확장술에 스텐트-그라프트를 사용하는 것이: 1) 다음번 시술 필요성이 적었고(32% 풍선확장술만 시행한 군 대 16% 풍선확장술과 스텐트-그라프트 군;  $P=0.03$ ),<sup>421</sup> 2) 재협착률이 낮고(상대위험도, 0.52; 95% 신뢰구간, 0.40-0.68), 3) 협착과 폐색병변 모두에서 치료병변에 재시술이 필요할 때까지의 시간이 연장되며(풍선확장술과 스텐트-그라프트 군 2013일 대 풍선확장술만 시행한 군 108일),<sup>423</sup> 4) 전체 투석혈관회로에서 재시술까지의 시간(중앙값)이 연장되었다(풍선

확장술과 스텐트-그라프트 군 126일 대 풍선확장술만 시행한 군 91일). 사건 발생시간 분석을 포함하여 유의성에 대한 검증에 대해서는 보고되지 않았다.

Haskal 등<sup>421</sup>과 Vesely 등<sup>422</sup>은 다른 중간 결과들은 보고하지 않았는데, 치료와 연관된 위해성, 예컨대 감염(상대위험도, 2.84; 95% 신뢰구간, 0.59-13.72), 가성 동맥류(상대위험도, 2.37; 95% 신뢰구간, 0.47-11.90), 그리고 혈관 파열(상대위험도, 2.84; 95% 신뢰구간, 0.30-26.82)의 발생은 Haskal 등의 연구에서는 두 군 간 차이가 없었다. 30일내 부작용 발생에 대해서도 크고(위험도 차이, -0.01; 95% 신뢰구간, -0.03에서 0.005; 상대위험도는 정의되지 않았음) 작음(상대위험도, 2.04; 95% 신뢰구간, 0.38-10.97)에 관계없이 두 군에 대해서 Vesely 등의 연구에서는 두 군 간 차이가 없었다.

이 두 연구와 그 의미에 대해서 작업그룹은 장시간 토론을 하였다. 그 결과 여러 우려점이 제기되었는데, Haskal 연구에<sup>421</sup> 대해서는 연구 계획에 따라 무조건 시행된 혈관 조영술은 임상적으로 의미가 없는 협착을 발견했을 가능성이 있다는 점이 그 중 하나이다. 따라서 그 결과를 임상에 적용하고 일반화시킬 수 있을지에 대해서 의문이다. 또한 임상적으로 중요한 혈전 발생에는 두 군 간 차이를 보이지 못했다. 지침작성을 위한 문헌 고찰 및 근거검토팀에 의한 자료 추출 후에, Haskal 등에 의하여 RENOVA 연구가 발표되었는데, 그들의 이전 연구설계와 유사하나, 보다 긴 추적 기간을 포함하였다.<sup>424</sup> 작업그룹은 이 연구 역시 살펴보았다. 이 연구에서는 12개월과 24개월의 연구 결과 모두 위험에 노출된 남아있는 대상자들이 적어 해석에 어려움이 있었다(예, 12개월째, 전체 투석혈관회로에 대한 개통률 계산을 위한 연구 가능한 대상자가 9명, 24개월째에는 없었다).

작업그룹의 권고내용은 4개의 발표된 연구 결과와 임상적 해석, 적용에 대한 한계 등에 대한 작업그룹의 고려를 반영한 것이다.

**동정맥루에서의 스텐트-그라프트(stent-grafts).** 두 무작위 대조연구가 동정맥루에서 스텐트-그라프트(stent grafts)의 효능을 평가하였다.<sup>425,426</sup> Shemesh 등<sup>425</sup>과 Rajan 등<sup>426</sup>은 동정맥루의 요측피정맥궁 협착에 대한 치료를 비교하였다. Shemesh 등은 풍선확장술과 스텐트-그라프트 대 풍선확장술과 일반 금속 스텐트(bare-metal stent)를 비교한 반면에, Rajan은 풍선확장술과 스텐트-그라프트 대 풍선확장술만 시행한 것을 비교하였다. 외부전문가들은 Rajan 등의 연구에서는, 연구의 편향성 때문에 분석을 위한 자료를 추출하지 않았다.

Shemesh 등은(25례) 상완동맥-요측피정맥 동정맥루(brachiocephalic AVF)에서, 3개월 이내의 성공적인 풍선확장술을 시행했음에도 재발하는 요측피정맥궁 협착 병변에 대하여 두 군을 비교하였는데 15개월까지(평균 13.7개월) 추적 관찰하였다.<sup>425</sup> 사용된 스텐트-그라프트(stent grafts)는 자가팽창형 니티놀 스텐트 그라프트(Fluency Plus, Bard Peripheral Vascular, Angiomed GmbH & Co Medizintechnik KG)였고 사용된 일반 금속 스텐트는 자가팽창형 니티놀 스텐트(Luminex, Bard Peripheral Vascular, Angiomed GmbH & Co Medizintechnik KG)였다. 스텐트-그라프트 군은 일반 금속 스텐트 군에 비하여: 1) 일년째 일차 개통률은 나왔으나(위험비, 4.09; 95% 신뢰구간, 1.9-20.3;  $P=0.002$ ) 2) 이차 개통률은 차이가 없었다( $P=0.29$ ). 재협착은 3개월째 혈관조영술에서 50%가 넘는 협착으로 정의하였다.

재협착에 대한 시술(상대위험도, 0.46; 95% 신뢰구

간, 0.22-0.96)과 환자 1인당 총 시술 횟수(상대위험도, 0.47; 95% 신뢰구간, 0.36-0.61) 모두 스텐트-그라프트군에서 유의하게 적었다. 3개월째 재협착률 역시 스텐트-그라프트군에서 유의하게 낮았다(위험비, 0.26; 95% 신뢰구간, 0.07-0.97). 그러나, 이 연구에서 표본 개수 선정이 통계학적으로 이루어지지 않았으며, 무작위 배당방법이 언급되어 있지 않아서 작업그룹은 위 두 연구에 대한 토론 끝에, 두 연구 모두에서 표본 수가 작은 점을 고려하여, 이 두 연구를 바탕으로 한 권고지침을 내리지는 않기로 결정하였다.

편향 위험성과 근거의 타당성을 포함한 해당 연구의 내용은 **부록 3, 표 S168-S177**에 제시되어 있다.

**스텐트 내 재협착 병변(In-stent restenosis)에서의 스텐트-그라프트(stent-grafts).** 다음은, 연구결과의 출판 시점이 근거검토팀에 의한 문헌 수집 및 자료 추출 기간에 포함되지는 않았지만, 작업그룹에 의해 논의가 된 연구들이다. Falk 등에 의한 다기관 무작위 대조연구로(275례) 인조혈관과 동정맥루에서 정맥쪽 유출부에 스텐트 내 재협착 병변에 대하여 스텐트-그라프트와 혈관확장술을 비교하였다.<sup>427</sup> 일차 연구 종결점은 6개월째 전체 투석혈관회로 일차개통률과 30일째 안정성이었다; 이차 연구 종결점은 24개월까지 평가되었다. 6개월째 전체 투석혈관회로 일차 개통률은 스텐트-그라프트 군(18.6%)이 풍선확장술 군(4.5%;  $P<0.001$ )에 비하여 유의하게 높았으며 30일째 안정성에 대해서도 두 군 간의 차이가 없었다(스텐트-그라프트 군 96.9%; 혈관성형술 군 96.4%;  $P=0.003$  비열등성 검정). 치료병변 일차 개통률 역시 스텐트-그라프트(stent grafts) 군(66.4%)이 혈관성형술 군(12.3%)보다 6개월째 유의하게 높았다( $P<0.001$ ). 전체 투석혈관회로 일차 개통률과 치료병변 일차 개통률 모두 중심정맥 병변과 말초정맥 병변 각각에서 스텐트-그라프트

(stent grafts)군이 혈관성형술 군에 비하여 우수하였다( $P < 0.001$ ). 전체 또는 2차 전체 투석혈관회로 개통률은 평가되지 않았다.

### 혈전용해술에 대한 혈관내 및 외과적 치료

약물을 이용하거나 혈전에 대하여 풍선 확장술을 하는 등, 혈전 예방을 위한 노력에도 불구하고 투석혈관의 혈전증은 자주 발생한다. 경피적 혈전 제거술은 투석혈관의 혈관내 시술에서 큰 비중을 차지하며, 다양한 접근법이 개발되었다. 방법 선택은 술자의 경험, 이용 가능한 기구, 환자의 상태 등에 영향을 받는다. 혈전증이 발생한 동정맥루와 인조혈관에서 혈전제거술 후 80-90%에서 시술 직후에 최소한 1회 이상의 성공적인 투석이 가능하지만,<sup>428</sup> 시술 후 장기 개통률에 대해서는 6개월째 25-50%, 1년에 10-20%로 아직까지 효과적인 달성이 어려운 편이다.<sup>429</sup> 인조혈관 혈전폐색에 대한 8개의 혈관내 치료와 외과적 치료를 분석한 메타분석은 두 치료 사이에 차이가 없다고 밝혔으며,<sup>430</sup> 동정맥루의 경우에는 관찰연구만이 존재하나 마찬가지로 두 치료 사이에는 큰 차이가 없다고 밝혔다.<sup>431</sup>

### 외과적 수술

외과적 교정은 일반적으로 혈관내 치료에 반응을 보이지 않거나, 혈관내 치료 후 성적이 좋지 않은 재발성 병변에서 시행된다.<sup>432,433</sup> 말초병변에 대해서 외과적 치료에는 병변의 길이나 크기에 따라 인조혈관 부분 삽입(interpositioing grafting)과 patch 성형술을 시행할 수 있다. Romann 등<sup>434</sup>은 동정맥루에서 2 cm 이상의 병변의 경우 풍선 혈관성형술이 실패하는 경우가 많아, 그러한 경우에는 외과적 교정이 나올 것

이라고 보고하였다. 상완동맥-요측피정맥 동정맥루(brachiocephalic AVF)와 상완동맥-척측피정맥 동정맥루(brachiobasilic AVF)는 요측피정맥궁 그리고 “swing segment” (척측피정맥을 이동시켜 구부러진 경로를 갖는 근위부 지점)에 호발하는 협착으로 인해 수명을 다하는 경우가 흔하다. 위의 두 병변은 혈관내 치료에 의해 개선되기도 하지만, 수술적 치료결과가 장기적으로 더 효과적일 수 있으므로 혈관 내치료에 반응하지 않는 재발성 병변에 대해서는 수술적 방법이 선택된다. 2개의 소규모 연구가 요측피정맥궁 협착에 대하여 외과적 치료가 양호함을 보고하였는데,<sup>435,436</sup> 체계적 문헌고찰(systematic review)에서는 외과적 치료와 혈관내 치료 중 하나의 우월성을 결론 내리지 않았다.<sup>437</sup>

### 특별 토의

- 스텐트류 기구 사용시 천자부위를 피해야 하는 점은 반드시 중요하다.
- 혈관통로 기능부전에 대한 예방적 치료에 대한 높은 근거 수준의 연구들은 매우 드물다.
- 스텐트-그라프트 사용에 관한 내용은 위의 관련 세부내용을 참조

### 적용 시 고려사항

- 스텐트-그라프트의 현재 투석혈관 뿐만 아니라 차기 가능한 투석혈관에 대해서까지 단기와 장기 영향성 모두를 평가하는 면밀한 추적 관찰이 필요함

## 모니터링과 평가

- 스텐트-그라프트가 평가된 연구들에서 연구 대상수가 작고, 대부분 무작위 연구가 아니므로, 해당 기구의 부작용에 대하여 자세히 모니터링되고 평가될 필요가 있다.

## 앞으로의 연구

- 중심정맥 질환에 대하여 스텐트-그라프트와 일반 금속 스텐트를 비교하는, 많은 수의 환자를 포함한 엄격한 연구진행과 분석을 하는 무작위 대조연구가 필요하다.
- 혈관조영술이 아닌 임상 경과에 근거를 두고 일차와 이차 경과변수를 평가하는 스텐트-그라프트에 대한 보다 많은 무작위 대조연구가 절실히 요구된다.
- 동정맥루에서 스텐트-그라프트, 약물방출 풍선 카테터와 같은 다양한 방법에 대한 연구가 필요하다.
- 외과적 치료와 혈관내 치료의 비교를 포함하여 투석혈관의 혈전 치료 방법들에 대한 동정맥루나 인조혈관에 있어서 단기 또는 장기 효과에 대한 다양한 비교 연구방법의 정리가 필요하다.
- 다음 분야에서 보다 많은 근거가 요구됨:
  - 동정맥루와 인조혈관에서 cutting이나 약물방출 풍선과 같은 특수하게 제작된 풍선카테터의 고압 풍선 카테터 대비 그 유용성
  - 동정맥루와 인조혈관에서 일차 개통률 향상을 위한 풍선 카테터 적절한 확장시간.
  - 동정맥루와 인조혈관에서 고압풍선의 사용 후 이차적으로 약물방출 풍선 카테터 사용의 유용성.
- 치료 방법 결정에 재발 시기가 미치는 영향

- 요측피정맥궁 병변처럼 인조혈관의 정맥부 문합 부위가 아닌 곳에서의 스텐트-그라프트의 사용
- 스텐트-그라프트에서 발생하는 스텐트 내 재협착 병변의 적절한 치료법
- 폐색이 발생한 투석혈관의 외과적 교정 후 혈관 조영술을 시행하여 필요시 부수적으로 혈관내 치료를 시행하는 것이 과거 외과적 치료만을 시행한 경우나 혈관내 치료만을 한 경우를 어떻게 비교하나?
- 혈전폐색이 일어난 동정맥루나 인조혈관에서 풍선 확장술/혈전용해술 또는 혈전 제거술의 적절한 시점은 언제인가?
- 시술 성공을 결정하는 연구: 예, 시술 후 병변 직경의 퍼센트를 이용한 상대적 호전인지 절대적 직경의 호전 또는 다른 측정해야 될 어떤 것이 있나? 풍선확장술과 같은 치료 후 언제 측정해야 하나(시술 중 또는 후)?

## 권고내용: 혈전증이 발생한 투석혈관의 치료

15.13 KDOQI는 투석혈관의 혈전증에 대하여 시술자/담당의사의 최선의 임상적 판단과 결정에 따라 혈관내 또는 외과적 치료를 시행한 후에는 매번 혈액투석 환자의 말기콩팥병 생애 계획(ESKD Life-Plan)과 밀접한 관계를 가지는 해당 환자의 다음 번 투석통로와 관련된 고려를 하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

참고: 시술자/담당의사의 판단과 결정은 개별적인 환자 상태와 시술자의 임상 경험, 숙련도, 능력 및 한계 등을 모두 주의 깊게 고려해야 하며, 연계 계획 (succession plan)은 P-L-A-N의 매우 중요한 부분이다

(*진료지침 1*의 모니터링과 평가의 논의 참조).

15.14 KDOQI는 다음과 같은 경우에는 기능부전을 보이는 투석혈관의 치료에서 외과적 수술을 시행하는 것이 합리적이라고 생각한다. 1) 혈관내 치료가 실패한 경우, 2) 혈관내 치료로 교정이 되지 않는 임상적으로 유의미한 병변, 3) 수술적 치료의 결과가 현저하게 더 좋을 것으로 기대되는 상황. (전문가 의견)

참고: 수술 후 결과가 다른 대체 방법들보다 더 우수할 것으로 기대되는 경우, 가능하면 환자와 더불어 혈관통로를 관리하는 팀(예컨대, 신장내과 의사, 중재시술 의사, 외과 의사, 혈관통로 코디네이터, 그리고 혈액투석 간호사 등)이 함께 논의하고 결정하는 것이 바람직하다.

## 근거 및 배경

혈전에 의한 완전 폐색은 궁극적으로 나빠지고 있는 투석혈관의 최종 단계로 전체 투석혈관 포기의 65-85%를 차지한다.<sup>438</sup> 최종적으로 혈전이 발생하기 전에, 인조혈관에서 정맥 유출부쪽 협착과 관련된 혈류속도 저하와 같은, 선행하는 사건이 일반적으로 명백하게 존재하지만, 그러한 분명한 병태가 없는 경우도 있다.<sup>430</sup> 혈전 발생과 관련해 고려해야 될 점은 효과적인 투석을 재개하는 것, 혈전 제거, 혈전을 일으킨 원인을 찾아내 치료하는 것이다.

혈전 폐색이 일어난 투석혈관은 대개 이학적 검사만으로도 명백히 확인이 되나, 혈관초음파를 이용한 확진 또한 고려해 볼 수 있다. 몸이 붓고 숨이 차거나 고칼륨혈증과 같은 응급투석의 적응증에 해당되는 경우

혈전 치료 전, 비터널식 중심정맥 도관을 통한 혈액투석을 먼저 고려해야 한다.

## 세부 설명

인조혈관 혈전폐색의 경우 혈관내 치료와 외과적 교정 중 어떤 방법을 선호할 지는 술자의 경험, 의료전달 체계, 환자의 상태와 환자의 선호도에 따라 결정되지만, 두 가지 방법 모두 시행될 수 있다. 초기 연구들은 인조혈관에서 외과적 교정이 나은 것으로 보고하였으나, 보다 최근 연구들은 혈관내 치료법의 발달에 따라 두 방법 모두 동등하다고 보고하고 있다.<sup>431,440,441</sup> 더욱이 다양한 혈관내 치료기구들이 소개되고 있으며, 현재는 어떤 것도 더 우월함을 보이지는 못하였다.<sup>438</sup> 중요한 점은 외과적 치료와 혈관내 치료는 서로 비교 대상이 아니고 서로 상호 보완적이라는 점이다. 최근 중심정맥 협착질환에서의 외과적 혈전 제거와 풍선확장술을 같이 시행하는 경우와 같은 하이브리드 치료가 많이 이루어지고 있다.<sup>442,443</sup> 동정맥루 혈전 폐색이 발생한 경우 2006년 본학회에서 발행한 지침에서 경우에 따라 해당 동정맥루를 포기하는 데에서 그치지 않고 최근에는 보다 자주 혈전제거술과 구제요법을 동정맥루에서 적극적으로 시행하고 있다.<sup>395,444</sup> Kuhan 등에 의한 메타분석에 따르면,<sup>441</sup> 동정맥루 혈전폐색의 치료법에 대해 명확한 답변을 줄 수 있는 해당 치료법의 장기 경과를 다루는 연구들이 거의 없음을 강조하였다. 중재적 혈전제거술 전에 폐동맥 고혈압의 유무, 우좌심장내 우회로의 존재에 의한 색전의 위험성을 고려해야 하며, 특히 투석혈관 감염이 있을 경우에는 중재적 혈전제거술을 시행해서는 안된다.

접근방법에 상관없이, 혈전 제거술은 적절한 시간

내에 반드시 이루어져야 한다. 특히 혈전 발생기전과 관련된 염증 반응을 고려할 때, 동정맥루의 경우에는 더욱 그렇다. 인조혈관의 경우에는 1달 후까지도 시행 가능한 것으로 보고되었지만, 가능한 한 조기에 시행하는 것이 장기 예후가 좋은 것으로 알려져 있다.<sup>445</sup> Sadaghianloo 등에 따르면<sup>446</sup> 발견 후 6시간 이내에 혈전 제거술을 시행하는 것이 시술 성공률이 더 좋고, 중기 경과가 좋은 것으로 보고하였다. 실제 임상에서도 조기 혈관제거술은 투석을 위한 임시 혈액투석용 중심정맥관 삽입의 필요성을 최소화할 수 있다. 그러나, 몸이 많이 붓고 숨이 차거나 전해질 이상이 동반되는 경우에는 여전히 혈전 제거술 전에 응급 혈액투석도관 삽입을 고려해야만 한다.

보고된 투석혈관 혈전제거술의 시술 성공률에도 불구하고, 혈관내 치료와 외과적 치료 두 가지 모두 장기 개통률은 좋지 못한 것으로 알려져 있는데, 이는 혈전 폐색이 발생할 때마다 반드시 다음 번 투석혈관 생성 고려를 권고하는 투석혈관 연계 계획(AV-access Succession Plan)의 중요성을 시사하는 바라고 하겠다.<sup>438,447,448</sup> Simoni 등<sup>449</sup>은 Angiojet (Boston Scientific, Marlborough, MA) 관련 연구에서 해당 기구시술의 기술적 성공률은 92%였지만, 3개월째 인조혈관의 개통률은 53%, 동정맥루의 개통률은 86%로 보고하였다. 마찬가지로 Quencer와 Firedman<sup>438</sup>은 동정맥루와 인조혈관 모두를 포함하여 혈전 제거술 후 6개월째 개통률은 50%, 12개월째 개통률은 10-20%로 보고하였다. 따라서, 같은 투석혈관에 반복적으로 혈전 제거술을 하는 것은 정당화할 수 없을 것으로 여겨진다.

혈전 제거술에서 있어서 중요한 것은 원인을 찾고 반드시 교정하는 것이다. 따라서 혈관내 치료나 외과적 혈전 제거술 모두에서 최종적으로 핵심 병변이 교

정되었음을 확인하기 위하여 혈관 조영술은 반드시 시행되어야 한다.

투석혈관 조성 후 조기의 혈전 폐색(30일 이내)은 기술적인 데에서 기인하거나(문합 부위 협착) 부적절한 동맥과 정맥(가늘고 작은 정맥)의 선택에서 비롯된다. 기술적인 문제가 명확하다면 경우에 따라 혈전 제거술 또한 재시술이 가능하지만 확실한 치료는 투석혈관을 다시 만드는 것이다. 약물을 사용한 혈전용해술은 출혈 위험성 때문에 수술 후 초기에는 상대적인 금기에 해당된다.

## 적용 시 고려사항

다양한 혈액투석 혈관통로 모두 결국 한정된 수명이 있기 때문에 결국에는 막히거나 막히기 시작하는 것으로 보아야 한다. 여러 의료 관련 종사자들이 이러한 혈관통로 기능부전을 인식하고, 관련된 다양한 합병증에 친숙해지는 것 역시 합당하다고 하겠다. Resenburg 등<sup>450</sup>은 투석혈관 기능부전을 확인해야 하는 의사나 간호사가 아닌 의료 관련 종사자들에게도 비교적 단기간에 관련 내용을 가르치는 것이 가능하다고 하였다. 더욱이, 혈액투석 환자들 본인들이 본인들의 혈관통로를 유지하는 데에 책임감을 갖게 하는 것이 매우 중요하다고 하겠다. 궁극적인 목적은 안전하고 효과적인 혈액투석을 시행하는 것으로, 최소한의 시술을 환자에 맞추어 비용을 절감하면서 시행하는 것이다. 어떤 시술도 현재와 차후 조성 가능한 혈관통로 양쪽 모두에 미치는 영향을 고려해야 한다; 예컨대, 천자부위에는 스텐트-그라프트 시술을 해서는 안된다. 기능부전이나 혈전 폐색이 발생할 혈관통로를 조기에 인식하고 적절한 치료를 제공함으로써 혈관통로 사용이 가능하고 그

생존율이 호전되는 것이 우리의 바람이다.

## 모니터링과 평가

기능부전이 있거나 혈전 폐색이 발생한 혈액투석 투석혈관을 확인하는 것은 정기 모니터링 방침의 일부이다(지침 11.1과 13 참조). 여러 의료 관련 종사자들이 기능부전에 다양한 측면을 인식하고 적절한 의뢰를 하거나 치료를 시작할 수 있어야 한다. 이러한 과정은 연속되는 혈액투석 혈관통로 계획(vascular access contingency plan)의 일부에 해당되기도 한다. 그리고 그 때에는 다음 번 투석통로나 신대체요법의 적절한 방법에 대한 고려와 계획이 환자 개개인의 말기콩팥병 생애 계획(ESKD-Life-Plan Strategy)에 따라 같이 이루어져야 한다.

## 앞으로의 연구

- 투석혈관 기능부전에 대하여 적절한 모니터링을 계획하고 적용하는 것
- 투석혈관 기능부전에 시술 시행 기준을 정의하고 적용하는 것
- 기능부전 또는 혈전으로 인한 폐색이 발생한 투석혈관의 적절한 외과적, 혈관내 치료법을 정의하는 것
- 기능부전 또는 혈전 폐색으로 치료가 이루어진 투석혈관의 결과나 경과 등의 효과에 대한 정의
- 폐색이 발생한 투석혈관의 외과적 교정 후 혈관 조영술을 시행하여 필요시 부수적으로 혈관내 치료를 시행하는 경우의 그 효과를 정의하는 것. 이러한 치료를 과거 외과적 치료만을 시행한 경우나 혈관내 치료만을 한 경우와 어떻게 비교할 것인가?

# 투석혈관 감염

진료지침 권고내용에 대한 근거 기준을 이해하기 위하여 **Box 1**을 참조하십시오.

참고: 권고내용에 “KDOQI에서 권고사항을 만들 근거가 부족하였다”라고 기술되어 있는 것은, 근거분석팀(ERT)에 의해 수집된 근거의 수준이 매우 낮거나, 낮거나 혹은 부적절하여 작업그룹(Work Group)에서 어떠한 권고나 제안 혹은 기타의 근거 기반 지침을 만들 수 없었다는 것을 의미한다.

## 권고내용: 투석혈관 감염

### 모니터링과 예방

16.1 KDOQI는 모든 천자 전 피부를 청결하게 하기 위해 투석혈관이 있는 팔을 **환자가** 소독제를 사용하여 씻을 수 있도록 교육하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

16.2 KDOQI는 모든 천자 전 혈관통로와 주변 부위의 감염 징후나 증상 유무를 확인하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

참고: 이러한 점검은 환자와 투석간호사(환자가 직접 천자하지 못하는 경우)에 의해 수행되어야 함.

이번 부분과 관련이 있는 **진료지침 11.2, 11.3, 11.7**의 특별한 고려(special considerations) 부분을 참조

## 진단

16.3 KDOQI는 투석혈관 감염을 진단하기 위해 영상학적 검사를 사용하는 것이 합리적이라고 생각한다. 하지만 신체검진이 감염 여부를 평가하기 위한 가장 중요한 방법이다. (전문가 의견)

참고: 영상학적 검사에는 이중 도플러 초음파, CT, PET, 핵의학영상(인덱스 스캔 등)이 포함된다.

참고: 감염 징후에는 홍반, 피부의 손상, 화농성 분비물, 인조혈관의 노출 등의 소견이 있다.

16.4 KDOQI는 버튼홀 감염이 있는 환자는(특히 포도상구균, 그람 음성균, 진균) 심내막염, 척수 농양, 화농성관절염 등의 전이성 감염 합병증에 대하여 면밀하게 평가하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

참고: 평가 방법으로 심초음파, MRI, 관절액 천자 및 기타 적절한 진단법을 선택할 수 있다.

## 치료

16.5 KDOQI는 항생제 치료를 시작하기 전 혈액 및 기타 채집가능한 감염된 동정맥루 혈관 혹은 인조혈관, 주변 조직, 분비물 등에서 배양 및 항생제 감수성 검사를 시행하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

16.6 KDOQI는 투석혈관 감염 발생시 경험적 항생제를 신속하게 시작하고 혈관통로 합병증을 관리하기 위해 지식을 갖춘 외과의사에게 적시에 의뢰하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

16.7 KDOQI는 철저하게 배양검사를 반복하고 감염원의 항생제 감수성 결과에 따라 적절한 항생제로 변경하는 것이 합리적이라고 생각한다. 혈관통로 감염의 범위와 수술적 처치 여부에 따라 항생제 사용 기간을 조절한다. (전문가 의견)

16.8 KDOQI는 투석혈관 감염 시 감염 범위, 원인균, 향후의 혈관통로 계획 등 환자 개인의 상황을 고려하여 외과적 치료법을 결정하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

## 근거 및 배경

동정맥루 및 인조혈관(투석혈관으로 통칭함)은 모두 감염될 수 있다. 동정맥루와 인조혈관 감염의 기전은 서로 다르지만, 감염된 혈관 삽입물을 적절하게 처치하는 것을 기반으로 하여 전신적인 항생제를 사용하고 감염원을 적절하게 관리해야 한다는 처치 원칙은 비슷하다. 투석혈관 감염의 발생률은(특히 동정맥루의 경우) 상대적으로 낮다. 하지만 투석혈관 감염의 결과는

가벼운 봉와직염에서부터 인조혈관 전체를 제거해야 하는 광범위한 감염까지 다양하게 나타날 수 있다. 전신적으로는 국소적인 통증 및 발열에서부터 폐혈증 및 사망까지 다양한 결과를 초래할 수 있다. 이러한 후유증을 방지하기 위해서는 조기에 발견하여 적절하게 치료해야 한다. 투석혈관 감염에 대해 확정적 치료를 선택할 때에는 환자의 말기신부전 생애 계획의 관점에서 미래의 혈관통로를 확보하고 유지하는 것까지 고려하여 선택해야 한다. 지속되거나 반복적인 감염을 예방하고 모니터링하는 것은 매우 중요하다. 지금의 권고사항은 이전 KDOQI 진료지침의 권고사항과 변함이 없다.

## 세부 설명

동정맥루 및 인조혈관 감염은 종종 입원 및 사망률의 증가를 가져올 수 있는 임상적으로 중요한 문제이다.<sup>396,451,452</sup> 인조혈관 감염은, 혈액배양 양성 기준으로 0.31례/1,000일의 발생률로, 최대 1.6-35%의 환자에서 발생하는 것으로 보고되었다.<sup>453,454</sup> 동정맥루 감염의 발생률은 절대적이진 않지만 일반적으로 낮다.<sup>455</sup> 동정맥루 감염의 발생 빈도는 천자 방법에 따라 달라지는데, 버튼홀 천자를 시행할 경우 동정맥루 감염의 위험이 높아진다.<sup>303,312,456</sup> 인조혈관 또한 감염원이 될 수 있다. 동정맥루의 감염합병증 발생률의 중앙값은 0.11례/1,000일이며<sup>457</sup> 혈액배양 양성률의 빈도는 0.11례/1,000일이다.<sup>458</sup>

투석혈관 감염 발생의 원인 기전으로 환자, 투석혈관의 종류, 반복적인 천자 및 혈관 손상, 혈종, 천자 방법(버튼홀 천자), 천자 부위 및 주변 부위의 감염 등의 문제를 포함한 다양한 요인이 작용할 수 있다(부록 4).

상지에서는 피부 상재균인 포도상구균(*S. aureus*)과 표피포도알균(*Staphylococcus epidermidis*) 이 투석혈관 감염 원인의 70-90%를 차지하며,<sup>459-461</sup> 하지에서는 그람 음성 미생물에 의한 투석혈관 감염이 많다.<sup>462</sup> 투석혈관 감염은 진균을 포함한 다양한 미생물에 의해 일어날 수 있으며 여러 미생물이 동시에 감염될 수도 있다.<sup>264,460,463-466</sup> 항생제를 시작하기 전에 혈액 및 감염된 투석혈관(상처, 연조직, 도관의 터널 또는 배액물)에서 배양검사를 시행하는 것이 중요하다.

투석혈관 감염이 있는 환자는 예후를 개선하고 합병증을 방지하기 위해 적시에 감염병을 발견하고 진단하여 치료하는 것이 필요하다. 투석혈관이 감염되면 천자부위의 가벼운 붓와직염에서부터 균혈증/폐혈증까지 다양한 증상 및 징후가 나타날 수 있다.

일반적으로는 신체검사 및 통상적인 검사실 진단검사를 통해 투석혈관 감염을 충분하게 진단할 수 있다. 하지만 추가적인 영상검사 등을 통해 진단을 정확하게 하고 감염부위의 범위를 확인하는데 도움을 받을 수 있다. 특히, 이중 도플러 초음파(Duplex ultrasound) 검사를 통해 개통성, 투석혈관 벽의 이상유무, 동맥류 및 가성동맥류의 존재, 체액 고임(fluid collection)의 유무를 확인할 수 있고 감염병변의 범위를 결정하는데 도움을 받을 수 있다.<sup>264,467</sup> 초음파검사 만으로는 투석혈관 주위에 고여 있는 체액의 종류(혈종, 장액종, 농양 등)를 감별할 수 없으며, 이를 위해서는 추가적인 임상 소견이 필요하다. 이러한 검사들이 반드시 필요하거나 항상 사용 가능하지는 않지만, CT, PET, 인듐(indium) 스캔, 테크네슘(technetium) 스캔 등의 다른 영상검사를 사용할 수도 있다.<sup>264,454,467,468</sup> PET 및 핵의학 스캔은 혈전이 생성되어 기능을 하지 못하는 인조혈관에서 발생한 잠복 감염(occult infection)을 배제하는데 도움이 될 수 있다.

## 일반적 치료

투석혈관 감염이 의심되는 경우 항상 혈액배양을 시행해야 한다. 감염된 피부, 연부조직, 투석혈관, 혹은 터널부위(예를 들어, 명백한 농양 혹은 화농성 배액)에서 배양검사를 시행하면 원인 미생물과 감염원을 확인하는데 도움이 될 수 있다. 배양검사는 외과적인 중재술이나 투석혈관 절제 시 시행해야 한다. 항생제 치료는 항생제 감수성 결과에 따라 변경해야 한다. 대부분의 항생제 요법은 장시간 동안의 정맥내 투여를 피하여 투석 중에 투여할 수 있다. 배양검사 결과를 얻으면 가장 적절한 항생제 치료법에 대하여 감염병 전문의에게 협진을 의뢰하는 것이 도움이 될 수 있다. 말초삽입 중심도관(PICC)은 진료지침 전반에 걸쳐서 강조하였듯이(진료지침 6) 만성콩팥병 및 말기콩팥병 환자에서 반드시 사용을 피해야 한다.

투석혈관 감염은 적절한 배양검사를 시행한 후 그람음성 및 그람양성 미생물을 모두 치료할 수 있고(예, 반코마이신, 피페라실린/타조박탐) 감염 병소를 처치할 수 있는(예, 감염원 관리) 광범위 항생제를 사용하여 즉각적으로 치료해야 한다. 비록 감염이 경미할 경우 투석혈관을 사용할 수도 있지만, 이상적으로는 감염된 투석혈관은 사용을 피해야 한다. 감염된 투석혈관 부위를 피하여 투석을 할 수 없다면 투석혈관의 감염이 해결될 때까지 혹은 투석혈관을 구제할 수 없다면 새로운 투석혈관이 마련될 때까지 중심정맥도관을 삽입하여 사용해야 한다.

## 내과적 치료법

국소적으로 제한되어 있는 투석혈관 감염(예, 동정맥루 버튼홀 경로 감염)은 항생제만으로 치료할 수 있

다. 하지만 적절한 치료법은 환자별로 개별화되어야 하며, 경험이 많은 투석혈관 외과의사가 조기에 개입할 수 있는 다학제적 치료 접근법을 요구한다(부록 4 투석혈관 감염). 특히, 일단 인조혈관 물질이 감염되면 감염을 완전하게 치료하는 것이 거의 불가능하기 때문에 인조혈관 감염은 항생제만으로는 거의 치료할 수 없다.

최적의 항생제 치료기간은 환자의 상황과 감염의 범위에 따라 다르다. 예를 들어, 동맥 및 정맥 부위를 포함하는 광범위한 투석혈관 감염은 심내막염의 치료와 유사하게(예, 6주 이상) 장기간 정맥 항생제 치료를 시행해야 한다. 복잡한 케이스의 경우 감염병 전문의의 조언이 필요할 수 있다.

## 외과적 치료법

투석혈관 감염을 수술적인 방법으로 확실하게 치료하기 위해서는 감염병소의 범위, 원인 미생물, 투석혈관의 종류(예, 동정맥루 혹은 인조혈관), 감염의 위치(예, 문합 혹은 비문합 부위), 감염병변의 범위(예, 국소 혹은 광범위), 전신적 징후 유무, 출혈 유무, 앞으로의 투석통로 치료 옵션 등에 대한 개별화된 주의 깊은 고려가 필요하다. 동정맥루 및 인조혈관 감염 모두 피부의 미란과 치명적인 출혈을 일으킬 수 있어서, 시의 적절하고 확정적인 외과적 치료의 중요성이 강조가 된다. 외과적인 치료 방법은 투석혈관을 구제하기 위해 고안된 치료법과 투석혈관을 절제하기 위해 고안된 치료법으로 구분이 된다(부록 4). 국소적인 감염의 경우(감염된 투석혈관의 해부학적 경로를 참조로 하여) 정위치(in situ) 혹은 비해부학적(extra-anatomic) 재건술을 투석혈관 구제 치료법으로 선택할 수 있다. 하지만 반복 감염의 위험과 문합부위의 변형 및 출혈 가

능성을 고려한다면 재건술 이후 면밀한 추적관찰과 감시가 필수적으로 필요하다. 투석혈관 절제 치료법에는 완전 절제법 및 부분 절제 치료법이 있으며, 인조혈관 전체를 침범하는 감염 시에 절제 치료법을 고려할 수 있다(부록 4의 수술적 세부사항 참조).

## 기억해야 할 주요한 외과적 관리 포인트

- 감염부위가 국소적인 경우에는 투석혈관의 구제요법이 가능하다. 다만, 인조혈관의 경우에는 인접한 부위에서 인조혈관과 주변조직이 잘 유착되어 있고 감염의 침범이 없는 경우에만 시도할 수 있다.
- 감염된 부위가 국소적인 경우에는 감염된 부위를 제거하고 감염되지 않은 부위를 통하여 인조혈관을 교체하는 것이 가능할 수 있다.
- 투석혈관의 감염이 광범위한 경우(특히 인조혈관에 서) 동, 정맥 문합부위에 대하여 확실하게 치료하기 위해 인조혈관 전체를 제거하는 것이 필요할 수 있다.

참고: 추가적인 치료법으로 감염병소의 범위와 상태에 따라 정맥 패치(patch) 혈관교정술, 정맥 우회술, 절찰술 등이 가능할 수 있다.

감염을 예방하기 위한 전략으로 다음의 방법을 항상 사용해야 한다. 중심정맥도관의 사용을 피하거나 제한하고, 적절한 경우라면 동정맥루를 최대한 사용하고, 가능하다면 하지에 투석혈관을 조성하는 것을 피하고, 감염 위험이 높은 환자에서 자가(autogenous) 혹은 비자가(non-autogenous) 생물학적 인조혈관을 사용하고, 수술 전후 적절한 예방적 항생제를 사용하고, 투석혈관 조성 시 무균술식을 적용하고, 적절한 천자법(진료지침 11)을 사용하고, 의무적으로 투석혈관을 모

니터링 하면서 감염의 증거가 확인되면 조기에 치료하는 등의 방법을 감염 예방 전략으로 사용할 수 있다.

버튼홀 천자는 로프래더(rope-ladder) 천자법에 비해 감염 위험이 유의하게 높아 가능하다면 사용을 피해야 한다. 버튼홀 감염은 그람양성균이 원인인 경우가 많으며, 더 독성이 강하며(예, 포도상구균), 종종 심내막염, 화농성 관절염, 척수농양과 같은 심각한 전이성 감염 합병증을 가져올 수 있다. 전이성 감염 합병증이 발생하면 심각한 결과를 방지하기 위해 감염병 전문의에게 협진하여 신속하게 치료해야 한다.

## 특별 토의

위의 내용은 모든 투석혈관에 해당되는 내용이지만, 하지의 투석혈관의 경우 감염 합병증(그람음성 미생물일 가능성이 높음)을 포함하여 합병증 발생률이 높아

매우 주의가 필요하다.<sup>8,462,469,470</sup>

투석혈관 조성 초기(1개월 이내) 연부조직 감염은 일반적으로 수술 시의 외과적 손상 혹은 무균시술법 적용 실패와 관련되어 있다. 이것은 전신적인 항생제 사용으로 치료할 수 있지만 장기간 모니터링이 필요하다.

현재의 권고사항은 이전 KDOQI 진료지침을 기반으로 만들어졌지만, 근거분석팀은 추출 기준에 맞는 투석혈관 감염 치료에 관한 논문이나 연구를 찾지 못하였다. 이전의 진료지침에서는 동정맥루 및 인조혈관 사용시 일생 동안의 감염병 발생률을 각각 1%와 10% 미만으로 관리하는 것을 결과 지표로 제시하였다. 하지만 지금의 진료지침에서는(특히 1,000 도관-일 당 감염 발생률 혹은 사용당 감염 발생 비율 등과 같은 최근의 평가 기준을 사용한) 적절한 증거가 부족하여 이와 유사한 평가 기준을 제시하지 못하였다.

## 투석혈관 동맥류

진료지침 권고내용에 대한 근거 기준을 이해하기 위하여 Box 1을 참조하십시오.

참고: 권고내용에 “KDOQI에서 권고사항을 만들 근거가 부족하였다”라고 기술되어 있는 것은, 근거분석팀(ERT)에 의해 수집된 근거의 수준이 매우 낮거나, 낮거나 혹은 부적절하여 작업그룹(Work Group)에서 어떠한 권고나 제안 혹은 기타의 근거 기반 지침을 만들 수 없었다는 것을 의미한다.

### 권고내용: 투석혈관 동맥류

#### 확인 및 진단

17.1 KDOQI는 매 투석 마다 혈액투석 간호사, 신장 내과 의사, 혈관통로 코디네이터를 포함하여 지식을 갖춘 모든 의료진이 투석혈관의 동맥류/가성동맥류에 대해 확인하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

17.2 KDOQI는 투석혈관의 동맥류/가성동맥류가 합병증의 위험이 있는 임상적 소견을 보일 때 동맥류 파열에 대한 응급처치법에 대하여 미리 환자를 교육하고 선제적인 외과적 평가를 시행하는 것이

합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

참고: 동맥류나 가성동맥류가 합병증 위험이 있다고 판단하는 기준은 관련된 증상이 있거나 피부의 손상이 동반되었을 때이다.

17.3 KDOQI는 피부의 미란 혹은 출혈과 같은 투석혈관 동맥류/가성동맥류 합병증 발생시 즉각적인 외과적 평가를 시행하고 치료법을 마련하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

17.4 KDOQI는 투석혈관 동맥류/가성동맥류를 시사하는 신체검진소견을 확증하고 크기, 협착 및 혈전증 유무, 투석 혈관에 대한 영향(혈류량, 동맥혈 유입 및 정맥유출의 상태) 등에 대한 정보를 얻기 위하여 이중 도플러 초음파(duplex ultrasound) 검사를 활용하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

#### 치료

17.5 KDOQI는 증상이 없는 경우 동맥류/가성동맥류 자체는 확정적 치료의 적응증에 해당되지 않는다고 판단하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

17.6 KDOQI는 천자를 할 수 있는 다른 부위가 존

재한다면 동맥류/가성동맥류를 포함하는 부위는 천자하지 않는 것이 합리적이라고 생각한다. 드물게 천자가 가능한 다른 부위가 존재하지 않는 경우에는 동맥류/가성동맥류의 정상부(top)를 피하고, 측면(side) 또는 기저부(base)를 천자해야 한다. (전문가 의견)

17.7 KDOQI는 증상이 있는 동맥류/가성동맥류에 대해 확정적 치료를 시행하기 전 혹은 시행하는 동안 교정이 필요한 협착 병변 혹은 혈류량 평가를 위하여 동맥유입 및 정맥유출에 대한 적절한 영상 검사를 얻는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

17.8 KDOQI는 증상이 있거나, 크기가 크거나, 또는 빠르게 팽창하는 동맥류/가성동맥류에 대해서는 수술적 치료를 우선 고려하는 것이 합리적이라고 생각한다(하단의 “확정적 치료” 참조). (전문가 의견)

17.9 KDOQI는 문합부위의 동맥류/가성동맥류는 일반적으로 확정적인 수술적 치료가 필요하다고 간주하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

### 확정적 치료(Treatment-Definitive)

17.10 KDOQI는 수술적 치료가 동맥류/가성동맥류의 확정적 치료법으로 간주되어야 하며, 각 지역별 전문지식(local expertise)을 기반으로 개별적인 치료전략을 수립하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

참고: 수술 전후에 중심정맥도관 사용을 피하기 위

해 복수의 동맥류에 대해 단계적인 교정술을 계획하는 것이 치료전략에 포함될 수 있다.

17.11 KDOQI는 감염 위험과 관련하여 수술이 금기이거나 수술적 치료를 선택할 수 없는 특별한 상황에서만 스텐트-그라프트(stent-graft)를 동맥류/가성동맥류 수술에 대한 대체방법으로 사용하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

17.12 KDOQI는 동맥류/가성동맥류를 치료하기 위해 스텐트-그라프트를 사용하는 경우에는 가능한 스텐트-그라프트 부위의 천자를 피하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

참고: 동맥류/가성동맥류를 치료하기 위해 스텐트-그라프트를 사용하는 것은 FDA 승인을 받지 못한 치료방법임.

### 예방

17.13 KDOQI는 동맥류/가성동맥류의 발생을 줄이기 위해 적절한 천자방법을 적용하는 것이 합리적이라고 생각한다(진료지침 11장 참조). (전문가 의견)

### 근거 및 배경

투석혈관 조성으로 인한 혈역학적 변화는 혈관확장 및 투석혈관 크기의 증가로 이어진다. 이러한 투석혈관의 변화는 정맥 또는 인조혈관에 대한 반복적인 천자 및 손상에 의해 악화될 가능성이 있으며, 유출로 협착증으로 인하여 혈관내 압력이 증가하면 가성동맥류

또는 동맥류를 유발할 수 있다. 임상적으로 발생률은 5%에서 60%로 보고되고 있다.<sup>471,472</sup> Al-Jaishi 등은 환자 1,000명-일 당(per 1,000 patient days) 0.04의 발생률을 보고했다.<sup>457</sup> 투석혈관의 동맥류/가성동맥류의 발생률과 자연경과는 일부 부정확한 정의로 인해 다소 불명확하다. 동맥류/가성동맥류는 출혈을 동반한 피부 미란, 투석혈관 기능장애, 통증 및 천자의 어려움으로 이어질 수 있다. 피부 미란/궤양 및 출혈이 동반되어 실제적으로 치명적인 외과적 응급상황의 위험이 있는 증상을 동반한 모든 동맥류/가성동맥류는 즉각적으로 평가하고 치료할 필요가 있다. 동맥류 부위에는 천자를 피해야 하지만, 동정맥루의 동맥류 크기 자체만으로는 수술적 치료의 기준이 되지 않는다. 최적의 치료법은 지역적 전문성 범주 안에서 환자의 투석혈관 및 말기콩팥병 생애 계획(ESKD Life-Plan)에 따라 개별적으로 수립되어야 한다. 스텐트-그라프트를 사용하는 혈관내 치료방법은 응급상황에서 임시방편이 될 수 있지만, 일반적인 치료법으로 추천되지는 않는다. 이번에 개정된 지침의 권고 내용은 이전 2006년 KDOQI 진료지침에서 변함이 없다.

## 세부 설명

동정맥루가 만들어지면 동맥과 정맥의 혈역학적인 변화가 발생하여 혈관의 직경, 혈류 속도, 혈류량이 증가하게 된다. 이러한 생리학적인 변화는 동정맥루가 성숙함에 따라 필수적으로 일어나지만, 만일 유출 정맥이 지속적으로 늘어나 동맥류성 변화를 일으키면 병리적으로 문제가 될 수 있다. 혈관내 압력을 증가시키는 유출로 협착의 존재,<sup>473</sup> 반복적인 천자, 유전적 소인 등이 동맥류 형성에 기여한다. 동맥류는 혈관의 3개 층

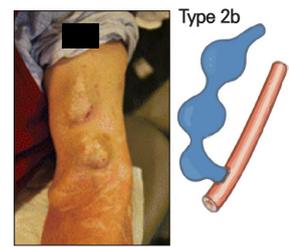
이 모두 늘어난 상태로 정의하지만, 가성동맥류는 혈관 밖으로 혈류가 통하는 손상(예, 천자로 인한 구멍 등)이 혈관 혹은 인조혈관에 발생하여 혈관벽 없이 주변의 연부조직으로 둘러싸인 공간 내에 혈액이 차있는 상태를 의미한다(그림 17.1 참조). 일반적으로 동맥에서의 동맥류는 정상 또는 예상 직경보다 1.5배 이상 큰 경우로 정의한다(예, 정상적인 신장하 복부대동맥 직경 2 cm; 대동맥의 동맥류 직경 3 cm). 동맥에서의 동맥류 정의를 엄격하게 적용하면 사실상 성숙된 동정맥루도 “동맥류”로 간주될 수 있으므로, 동정맥루에서는 동맥류의 정의가 다소 혼란스러운 측면이 있다. Balaz와 Bjorck<sup>471</sup>는 직경 18 mm 이상으로 3개의 모든 혈관층이 늘어나거나 혹은 성숙된 동정맥루의 유출정맥 직경보다 대략 3배 이상 커지는 것으로 동정맥루의 동맥류를 정의하여 명확한 기준을 세우고자 하였지만, 다르게 구별하는 분류 체계도 존재한다.<sup>474</sup> 동맥류는 유입 동맥을 포함하여 투석혈관회로 어디에서나 발생할 수 있지만,<sup>475</sup> 일반적으로는 유출 정맥에서 발생한다. 실제로, 유출 정맥에서의 동맥류 분포와 범위가 동맥류 분류 체계의 한 부분으로 사용되었다.<sup>474</sup>

가성동맥류는 일반적으로 동일한 위치의 반복 천자로 발생한 혈관벽 결함으로 인해 발생하며 수술 중에 관찰해보면 ‘스위스 치즈’ 모양처럼(역주. 치즈에 뚫린 구멍과 같이 혈관벽에 다수의 구멍이 보이는 상태) 보인다. 가성동맥류는 동정맥루에서도 발생할 수 있지만, 인조혈관에서 더 흔하게 나타난다. 동맥류의 정의를 고려하면, 동맥류는 모든 3개의 혈관벽 층이 늘어나야 하는 것이므로, 인조혈관 이식편 부위에서 동맥류가 발생하기는 어렵다. 가성동맥류는 동정맥루 또는 인조혈관의 문합 부위에서도 발생할 수 있는데, 이 경우에는 발생의 기전이 천자부위의 일반적인 가성동맥류와 다소 다르며, 수술의 기술적 결함이나 감염과 같

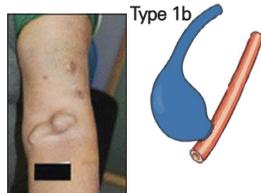
**유형 1a:** 정맥은 전장에 걸친 것은 아니지만 대부분 동맥 문합에서부터 거의 균일하게 확장된다. 외관은 호스 파이프와 유사하다.



**유형 2b:** 문합부 이후 동맥류와 국소적 확장이 동시에 있다. 이것은 실질적으로 유형 1b와 유형 2a가 합쳐진 것이다.



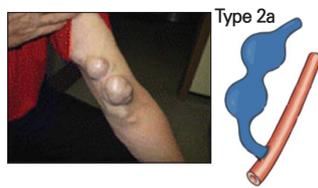
**유형 1b:** 정맥의 근위부가 확장된다. 이것은 거의 동맥 문합 5cm 이내에서 관찰된다.



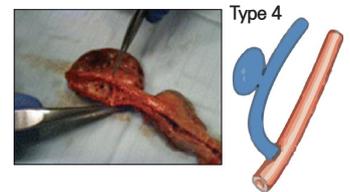
**유형 3:** 이들은 위의 그룹에 맞지 않고 서로 유사하지 않은 동정맥류 동맥류(AVF aneurysm)를 나타낸다. 전형적인 모양은 없다.



**유형 2a:** 정맥에서 적어도 한 군데에서 국소적 확장이 있으나, 흔히 두 군데 이상이다. 이것은 고전적인 낙타 혹 모양이다. 이러한 확장은 투석 시 천자부위와 관련이 있는 것으로 보인다. 이 국소 동맥류 사이에서 정맥은 정상 직경으로 회복되나, 어떤 경우에는 협착이 되기도 한다.



**유형 4:** 실제 국소적인 동맥류로 보이지만, 투석혈관초음파에서는 가성동맥류로 확인된다. 이 사진은 수술 표본이다.



**그림 17.1.** 투석혈관 동맥류의 형태에 따른 Valentini 분류. SAGE 출판사의 동의를 받고 Valenti 등에 의해 제공됨<sup>566</sup>, Inc; original image © 2014 Valenti et al.

은 요인이 연관될 수 있다.

대부분의 투석혈관 동맥류/가성동맥류는 보통 증상이 없지만, 다양한 합병증과 연관될 수 있으며 투석혈관의 기능장애를 유발할 수도 있다. 가장 걱정스러운 합병증으로는 동맥류/가성동맥류로 인하여 상부의 피부가 얇아지고, 이로 인해 피부 미란이 발생하여 생명을 위협할 수 있는 출혈이 발생하는 것이다. Jose 등<sup>476</sup>은 투석혈관의 치명적인 출혈 합병증(동맥류/가성동맥류 및 기타 모든 원인 포함)이 1,000명-년(patient years)마다 1회 발생하며, 투석실 당 10년에 1회가량 발생할 수 있다고 발표하였다.<sup>471</sup> 동맥류/가성동맥류는 종종 투석혈관 기능에 문제를 일으키는 증상의 혈전을 갖고 있으며, 이로 인해 천자가능부위가 제한될 수 있다. 동

맥류/가성동맥류는 고박출성 심부전 및 통증과 관련될 수 있으며, 미용상 보기에 좋지 않게 되기도 한다.

투석혈관 동맥류/가성동맥류의 진단은 신체 검사에 의해 이루어지며 이중 도플러 초음파(duplex ultrasound)가 도움이 된다. 초음파를 사용하여 투석혈관 주변부에 고여있는 체액, 혈관내 혈전, 또는 유입/유출로의 협착을 발견하거나, 동맥류/가성동맥류의 직경과 투석혈관의 혈류량을 측정할 수 있다. 동맥류/가성동맥류에 증상이 동반되어 있는지 또는 궤양이나 파열의 위험이 있는지 판별하는 것은 매우 중요하다. 따라서, 동맥류/가성동맥류가 커지고 발달하는지를 정기적이고 객관적으로 측정하는 것이 중요하며, 만일 문제가 될 수 있는 증상이나 징후가 발생한다면 보다

표 17.1. 동맥류/가성동맥류에서 긴급 시술의 필요성을 구분하기 위한 신체검사 소견

신체검진소견	비긴급: 면밀한 모니터링이 필요한 동맥류/가성동맥류	긴급: 조속한 주의가 필요한 동맥류/가성동맥류
크기	커지지 않음	커짐
피부	쉽게 손가락으로 집을 수 있음(탄력이 있고, 유연한 피부)	얇고, 반짝이고, 색이 열어짐
피부 미란	없음	궤양, 딱지
팔 거상 시 징후	허탈	허탈이 되지 않음
천자부위 출혈	흔하지 않음	종종 지속되는 출혈

자주 시행하는 것이 필요하다(표 17.1). 투석혈관 혈류 장애, 혈전, 미용상 나쁜 외관, 통증, 또는 천자의 어려움 등 동맥류/가성동맥류와 관련된 증상 및 징후에 대해서는 진료지침의 해당 파트에서 언급되어 있다.

증상이 있는 모든 투석혈관 동맥류/가성동맥류는 적절하게 평가 및 처치되어야 한다. 동맥류/가성동맥류 바로 위의 피부에 손상 혹은 궤양이 발생한 환자는 심각한 출혈을 예방하기 위해 긴급하게 치료해야 한다. 동맥류/가성동맥류와 관련하여 투석혈관 혈류의 기능 장애, 혈전, 천자부위의 제한 등의 문제가 있는 환자는 효과적인 투석치료가 가능한 투석혈관을 유지하기 위해서 치료가 필요하다. 고박출성 심부전 환자는 투석혈관이 심장에 주는 악영향을 반전시킬 수 있는 치료를 받을 필요가 있다. 동맥류/가성동맥류로 인한 통증 및 미용적 문제가 있는 환자는 투석혈관을 잃을 수도 있는 위험까지도 고려하여 치료계획을 환자마다 개별화해야 한다. 그러나 증상이나 피부손상을 동반하지 않은 동맥류/가성동맥류에서는 크기만으로 치료를 결정하지는 않는다.<sup>471,472</sup> 일반적으로 투석혈관의 동맥류/가성동맥류는 동맥에서의 동맥류처럼 자발적으로 파열되지는 않지만, 투석혈관 동맥류/가성동맥류가 빠르게 커지면 더욱 면밀하게 자주 추적관찰을 하고 치료의 기준을 낮추어 설정할 필요가 있다. 증상이 동반되

지 않았더라도 크기가 큰 인조혈관 가성동맥류의 경우에는 인조혈관벽에 큰 구멍이 있고, 혈관벽 없이 주변의 조직에 의해서 둘러싸여 있어 주의 깊은 모니터링과 적극적인 치료가 필요할 수 있다. Lazarides 등<sup>477</sup>은 인조혈관 가성동맥류가 12 mm인 경우에는 전형적인 6 mm 인조혈관 이식편 직경의 2배이므로 교정술을 시행할 것을 제안했다. 문합부위에 발생한 모든 동맥류/가성동맥류는 병인과 자연 경과가 유출정맥 혹은 인조혈관 천자부위에 발생하는 일반적인 경우와 다를 수 있으므로, 적극적으로 평가하고 교정술을 고려해야 한다(진료지침 16장 참조).

증상이 있는 동맥류/가성동맥류 환자의 치료 목표는 유발 요인(예, 높은 유입 혈류량 또는 정맥 유출부 협착)을 치료하고, 관련된 투석혈관 부위를 교정하여 급성 합병증을 방지하며, 투석혈관의 기능을 유지하고, 추가적인 합병증을 예방하고, 중심정맥도관의 사용을 피하는 것이다. 안타깝게도 치료의 결정을 도와주는 참조할 수 있는 근거들이 아직 부족하며, 무작위 대조 연구 결과는 아직 없다. 외과적 수술치료가 아직까지 표준 치료법이며 대부분의 경우 투석혈관을 구제하는 것이 가능하다. 수술 후 1년 개통률은 52-100%에 이른다.<sup>471,472,477-479</sup>

최적의 치료법과 치료시기는 동맥류/가성동맥류의

범위(즉, 국소적인지 혹은 광범위한지), 침범된 조직의 상태, 감염소견의 유무 등에 따라 결정된다. 동맥류 봉합술(aneurysmorrhaphy)이나 자가 혹은 이식편 도관(conduit)을 원래 위치나 다른 해부학적 위치에 피하터널을 통해 삽입하는 등의 이식편 치환술(graft interposition)을 대안적인 치료법으로 사용할 수 있다(Wang and Wang<sup>479</sup>). 특정한 경우(예를 들어, 2개의 부위가 침범된 경우), 단계적인 수술을 시행함으로써 기존의 투석혈관을 계속 사용하면서 중심정맥도관의 사용은 피할 수도 있다. 적절한 직경의 튜브를 중심축으로 활용(catheter mandrel)하여 직경을 감소시키는 방법,<sup>480</sup> 혈관내 스테이프,<sup>481</sup> 또는 메쉬 랩(mesh wrap)을 이용한 강화요법<sup>482</sup> 등 다양하고 창의적인 동맥류봉합술(aneurysmorrhaphy)이 소개되고 있다. 침범된 부위의 혈관벽이 심하게 상해 있거나 석회화되어 있는 경우에는 동맥류봉합술이 불가능할 수 있으며, 감염된 부위에는 원래 위치에 인조혈관 이식편을 치환(interposition)하는 것은 금기이다. 특정 상황에서는 투석혈관 구제요법(salvage)을 시행하지 않고 투석혈관을 결찰할 수 있는데, 혈전정맥염이나 미용적 문제가 생길 수 있기 때문에 대체로 동맥류/가성동맥류의 적출이 필요하다.<sup>472</sup> 동맥류/가성동맥류가 있는 경우에는 동맥 유입 및 정맥 유출부위에도 연관 병변이 자주 동반되므로 유입동맥과 유출정맥을 포함하여 전체적으로 투석혈관을 평가하고 동반 병변에 대해 교정하는 것이 필수적이다.<sup>452,471</sup> 동반된 투석혈관 기능장애는 동맥류/가성동맥류 자체보다는 과도한 혈류나 유출부위 협착과 관련되어 있을 가능성이 있다.

스텐트-그라프트(covered stents)를 이용하여 투석혈관의 동맥류/가성동맥류를 치료했던 보고들이 있다.<sup>478,483,484</sup> 이러한 혈관내 치료법(endovascular approach)은 최소 침습적이며, 향후의 확정적 치료법

을 막지 않으면서 급성 출혈 혹은 궤양 병변에 대한 일시적 조치로서 중요한 역할을 할 수 있다. 혈관내 스텐트 사용의 잠재적인 단점은 유입/유출 부위 사이의 직경 크기 불일치 가능성, 감염된 부위에 스텐트를 삽입할 가능성(예, 궤양 혹은 출혈부위에 응급으로 삽입 시), 천자 부위를 잃을 가능성(스텐트 자체의 영향 혹은 흡수되지 않는 만성적인 혈전증 및 이로 인한 감염 가능성), 그리고 동맥류/가성동맥류 내에서 완전하게 결합되지 못하게 될 가능성 등이 있다. 부가적으로, 스텐트-그라프트는 반복적인 천자를 위해 설계되지 않았으며, 투석혈관 구제(salvage) 목적으로는 FDA의 승인을 받지 못하였다. Zink 등<sup>484</sup>은 동맥류/가성동맥류를 포함하는 투석혈관을 구제하기 위해 스텐트-그라프트를 사용하는 경우 합병증(위치 이탈, 부러짐, 침식, 파열 등)의 발생률이 29%라고 보고했다.

대부분의 무증상 동맥류/가성동맥류에 대한 적절한 치료는 기대 요법(expectant management) 혹은 중재적 처치를 하지 않는 것이다. 동맥류/가성동맥류가 있는 부위는 천자를 피하고, **진료지침(11장)**에 요약된 것처럼 천자방법을 최적화해야 한다. 실제로, 동맥류/가성동맥류 형성을 예방하기 위하여 최적의 천자기술을 적용하는 것이 중요하다. 다른 부위에 천자하는 것이 불가능한 경우에는 피부와 피하조직이 온전한 동맥류/가성동맥류의 측면부위(기저부)를 천자해야 한다(**그림 17.2**).<sup>485</sup> 출혈 및 파열의 위험이 있는 동맥류를 가진 환자에게 투석혈관 유입 혈류를 눌러서 막거나 팔을 심장보다 높게 들어서 출혈을 억제하고 119에 도움을 요청하는 것과 같은 응급 대처법에 대하여 교육하는 것이 중요하다.<sup>486</sup> 일상적으로 매 투석치료 시 신체검진을 통해 투석혈관을 모니터링 해야 하지만, 감시(surveillance) 혹은 연속적인 영상검사를 어떻게 시행할지에 대한 진료지침은 마련되어 있지 않다.

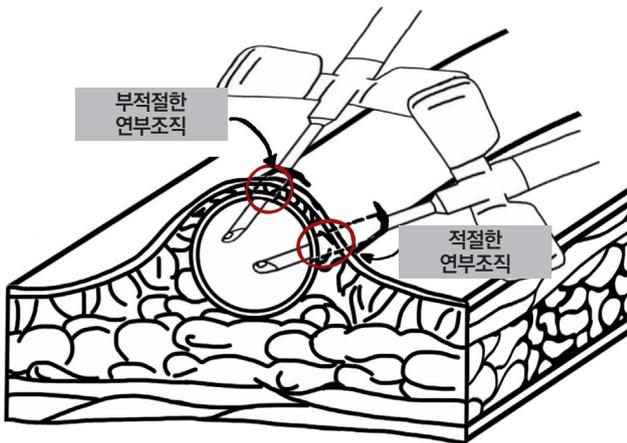


그림 17.2. 측면 접근을 사용한 긴 트랙 생성<sup>667</sup>

문합부위에 발생한 동맥류/가성동맥류의 확정적인 치료방법은 발병 원인에 따라 결정된다. 수술시행 후 초기에 기술적인 원인(부적절한 봉합, 봉합사 절단 등)으로 문합부 손상이 발생한 경우 문합부위를 다시 수술하여 교정해야 한다.

감염과 관련된 동맥류/가성동맥류는(대표적으로 인조혈관에서) 감염된 모든 이물질을 제거하고 동맥 복원을 해주거나 진료지침(진료지침 16장)에서 요약한 것과 같이 혈관을 재개통해 주어야 한다.

## 특별 토의

투석혈관 동맥류/가성동맥류로 인한 피부의 미란이나 출혈은 빨리 발견하여 치료를 해야 하는 외과적 응급 상황이다. 대개의 경우 출혈부위를 직접 압박하거나 문합부위를 눌러 혈류유입을 막고 주변의 연부조직과 함께 봉합하여 출혈을 제어할 수 있다. 투석혈관 유출로(출혈병소보다 중추측)의 압박은 혈관내 압력을 증가시켜서 출혈을 증가시킬 수 있기 때문에 피해야 한다. 일시적인 조치로 지혈에 성공하더라도 확정적인

치료를 위해 지체 없이 수술실로 환자를 이송해야 한다.

투석혈관 동맥류/가성동맥류는 투석혈관 혈전증 발생에 기여할 수 있으며, 이들의 존재는 혈전제거를 어렵게 만들 수 있다. 혈전증이 발생한 동맥류/가성동맥류에 대한 치료전략은 만성적인 혈관 내 혈전에 대한 처치와 혈전증의 원인에 대한 치료를 동시에 고려하여 수립해야 한다. 동맥류/가성동맥류가 있는 경우에는, 특히 동정맥류의 혈전증에서, 그렇지 않은 경우에 비해 혈전증에 대한 치료성적이 좋지 않다. Cull 등<sup>444</sup>은 동맥 문합부위를 절개하여 동맥문합부위의 견고한 혈전(arterial plug)을 제거한 후 동정맥류 내 혈전을 손으로 짜내어서 혈관 밖으로 완전히 제거하는 유용한 방법을 소개하였다.

앞서 다룬 내용들은 동정맥류 및 인조혈관 양쪽 모두에서 발생한 동맥류/가성동맥류와 관련이 있다. 그러나 동맥류는 동정맥류에서만 발생하고 가성동맥류는 같은 위치에 천자를 반복하여 인조혈관 이식편이 손상되는 것으로 인해서 주로 인조혈관에서 발생하는 문제라는 점을 다시 기억할 필요가 있다. 따라서, 투석혈관의 종류(동정맥류 대 인조혈관)에 따른 자연 경과, 기저 문제의 원인, 말기콩팥병 생애 계획과 같은 요인을 고려하여 치료를 결정해야 한다. 인조혈관 가성동맥류의 치료는 감염의 동반 유무에 따라 부분적으로 좌우되며, 인조혈관 이식편을 원래 위치나 다른 해부학적 위치로 우회하여 피하터널을 통해 치환(interposition)하는 것이 필요하다; 인조혈관 가성동맥류에서 동맥류봉합술(aneurysmorrhaphy)은 적절한 치료 옵션이 아니다.<sup>477</sup>

## 적용 시 고려 사항

투석혈관 동맥류/가성동맥류가 있는 환자, 특히 피부 궤양 또는 출혈이 있는 환자에 대한 적절한 치료를 위하여 조기에 발견하고 확정적으로 치료하는 것이 중요하다. 혈액투석 환자를 돌보는 모든 의료인은 투석혈관 동맥류/가성동맥류와 관련된 전조 증상들을 인지하고 적절한 치료 알고리즘을 시작할 수 있어야 한다. 투석치료를 주 3회 시행하는 것을 고려하면, 투석혈관에서 궤양이나 출혈이 발생하였다면 이것은 적절하게 진료를 하지 못한 것으로 간주될 수 있다. 치료 알고리즘의 복잡성을 고려할 때, 투석혈관과 관련된 투석 간호사, 신장내과 의사, 중재시술 의사 및 외과 의사 등을 포함한 다학제적 팀의 맥락에서 치료가 제공되어야 한다.

## 모니터링 및 평가

### 평가, 식별 및 문서화

모든 투석 의료진은 투석혈관 동맥류/가성동맥류의 형성을 평가, 인식 및 진단할 수 있어야 한다. 동맥류/가성동맥류의 크기는 최소한 2차원적으로 측정되어야

하며, 초음파 영상으로 측정하는 것이 선호되고, 상부의 피부 변화에 대한 기술과 함께 최소한 매 분기마다 의무기록으로 기록해야 한다. 기술한 바와 같이 투석혈관은 매 투석 시 정기적으로 평가되어야 하지만 감시 및 연속적인 영상검사에 대해 발표된 권고내용이 없다는 점을 고려하여 작업그룹(Work Group)의 합의를 통해 이러한 빈도가 결정되었다. 크기가 증가하거나 우려되는 증상 및 징후(표 17.1)를 동반하는 동맥류/가성동맥류는, 외과적 치료의 결정 기준을 낮추고 보다 면밀하게 모니터링 하는 것이 진료지침의 원칙이 되어야 한다.

환자는 투석혈관에 대한 적절한 평가 및 모니터링에 대해 교육을 받아야 하며, 응급 치료에 대한 교육과 확정적인 치료를 위한 적절한 연락처 정보를 제공받아야 한다.

## 앞으로의 연구

- 투석혈관 동맥류/가성동맥류에 대한 정의 및 분류 체계를 검증
- 투석혈관 동맥류/가성동맥류의 자연 경과를 정의
- 투석혈관 동맥류/가성동맥류에 대한 최적의 치료 전략 정의

## 투석혈관 스틸

진료지침 권고내용에 대한 근거 기준을 이해하기 위하여 Box 1을 참조하십시오.

참고: 권고내용에 “KDOQI에서 권고사항을 만들 근거가 부족하였다”라고 기술되어 있는 것은, 근거분석팀(ERT)에 의해 수집된 근거의 수준이 매우 낮거나, 낮거나 혹은 부적절하여 작업그룹(Work Group)에서 어떠한 권고나 제안 혹은 기타의 근거 기반 지침을 만들 수 없었다는 것을 의미한다.

### 권고내용: 투석혈관 스틸

18.1 KDOQI는 투석혈관 스틸의 발생위험과 관련 합병증을 줄이기 위해 투석혈관 조성 이전에 스틸을 예방하고 치료하기 위한 전략을 세우는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

18.2 KDOQI는 투석혈관 조성 이후에 스틸과 관련된 징후나 증상에 대하여 면밀하게 확인을 해야 하며 다음과 같은 개별 상황을 고려하여 적절하게 처치되어야 함이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

- 경증에서 중등증의 징후나 증상이 있는 경우 허혈의 진행이나 징후 및 증상의 악화 유무에 대한 면밀한 모니터링이 필요하다.

- 중등도에서 중증의 징후나 증상이 있는 경우 장기적인 장애를 예방하고 혈액학적 변화를 교정하기 위한 즉각적인 치료가 자주 필요하다.

18.3 KDOQI는 투석혈관 스틸에 합당한 징후 및 증상이 있는 경우 환자를 투석혈관 합병증에 대한 진단 및 치료에 경험이 많은 외과의사나 중재시술의 사에게 즉각적으로 의뢰하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

18.4 KDOQI는 투석혈관 스틸의 치료법에 대해 환자의 임상적 상황, 지역적 전문성과 의료자원 등에 기반하여 최적의 방법을 결정하는 것이 합리적이라고 생각한다.

### 근거 및 배경

투석혈관의 조성은 문합부위보다 원위부의 사지에서 혈액관류를 저해할 수 있고 급성 또는 만성 허혈 증상을 초래할 수 있으며, 이를 ‘스틸 증후군’(steal syndrome)이라 한다. 스틸 증후군은 주로 상완동맥(brachial artery)에 동맥문합을 만드는 투석혈관에서 흔히 발생하지만, 요골동맥이나 하지 혈관을 이용하여 투석혈관을 조성하는 경우에도 발생할 수 있다. 스틸 증후군은 투석혈관 조성 직후에 발생하거나, 또는 수

년 후에 투석혈관 혈류가 증가하면서 혹은 유입동맥이나 원위 동맥에 동맥질환이 발생하면서 초래되기도 한다. 따라서, 투석혈관 조성 전후로 스틸 증후군의 발병률을 줄이기 위한 전략을 고려하는 것이 중요하다(표 18.1).

‘스틸 증후군’의 임상증상은 경미한 감각저하에서 심한 운동신경 손상, 그리고 피부 궤양에서 절단을 필요로 하는 괴저(gangrene)에 이르기까지 다양할 수 있다. 수술 전에 여러 임상적 예측 인자를 통해 스틸 증후군의 고위험군을 식별하여 증상을 완화시키는 치료 전략을 시도할 수 있다(표 18.2). 혈액학적 변화를 확인하는 비 침습적 검사로 임상소견을 확인할 수 있지만, 스틸 증후군은 대체로 임상적으로 진단을 내리기 때문에 관련된 임상 징후와 증상(표 18.3)에 익숙해야 한다. 스틸 증후군의 자연경과는 잘 알려져 있지 않으나, 중등도에서 중증의 증상인 경우 확정적 치료 없이 호전되기 어렵다. 임상적인 상황에 따른 최적의 치료

**표 18.1.** 투석혈관 스틸의 발생을 줄이기 위한 전략

유입부 협착의 교정과 관련하여 동맥 유입의 영상학적 평가
유입부 협착의 교정 혹은 반대쪽 사지 사용
상완동맥을 이용한 수술은 피함
큰 문합부 연결을 피함

**표 18.2.** 투석혈관 스틸의 임상적 예측 인자

고령
여성
당뇨병
말초혈관질환
큰 유출 혈관
다수의 영구적인 혈관통로 수술 병력
상완동맥 원위부 수술(즉, 전완 부위 근처)
이전 투석혈관 스틸의 병력

를 선택하기 위하여 혈액학적 변화를 교정하고 증상을 회복시킬 수 있는 치료 방법들(표 18.4)을 상보적으로 고려할 수 있어야 한다. 증상을 회복시키고 투석혈관을 구제하면서 장기적인 합병증을 피하기 위해서는 시의 적절한 인지와 교정이 필수적이다. 투석혈관 스틸을 조기에 식별하고 투석혈관 스틸의 처치에 대하여 경험이 많은 외과의사에게 조기에 의뢰하는 것은 이전 KDOQI 진료지침<sup>13</sup>에서도 중요하게 다루어진 바 있다.

## 특별 토의

위에서 언급한 바와 같이, 투석혈관 스틸은 상완동

**표 18.3.** 스틸의 징후 및 증상

등급	심한 정도	임상 양상	치료
0	없음		없음
1	경도	약간의 증상이 동반된 말단부 냉증	없음
2	중등도	투석 중 간간히 증상 발생, 파행	간혹 중재술 필요
3	중증	휴식 시 허혈성 통증, 조직 손실	반드시 중재술 필요

투석혈관 스틸에 대해 Society for Vascular Surgery Reporting Standards에 기초<sup>487</sup>

**표 18.4.** 투석혈관 스틸에 대한 치료

결찰(만약 증상이 심하고, 사지 소실의 위험성이 있거나 다른 치료 방법이 없을 경우)
동맥 유입 협착의 교정
혈류 흐름 제한 혹은 밴딩(banding)
동맥 유입부의 근위화
RUDI 술식(Revision using distal inflow)
DRIL 술식(Distal revascularization and interval ligation)

맥(brachial artery)을 이용한 투석혈관보다 요골동맥(radial artery)을 이용한 투석혈관에서 발생 빈도가 낮다.<sup>488,489</sup> 요골 및 척골동맥(ulnar artery)을 통해서 손에 이중으로 혈액공급이 되는 것을 고려하면, 투석혈관 조성 후 혈액학적 변화의 결과가 다를 수 있다. 특히, 동정맥루는 손으로부터 혈액을 빨아들이는 역할을 하게 될 수 있기 때문에, 척골동맥과 수장동맥궁(palmar arch)에서 동정맥루로 혈류가 역류하여 손가락의 혈액순환에 장애를 일으킬 수 있다. 이용 가능한 치료 옵션은 혈액학적 변화의 원인에 따라 결정되는데, 유입동맥의 병변을 교정하거나, 투석혈관의 혈류량을 감소시키거나, 혈류의 역류를 방지하기 위해 원위 요골동맥을 결찰하거나, 또는 투석혈관을 결찰하는 방법 등이 포함된다.<sup>488-491</sup>

투석혈관 조성술 후 허혈증상은 경하거나 중등도인 상태인데도 투석혈관보다 원위부에 심한 감각운동 신경 장애가 발생하는 경우가 있는데, 이것을 허혈성 단지성 신경병증(ischemic monomelic neuropathy)이라고 한다.<sup>492-494</sup> 이것은 넓은 범주에서 투석혈관 스틸로 인한 사지의 허혈이지만, 스틸 증후군과는 다른 별개의 질환군이며, 피부와 근육의 혈액관류는 적절하게 이루어짐에도 불구하고 심한 허혈성 신경병증이 초래되는 질환으로 여겨지고 있다. 당뇨병, 말초혈관질환이 있거나 기존에 말초신경병증이 있었던 환자에서 이러한 상황이 증가되는 것으로 보이지만, 문헌으로 발표된 경험은 다소 제한적이다. 적절한 대처는 즉각적으로 진단하고 치료하는 것이고, 치료방법은 일반적으로 투석혈관을 결찰하고 관찰하는 것이지만, 어떤 치료접근법을 통해서도 감각운동신경 증상이 회복되지 않는 경우도 있다.

## 적용 시 고려사항

투석혈관 스틸 증상의 발생은 손 기능장애의 가능성과 손가락의 허혈 가능성으로 인해 투석혈관 생성과 관련된 가장 우려되는 합병증 중 하나이다. 따라서, 투석혈관을 조성하는 의료진은 수술 전 예측 변수, 진단, 발생을 줄이기 위한 치료전략, 그리고 확정적인 치료를 포함하는 모든 단계의 대처법에 대해 잘 알고 있어야 하며, 완전한 책임을 져야 한다.

## 모니터링 및 평가

투석혈관이 손 기능을 손상시킬 수 있는 가능성을 감안할 때 투석혈관을 관리하는 모든 의료진은 다양한 치료법에 익숙한 외과의에게 시의적절하게 의뢰하는 것을 포함하여, 임상 증상과 적절한 초기 대처법에 대해 잘 알고 있어야 한다. 일상적인 투석혈관 모니터링의 일부로서 투석혈관 스틸의 징후와 증상에 대해 환자를 평가하고, 스틸 증상 및 담당 의료진과 공유할 필요성에 대해 상담해야 한다.

## 앞으로의 연구

- 스틸의 발생으로 이어질 수 있는 병태생리학적 변화를 추가로 정의한다.
- 투석혈관 스틸을 예측할 수 있는 지표를 추가로 정의하고 설정한다.
- 투석혈관 스틸의 발생을 줄이기 위한 전략을 추가로 정의하고 수립한다.
- 투석혈관 스틸과 관련된 경증부터 중등도의 증상들

- 에 대한 자연경과를 추가적으로 정의한다.
- 투석혈관 스틸을 치료하는 최적의 방법을 추가로 정의한다.
- 투석혈관 스틸과 구분되는 질환군으로서 허혈성 단지성 신경병증(ischemic monomelic neuropathy)을 추가로 정의한다.

## 기타 투석혈관 문제

진료지침 권고내용에 대한 근거 기준을 이해하기 위하여 Box 1을 참조하십시오.

참고: 권고내용에 “KDOQI에서 권고사항을 만들 근거가 부족하였다”라고 기술되어 있는 것은, 근거분석팀(ERT)에 의해 수집된 근거의 수준이 매우 낮거나, 낮거나 혹은 부적절하여 작업그룹(Work Group)에서 어떠한 권고나 제안 혹은 기타의 근거 기반 지침을 만들 수 없었다는 것을 의미한다.

### 권고내용: 인조혈관 장액종 관리

19.1 KDOQI는 환자의 개별 상황과 임상 의사의 최선의 판단 및 재량에 따라 인조혈관 장액종 (seroma) 합병증을 주의 깊게 모니터링 하고 처치하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

참고: 시술자/임상 의사의 재량이란 환자의 개별적인 상황과 시술자/임상 의사의 임상 경험 및 전문 지식을 모두 주의 깊게 고려하는 것을 말한다. (즉, 합리적인 역량과 한계)

### 세부 설명

체액 고임(fluid collection) 또는 장액종(seroma)은 수술 후 초기에 인조혈관 주변에서, 특히 문합부 근처에서 자주, 발생할 수 있다.<sup>496</sup> 장액종은 육안적으로 동맥류/가성동맥류와 유사할 수 있다(그림 19.1 참조). 장액종은 인조혈관 이식편 자체를 통한 체액의 삼출을 통해서 발생하거나 주변 림프 통로의 손상으로 일어날 수도 있다. Daria 등<sup>497</sup>의 발표에 따르면 535개의



그림 19.1. 장액종(seroma)

인조혈관에서 장액종의 발병률은 1.7%이었고, 전완 (forearm) 보다 상완의 인조혈관에서 발생률이 높았다. 인조혈관 주위의 장액종 또는 체액의 존재는 초음파로 확인할 수 있다. 조성 초기 장액종의 대부분은 자체적으로 해결되며 어떠한 장애를 가져오지 않고 호전되는 것으로 알려져 있지만 체액 안에 단백질이 풍부하여 감염의 원인으로 작용할 수 있다. 수술 초기 이후에 발생하거나 지속되는 장액종은 인조혈관 제거나 교체가 필요할 수 있으며, 이러한 경우 기존과 다른 재질의 인조혈관을 기존과 다른 부위에 거치하는 것이 선호된다. 다행히도 대부분의 인조혈관은 구제가 가능하며, 장기적으로 양호한 결과를 보인다.<sup>497</sup>

## 권고내용: 고혈류량 투석혈관 관리

19.2 KDOQI는 심각하거나 돌이킬 수 없는 합병증 (예, 고박출성 심부전)을 피하기 위해 환자의 개별 상황과 임상 의사의 최선의 판단 및 재량에 따라 고혈류량 투석혈관을 면밀하게 모니터링하고 예방적으로 처치하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

참고: 시술자/임상 의사의 재량이란 환자의 개별적인 상황과 시술자/임상 의사의 임상 경험 및 전문 지식을 모두 주의 깊게 고려하는 것을 말한다. (즉, 합리적인 역량과 한계)

참고: 면밀한 모니터링이란 정기적인 투석실 회진 시에 신체검사와 병력청취를 시행하고, 6-12개월 혹은 필요에 따라 더 잦은 주기로 투석혈관 혈류량/심박출량(Qa/CO)을 측정하는 것을 의미한다.

## 세부 설명

### 고혈류량 투석혈관

투석혈관을 통한 혈류속도 증가는 고박출성 심부전, 폐동맥고혈압, 중심정맥협착증, 정맥 고혈압, 동정맥류의 동맥류 발생 및 악화, 투석혈관과 관련된 손의 허혈 등 많은 문제를 일으킬 수 있다.

아직까지 고혈류량 투석혈관의 정의에 대해서는 철저히 검증되고 널리 받아들여지는 정확한 기준이 제시되지 못하였지만, 투석혈관 혈류량(Qa)이 분당 1-1.5 L 이상이거나 투석혈관 혈류량이 심박출량의 20% 이상인 경우(Qa/CO>20%)로 기준을 제시한 보고가 있다.<sup>498</sup> 고혈류량 투석혈관은 울혈성 심부전의 증상(예, 호흡곤란 및 신체적 피로)을 악화시키거나, 외상성 동정맥류의 경우처럼 고박출성 심부전을 일으킬 수도 있다.<sup>499</sup> Basile 등<sup>500</sup>은 투석혈관 혈류량(Qa)이 2.0 L/min를 넘는 경우 고박출성 심부전의 발생과 연관되며(민감도 89%, 특이도 100%), 심박출량 대비 투석혈관 혈류량(Qa/CO)이 20% 이상인 경우에는 100%의 민감도와 75%의 특이도로 관련이 있다고 보고하였다. 울혈성 심부전 증상은 심장 질환이 있는 환자들의 경우, 더 낮은 기준의 수치에서도 발생할 수 있다. 심박출량 대비 투석혈관 혈류량(Qa/CO)을 얼마나 자주 측정할지에 대한 기준은 확립되어 있지 않다. 작업그룹(Work Group)은 심기능의 저하와 Qa/CO의 변화를 평가하기 위해 환자의 상황과 지역별 여건에 따라 6-12개월 마다 심초음파 검사를 시행하는 것이 합리적이라고 생각한다. 투석혈관 혈류량은 다양한 ‘유량 감소요법’ 또는 ‘띠감기 요법(banding)’을 이용하여 줄일 수 있다(진료지침 18장 참조).<sup>501-504</sup> 예상할 수 있듯이, 고혈류량 투석혈관을 폐쇄하면 심박출량이 감소하고 체내 산소 공급을 개선시킬 수 있다.<sup>505</sup>

# 중심정맥도관 합병증의 치료와 예방

진료지침 권고내용에 대한 근거 기준을 이해하기 위하여 **Box 1**을 참조하십시오.

참고: 권고내용에 “KDOQI에서 권고사항을 만들 근거가 부족하였다”라고 기술되어 있는 것은, 근거분석팀(ERT)에 의해 수집된 근거의 수준이 매우 낮거나, 낮거나 혹은 부적절하여 작업그룹(Work Group)에서 어떠한 권고나 제안 혹은 기타의 근거 기반 지침을 만들 수 없었다는 것을 의미한다.

## 권고내용: 중심정맥도관 합병증의 모니터링과 감시

20.1 KDOQI는 중심정맥도관 합병증(기능부전, 감염)에 관한 기본 병력청취를 시행하고, 드레싱을 교체할 때 혹은 투석할 때마다 도관, 출구, 터널과 주변부위를 관찰하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

## 근거 및 배경

비록 명백한 연구 결과는 없지만, 중심정맥도관의

기능부전, 감염, 이탈(migration) 등에 대한 병력청취, 이학적 검사, 시진은 혈액투석 환자에게 반드시 필요하다. 예를 들어, 중심정맥도관이 있는 환자에서 균혈증이나 패혈증의 증상과 징후의 병력이 있다면 담당의는 중심정맥도관연관감염에 대한 높은 경계심을 가지게 될 것이다. 중심정맥도관연관감염이 동반된 환자는 혈액투석 시작 15-30분 후에 두통, 구역, 어지러움이 쉽게 발생할 수 있고 구토, 강직 발열 등의 징후가 나타날 수 있다. 이러한 징후와 증상은 도관에 있는 감염된 균막(biofilm)에서 투석 시작으로 유발된 내독소(endotoxin) 분비와 연관되어 있을 수 있다.

중심정맥도관 출구 시진을 통해 감염의 위험 증가와 도관 제거로 이어질 수 있는 중심정맥도관 커프의 노출을 확인할 수 있다. 출구 감염은 중심정맥도관 출구에서 커프까지 중심정맥도관 주변으로 발적, 부종, 압통 그리고 화농성 분비물이 동반되었을 때 진단된다. 터널 감염의 징후는 중심정맥도관 커프에서부터 근위부로 향하는 중심정맥도관 주행경로 주변으로 부종, 발적, 압통 등을 포함한다.

환자의 중심정맥도관이 위치한 부분을 시진함으로써 중심정맥협착이나 폐쇄를 의심할 수 있다. 중심정맥도관이 위치한 동측에 피하 정맥이 팽창되어 있거나 말단 부종이 있으면 중심정맥 문제가 있음을 의심할 수 있다.

## 특별 토의

작업그룹은 다음의 사항에 대해 특별히 토의하였다. (1) 중심정맥도관 감염과 기능부전의 적절한 예방을 위해서 필요로 하는 중심정맥도관을 평가하는 횡수 (2) 중심정맥도관 교체에 반대하는 이전 2006년 KDOQI 진료 지침 내용

## 적용 시 고려사항

- (1) 중심정맥도관 합병증 발생 시 적용할 수 있는 표준화된 설문지
- (2) 투석실 간호사가 중심정맥도관의 감염, 폐색, 협착 등의 이학적 징후를 발견할 수 있는 교육에 대한 내용

- (3) 중심정맥도관의 문제가 발견되었을 때 이에 대한 추후 계획을 수립하고 이행할 수 있는 핵심의료인을 정하는 것

## 모니터링과 감시

중심정맥도관 관련 이상 소견이 의심되거나 발견 시 보다 자주 모니터링과 추적 관찰이 필요함.

## 앞으로의 연구

- 예방목적의 혈관통로 관련 병력청취와 이학적 검사를 시행하고 확인함으로써 얻을 수 있는 경제적 이득
- 중심정맥도관의 장기 내구성을 시험하는 것

# 중심정맥도관 기능부전

진료지침 권고내용에 대한 근거 기준을 이해하기 위하여 **Box 1**을 참조하십시오.

여 일관된 정의가 사용되지 않았다.<sup>506-508</sup>

## 권고내용: 중심정맥도관 기능부전의 정의

21.1 KDOQI는 중심정맥도관 기능부전을 평가하는데 다음의 새로 개정된 정의를 사용하는 것이 합리적이라고 생각한다: 투석시간 연장 없이 적절한 투석 치료를 위하여 필요한 혈류속도에 도달하지 못하는 경우. (전문가 의견)

## 세부 설명

예전 진료지침의 중심정맥도관 기능부전의 정의는 일반적인 투석처방 즉, 하루 3-4시간, 주 3회 혈액 투석을 받는 환자에게 사용하기에 가장 적합한 반면에, 이번에 새로 개정된 진료지침의 중심정맥도관 기능부전은 주 2회나 3회의 기존 혈액 투석(conventional HD)이나, 점차 혈액 투석 횟수를 증가시키는 경우(incremental HD), 혈액 투석 시간을 줄이고 매일 받는 경우(short daily HD), 재택 야간 혈액 투석(nocturnal HD) 등 모두에 적용될 수 있다. 혈액 투석 적절도는 혈류 속도 이외에도 투석 시간, 횟수, 투석 종류, 중심정맥도관의 종류, 한외여과량, 재순환율 정도, 환자의 체중 등 다양한 요인들에 의해 영향을 받는다. 실제로, 중심정맥도관의 동맥 유입구와 정맥 유출구를 바꿔서 연결하는 경우와 같이 유의한 수준의 재순환율이 있는 경우 혈류 속도를 요독 제거의 지표로 사용하는 것은 바람직하지 않다.<sup>509</sup>

## 근거 및 배경

터널식 중심정맥도관은 여러 합병증과 사망률 증가 위험에도 불구하고, 동정맥루나 인조혈관 등의 투석혈관이 여의치 않은 경우 대체 혈관통로로 받아들여지고 있는 것이 현실이다.<sup>67,455</sup> 중심정맥도관의 기능을 유지하는 것은 적절한 투석을 하는데 있어서 필수적인데, 중심정맥도관 기능부전은 투석 적절도를 감소시키고 도관연관혈류감염의 위험도와<sup>506</sup> 사망률도 증가시키게 된다. 현재까지 중심정맥도관 기능부전에 관한 여러 연구가 있었지만 중심정맥도관 기능부전 정의에 대한

2006년 KDOQI 진료 지침에서는 중심정맥도관 기능부전을 혈류 속도 300 mL/min에서 동맥압이 -250 mm Hg 이하, 혹은 투석 시간 연장 없이 충분한 투석 치료 효과를 얻기 위한 혈류 속도에 도달하지 못했을

경우로 정의하였다.<sup>13</sup> 진료지침에 이러한 표준화된 지표나 수치를 도입하는 것은 중요하지만, 해당 권고사항은 전문가 의견에 불과한 것이었고 적절한 투석을 유지하기 위해 혈류 속도 300 mL/min 이상이 필요한 것처럼 해석되어 왔다. 이로 인하여, 혈류 속도 300 mL/min 아래로 떨어지는 경우에 흔히 중심정맥도관의 동맥과 정맥 유출입로를 바꿔서 연결하거나 유전자 재조합 TPA 등의 혈전용해제가 투여되거나 중심정맥도관을 교체하는 일이 발생하게 되었다. 하지만, 중심정맥도관 혈류속도 250, 275, 300 mL/min와 투석적절도 미달과의 유의한 상관관계를 예측할 수 없었고, 특히 70 kg 미만인 환자에서는 그 예측력이 더 감소하였다.<sup>510</sup> 뿐만 아니라, 오랜 시간 투석을 하는 야간 혈액투석(nocturnal HD)이나 주 3회를 초과하여 혈액투석을 받는 경우(frequent HD)에는 투석의 적절도가 일반적으로 매우 좋으므로 300 mL/min 아래의 혈류속도도 표준 치료로 받아들여진다.

더 나아가, 중심정맥도관 기능부전을 정의하기 이전에 중심정맥도관 기능부전이 발생한 투석 세션을 몇 번째부터 의미 있게 볼 것인가에 대한 논란이 있다. 일회성으로 요독제거가 불충분했던 환자가 특별한 치료 없이 도관기능이 개선되어 적절한 요독제거가 이루어 지는 경우도 있다. 이렇게 간헐적으로 요독제거 능력이 감소되는 경우는 환자의 체위, 간헐적 혈압저하, 투석간 체중 증가, 혈색소 증가, 중심정맥도관 혈전증의 부분 폐쇄와 자연관해, 그 밖에 잘 알려지지 않은 요인들과 연관될 수 있다. 간헐적 요독제거 능력의 감소는 원인과 발생 횟수가 다양하여 그 예후를 예측하는 데에 어려움이 있다.<sup>511,512</sup> Dialysis Outcomes and Practice Patterns (DOPPs) 연구에서 부적절한 혈액투석 횟수가 입원율과 사망률을 증가시키는 유의한 상관관계를 보고하였지만, 이 연구는 짧은 투석 시간으

로 인한 부적절한 혈액 투석이 혼란변수로 작용하였다.<sup>513</sup> 다시 말하면, 요독제거는 감소되었으나 해당 투석 시간은 유지된 혈액 투석이 입원과 사망률의 위험을 증가시킬 지는 명확하지 않다.

중심정맥도관 기능부전 발생 비율은 그 정의에 따라 다양하게 나타난다. Da Vita와 USRDS에서 3,364명의 혈액투석 환자와 268,363회의 혈액투석 치료 횟수를 분석하였을 때, 혈류 속도 300 mL/min 아래로 중심정맥도관 기능부전을 정의하면 약 7.1%의 투석치료에서 중심정맥도관 기능부전이 발생하며, 2/3의 환자에서 중심정맥도관 기능부전이 발생하는 투석치료가 한번 이상 발생하였고, 이들 중 30%의 환자에서는 혈액투석 중 한 달에 한번 이상의 중심정맥도관 기능부전을 경험하였다.<sup>514</sup> 중심정맥도관 기능부전에 관하여 헤파린과 TPA를 비교한 무작위 대조연구에서 중심정맥도관 기능부전을 최대 혈류 속도가 200 mL/min 이하로 30분간 지속되거나, 두 번의 연속된 혈액투석에서 평균 혈류 속도가 250 mL/min 이하로 유지, 또는 혈류속도 부족으로 혈액 투석을 시작할 수 없을 때로 정의하였을 때, TPA군에서 20%, 헤파린 군에서 34.8%의 환자가 중심정맥도관 기능부전이 발생하였다. 다른 연구들에서는 1,000 도관 일(1,000 catheter-days)당 0.5-3.0회로 중심정맥도관 기능부전 발생을 보고하였다.<sup>515</sup>

## 적용 시 고려사항

KDOQI 작업그룹은 이러한 정의가 동일 환자 내에서의 비교를 가능하게 하고, 다양한 연구들과 기관에서 사용되는 혈액 투석의 적절도를 정의하는 과정에서 나타나는 차이를 존중하고 반영할 수 있으며, 투석의

종류, 기간 횟수에 따른 다양한 투석 처방에 대한 유연성도 고려할 수 있어서 그 사용을 권한다. 각각의 투석실에서는, 이번 KDOQI 정의를 반영하여, 개별적으로 투석적절도의 목표를 만족시킬 수 있는 중심정맥도관 기능부전을 정의하고, 이를 위하여 중심정맥도관 기능부전에 대처하고 그 경향을 기록하기 위하여 일정한 간격과 횟수로 중심정맥도관 기능부전 여부를 기록할 수도 있을 것이다.

## 앞으로의 연구

각 기관 별, 치료 방법 간의 중심정맥도관 기능부전의 비율을 정확하게 비교하기 위해서는 그 정의를 표준화하는 것이 필요하다. 신장내과 내에서는 다음과 같은 중심정맥도관 기능부전에 대한 정의를 포함한 관련 연구가 시급히 필요하다. 예, 중심정맥도관 기능부전에 대한 다양한 지표들의 민감도, 특이도, 양성 예측도는 어떠한가? 중심정맥도관 기능부전의 치료시기는 언제인가? 중심정맥도관 기능부전을 일찍 치료하는 것이 나은가?

## 권고내용: 중심정맥도관 기능부전 예방을 위한 약물요법

### 중심정맥도관 기능부전과 균혈증 예방을 위한 중심정맥도관 연결장치(connectors)

21.2 KDOQI는 환자 개개인에 관한 임상적의 판단과 재량에 따라 특수 고안된 도관 연결장치를 사용

하는 것은 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

21.3 KDOQI는 고위험군 환자나 센터에서 도관연관혈류감염을 낮추기 위해 항균 도관 뚜껑(antimicrobial barrier cap) 사용을 고려하는 것은 합리적이라고 생각한다; 도관 연결장치의 선택은 임상적의 판단에 따른다. (전문가 의견)

## 중심정맥도관 기능부전 예방을 위한 충전액 (Intraluminal Agents)

21.4 KDOQI는 중심정맥도관 생존율이나 합병증에 대하여 유의한 차이를 보이는 근거가 부족하므로 임상적의 판단에 따라 충전액(locking solution)으로 헤파린과 구연산(citrate) 중에서 선택하는 것은 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

21.5 KDOQI는 도관연관혈류감염과 중심정맥도관 기능부전을 예방하기 위하여 가능한 한 저농도 구연산(<5%)의 사용을 제안한다. (조건부 권고, 낮은 수준의 근거)

21.6 KDOQI는 TPA를 충전액으로 주 1회 사용하는 것은 중심정맥도관 기능부전을 줄이는데 도움이 되므로 예방목적으로 그 사용을 제안한다. (조건부 권고, 낮은 수준의 근거)

21.7 KDOQI는 중심정맥도관 기능부전과 감염예방을 위하여 다음과 같은 충전액의 비교 사용에 관하여 한 쪽의 우월함을 권고하기에는 근거가 부족하다: 틴자파린(tinzaparin)과 일반 헤파린의 비교, 토로리딘(taurolidine)/구연산과 헤파린±젠타마이신(gentamicin)의 비교, neutral valve

(Tego [ICU Medical])와 구연산(46.7%) 충전액의 비교.

## 중심정맥도관 기능부전 예방을 위한 약물의 전신투여

21.8 KDOQI는 중심정맥도관 개통 유지와 향상을 목적으로 예방차원의 항응고제(예, 와파린)를 일상적으로 사용하는 것은 근거가 부족하여 권고하지 않으며, 오히려 부작용 발생 위험이 증가할 수 있다고 제안한다. (조건부 권고, 강한 권고, 낮은 수준의 근거)

21.9 KDOQI는 저용량 아스피린은 출혈위험성이 낮은 환자에게서 중심정맥도관 개통 유지를 위해 도움이 될 수 있다고 제안한다. (조건부 권고, 낮은 수준의 근거)

## 근거 및 배경

북미에서는 중심정맥도관이 추후 중심정맥 협착증, 동정맥루 실패와 연관되고, 90일이 넘어서도 중심정맥도관의 사용이 지속되는 등 잘 알려진 부작용에도 불구하고 혈액투석을 시작하는 환자의 80%가 중심정맥도관을 이용하여 투석을 계속 시작하고 있는 실정이다.<sup>94,516-519</sup> 중심정맥도관 기능부전은 중심정맥도관을 사용하는 환자에게 매우 흔하게 발생하는 문제이며 기능부전이 발생하게 되면 투석 적절도 달성이 어렵게 되고, 높은 의료비용을 필요로 하는 시술이나 수술이 필요하게 된다.<sup>520,521</sup> 중심정맥도관으로 투석을 시

행 받는 환자의 20-40%에서 혈전용해제나 도관 교체를 경험하게 된다.<sup>506</sup> 많은 경우에 중심정맥도관 기능부전은(이전 2006년 KDOQI 진료지침에서는 혈류 속도 300 mL/min 이상으로 유지가 어렵거나 동맥압이 <250 mm Hg 아래로 중심정맥도관 기능부전이 정의되었음<sup>13</sup>) 해결되지 않고 지속된다. 중심정맥도관 기능부전은 혈류 속도의 감소로 이어지는 동맥압과 정맥압의 상승 이외에도 재순환율 증가와 요독제거 능력 감소, 낮은 Kt/V를 유발하며, 계속 치료하지 않는 경우에는 중심정맥도관에서 혈액이 나오지 않아서 중심정맥도관 제거로 이어질 수 있다.<sup>522</sup>

중심정맥도관 기능부전은 그 삽입 후 초기와 후기에 발생하는 문제로 구분해 볼 수 있다. 삽입 초기에 발생하는 것은 중심정맥도관의 위치가 부적절 하거나 기존 혈관문제(예, 중심정맥 협착), 중심정맥도관의 물리적 손상(예, 너무 세게 혹은 강하게 봉합하여 도관을 고정 하거나 도관에 구멍을 만드는 것)으로 인해 발생한다. 후기 기능부전은 중심정맥도관 내 혹은 그 주위의 혈전증이나 피브린 외막, 새롭게 발생한 중심정맥 협착이 원인이 된다.

## 세부 설명

### 중심정맥도관 연결장치를 이용한 도관 기능부전 예방

폐쇄 시스템(closed-system) 연결장치는 이론적으로 미생물과의 접촉을 차단하여 균막(biofilm) 형성을 감소시키고, 중심정맥도관 감염과 기능부전의 발생을 줄일 수 있다. 이 장치는 도관에 연결된채로 투석을 진행하며, 일주일에 한번씩 새것으로 교환해 준다. 그러

나, 생리식염수로 세척(flush) 후 중심정맥도관 허브로 연결하는 폐쇄 시스템 연결장치와 46.7% 구연산삼나트륨(trisodium citrate) 충전 용액을 비교한 무작위 대조연구(66명)에서, 도관 관련 균혈증 또는, 중심정맥도관 기능부전(섬유소용해제 사용이 필요하거나 연속된 2번의 투석 동안 평균  $Q_b \leq 250$  mL/min 발생) 발생을 종합 평가변수(composite study endpoint)로 하였을 때에, 종합 변수(composite event) 발생에 관한 차이가 없었다(48% [연결장치군] 대 55% [구연산삼나트륨]; 상대위험도(RR), 0.72; 95% 신뢰구간, 0.37-1.42).<sup>523</sup> 종합 평가변수의 각 구성 요소별 사건발생에도 차이가 없었다 — 기능부전, 균혈증. 혈전증에서 유로키나제 사용이 필요한 경우도 두 군 간 차이가 없었다(연결장치군 14명 대 구연산삼나트륨군 9명;  $P=0.20$ ). 일년 중심정맥 도관 생존율(도관기능부전이 없고 균혈증 발생이 없는 경우)은 연결장치군에서 0.43, 구연산삼나트륨군은 0.37이었다. 유의한 부작용은 보고되지 않았다. 따라서 이러한 연구들에서 폐쇄 시스템 연결장치가 충전액 사용보다 우월하지 않았으므로, KDOQI는 폐쇄 시스템 연결장치 사용 여부를 임상적 재량에 따를 것으로 권고한다.

문헌 검색기간의 시간상 제약으로 Clear-Guard 연구 결과는 근거분석팀(ERT)에 의해 검토되지 않았지만, KDOQI 작업그룹은 이 연구를 포함하는 것을 매우 중요하다고 판단했다.<sup>524,525</sup> Brunelli 등은 13개월 동안 ClearGuard HD 보호막 뚜껑(barrier cap) 군과 Tego 연결장치와 Curoso 뚜껑을 함께 사용한 군(Tego+Curoso 군)의 효과를 비교하는 무작위 대조연구를 진행하였다(ClearGuard HD 보호막 뚜껑은 항균처리가 되어 있는 작은 막대기부분이 투석도관의 크램프 부위까지 깊숙이 위치하도록 고안된 뚜껑으로 도관 연결부분의 내외부 모두에 항균처리가 되는 연결

장치이고, Tego+Curoso는 각각 분리된 두 개의 장치로 물리적으로 도관내부와 외부를 차단하는 Tego 연결장치에 항균처리가 되어 있는 Curoso 뚜껑으로 이루어졌다). 이 연구에서 혈행 감염률의 지표로 혈액 배양 양성률을 두 군에서 비교하였다. 총 40곳의 투석 기관(각 군당 20곳의 투석기관)에서 3개월간의 연구 등록 기간을 거친 후 1,671명(826명 Clear-Guard, 845명 Tego+Curoso)의 환자가 참여하였다. Tego+Curoso 군의 75번의 균혈증 발생에 비해 ClearGuard 군에서 23번의 균혈증 발생이 있었다(83,064 대 100,042 도관 일, 0.28 대 0.75/1,000 도관 일). Tego+Curoso 군의 도관연관혈류감염(CRBSI) 및 혈관통로 관련 혈류감염(access-related blood stream (infection)) 발생 비율을 산출하였을 때 Clear-Guard 군에서 유의하게 낮았다(0.37;  $P=0.003$  and 0.32;  $P<0.001$ ).<sup>525</sup> 다음 진료지침을 위한 정식 근거분석팀(ERT) 검토와 분석이 될 때까지는 진료지침 권고내용 21.2와 21.3은 이 연구결과와 같은 맥락으로 이해하면 되겠다.

연구결과 표, 근거의 질, 편향 위험도는 부록 3, 표 S179-S182에 기술되어 있다.

### 충진액을 이용한 중심정맥도관 기능부전 예방

**항응고제 충전액을 이용한 중심정맥도관 기능부전 예방. 구연산 대 헤파린.** 유럽에서 시행된 3개의 무작위 대조연구가 보고되었다(542명).<sup>526-528</sup> 추적 관찰 기간은 두 연구에서는 6개월이었고 나머지 한 연구에서는 도관 일로 보고하였다.<sup>528</sup> 구연산의 처치법은 연구마다 달랐다. 한 연구에서는 표준용량인 5% 구연산과 5,000 U/mL 헤파린을 비교하였다.<sup>527</sup> 다른 두 연구에서는 고농도 구연산을 사용하였다; 30% 구연산 대 5,000 U/mL 헤파린,<sup>528</sup> 46.7% 구연산 대 5% 헤파

린.<sup>526</sup> 세 개의 연구에서 구연산과 헤파린 사용에 따른 중심정맥도관 기능부전 발생률에 차이는 없었다(상대 위험도, 1.25; 95% 신뢰구간, 0.53-1.96). 일부 항목에 있어서 유의한 차이를 보였는데 5% 구연산과 5,000 U/mL 헤파린을 이용한 연구에서는 비폐색성 혈전증 발생률이 5% 구연산군에서 더 높게 나타났다(14% 대 7%,  $P < 0.0001$ ).<sup>527</sup> 한 개의 고농도 충진액을 이용한 연구와 한 개의 표준 농도 충진액을 이용한 연구에서 유로키나제 치료를 필요로 하는 중심정맥도관 기능부전 발생에 빈도가 두 군 간 유의한 차이를 보이지 않았다.<sup>527,528</sup> 한 연구에서는 출혈 합병증에 관한 보고가 없었다.<sup>526</sup> 다른 한 연구에서는 헤파린군 보다 30% 구연산군에서 출혈 발생이 낮았으며(3% 대 11%,  $P = 0.01$ ) 도관 삽입 후 지속되는 출혈이 발생하는 경우도 낮게 발생하였다(4% 대 13%,  $P = 0.005$ ).<sup>526-528</sup>

**구연산 용량.** 충진액으로 고농도 혹은 저농도의 구연산에 관하여 권고사항을 제정하기에는 증거가 불충분하다. 혼선을 피하기 위하여 요약부분에서는 이에 관한 언급은 하지 않았다.

유럽에서 시행된 연구에서 10%와 5% 구연산을 터널식 혈액투석 도관에서 무작위 교차 대조연구로 비교하였다.<sup>556</sup> 3개월간의 추적관찰기간 동안 비폐색 혈전증 발생 비율은 10% 구연산군에서 낮게 관찰되었다(9.5% 대 12.5%,  $P = 0.04$ ). 그러나, 중심정맥도관 기능부전으로 인한 유로키나제 사용은 10% 구연산 군에서 16건, 5% 구연산 군에서 14건 관찰되었고 그 차이가 유의하지 않았다. 도관 개통 회복을 위하여 유로키나제 주입을 필요로 하는 경우는 양군 모두에서 없었다. 관련 부작용 역시 보고되지 않았다.

**헤파린 용량.** 한편의 무작위 대조연구<sup>529</sup>(75명)와 한편의 관찰 연구<sup>530</sup>(전향적 수집자료의 후향적 고찰, 223명)가 헤파린 용량을 비교 분석하였다. 무작위 대

조연구에서는 5,000 U/mL과 2,500 U/mL을 비교하였고 두 군 모두에서 24시간 이내의 혈전증은 관찰되지 않았다.<sup>529</sup> 관찰 연구에서는 5,000, 1,000, 500 U/mL의 heparin을 비교하였고, 중심정맥도관 삽입 후 30일간 추적 관찰하였다. 2일 또는 30일째 중심정맥도관연관 감염 발생이나 출혈, 250 mL/min 이하의 혈류 속도 저하 소견 모두 두 군 간 유의한 차이를 보이지 않았다.<sup>530</sup>

연구결과 표, 근거의 질, 편향 위험도는 부록 3과 표 S183-S193에 기술되어 있다.

**혈전용해제 충진을 이용한 중심정맥도관 기능부전 예방.** 유전자 재조합 TPA는 중심정맥도관 혈전증의 치료에 일차적으로 사용되어 왔다. 주 1회 TPA와 나머지 주 2회는 5,000 U/mL 헤파린을 충진한 군과 주 3회 헤파린 충진만 시행한 군을 비교하였고, 투석을 시작하는 환자와 유지투석 환자 모두를 포함하여 225명 무작위 대조연구를 시행하였다.<sup>531</sup> 모집 환자의 61%는 중심정맥도관을 처음 사용하는 환자이고 추적관찰 기간은 6개월이며 일차 지표인 중심정맥도관 기능부전 발생을 경험한 환자는 추적관찰 기간을 연장하였다. 연구의 일차 지표인 중심정맥도관 기능부전은 최대 혈류 속도가 200 mL/min 이하로 30분간 유지되거나, 두 번의 연속된 혈액투석에서 평균 혈류 속도가 250 mL/min 이하로 유지되는 경우, 혈류 속도가 부적절하여 혈액투석을 시작할 수 없는 경우로 정의하였다. TPA 사용군(22/110; 20%) 보다 헤파린 군에서(40/115; 35%) 중심정맥도관 기능부전 발생률(위험비, 1.91; 95% 신뢰구간, 1.13-3.22)이 유의하게 높았다. 중심정맥도관 기능부전이 발생한 경우 중심정맥도관 개통을 위한 즉각적인 치료 목적으로 TPA를 사용하는 빈도도 헤파린 군에서 유의하게 높았다(50% 대 18%,  $P = 0.01$ ). 중심정맥도관 기능부전의 즉각적

인 치료로 동맥과 정맥 유출입로를 바꿔야 되는 경우는 두 군 간 차이가 없었다(TPA, 3/22 [59%], 헤파린 14/40 [35%],  $P=0.07$ ) (심각한 부작용 발생정도에 대해서도 두 군 간 차이가 없었다(21% [TPA], 30% [헤파린];  $P=0.14$ ), 출혈 발생 역시 두 군 간 유의한 차이를 보이지 않았다( $P=0.93$ )). 혈전용해제를 사용하는 다양한 방법들을(예, 거치(dwell), 주입(infusion), 전진(push)) 비교하고, 각각의 중심정맥도관 개통에 미치는 영향과 합병증 발생률에 대한 엄격한 연구가 없는 실정이다.

연구결과 표, 근거의 질, 편향 위험도는 **부록 3과 표 S179, S181, S194-207, S237-239**에 기술되어 있다.

**중심정맥도관 기능부전 예방을 위한 기타 충진액. 토로리딘과 구연산 대 헤파린.** 충진액으로 토로리딘/구연산 병합제와 헤파린을 비교한 2개의 무작위 대조연구가 있었으며,<sup>532,533</sup> 토로리딘/구연산 병합제와 젠타마이신/헤파린 병합제를 비교한 무작위 대조연구가 수행되었다.<sup>534</sup>

토로리딘/구연산과 헤파린을 비교한 연구는 영국(110명)과<sup>533</sup> 네덜란드(58명)에서 시행되었다.<sup>532</sup> 영국 연구에서는 터널식 중심정맥도관을 대상으로 하였고 토로리딘/구연산 병합제군은 8,129 도관 일 동안, 헤파린군은 9,642 도관 일 동안 추적 관찰하였다.<sup>533</sup> 네덜란드 연구에서는 대부분(76%)이 비터널식 도관이였다.<sup>532</sup> 중심정맥도관 사용기간의 중간 값은 터널식 도관에서는 158일, 비터널식 경정맥과 쇄골하정맥에서는 28일, 대퇴정맥에서는 7일이였다.<sup>532</sup> 두 연구에서 사용한 충진액 농도는 토로리딘은 1.35%, 구연산은 4%, 헤파린은 5,000 U/mL였다.

중심정맥도관 혈전증과 폐색으로 인한 도관 제거 발생률은 두 연구 모두에서 차이가 없었고, 터널식 중심정맥도관만을 대상으로 한 연구에서 한번이라도 혈전

용해제를 필요로 하는 경우가 토로리딘/구연산 병합제군에서 2배정도 많았다(53% 대 26%; (위험비, 2.5; 95% 신뢰구간, 1.3-5.2)).<sup>533</sup>

Solomon 등<sup>533</sup>은 영국에서 시행된 무작위 대조연구의 연장선상으로 수행된 비무작위 3군을 대상으로 한 연구에서, 토로리딘(1.35%), 구연산(4%), 헤파린(500 U/mL) 세 가지를 병합한 군(즉, TCH)과 토로리딘/구연산 병합군, 헤파린(5,000 U/mL)을 비교하였다(174명). 세 군 간 중심정맥도관 생존율 차이는 없었다.<sup>533</sup> TCH군(106명)이 토로리딘/구연산 병합군(34명)과 비교하여 혈전용해제 필요도가 감소하였지만(위험비, 0.2; 95% 신뢰구간, 0.06-0.5), 헤파린군(34명)과의 비교에서는 차이가 없었다(위험비, 1.4; 95% 신뢰구간, 0.5-3.9).<sup>535</sup>

터널식 중심정맥도관을 대상으로 한 영국 연구에서는 중심정맥도관 제거로 이어진 헤파린 유발 혈소판 감소증이 토로리딘/구연산군에서 1명 발생하였고 헤파린 군에서는 발생하지 않았다.<sup>533</sup> 다른 연구에서는 토로리딘과 구연산 사용과 관련된 부작용은 보고되지 않았다.<sup>532</sup>

**토로리딘과 구연산 대 젠타마이신과 헤파린.** 토로리딘 1.35%와 구연산 4% 병합제와 젠타마이신 40 mg/mL과 헤파린 5,000 U/mL 병합제의 무작위 대조연구(119명)가 수행되었다.<sup>534</sup> 추적 관찰기간은 90일이였다.

두 군 간 중심정맥도관 혈전증 발생은 유의한 차이를 보이지 않았다: 구연산/토로리딘 군에서 9건 대 젠타마이신/헤파린 군에서 11건(12% 대 15%;  $P=0.63$ ).

**틴자파린 대 헤파린.** 캐나다에서 저분자량 헤파린인 틴자파린과 헤파린을 비교한 교차 무작위 대조연구에서 7주간 해당 용액을 사용했을 때 중심정맥도관 기

능 소실로 인한 제거 발생은 두 군 간에 차이가 없었다.<sup>536</sup> 중심정맥도관 기능부전으로 인한 알테플라제(alteplase) 사용은 틴자파린 군에서 유의하게 낮았다(3.2% 대 6.0%/전체 투석 횟수; P=0.008).

연구결과 표, 근거의 질, 편향 위험도는 **부록 3과 표 S185, S190, S193, S208-217**에 기술되어 있다.

## 중심정맥도관 기능부전 예방을 위한 전신적 투여

중심정맥도관 합병증 예방을 위한 전신 항응고제 투여에 관한 5건의 연구가 확인되었다. 항혈소판제재나 항응고제의 효과를 비중재(no intervention) 또는 위약(placebo)군과 비교한 무작위 대조연구 세 건, 관찰연구 한 건이 있었다.<sup>537-540</sup> 한 무작위 대조연구에서 아스피린의 효과를 연구하였고,<sup>539</sup> 다른 한 무작위 대조연구와 관찰연구는 와파린의 효과를 분석하였다.<sup>538,540</sup> 무작위 대조연구 중 하나는 아스피린, 와파린, 비중재(no intervention)를 비교하였으며,<sup>537</sup> 또 다른 무작위 대조연구는 항응고제를 중심정맥도관 삽입 후 바로 투여한 경우와 중심정맥도관 혈전증이나 기능부전이 발생한 후부터 사용한 경우를 비교하였다.<sup>541</sup>

**아스피린.** 두 건의 무작위 대조연구(223명)가 중심정맥도관을 가진 환자를 대상으로 아스피린과 위약 혹은 약물투여 미시행과의 효과를 비교하였다.<sup>537,539</sup> 이란에서 시행된 연구는 아스피린(80 mg/day)과 위약을 비교하였으며(185명; 추적관찰 12개월),<sup>539</sup> 사우디아라비아에서 수행된 연구는 아스피린(81 mg/day)과 약물치료가 없는 군을 비교하였다(38명; 추적관찰 명시 안 됨).<sup>537</sup>

중심정맥도관 생존율에 관한 항혈소판제 효과는 일관되게 나타나지 않았다. 이란 연구에서는 아스피린

을 사용한 군에서 평균 도관 생존율이 더 길었다: 5.3 대 3.9개월(평균값 차이, 1.40; 95% 신뢰구간, 0.28-2.52).<sup>539</sup> 사우디 연구에서는 12개월째 아스피린 사용 환자 19명 중 68%에서, 약물치료를 시행하지 않는 군 19명 중 37%에서 각각 중심정맥도관 개통이 유지되었다. 이 연구의 저자들은 통계적으로 유의하다고 보고 하였으나, 근거분석팀에서 Fisher exact 검증을 이용하여 재분석을 하였고, 통계적인 유의성을 확인할 수 없었다.<sup>537</sup>

사우디 연구에서 중심정맥도관 혈전증에 의한 중심정맥도관 기능부전은 아스피린 사용군에서 유의하게 적게 관찰되었지만(21% 대 47%), 근거분석팀의 통계 재분석 결과에 따르면 마찬가지로 유의하지 않았다.<sup>537</sup>

이란 연구에서 이상반응(adverse event)은 아스피린과 위약군에서 유의한 차이를 보이지 않았다.<sup>539</sup> 사우디 연구에서도 두 군 모두에서 주요 출혈 사건이 발생하지 않았다.<sup>537</sup>

**와파린.** 위약 혹은 약물치료 미시행군과 와파린의 효과를 비교한 두 건의 무작위 대조연구가 있었다.<sup>537,540</sup> 한 연구는 캐나다에서 시행되었다(174명).<sup>540</sup> 나머지 연구는 위에서 언급한 사우디 연구의 다른 한 중재군에 해당한다(39명).<sup>537</sup> 대부분의 연구참여자가 터널식 중심정맥도관을 사용하였고(캐나다 연구의 24%는 비터널식 도관을 사용), 위약과 저용량 와파린을 비교한 캐나다 연구에서는 INR을 1.4-1.9로 유지하였다.<sup>540</sup> 사우디 연구는 아스피린 군, 약물치료 미시행군과 함께 와파린 사용군을 비교한 것으로 와파린 2-5 mg/day로 사용하여 INR을 1.5-2.0으로 유지하였다.<sup>537</sup>

캐나다 연구에서는 와파린 사용군과 위약사용 군 간에 도관 제거율의 차이를 보이지 않았다(위험비, 0.87; 95% 신뢰구간, 0.42-1.81).<sup>537</sup> 사우디의 연구에서는 도

관기능 유지가 대조군(37%)보다 와파린 사용군(75%)에서 유의하게 더 높았다(저자들은  $P < 0.01$ 로 보고하였으나 근거분석팀에 의한 Fisher 검증은  $P = 0.02$ ).<sup>537</sup> 이 연구에서 도관혈전증에 의한 도관 기능부전이 와파린 사용군에서 4명(20%), 약물 미치료군에서 9명(47%)으로 보고하였지만 Fisher exact test로 통계 재분석 결과 유의한 차이는 아니었다.<sup>537</sup> 캐나다 연구에서는 도관 기능부전으로 중재시술을 필요로 하는 경우가 와파린 사용군에서 46%, 위약군에서 47%로 유의한 차이를 보이지 않았다(위험비, 0.90; 95% 신뢰구간, 0.57-1.38).<sup>540</sup>

캐나다 연구에서 주요 출혈 사건 발생은 유의한 차이를 보이지 않았다<sup>540</sup>: 와파린 군에서 10 (12%)건, 헤파린 군에서 7 (8%)건(상대위험도, 1.43; 95% 신뢰구간, 0.57-3.58). 사우디아라비아 연구에서는 출혈 사건이 모든 군에서 관찰되지 않았다.<sup>537</sup>

영국에서 시행된 관찰연구(참가자 112명에서 194개의 대퇴부 중심정맥도관을 분석)에서 총 20,021 도관일 동안 추적관찰 하였다.<sup>538</sup> INR을 1.5-2.5로 유지하며 와파린을 사용한 예방 항응고 치료군과 대조군(비항응고제치료군)을 비교하였다. 대조군에서는 유로키나제 사용이 반복적으로 필요한 중심정맥도관 기능부전을 가진 환자에서만 제한적으로 항응고제를 사용하였다.

중심정맥도관 폐색에 의한 제거로 평가된 도관 생존율은 두 군에서 유의한 차이를 보이지 않았으며(와파린군에서 33% 대 대조군에서 27%;  $P = 0.49$ ), 중심정맥도관 관련 혈전증 발생에 있어서도 유의한 차이를 보이지 않았다(와파린군에서 9% 대 대조군에서 11%; 보정 위험비, 0.66; 95% 신뢰구간, 0.25-1.72). 심각한 출혈이 와파린군에서 80개의 도관 중 5 (6%)건, 대조군에서는 108개의 도관 중 4 (4%)건으로 차이가 없

었다(위험비, 1.65; 95% 신뢰구간, 0.44-6.22). 각각의 발생률은 1,000 중심정맥도관일 동안 0.7건과 0.4건이었다.

**와파린 대 아스피린.** 중심정맥도관 기능부전 예방을 위해 와파린과 아스피린 중 어떤 약물을 선택해야 하는 지에 관한 근거는 불충분하다. 이 내용은 혼선을 피하기 위하여 요약에 포함하지 않았으며 상세 설명은 다음과 같다.

앞에서 언급된 바와 같이 Abdul-Rahman 등이 수행한 사우디아라비아의 무작위 대조연구에서 와파린, 아스피린 그리고 약물치료 미시행군을 비교하였다. 와파린군(20명)은 2-5 mg/day 용량으로 INR 1.5-2.0을 목표로 하였고, 아스피린군(19명)은 81 mg/day 용량을 투여 받았다. 추적 관찰기간은 12개월이었다.

기능부전이 없는 중심정맥도관 12개월째 생존율은 두 군 간 차이는 없었다: 75% (와파린) 대 68% (아스피린) ( $P = 0.65$ ). 중심정맥도관 혈전증에 의한 기능부전도 차이가 없었다: 20% (와파린) 대 21% (아스피린). 주요 출혈 사건은 두 군에서 모두 발생하지 않았다.

**중심정맥도관 삽입 직후 와파린 치료 대 첫번째 중심정맥도관 혈전증 발생 혹은 기능부전 발생 후 와파린 치료 시작.** 이탈리아에서 중심정맥도관 삽입 12시간 후부터 와파린을 사용한 군과 첫 번째 중심정맥도관 기능부전이나 혈전증 발생 이후에 와파린을 사용 시작한 군을 무작위 대조연구(144명)로 비교하였다.<sup>541</sup> 두 군 모두 INR 1.8-2.25로 유지하였고 12개월 동안 추적 관찰하였다.

중심정맥도관 삽입 직후 와파린을 사용한 군에서 중심정맥도관 혈전증과 기능부전이 적게 발생하였다 [10건(12%; 0.16회/인-년) 대 33건(52%; 1.65회/인-

년]. 중심정맥도관 삽입 직후 와파린을 사용한 군에서 중심정맥도관 교체를 필요로 하는 혈전증 발생도 적었다(2% 대 17%; 상대위험도, 0.14; 95% 신뢰구간, 0.03–0.62). 심각한 출혈 사건은 양군 모두에서 발생하지 않았다.

연구결과 표, 근거의 질, 편향 위험도는 **부록 3과 표 S218-S232**에 기술되어 있다.

## 특별 토의

- 미국의 외래 진료환경에서 구연산이나 토로리딘과 같은 용액들은 광범위한 사용이 용이하지 않은 실정이다.
- 예방목적의 혈전용해제 사용은 비용효율성 측면이 충분히 검증되지 않았다.
- 예방적 목적의 항응고제 전신(체내) 투여는, INR이 목표범위 내에 있느냐에 관계없이, 얻을 수 있는 이득이 부족하고 잠재적 위험성이 발생하는 것을 염려하였다(예, 와파린을 사용하는 경우; 작업그룹은 다른 혈관통로나 혈액투석 환자의 기타 다른 적응증으로 와파린을 예방목적으로 사용하는 경우의 이득, 위험, 부작용을 검토하였다). 특히, 혈액투석 환자에게서 목표 INR을 지속적으로 유지 하는 것과 치료범위내에서 이를 유지하는 것이 어렵다는 것을 감안하면, 항응고제 사용에 관한 우려는 더욱 깊어진다.

## 적용 시 고려사항

- 각 투석실에서 예방목적의 충진액을 사용할 수 있는 충분한 자원이 있는지 검토가 필요하다.

- 중심정맥도관 내외 세정(cleansing) 용액, 소독제, 항생제, 약물, 항응고제 사용이 중심정맥도관 재질에 사용 가능한 성분이어야 한다.
- 진료지침에 권고사항으로 포함하기에는 근거가 부족하나 연관된 위험이나 부작용이 없다면 임상외의 판단에 따른 예방요법 사용을 존중한다. 작업그룹은 이러한 예방요법 사용에 제한을 두지 않으며 오히려 추후 진료지침 생성에 도움이 되도록 해당 근거를 만드는 연구 시행을 권장한다.

## 모니터링과 평가

구연산과 같은 충진액 관련 이상반응에 대하여 주의 깊은 모니터링을 시행해야 한다.

## 앞으로의 연구

- 중심정맥도관 기능부전 예방을 위하여, 중심정맥도관 기능부전의 원인을 찾을 수 있는 더 나은 진단 기구가 요구된다. 예컨대, 중심정맥도관 관련 심방 혈전증을 진단할 수 있는 2차원 심장초음파 역할을 평가할 수 있는 향후 연구를 들 수 있겠다.
- 중심정맥도관 내 또는 외측 혈전의 크기와 증상과의 상관관계
- 구연산과 토로리딘을 평가하는 더 큰 규모의 다기관 무작위 대조연구.
- 중심정맥도관 충진액으로서 에탄올의 역할.
- 니트로글리세린 기반 충진액의 역할.
- 항응고제를 충진액으로 사용할 경우 부작용 발생에 대한 잠재적 위험이 증가한다는 점을 고려할 때에,

- 충진액으로서 항응고제가 생리식염수에 비해 이득이 있는가에 대한 연구가 필요.<sup>542-545</sup>
- 고위험군에서 예방적 목적의 다양한 TPA 용량(2 mg 대 1 mg)을 이용하는 비용효과 대비 연구.
  - 혈전용해제의 중심정맥도관 내 여러 투여 방법(거치(dwell), 주입(infusion), 전진(push))을 비교, 중심정맥도관 개통률과 합병증 발생에 미치는 영향을 비교하는 엄격한 연구.

# 중심정맥도관 기능부전의 치료와 관리

진료지침 권고내용에 대한 근거 기준을 이해하기 위하여 **Box 1**을 참조하십시오.

참고: 권고내용에 “KDOQI에서 권고사항을 만들 근거가 부족하였다”라고 기술되어 있는 것은, 근거분석팀(ERT)에 의해 수집된 근거의 수준이 매우 낮거나, 낮거나 혹은 부적절하여 작업그룹(Work Group)에서 어떠한 권고나 제안 혹은 기타의 근거 기반 지침을 만들 수 없었다는 것을 의미한다.

## 권고내용: 중심정맥도관 기능부전의 내과적 관리

### 보존적 치료

22.1 KDOQI는 중심정맥도관 기능부전에 대하여 약물적 혹은 시술적 중재를 시행하기 전 침상에서 보존적 치료방법을 시도하는 것은 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

### 약물 치료

22.2 KDOQI는 혈전증에 의한 중심정맥도관 기능부전의 회복을 위해 혈전용해제를 도관 내강 내로 투여하는 것을 권고한다. (조건부 권고, 중등도 수준 증거)

22.3 KDOQI는 중심정맥도관 폐색이 일어날 경우 중심정맥도관 혈류 회복을 위해 알테플라제 혹은 유로키나제와 4% 구연산을 도관 내강 내로 투여할 것을 권고한다. (조건부 권고, 중간 수준의 근거)

22.4 KDOQI는 중심정맥도관 혈전증에 의한 중심정맥도관 기능부전의 회복을 위해서는 도관 내강마다 알테플라제 1 mg보다 2 mg 투여가 우선될 것을 제안한다. (조건부 권고, 중간 수준의 근거)

22.5 KDOQI는 중심정맥도관 기능부전의 치료법으로 알테플라제를 거치(dwell) 혹은 전진(push)법으로 투여하는 것을 제안한다. (조건부 권고, 낮은 수준의 근거)

### 근거 및 배경

여러 알려진 중심정맥도관 사용과 관련된 합병증에

도 불구하고 80%의 환자가 중심정맥도관으로 투석을 시작하고 있다.<sup>94,515,517-519</sup> 중심정맥도관 기능부전은 중심정맥도관을 사용하는 환자에게 매우 흔하게 발생하는 문제이며, 중심정맥도관으로 투석하는 20-40%의 환자는 이로 인하여 약물 치료, 혈관 내 시술, 수술적 치료가 필요로 한다.<sup>506,520</sup> 이러한 문제는 환자 측면에서는 불편함을 초래하고, 의료관리체계라는 측면으로는 재정적 부담을 유발한다.<sup>521</sup> 2006년 KDOQI 진료지침에서는 혈류 속도 300 mL/min에 도달하지 못하거나 유지하기 어려운 경우와 동맥압이 -250 mm Hg 아래인 경우를 중심정맥도관 기능부전으로 정의하였다.<sup>13</sup> 중심정맥도관 기능부전은 투석기에 표시되는 동맥압과 정맥압의 상승과 그에 따른 혈류속도 저하를 유발할 수 있는 것 외에도 유의한 수준의 재순환, 요독 제거 감소와 낮은 Kt/V를 유발할 수 있다. 이러한 중심정맥도관 기능부전을 치료하지 않고 그대로 둔다면 그 기능 소실로 조기에 중심정맥도관을 제거하게 된다(편측 혹은 양측 도관 강내로 혈액이 흡인이 되지 않는다면 투석을 시행할 수 없다).<sup>522</sup>

중심정맥도관 기능부전의 예방이나 치료는 약물이거나 시술과 같은 중재 종류에 따라 내과적 치료와 중재 시술로 구분할 수 있다. 내과적 치료는 보존적 또는, 약물치료(예, TPA 사용)로 구분하고 중재시술은 피브린 외막, 중심정맥도관 교환, 도관 제거 후 교체로 구분할 수 있다.

### 보존적 치료

흉곽내 정맥의 해부학구조가 복잡하여 중심정맥 도관이 잘못 위치되는 경우가 흔하다<sup>546</sup> (진료지침 9). 기정맥(azygous vein) 확장과 같은 정맥 변형을 동반한 경우 상대정맥에 협착(혈액투석 환자에게서 흔함)이

발생하면 중심정맥 도관이 부적절하게 놓일 가능성이 더 높다.<sup>547</sup> 또한, 처음에는 중심정맥도관이 적절한 위치에 있더라도, 저절로 이동할 수 있는데, 이러한 경우 반대측 무명정맥(innominate vein)에 위치되는 경우가 흔하며 여러 합병증이 잇따라 발생하게 된다.<sup>548,549</sup> 이러한 경우, 중심정맥도관의 끝이나 옆 구멍(side hole)이 혈관벽과 맞닿게 되어 혈류가 막히게 된다. 왼쪽 내경정맥으로 삽입된 중심정맥도관은 완두 정맥(brachiocephalic vein)에서 상대정맥 쪽으로 주행하면서 90도로 꺾이기 때문에, 중심정맥도관 끝이 상대정맥의 위쪽에 위치함에도 불구하고 혈전발생을 유발할 수 있다.<sup>548,549</sup> 만약 중심정맥도관의 길이가 짧아서 도관 끝이 상대정맥의 우측 외벽에 닿게 되면 혈관내피(endothelium)를 자극할 수 있다. 중심정맥도관 삽입 후 일주일 안에 그 위치가 부적절하다는 것이 발견된다면, 적절한 크기와 길이의 도관으로 교환하여 제대로 거치되게 해야한다. 삽입 후 일주일만 지난 중심정맥도관의 경우는 중심정맥도관 커프 주변으로 섬유화 조직이 형성되었으므로 피하조직 박리 후에 새로운 도관으로 교환해야만 한다.

혈류속도 저하의 흔한 원인인 중심정맥도관 폐색은 중심정맥도관이 꺾이거나 그 위치가 이상한 경우에도 발생할 수 있다. 이러한 경우, 기능부전은 대개 중심정맥도관 삽입 직후인 첫 번째 투석 중 발생하며 중심정맥도관의 위치를 재조정함으로써 해결할 수 있다.

### 내강 내 혈전용해제 사용

중심정맥도관 기능부전의 처음 해결 방안은 침상에서 간단한 조작을 시도하는 것이다. 환자 자세 변경(Trendelenburg position 등)을 시도해보거나 혈전 제거를 위해 생리식염수로 빠르게 세척(flushing)을

시도해 볼 수 있다.<sup>550</sup> 도관 내강이 회복되면 일시적으로나마 투석 치료를 마칠 수 있다. 만일 이러한 침상 수기조작이 성공하지 못하고 중심정맥도관이 기능부전 상태라면 추가적인 약물치료나 중재시술을 고려해야 한다.

지속적인 중심정맥도관 기능부전은 도관 내강 내 또는 주변 혈전으로 인하여 혹은 피브린 외막으로 인하여 발생한다. 피브린 외막은 중심정맥도관 삽입 당시부터 발생하기 시작하는데, 혈소판 및 여러 응고인자들이 모여들고 백혈구가 부착되는 것이 촉진되면서 생겨난다.<sup>551</sup> 수일, 수개월에 걸쳐서, 중심정맥도관이 위치한 정맥 혈관벽에서부터 중심정맥도관 끝 부위에 이르기까지 콜라겐이 침착 된다. 만일 내인성 용해 능력이 감당할 수 있는 선을 넘어서 응고과정이 진행된다면 결과적으로 중심정맥도관 혈전증이 생기게 된다.<sup>551</sup> 중심정맥도관 관련 혈전증의 세 가지 주요 유형은 내강 내 혈전증, 중심정맥도관 끝 혈전증, 그리고 가장 흔한 유형인 피브린 외막 혈전증이다. 치료 방법은 각각의 혈전증 유형에 따라 결정된다.

중심정맥도관 기능부전의 약물치료로 혈전용해제 사용을 지지하는 근거는 다음과 같다.

완전히 폐색된 중심정맥도관을 대상으로 도관 내강 내로 알테플라제 1 mg/mL과 유로키나제 5,000 IU/mL 투여를 비교한 무작위 대조연구(106명)가 있었다.<sup>552</sup> 두 종류 혈전용해제를 40분간 거치하였다. 중심정맥도관 삽입 후 기간은 평균 246일이었고 31%는 대퇴정맥 도관이었다. 치료 효과는 처음 혈전 용해제 투여 후 첫번째와 열번째 투석 치료 후 평가되었다. 치료 성공을 혈류속도 200 mL/min이 넘는 경우로 정의하였을 때 두 군 간 차이가 없었다. 1회 용량 거치 후 치료 성공률은 알테플라제가 95%, 유로키나제는 82%였다( $P=0.06$ ). 10회 투석치료 후 중심정맥도관 기능은

알테플라제군의 83%에서 유지되었고, 유로키나제군에서는 86%에서 유지되었다( $P=0.23$ ). 치료 실패로 인한 중심정맥도관 제거는 알테플라제 군에서 1건(3%), 유로키나제 군에서 7건(13) 발생하였으며 중대한 부작용은 양군 모두에서 발생하지 않았다.

또 다른 무작위 대조연구(151명)에서는 중심정맥도관 기능부전을 혈류속도 300 mL/min 미만으로 정의하였고, 테넥테플라제(tenecteplase) 2 mg을 1시간 동안 거치한 군과 위약 군을 비교하였다.<sup>553</sup> 치료 효과는 약물 1차례 투여 후 평가하였다. 혈류속도  $\geq 300$  mL/min이며 치료 전 값과 비교하여 25 mL/min 이상 증가한 경우를 치료 성공이라 정의하였을 때, 테넥테플라제 군에서 치료 성공률이 유의하게 높았다(22% 대 5%). 치료 성공률의 절대적 평균 차이는 17%였다(95% 신뢰구간, 6-27;  $P=0.004$ ). 도관 관련 혈행성 감염 발생은 테넥테플라제 군에서 1%, 위약군에서 4%로 유의한 차이가 없었다. 중대한 부작용은 양군 모두에서 발생하지 않았다.

### 도관 내강 내 혈전용해제 용량

중심정맥도관 기능부전 치료를 위해 고용량 알테플라제(2 mg)와 저용량 알테플라제(1 mg)을 비교한 관찰연구(237명)가 있었다.<sup>554</sup> 약물은 30분 동안 거치하였다. 첫 알테플라제 사용 후 혈전으로 인하여 중심정맥도관을 제거하기까지를 사건 발생 시간으로 정의하였다. 해결되지 않는 혈전으로 인하여 중심정맥도관을 제거한 경우가 저용량 군에서 많았다: 저용량군 19%, 고용량군 10%. 다변량 분석에서 중심정맥도관 제거에 대한 위험비는 고용량군과 비교하여 저용량군에서 2.75배 높았다(95% 신뢰구간, 1.25-6.04). 평균 도관 생존기간은 고용량군에서 955일, 저용량군에서 782일

이었다( $P=0.019$ ).

중심정맥도관 혈전증과 기능부전이 발생한 환자에서 고용량 유로키나제(100,000 IU)와 저용량 유로키나제(25,000 IU)를 비교한 무작위 대조연구(81명)가 3년간 진행되었다.<sup>555</sup> 약물은 1시간 동안 거치되었고 모든 환자는 중심정맥도관 혈전증 예방을 위해 와파린을 투여 받았다. 도관기능이 유지된 채로 사망한 9명의 환자는 분석에서 제외되었다. 고용량 유로키나제가 저용량에 비하여 혈류속도 회복에 보다 효과적이었다. 연구기간 3년 동안, 고용량군에서 36건, 저용량군에서 29건의 혈전증이 발생하였다. 고용량군에서는 첫 치료 후 36건의 증례 모두 혈류량을 회복하였고 저용량군에서는 14% (4/29)가 회복되었다( $P=0.01$ ). 혈류속도가 회복되지 않은 저용량군 25명의 환자에서 유로키나제 75,000 IU을 추가적으로 사용하여 혈류속도를 회복하였다. 유로키나제를 사용하여 혈류속도를 회복한 저용량군에서 48%의 환자가 첫 치료 후 추가적인 유로키나제 치료가 필요했지만 고용량군에서는 8%의 환자가 추가 유로키나제 치료가 필요했다( $P=0.01$ ). 저용량군에서 12 (38%)건, 고용량군에서 2 (5%)건에서 반복적인 혈전용해제 사용 후에도 중심정맥도관 기능부전으로 중심정맥 도관을 교환하였다( $P<0.05$ ).

### 혈전용해제 투여방법

한 무작위 대조연구(83명)에서 혈류속도 200 mL/min 미만의 중심정맥도관 폐색을 대상으로 하여 알테플라제 2 mg 투여의 전진법과 거치법을 비교하였다.<sup>558</sup> 전진법의 수행시간은 약 30분이었고, 거치법은 30분간 거치 후 중심정맥도관 기능이 회복되지 않으면 추가적으로 90분을 더 거치하였다. 대다수의 연구 대상(71%)이 과거 중심정맥도관을 삽입 받은 적이 있었

다. 그리고, 연구대상 중심정맥도관의 약 70%에서 알테플라제 치료를 받은 병력이 있었다. 혈류속도가 300 mL/min 이상으로 적어도 30분간 유지되면서 분당 100 mL의 혈류속도 증가를 치료 성공이라 정의하였을 때에, 전진법의 성공률은 82%, 거치법의 성공률은 65%로 두 군 간 차이가 없었다( $P=0.08$ ). 혈전용해제 사용 후부터 해당 중심정맥도관에 중재 치료가 필요한 때까지를 중심정맥도관 생존으로 정의하였을 때에도 두 군 간 유의한 차이를 보이지 않았다. 중심정맥도관 기능부전이나 감염의 이유로 중재술을 시행 받은 이외의 경우를 중도절단으로 처리한 후, 다음 중재술 전까지의 평균 기간은 전진법에서 65.5일, 거치법에서 59.3일이었다( $P=0.77$ ). 중대한 부작용은 보고 관찰되지 않았다.

연구결과 표, 근거의 질, 편향 위험도는 부록 3과 표 S194-S207에 기술되어 있다.

### 모니터링과 평가

혈관벽에 밀착되어 기능부전이 있는 중심정맥도관의 빈도를 추적 조사하는 것

중심정맥도관 기능부전에 대하여 혈전용해제의 사용 빈도를 추적 조사하는 것

### 앞으로의 연구

혈관벽에 붙어서 기능부전이 있는 중심정맥도관을 치료하는 다양한 방법들

중심정맥도관 기능부전 치료를 위한 다른 약제, 용량과 사용방법에 대한 연구

## 권고내용: 중심정맥도관 기능부전의 중재 치료

22.6 KDOQI는 중심정맥도관 기능부전으로 해당 중심정맥도관을 교환할 때 임상가와 시술자의 재량과 판단에 따라 피브린 외막 파쇄를 결정하는 것은 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

22.7 KDOQI는 피브린 외막 파쇄술의 효과와 파쇄 방법의 선택에 대해서는 중심정맥 도관 개통률 측면에서 권고 근거가 부족하다.

22.8 KDOQI는 중심정맥도관 기능부전 치료를 위하여 해당 중심정맥도관을 제거하고 다른 부위에 새로 삽입하는 것은 보존적 치료, 약물 치료 그리고 다른 중재 시술(혈관성형술, 중심정맥도관 교환) 후에 마지막으로 고려하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

## 세부 설명

### 혈관 내 중재시술을 이용한 피브린 외막 파쇄

피브린 외막은 후기 중심정맥도관 기능부전의 흔한 원인이다. 혈전용해제의 반복적 사용이 필요한 경우에는 도관 주변의 피브린 외막이 있는지 생각해 보아야 한다. 중심정맥도관의 40-100%에서 피브린 외막이 존재한다.<sup>559-562</sup> 혈전용해제 치료는 그 직후에는 80%가 넘는 효과를 보이지만 2개월 개통률은 매우 낮아 약 36%가 된다.<sup>563</sup> 따라서, 중심정맥도관 개통 회복을 위한 4가지 방법이 시도되었는데 중심정맥도관 교환(exchange), 경피적 피브린 외막 제거술(stripping),

혈관성형술을 이용한 피브린 외막 파쇄(disruption), 혈관내 접근을 통한 내측 올가미(internal snare) 사용법이다.

피브린 외막 파쇄에 대해 검증한 한 개의 무작위 대조연구(파일럿 연구)와<sup>560</sup> 한 개의 관찰연구가<sup>564</sup> 있다. 무작위 대조연구에서 피브린 외막이 발생한 내경정맥 중심정맥도관을 대상으로 유도철사를 이용한 중심정맥도관 교환(12명), 피브린 외막 파쇄술을 시행하면서 유도철사를 이용한 중심정맥도관 교환(18명), 피브린 외막이 없는 환자(14명)를 비교하였다. 두 가지 개통률을 측정하였다: 중심정맥도관 기능부전 재발까지의 중위시간(median time)과 중심정맥도관 재교환까지의 중위시간.<sup>560</sup> 중심정맥도관 기능부전이 재발할 때까지의 중위 시간은 피브린 외막 파쇄술을 시행한 환자에서 373일, 피브린 외막이 있지만 파쇄술을 시행하지 않는 환자는 98일이었으며( $P=0.22$ ), 피브린 외막이 없는 환자는 849일이었다. 중심정맥도관 재교환까지의 시간은 피브린 외막 파쇄술 시행군에서 411일, 피브린 외막 파쇄 미시행군에서 198일이었으며( $P=0.17$ ), 피브린 외막이 없는 환자군에서는 879일이었다. 혈류속도와 혈전용해제 거치법 사용여부에 대해서도 언급되었다.<sup>560</sup> 평균 혈류속도가 분당 300 mL 미만인 경우는 피브린 외막 파쇄술 시행군에서 15%, 파쇄술 미시행군에서 22%, 피브린 외막이 없는 군에서는 7% 환자에서 관찰되었다(통계적 유의성 없음). 혈전용해제 사용은 피브린 외막 파쇄 미시행군에서 5%로 파쇄술 시행군 2.1%와 비교하여 유의한 차이가 없었으며 피브린 외막이 없는 환자군 1.8%와 비교시에만 유의한 차이를 보였다.

한 관찰연구에서 개별 기관의 시술을 정리한 데이터베이스를 이용하여 2008년 1월부터 2011년 11월까지 모든 중심정맥도관 교환에 관한 자료를 검토하였다

(163명).<sup>564</sup> 피브린 외막이 혈관촬영술에서 발견된 경우 혈관성형술로 파쇄술을 시행하고, 피브린 외막이 없는 경우는 유도철사를 이용하여 도관 교환을 시행하였다. 개통률에 대한 평가는 교환 후 3개월 간격으로 12개월까지 진행되었다. 12개월 개통률은 피브린 외막 파쇄 시행군에서 43%, 피브린 외막이 없는 군에서 52%로 관찰되었다. 피브린 외막 파쇄와 중심정맥도관 기능상실 간에 유의한 관련성은 없었다(보정 위험비, 1.34; 95% 신뢰구간, 0.87-2.10). 두 연구 모두에서 중대한 부작용은 발생하지 않았고, 균혈증 발생에서 있어서도 두 군 간 차이를 보이지 않았다.

연구결과 표, 근거의 질, 편향 위험도는 **부록 3과 표 S233-S238**에 기술되어 있다.

### 중심정맥도관 구제요법, 교환 및 다른 치료 방법

유도철사를 이용하여 중심정맥도관을 교환하는 것은 중심정맥도관 혈전증을 치료하는 안전하고 효과적인 방법이다.<sup>565</sup> 하지만, 중심정맥도관 교환 후 중심정맥도관 기능부전의 조기 재발을 막기 위해, 도관 교환 전 피브린 외막을 제거하는 것이 합리적이라고 생각된다(비무작위 대조연구 기반 근거).<sup>560,566</sup> 피브린 외막이 없는 경우가 피브린 외막이 중심정맥도관을 감싸 존재하는 경우보다 중심정맥도관 개통률이 더 좋다. 더욱이, Valliant 등<sup>564</sup>은 피브린 외막을 파쇄시키면서 중심정맥도관을 교환하는 것이, 단순히 유도철사방법으로 도관을 교환하는 것보다, 균혈증의 위험은 증가하지 않으며 교환 후의 중심정맥도관 기능부전 발생률을 낮출 수 있다고 보고하였다. 한 후향적 관찰연구에서 새로운 출구와 터널을 만들면서 중심정맥도관을 교환한

군(초기의 혈관천자 부위는 유지) (교정(revision) 군)과 같은 출구, 같은 터널과 같은 천자부위를 유지하면서 도관만 교환한 군(단순 교환군)을 비교하였다.<sup>567</sup> 교정군에서는 피브린 외막 파쇄술이 함께 진행되었으며 낮은 감염률을 보고하였는데, 이는 출구를 보존하고 피브린 외막 파쇄술을 시행했기 때문인 것으로 생각된다; 반복 시술에 대해서는 평가되지 않았다.<sup>567</sup>

유도철사를 이용한 중심정맥도관 교환은 중심정맥도관 개통률을 연장하는 효율적인 방법이며, 특히 중심정맥 접근에 제한이 있는 환자에게서, 출구(exit site) 부위를 보존, 보호할 수 있다.<sup>568</sup> 유도철사를 이용한 중심정맥도관 교환은 감염의 위험 증가 없이 안전하고 쉽게 시행될 수 있고, 새로 중심정맥도관을 삽입하는 경우와 비슷한 중심정맥도관 생존율을 얻을 수 있다.<sup>568</sup>

### 도관 교환

중심정맥 협착은 혈관통로 관련 흔한 합병증 중 하나로, 유지 혈액투석 환자의 40%까지도 발생하는 것으로 알려져 있다(진료지침 26). 따라서, 중심정맥도관을 제거하기 전에 유도철사를 협착병변을 통과하여 확보하지 않는다면, 혈전증 발생으로 인하여 해당혈관에 중심정맥도관 재삽입이 어려울 수 있다. 오랜 기간 동안 혈액투석을 받은 혈관통로에 문제가 있는 환자들에서 내경정맥 혹은 대퇴정맥에 협착이나 만성폐색이 발생하여 해당 혈관으로의 접근이 불가능할 수 있다. 이러한 환자들은, 시술자가 혈관협착 부위를 확보하지 않는다면, 선택 가능한 혈관통로가 남지 않게 된다.

# 중심정맥도관 연관 감염

진료지침 권고내용에 대한 근거 기준을 이해하기 위하여 Box 1을 참조하십시오.

참고: 권고내용에 “KDOQI에서 권고사항을 만들 근거가 부족하였다”라고 기술되어 있는 것은, 근거분석팀(ERT)에 의해 수집된 근거의 수준이 매우 낮거나, 낮거나 혹은 부적절하여 작업그룹(Work Group)에서 어떠한 권고나 제안 혹은 기타의 근거 기반 지침을 만들 수 없었다는 것을 의미한다.

## 권고내용: 도관 연관 감염의 정의

23.1 KDOQI는 중심정맥도관 연관 감염(CVC-related infection)에 대해서 표준화된 정의를 사용하여 프로토콜 및 개개의 기관 간의 비교가 가능하도록 하는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

23.2 KDOQI는 중심정맥도관 연관 감염은 혈액투석 환자의 특별한 상황이 고려된 KDOQI 2019에 명시된 정의를 사용하는 것이 바람직하다고 생각한다(표 23.1과 23.2). (전문가 의견)

참고: 여러 정의사항을 반영하기 위하여 KDOQI

2019에서의 정의는 다른 단체들의 정의사항을 포함하고 있다.

## 근거 및 배경

중심정맥도관을 이용하여 혈액투석을 받는 환자는 중심정맥도관 연관 감염의 위험이 증가하고 이에 따른 이환율, 사망률 및 의료비용도 증가한다.<sup>34,67,179,569</sup> 중심정맥도관 연관 감염은 중심정맥도관 1,000일당 1.1-5.5례로 보고되고 있다.<sup>171,570,571</sup> 도관을 이용하여 혈액투석을 시작하는 환자의 입원율 및 사망률은 높고 중심정맥도관 사용의 증가에 따라 균혈증 및 패혈증도 증가한다.<sup>171,569</sup> 중심정맥도관과 관련된 입원, 항생제, 도관교체 비용은 의료 재정 및 환자비용 발생에 중대한 원인이 되고 있다. 따라서, 중심정맥도관을 이용하여 혈액투석치료를 받는 환자에서 발생하는 중심정맥도관 연관 감염에 대하여 국가차원에서 정확한 평가를 하기 위해서는 중심정맥도관 연관 감염의 정확하고 일관된 정의를 확립하여 보고하는 것이 필수적이다.

## 세부 설명

중심정맥도관 연관 감염에 관한 통일되지 않은 정의가 각각의 문헌에 사용되고 있으며, 관련 학회에서 합의된 것은 없는 실정이다.<sup>13,297,319</sup> 표 23.1은 2006년 KDOQI, 미국 질병관리본부(Center for Disease Control, CDC), 미국 감염학회(Infectious Diseases Society of America, IDSA)에서 중심정맥도관 연관 감염에 관하여 정의한 것이다. 주목할 점은 2009년 미국 감염학회 진료지침에서는, 개정된 미국 질병관리본부 진료 지침과 마찬가지로, 혈액투석용 중심정맥도관을 별도로 다루고 있다는 점이다.<sup>297</sup> 위에서 언급한 진료지침들에서 도관연관혈류감염(CRBSI) 진단은 (1) 중

심정맥도관의 동맥 또는 정맥 허브에서 시행한 혈액배양검사 기준(말초 정맥배양검사에서 배양된 균의 집락 형성 단위(colony-forming units, CFU)와 비교하여 허브에서 배양된 균의 CFU가 3배 이상)에 부합하거나, (2) 배양된 중심정맥도관의 동맥 또는 정맥 허브에서 DTTP (differential time to positivity, 혈액배양이 양성으로 판단되는 시점의 시간차)가 말초 배양검사서 비해서 적어도 2시간 빠른 경우 또는 (3) 중심정맥도관 팁을 배양하여 말초 배양검사서 얻은 균과 같은 균이 배양된 경우로 정의된다. 이들 진료지침은 말초정맥 배양을 말초정맥에서 채취한 배양검사서 정의하고 있다.

하지만, 최근 혈액투석 환자에서 도관연관혈류감염

표 23.1. 중심정맥도관 관련 혈행성 감염의 정의

KDOQI-2019	KDOQI-2006 <sup>13</sup>	CDC <sup>297</sup>	IDSA <sup>319</sup>
<p><b>임상적 징후</b> 및 말초 혈액(투석 회로 또는 정맥)으로부터 시행된 <b>혈액배양에서 적어도 1개에서 양성</b> 그리고 다른 감염의 원인이 없으면서, 반정량적(&gt;15 CFU/도관부위, 예 허브 또는 끝) 또는 정량적(&gt;10<sup>2</sup> CFU/도관부위, 예, 허브 또는 끝) 배양에서 양성, 동일한 병원균(같은 종 및 동일한 항생제 감수성)이 도관부위(예를 들어, 허브 또는 끝)와 말초 혈액(투석회로 또는 정맥)에서부터 배양되는 경우 가능하다면, 다음 상황이 도움이 된다: 배양검사서 배양균의 정량적비가 3:1 이상인 경우(도관 허브/끝과 말초 [투석회로/정맥]); 도관 배양과 말초 혈관에서의 배양 양성 간격이 2시간 이상인 경우</p>	<p><b>확정(definitive):</b> 도관 끝에서의 반정량적(&gt;15 CFU/도관부위) 배양검사와 다른 명백한 감염원이 없이 증상이 있는 환자의 말초혈액 배양검사서 동일한 균이 배양될 때</p> <p><b>추정(probable):</b> 도관을 제거하거나 혹은 제거하지 않은 상태에서 항생제 치료 후 증상이 호전된 경우, 다른 감염원이 없이 증상이 있는 환자에서 혈액 배양검사서 감염이 확인되었으나 도관의 끝에서는 아닌 경우(혹은 도관 끝은 양성, 혈액배양은 음성)</p> <p><b>가능(possible):</b> 다른 명백한 감염원이 없이 증상이 있는 환자에서 혈행적 감염에 대한 검사소견은 없고, 도관을 제거하거나 혹은 항생제 치료 후 증상이 호전된 경우</p>	<p>임상적 징후 및 말초 혈액으로부터 시행된 혈액배양에서 적어도 1개에서 양성 그리고 다른 감염의 원인이 없으면서, 반정량적(&gt;15 CFU/도관부위) 또는 정량적(&gt;10<sup>2</sup> CFU/도관부위) 배양에서 양성, 동일한 병원균(같은 종 및 동일한 항생제 감수성)이 도관부위와 말초 혈액에서부터 배양되는 경우</p> <p>배양검사서 배양균의 정량적비가 3:1 이상인 경우(도관 허브/끝과 말초 [투석회로/정맥]); 도관 배양과 말초 혈관에서의 배양 양성이 2시간 간격인 경우</p> <p><b>혹은</b> 다른 명백한 감염원이 없이 혈행적 감염에 대한 증상이 있는 환자에서 혈액(말초 정맥이 우선)을 통한 반정량적 혹은 정량적 배양검사서 동일한 균이 배양되는 경우</p>	<p>적어도 1개에서 혈액배양 양성이 관찰되는 혈관내 도관을 가진 환자에서 균혈증, 진균혈증이 있고, 감염에 대한 증상(즉, 발열, 오한 혹은 저혈압)이 있으면서 도관 이외에 혈행적 감염원이 없는 경우</p> <p><b>그리고</b> 아래 중 한 가지 이상 확인될 경우: 반정량적(&gt;15 CFU/도관부위) 또는 정량적(&gt;10<sup>2</sup> CFU/도관부위) 배양에서 양성, 동일한 병원균(같은 종 및 동일한 항생제 감수성)이 도관부위와 말초 혈액에서부터 배양되는 경우</p> <p>배양검사서 배양균의 정량적비가 5:1 이상인 경우(도관:말초)</p> <p>도관 배양과 말초 혈관에서의 배양 양성 간격이 2시간 이상인 경우</p>

CDC, Centers for Disease Control and Prevention; CFU, colony-forming unit; KDOQI, Kidney Disease Outcomes Quality Initiative; IDSA, Infectious Diseases Society of America.

의 진단을 위하여 미국 감염학회 기준 적용이 가능한지를 확인한 연구에서는 말초정맥 배양검사에 대한 필요성에 대해 의문점을 제기하고 있다.

해당 연구에서는 말초정맥을 대신하여 투석회로(또 다른 말초 혈액으로 볼 수 있는)에서 얻은 혈액을 배양하여 도관연관혈류감염을 진단하는 “실제 임상에서 유용한” 접근법을 사용할 것을 결정하였다.<sup>12</sup> 혈액 투석회로와 중심정맥도관 정맥 허브에서 시행한 혈액 배양검사가 말초정맥 혈액 배양검사보다 더 민감하고, 더 특이적이며 정확하기 때문에 정맥을 천자하여 배양검사를 시행하는 것은 불필요한 것으로 간주하였다. 하지만, 이 연구는 도관연관혈류감염의 발생빈도가 낮고 단일기관에서 시행되었다는 한계점이 있다.

도관연관혈류감염에 대한 명확한 진단을 위해서 중요한 점은, 현재 미국 질병관리본부 또는 미국 감염학회의 도관연관혈류감염 정의 기준이 중심정맥도관을 이용하여 혈액 투석을 시행하는 환자들에서는 입증되지 않았다는 것이다. 이러한 점은 현재 반드시 논의되어야 될 것으로 여겨지는데, 도관연관혈류감염에 대한 보고의 정확성과 빈도에 영향을 줄 수 있는 몇 가지 문제점들이 있기 때문이다. 예컨대, 환자의 혈관에서 배양검사를 할 수 없거나 또는 혈관을 보호해야하기 때문에 말초정맥에서 혈액배양 검사를 시행하지 못하는 경우, 외래 투석실에서 시행한 혈액배양검사 검체가 부적절하게 관리(예, 배양검사 용기가 배양기에 도착할 때까지의 시간이 불규칙한 경우 또는 검사실

표 23.2. 중심정맥도관 출구 감염과 터널 감염의 정의

KDOQI-2019	KDOQI-2006 <sup>13</sup>	CDC <sup>297</sup>	IDSA <sup>319</sup>
<b>출구 감염</b>			
<p>발열, 경결 및/혹은 도관 출구 부위에서 2 cm 이내 부위의 압통이 있다.</p> <p>출구부에서의 배액이 있을 수 있다.</p> <p>균혈증과 관련이 있을 수도 있고 없을 수도 있다.</p> <p>출구 부위 배액이 있으면 반드시 그람 염색, 배양 및 감수성 검사를 위해 수집되어야 한다.</p>	<p>염증은 도관 출구 부위의 주변에 국한되고, 터널식 도관의 경우 커프 위로 퍼지지 않는다. 삼출물의 배양결과는 양성으로 확인된다.</p>	<p>화농이 동반되지 않고, 혈행적 감염도 동반되지 않는 상태에서 도관 출구 부위 2 cm 이내에 발적 혹은 경결이 확인된다.</p>	<p>발열, 경결, 혹은 도관 출구 부위에서 2 cm 이내 부위의 압통이 있다.</p> <p>발열과 출구부위에서 화농성 배액이 관찰될 수 있다. 균혈증과 관련이 있을 수도 있고 없을 수도 있다. 만약 화농성 배액이 있다면 그람염색과 배양을 위해 수집되어야 한다.</p>
<b>터널 감염</b>			
<p>피하 터널을 따라서 퍼지는 압통, 발적 혹은 경결이 있다.</p> <p>균혈증과 관련이 있을 수도 있고 없을 수도 있다.</p> <p>출구 부위 배액이 있으면 반드시 그람 염색, 배양 및 감수성 검사를 위해 수집되어야 한다.</p>	<p>커프 위쪽의 도관 터널에 염증과 통증이 있고, 출구 부위로 배양 양성인 배액이 있을 수 있다.</p>	<p>동반되는 혈행적 감염 없이, 도관의 피하 경로를 따라서 도관 주변 2 cm 이상의 부위에 압통, 발적 혹은 경결이 보인다.</p>	<p>출구 부위에서 2 cm 이상 퍼지고, 도관의 피하 경로를 따라서 압통, 발적 혹은 경결이 보인다.</p> <p>균혈증과 관련이 있을 수도 있고 없을 수도 있다. 만약 화농성 배액이 있다면 그람염색과 배양을 위해 수집되어야 한다.</p>

CDC, Centers for Disease Control and Prevention; KDOQI, Kidney Disease Outcomes Quality Initiative; IDSA, Infectious Diseases Society of America.

로 운반되는 동안의 온도차이가 발생하는 경우)되거나, 또는 도관연관혈류감염을 예방할 목적으로 사용된 항생제 충전이 도관연관혈류감염 진단에 혼선을 줄 수 있는 경우를 들 수 있다. 그 밖에도, 정량적인 혈액 배양검사가 연구분야에서 제한적으로 사용되기 때문에 임상에서는 일반적으로 사용할 수 없다는 점과 도관연관혈류감염 진단 증례의 1/3 미만에서만 DTTP (differential time to positivity) 진단 기준에 합당하였다는 점들도 고려해야 될 사항들이다.

2019 KDOQI 도관연관혈류감염의 정의(표 23.1)는 다음과 같다. 임상증상과 함께, 말초혈액(투석회로나 정맥) 배양에서 적어도 1개에서 양성이며 다른 감염원이 없고, 반 정량적으로 도관의 허브나 팁에서 15 CFU 이상, 또는 정량적으로 도관의 허브나 팁에서 10<sup>2</sup> CFU 이상이고 도관 부위(허브나 팁)와 말초혈액(투석회로나 정맥)에서 배양된 균이 일치해야 한다. 가능하다면, 다음과 같은 사실이 유용할 수 있는데, 배양검사서 배양균의 정량 값의 비율이 3:1 이상인 경우(도관 허브/팁 대 말초혈액[투석회로/정맥]), 그리고 중심정맥도관에 더 균이 많기 때문에 여기서 시행한 혈액배양검사가 말초에서 시행한 배양검사보다 2시간 먼저 양성인 경우를 들 수 있다.

2019 KDOQI는 이전 KDOQI와 현재의 근거를 바탕으로 하고 다른 진료지침을 참조하여 도관연관혈류감염의 정의를 수정하였다.

표 23.2는 이전의 2006년 KDOQI<sup>9</sup>, 미국 감염학회<sup>11</sup>, 미국 질병관리본부<sup>10</sup>의 정의에 추가하여, 출구감염, 터

널감염에 대하여 최소한으로 개정된 2019 KDOQI 정의에 대한 것이다.

## 특별 토의

KDOQI 작업그룹은 올바른 중심정맥도관 연결의 중요성과 그 연결이 적절하게 수행되지 않았을 때 도관연관혈류감염에 기여하는 역할에 대해서 논의하였다. 중심정맥도관 관리에 대해 훈련받고 경험이 많은 의료진만이 중심정맥도관을 평가하고 조작해야 한다(진료지침 11).

## 적용 시 고려사항

표준화된 도관연관혈류감염의 정의를 바탕으로 각 기관마다 일관된 보고가 가능하므로 기관별 비교가 가능해질 것으로 여겨진다.

## 앞으로의 연구

- 혈액투석 환자에서의 도관연관혈류감염에 대한 진단 기준의 검증이 필요하다.
- 혈액투석 환자에서 출구 및 터널 감염의 진단 기준에 대한 추가 검증 연구가 필요하다.

# 중심정맥도관 연관 감염의 예방

진료지침 권고내용에 대한 근거 기준을 이해하기 위하여 Box 1을 참조하십시오.

참고: 권고내용에 “KDOQI에서 권고사항을 만들 근거가 부족하였다”라고 기술되어 있는 것은, 근거분석팀(ERT)에 의해 수집된 근거의 수준이 매우 낮거나, 낮거나 혹은 부적절하여 작업그룹(Work Group)에서 어떠한 권고나 제안 혹은 기타의 근거 기반 지침을 만들 수 없었다는 것을 의미한다.

## 권고내용: 중심정맥도관 연관 감염의 일반적 예방과 감염감시 프로그램 및 감염관리팀의 적용

24.1 KDOQI는 감염관리프로그램에는 감시, 추적, 예방을 돕고, 혈관통로 감염 특히, 중심정맥도관 연관 감염의 결과를 평가하기 위한 감염감시팀을 포함시키는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

## 근거 및 배경

혈액투석환자에서 감염을 줄일 수 있는 중요한 방법은 감염감시프로그램을 활성화하는 것이다. 감염감시프로그램의 활성화는 중심정맥도관 연관 감염을 찾아내는데 도움이 되고 중심정맥도관 연관 감염을 적절한 시기에 치료할 수 있고 이를 예방하기 위한 전략을 유지하는 것으로 이어진다.<sup>572-574</sup> 성공적인 감시프로그램에는 중심정맥도관 연관 감염률, 입원 및 사망과 같은 임상 결과를 감시할 수 있는 전담팀과 자원(전자 감염 추적 시스템의 사용을 포함하는)이 필요하다.<sup>572</sup> 혈류감염감시를 위해서 미국 질병관리본부의 National Healthcare Safety Network에 참여하는 것이 권고된다. 다학제팀이 효과적인 감시 프로그램을 운영하는 데에 중요한 것으로 여겨진다.<sup>575</sup> 의사 및 의료진을 도울 수 있는 혈관통로 전담 간호사 또는 코디네이터와 함께 중심정맥도관 연관 감염관리를 하는 것이 패혈증으로 인한 사망 및 치료실패를 줄일 수 있는 것으로 알려져 있다.<sup>177-179</sup> 그러나, 중심정맥도관 연관 감염을 줄일 수 있는 가장 효과적인 전략은 아마도 중심정맥도관의 사용을 줄이는 것이라 하겠다. 이전의 연구에서도 혈관통로 코디네이터 및 혈관 통로 프로토콜이 확립된 프로그램이 있는 경우에 처음 투석 시 동정맥루 사용빈도가 높고, 중심정맥도관 삽입 빈도가 감소하는 것으로 보고되었다.<sup>168</sup>

## 도관 연관 감염의 구체적인 예방

중심정맥도관 감염을 포함하여, 중심정맥도관 연관 합병증을 예방하기 위해서는 **진료지침 20**에 따른 정기적인 모니터링이 요구된다.

## 권고내용: 중심정맥도관의 균의 집락화 감시 및 도관연관혈류감염의 선제적 관리

24.2 KDOQI는 집락화에 대한 일상적인 배양검사를 하는 것과, 균이 배양되었을 때 선제적으로 항생제 충진을 시행할 지에 대해 권고하기에는 근거가 부족하다.

## 근거 및 배경

### 중심정맥도관의 균의 집락화에 대한 감시

중심정맥도관 삽입 후 일상적으로 24시간 내에 도관의 안쪽에 균막(biofilm)이 형성된다. 균막 내 세균은 중심정맥도관을 이용하여 투석을 받는 환자에서 도관연관혈류감염의 주요한 원인이다. 균막 내 세균이 많이 존재한다면 중심정맥도관에서 시행한 배양검사에서도 균이 배양될 확률이 높다. 도관연관혈류감염을 예방하기 위한 하나의 방법은 투석 시작 전 도관에서 주기적으로 혈액배양검사를 시행하는 것이다. 이론적으로, 이 배양검사서 양성이 나온 환자는 균막 내 세균을 제거하기 위해서 항생제 충진을 시행할 수 있다.

## 세부 설명

이러한 접근방법이 스페인에서 단일 기관 관찰 연구로 진행되었다. 1년의 중재기간 동안, 환자들은 15일마다 도관에서 혈액배양검사를 받았다.<sup>576</sup> 만약 배양검사서 14시간 내에 coagulase negative 포도상구균(*Staphylococcus species*)이 배양되었거나, 어떤 시기라도 황색 포도상구균(*S. aureus*), 장구균(*Enterococcus species*), 또는 그람 음성균이 배양되었다면, 그 환자는 2주에 걸쳐 매 투석이 끝난 후 도관에 항생제 충진을 시행받았다. 검사를 통하여 항생제 충진을 시행한 경우 1,000 중심정맥도관 일 동안 0.27건의 도관연관혈류감염이 관찰되었고, 감시 배양검사를 시행하지 않은 과거 대조군은 100 중심정맥도관 일 동안 1.65건의 도관연관혈류감염이 관찰되었다. 저자들은 도관연관혈류감염의 고위험군에서는 감시 배양검사를 통하여 선제적으로 항생제 충진을 시행하는 것이 효과가 있을 것으로 결론지었다. 하지만, 근거분석팀은 이 연구의 신뢰도가 매우 낮고, 중등도 이상의 편향의 위험성을 가진 것으로 분류하였다.

## 특별 토의 및 적용 시 고려사항

KDOQI는 아래와 같은 이유로 이러한 접근방법에 몇 가지 우려할 점들이 있다고 본다.

- 해당 연구는 근거분석팀에 의하여 매우 낮은 수준의 근거로 분류되었다.
- 이 연구는 무작위 대조연구가 아니고, 중등도 이상의 편향을 가지고 있다. 대조군으로 과거의 대조군을 이용하였고, 치료군에서 보다 세심한 무균 슬기가 사용됨으로써, 감시나 선제적 항생제 충진의 효

과로 보기 보다는, 이 술기가 도관연관혈류감염의 발생을 감소시켰을 가능성이 있다.

- 이러한 접근방식은 매우 노동집약적이고 상당한 비용을 요구한다. 총 1,734건의 감시 배양검사가 있었고, 이 중 94.2%는 음성이었고, 4.6%에서 14시간 이후에 coagulase-negative *Staphylococcus* species가 배양되었다. 즉, 단지 배양검사의 1.2%만이 항생제 충진을 이용하여 선제적 치료를 받았다. 이러한 접근방식은 현실적으로 어려울 것으로 보인다. 따라서, 도관 연관 감염의 진단을 위한 무분별한 중심정맥도관 감시배양법은 현실적으로 가능하지 않다. 그러나, 추가적인 연구를 통하여 어떤 환자에서 이러한 접근법으로 선제적 치료가 도움이 되었는지 찾는다면 의미가 있을 것으로 여겨진다.
- 중심정맥도관 감시배양 검사는 KDOQI에서 강력하게 권고하는 도관 연관 감시 모니터링과는 분명히 다르다는 점을 명심해야 한다.

## 앞으로의 연구

도관연관혈류감염의 감시배양 검사 및 선제적 치료를 통하여 효과를 볼 수 있는 환자군을 결정하는 것에 추가하여, 그러한 고위험 환자에서 도관연관혈류감염에 효과적인 감시배양 검사를 이용한 선제적 치료가 효과가 있는지를 알아보는 엄격하게 설계 및 구현된 연구가 필요하다.

## 권고내용: 도관연관혈류감염을 예방하기 위한 방법

### 도관 외 감염예방 전략(Extraluminal Strategies)

진료지침 11, 21, 24의 “중심정맥도관의 연결과 분리 시 고려사항(CVC System Connect and Disconnect Procedure Considerations)”과 “중심정맥도관 기능부전(Prevention of CVC Dysfunction)” 부분을 참조하기 바란다.

### 도관 내 감염예방 전략(Intraluminal Strategies)

24.3 KDOQI는 장기간 도관을 가지고 있는 도관연관혈류감염의 고위험군(이전에 여러차례 도관연관혈류감염의 과거력이 있는 환자)과 특히 기관의 도관연관혈류감염의 빈도가 1,000일당 3.5회 이상인 경우에 한하여 선택적으로 예방적 항생제 충진을 제안한다. (조건부 권고, 낮거나-중간수준의 근거)

참고: 위에 해당되는 경우와 현재까지의 자료를 바탕으로, 예방적 충진목적으로 사용되는 경우에, KDOQI는 다음과 같은 항생제가 고려되는 것은 합리적이라고 생각한다: 세포탁심(cefotaxime), 젠타마이신(gentamicin) 혹은 코트리목사졸(cotrimoxazole (trimethoprim-sulfamethoxazole), TMP-SMX). KDOQI는 항생제 충진을 예방목적으로 일반적으로 사용하는 것은 해당 근거가 매우 낮기 때문에 지지하지 않는다 (표 24.1).

24.4 KDOQI는 장기간 도관을 가지고 있는 도관연관혈류감염의 고위험군, 특히 기관의 도관연관혈류감염의 빈도가 1,000일당 3.5회 이상인 경우에 한하여 선택적으로 예방적 항균제 충진을 제안한다. (조건부 권고, 낮거나-중간수준의 근거)

참고: 위에 해당되는 경우와 현재까지의 자료를 바탕으로, 예방적 충진목적으로 메틸렌블루를 사용하는 것을 지지한다. KDOQI는 항균제 충진을 예방목적으로 일반적으로 사용하는 것은 해당 근거가 매우 낮기 때문에 지지하지 않는다(표 24.1).

24.5 KDOQI는 장기간 도관을 가지고 있고 도관연관혈류감염의 고위험군, 특히 기관의 도관연관혈류감염의 빈도가 1,000일당 3.5회 이상인 경우에 한하여 선택적으로 예방적 목적의 매주 1회 유전자 재조합 TPA (recombinant TPA)와 같은 혈전용해제 충진을 제안한다. (조건부 권고, 낮거나-중간수준의 근거)

참고: 위에 해당되는 경우와 현재까지의 자료를 바탕으로, 예방적 목적의 유전자 재조합 TPA 사용을 지지한다.

참고: 고위험환자는 이전에 여러 번의 도관연관혈류감염의 과거력이 있고, 황색포도구균의 비강내보균자(nasal carriers)를 지칭한다.

## 근거 및 배경

중심정맥도관을 가지고 있는 환자에서, 도관의 내막에 코팅된 세균막은 도관연관혈류감염의 주요한 원인이다.<sup>577</sup> 매 투석 후 도관 내강을 항생제 또는 항균제를 이용하여(항응고제와 함께) 충진하면 균막이 살균되어

도관연관혈류감염의 빈도를 줄일 수 있다.

## 세부 설명

### 중심정맥도관 항균뚜껑(Antimicrobial Caps)

진료지침 21, 세부 설명에 기술된 ClearGuard 뚜껑에 관하여 참조하기 바란다(중심정맥도관 기능 부전과 균혈증 예방을 위한 중심정맥도관 연결장치(connectors)).

### 도관내 충진액

마찬가지로 진료지침 21 세부 설명의 토론내용을 보기 바란다(중심정맥도관 기능 부전 예방을 위한 기타 충진액).

발표된 여러 무작위 대조연구에서 많은 수의 항생제를 이용한 중심정맥도관 충진액에 대한 평가가 이루어졌다(젠타마이신, 세파졸린(cefazolin), 세포탁심(cefotaxime), 반코마이신(vancomycin), 리네졸리드(linezolid), 반코마이신+젠타마이신, 세파졸린+젠타마이신, 코트리목사졸, 미노사이클린(minocycline), 또는 항균성의 중심정맥도관 충진액(토로리딘, 30% 구연산, 에탄올, EDTA, 메틸렌 블루(methylene blue)). 이러한 연구의 대부분은 비교적 짧은 기간동안 수행되었으며 항생제 또는 항균제를 이용하여 충진을 시행할 경우 이전의 헤파린을 사용한 경우와 비교하여 도관연관혈류감염의 빈도를 상당히 감소시킨 것으로 보고하고 있다(표 24.1). 상대적으로 높은 빈도의 도관연관혈류감염이 보고된 연구에서 일반적으로 항생제 또는 항균제 충진액을 이용한 경우, 헤파린만을 충진

표 24.1. 도관내 감염예방 전략: 도관연관혈류감염(CRBSI)에 대한 항생제 및 항균제 도관 충전용액의 효과: 무작위 대조연구의 요약

연구된 약물	환자, 수	상대위험도 (95% 신뢰구간)	예상되는 CRBSI의 유병률 (95% 신뢰구간)		근거의 수준
<b>CRBSI 예방을 위해 선택적으로 사용될 수 있는 잠금 용액</b>					
세포탁심 <sup>593,595</sup>	227	0.42 (0.25–0.72)	항생제 없이: 67.5%	세포탁심: 23.6%	중간 수준
젠타마이신 <sup>583-585,596</sup>	555	0.18 (0.07–0.46)	항생제 없이: 22.1%	젠타마이신: 4.0% (1.5–10.2)	중간 수준
매주 TPA <sup>506</sup>	225	0.30 (0.11–0.85)	헤파린: 13%	매주 TPA: 5%	중간 수준
코트리목사졸 <sup>597</sup>	87	0.16 (0.04–0.69)	항생제 없이: 1,000일당 4.4	항생제: 1,000일당 0.58	낮은 수준
메틸렌 블루 <sup>598</sup>	407	0.29 (0.12–0.70)	헤파린: 1,000일당 0.82	메틸렌 블루: 1,000일당 0.24	낮은 수준
<b>의미있는 효과가 없거나 매우 낮은 수준의 근거, 권고할 수 없음(아래)</b>					
토로리딘/ 사이트레이트 <sup>533,599</sup>	183	0.49 (0.20–1.24)	헤파린: 21.5%	토로리딘/사이트레이트: 10.5% (4.3–26.7%)	낮은 수준
반코마이신 혹은 리네졸리드(1개의 무작위 대조연구) <sup>600</sup>	152		항생제 없이: 1,000일당 6.7	반코마이신: 1,000일당 1.2 리네졸리드: 1,000일당 0.7	매우 낮은 수준
반코마이신+ 젠타마이신 <sup>601</sup>	86	0.18	항생제 없이: 1,000일당 4.0	항생제: 1,000일당 0.7	매우 낮은 수준
세파졸린 <sup>602,603</sup>	159	0.58 (0.32–1.04)	항생제 없이: 29.3%	세파졸린: 17.0% (9.4–30.5%)	매우 낮은 수준
세파졸린+젠타마이신 <sup>604</sup>	120	0.14	항생제 없이: 1,000일당 3.12	항생제: 1,000일당 0.44	매우 낮은 수준
미노사이클린 <sup>605</sup>	204	0.32 (0.14–0.71)	항생제 없이: 1,000일당 4.3	항생제: 1,000일당 1.1	근거분석팀에 의해 분석되지 않음
<b>항균제 용액</b>					
EDTA <sup>606</sup>	117	0.34 (0.04–3.24)	헤파린: 1,000일당 10.8	EDTA: 1,000일당 0.14	매우 낮은 수준
에탄올/헤파린 <sup>607</sup>	49	0.17 (0.02–0.63)	헤파린: 13%	에탄올/헤파린: 4%	매우 낮은 수준
에탄올/사이트레이트 <sup>608</sup>	40		헤파린: 5%	에탄올/사이트레이트: 0%	매우 낮은 수준
고장성 식염수 <sup>544</sup>	59	-	헤파린: 10%	고장성 식염수: 15%	매우 낮은 수준
30% 사이트레이트 <sup>528</sup>	291	(0.13–0.36)	헤파린: 1,000일당 4.1	30% 사이트레이트: 1,000일당 1.1	근거분석팀에 의해 분석되지 않음
46.7% 사이트레이트 <sup>528</sup>	232	-	46.7% 사이트레이트: 1,000일당 0.7	헤파린: 1,000일당 0.7	근거분석팀에 의해 분석되지 않음

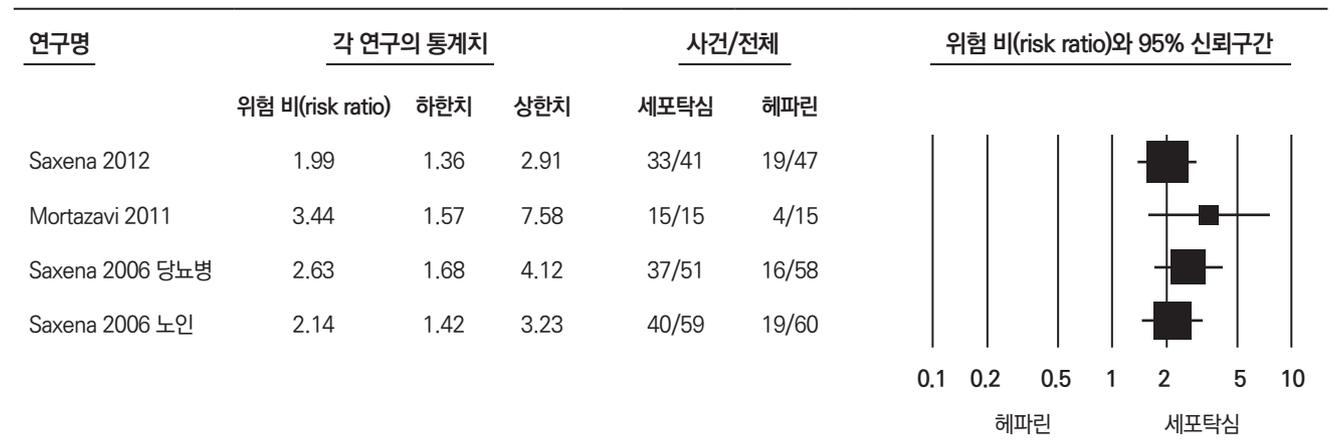
CRBSI, catheter-related bloodstream infection; EDTA, ethylenediaminetetraacetic acid; ERT, evidence review team; RCT, randomized controlled trial; TPA, tissue plasminogen activator.

한 대조군에 비하여 가장 크게 도관연관혈류감염이 감소되었다. 중심정맥도관 연관 감염 예방에 있어서 어느 정도 이상의 근거를 가지는 것으로 여겨지는 항생제 충전제에 대해서는 다음 부분에서 논의하겠다.

**세포탁심.** 도관 생존기간으로 계산된 도관연관혈류 감염을 포함하여 전반적인 중심정맥도관 연관 감염의 빈도가 헤파린만을 단독으로 사용한 것과 비교하여 세포탁심과 헤파린을 병용하였을 때 유의하게 낮았다.<sup>578</sup> 4개의 무작위 대조연구에서 세포탁심(10 mg/mL)와 헤파린(5,000 U/mL) 충진을 사용한 군과 헤파린(5,000 U/mL)을 단독으로 사용한 군을 비교하였다.<sup>572-582</sup> 4개의 연구 중 3개의 연구에서는 터널식 커프를 가진 도관을 이용하여(30<sup>579</sup>에서 100명 이상<sup>581,582</sup>) 2-12개월간 추적 관찰하였다. 노인과 당뇨병자에서 각각 분석이 이루어져 중복되었을 확률이 있기 때문에 총 연구 개수를 알 수 없었다. 4번째 연구(208명)는 커프가 없는 비터널식 도관을 대상으로 연구되었다.<sup>580</sup>

2개의 연구에서는 세포탁심과 헤파린을 병용사용한 군이 헤파린을 단독 사용한 군에 비하여 도관연관혈류 감염 관련 사망률이 낮다고 보고하였다. 한 연구에서

는 사망률의 차이가 유의하지 않았다(10% 대 21%; 오즈비(OR), 0.43; 95% 신뢰구간, 0.18-1.03).<sup>578</sup> 또 다른 한 연구에서는 노인군(12% 대 31%; 오즈비, 0.31; 95% 신뢰구간 0.12-0.81)<sup>582</sup>에서는 유의하게 낮았지만, 당뇨병자(10% 대 23%; 오즈비, 0.37; 95% 신뢰구간, 0.12-1.17)<sup>581</sup>에서는 차이가 없는 것으로 보고하였다. 전반적으로 치료군과 대조군 사이에서 도관연관혈류감염 비율은 넓은 범위를 보였다.<sup>578</sup> 이러한 현상은 노인환자(1.7회, 1,000 중심정맥도관 일당[세포탁심군] 대 3.6회, 1,000 중심정맥도관 일당[헤파린군])와 당뇨병자(1.6회, 1,000 중심정맥도관 일당[세포탁심군] 대 3.7회, 1,000 중심정맥도관 일당[헤파린군])<sup>581,582</sup>에서도 유사하게 보였다. 감염발생까지의 생존기간은 헤파린을 사용한 대조군에 비하여, 세포탁심군에서 유의하게 향상되었다(그림 24.1). 비터널식 중심정맥도관을 대상으로 시행한 연구에서도 세포탁심을 사용한 군에서 도관연관혈류감염의 빈도가 유의하게 낮았다(1.7회, 1,000 중심정맥도관 일당[세포탁심군] 대 3.1회, 1,000 중심정맥도관 일당[헤파린군]).<sup>580</sup> 이 연구에서 세포탁심 충전 여부에 따른 도관연관혈



메타분석

그림 24.1. 도관연관감염이 없는 생존기간에 대한 분석

류감염의 발생률을 도관의 위치에 따라 보고하였는데, 대퇴정맥 중심정맥도관(2.16회 대 5.78회/1,000 중심정맥도관 일;  $P=0.0001$ ), 쇄골하정맥 중심정맥도관(1.16회 대 2.43회/1,000 중심정맥도관 일;  $P=0.046$ ), 내경정맥 중심정맥도관(1.62회 대 3.25회/1,000 중심정맥도관 일;  $P=0.036$ )의 빈도로 세포막을 증진한 군에서 유의하게 낮은 것으로 나타났다.

**젠타마이신.** 젠타마이신 충진을 시행한 경우 헤파린 단독 충진에 비하여 도관 연관 감염의 빈도가 감소하였다. 4개의 무작위 대조연구<sup>583-586</sup>와 3개의 관찰연구<sup>587-589</sup>에서 도관 연관 감염 예방을 위해서 젠타마이신과 항응고제를 병합하여 사용한 것과 항응고제 단독 사용한 것을 비교 평가하였다. 그중 한 연구는 젠타마이신과 미노사이클린/EDTA<sup>585</sup>를 평가하였고, 다른 한 연구는 젠타마이신과 토로리딘<sup>534</sup>을 비교 연구하였다(표 24.1).

4개의 무작위 대조연구에는 총 555명(41-303명)이 포함되었고, 추적기간은 Fluck과 Besarab의 연구<sup>583,585</sup>에서는 3,300 중심정맥도관 일 이하였고, Chen 등의 연구<sup>586</sup>에서는 약 18,000 중심정맥도관 일, Pedan 등의 연구<sup>590</sup>에서는 거의 40,000 중심정맥도관 일이었다. Fluck과 Schiller의 연구<sup>583,590</sup>는 영국에서, Besarab의 연구는 각각 미국<sup>585</sup>에서 Chen의 연구는 중국<sup>586</sup>에서 시행되었다. Besarab 등은 3% 구연산<sup>585</sup> 또는 헤파린(5,000-5,500 U/mL)에 젠타마이신 4-5 mg/mL을 섞어, 헤파린 단독(5,000-5,500 U/mL)<sup>583,585,586</sup>으로 사용한 것과 비교하였다. Schiller 등의 연구(303명)에서는 4% 구연산에 저농도 젠타마이신(320 µg/mL)을 섞어 헤파린(1,000 U/mL)충진과 비교하였다.<sup>590</sup>

전체적으로 4개의 무작위 대조연구에서 헤파린을 단독으로 사용한 군에 비하여 젠타마이신과 항응고

제를 함께 사용한 군에서 도관연관혈류감염이 의미 있게 감소하였다(오즈비, 0.18; 95% 신뢰구간, 0.07-0.46)].<sup>583,585,586,590</sup>

출구감염의 빈도는 치료군과 대조군 간에 차이가 없었다.<sup>585,586,590</sup> 이러한 예방법과 관련된 합병증은 산발적으로 보고되었고 그 수는 적었다(부록 3, 표 S244).

**코트리목사졸(TMP-SMX).** 단일기관 무작위 대조연구로 쇄골하 터널식 중심정맥도관으로 유지 투석을 받는 환자를 대상으로 코트리목사졸(10 mg/mL)과 헤파린(2,500 U/mL) 충진군과 헤파린(2,500 U/mL) 단독군을 비교하였다.<sup>591</sup> 치료군은 투석 기간의 중앙값 45일, 대조군은 31일이었고, 6-12개월 동안 추적하였다.

코트리목사졸을 사용한 군에서 도관연관혈류감염 빈도는 4% (0.58회/1,000 중심정맥도관 일)였고 헤파린을 사용한 군에서는 27% (4.4회/1,000 중심정맥도관 일) ( $P=0.002$ )였다. 1년간 도관연관혈류감염이 없었던 비율은 코트리목사졸을 사용한 군에서는 77%였고 헤파린을 사용한 군에서는 47%로 유의하게 높았다 ( $P=0.002$ ). 도관연관혈류감염과 관련된 사망은 없었다. 헤파린을 사용한 41명 중에서 2명(5%)은 코트리목사졸에 내성을 가진 황색 포도구균이 발견되어 입원하였다. 코트리목사졸 충진과 관련된 합병증은 없었다.

**매주 TPA를 충진.** 캐나다에서 혈액투석 신환을 대상으로 다기관 이중맹검으로 진행된 무작위 대조연구(225명)에서 주 1회 TPA (1 mg/중심정맥 내강)와 주 2회 헤파린(5,000 U/mL)을 충진한 치료군과 주 3회 헤파린만을 충진한 대조군을 6개월 동안 비교하였다. 연구 기간동안 도관연관혈류감염 또는 도관연관혈류감염으로 추정되는 빈도가 TPA와 헤파린을 병용한 치료군에서 헤파린만을 사용한 대조군에 비하여 1/3 이하로 적었다(4.5% 대 13%). 도관연관혈류감염 빈도는 TPA와 헤파린 병용군에서는 1,000 중심정맥도관 일당

0.4회, 헤파린 단독 사용군에서는 1,000 중심정맥도관 일당 1.37회였다.

**메틸렌 블루 충전.** 미국에서 시행한 다기간 공개 임상 무작위 대조연구(407명)에서 0.15% 메틸렌 블루, 0.15% 메틸파라벤(methylparaben)과 7% 나트륨 구연산이 포함된 충전액을 헤파린충진(5,000 U/mL)과 비교하였다.<sup>592</sup> 환자들은 6개월 기간 동안 49,565 중심정맥도관 일 관찰되었다. 도관연관혈류감염의 빈도는 메틸렌 블루 충진을 사용한 군에서 유의하게 낮았다(0.24 대 0.82/1,000 중심정맥도관 기간, P=0.005). 연구 기간동안 도관의 기능을 유지하기 위해서 시행한 중재횟수에는 차이가 없었다(16.4 대 14.8%, P=0.38). 주목할 점은 이 연구시행을 위하여 최적의 의료행위에 대한 재교육 및 재고찰을 시행함으로써, 대조군에서도 도관연관혈류감염 빈도가 0.8/1,000 중심정맥도관 기간)로 감소되었다는 점이다.

이 섹션에 대한 연구들의 표, 증거의 질 및 편향 위험은 부록 3, 표 S179, S181, S237-S239 및 S240-S251에 제시되어 있다.

## 특별 토의

몇몇 무작위 대조연구에서 항생제 또는 항균제를 사용하여 예방적 충진을 시행하였을 때 헤파린을 단독으로 사용한 경우에 비하여 도관연관혈류감염의 빈도를 줄일 수 있었다고 보고하고 있다. 위의 사실에 근거할 때, 이러한 접근방식은 효과적인 것처럼 보이지만, 몇 가지 우려되는 점들이 있다. 첫째, 도관 내강에 충전된 용액은 혈액으로 누출되어 전신으로 순환하게 되어 독성을 나타낼 수 있다는 점이다. 예로, Hutchison 등은 농축된 젠타마이신 충진을 시행한 연구에서 이독성이

발생하였다고 보고하였다.<sup>609</sup> 이와 비슷하게, Singh 등이 30% 구연산을 대상으로 한 연구에서도 환자의 약 15%에서 감각이상을 동반한 저칼슘혈증이 발생하였다고 보고하였다.<sup>526</sup> 더 중요한 것은, 작업그룹에서 예방적 항생제의 장기간 충전으로 인한 항생제 내성발생에 대한 우려를 제기한 점이다. 이렇게 장기적으로 항생제를 사용하는 동안 발생한 내성균 감염에 대한 예방적 젠타마이신 충전이 미치는 영향에 대한 보고들은 서로 상충되고 있다. Landry 등<sup>610</sup>은 내성균의 발생 가능성에 대해서 보고하였지만, Schiller와 Ajluni 등이 시행한 각각의 대규모 연구에서는 그러한 합병증은 발견되지 않았다.<sup>584,589</sup> 항생제 충전은 고위험군에 한하여 사용되어야 한다. 고위험군은 이전에 여러 번의 도관연관혈류감염의 기왕력이 있고, 비강 내 황색 포도구균 보균자이다. 이러한 고위험군에 대한 다른 정의는 아직 이루어진 것이 없는 상태이다. 또, 작업그룹은 중심정맥도관 연관 내용의 재교육을 포함한 최적의 중심정맥도관 관리가 먼저 선행되어야 한다는 점을 고려해야 된다고 생각한다. 따라서, 높은 도관연관혈류감염 발생이 있는 경우에, 지금까지의 연구, 여러 자원들의 이용 가능한 정도도 고려하여, 기관별 도관내 항생제나 항균제 충전법을 고려해야 할 기준으로 1,000 중심정맥도관 일당 3.5회 이상의 도관연관혈류감염이 발생한 경우를 설정하기로 하였다.<sup>579,592,611</sup>

## 적용 시 고려사항

항생제 내성 발생에 대한 우려로 작업그룹에서는 항생제 충전의 사용을 일괄적으로 추천하는 것에 대해서는 부정적이다. 따라서, 항생제 충전이 하지 않는 경우보다 잠재적 위험을 넘어서, 이익이 명백하다면, 즉 고

위험군의 환자 또는 도관연관혈류감염의 빈도가 높은 기관에서는 항생제 충진을 권고한다. 이러한 경우는 도관연관혈류감염의 위험도가 큰 환자이다(예, 이전에 여러 번의 도관연관혈류감염의 과거력이 있거나, 황색 포도구균의 비강내 보균자, 1,000 중심정맥도관 일당 3.5회 이상의 도관연관혈류감염이 발생한 기관의 경우). 비항생제인 항균제 충진은 내성 발생의 위험이 적기 때문에 보다 좋은 선택일 수 있다. 메틸렌블루를 이용한 무작위 대조연구에서 최적의 중심정맥도관 관리 프로그램의 재검토, 재교육을 적용함으로써 도관연관혈류감염을 1,000 중심정맥도관 일당 0.8회까지 감소시켰다고 강조하였다.<sup>612</sup> 또한, 항생제를 이용한 충진은 최적의 중심정맥도관 관리를 했음에도 불구하고 도관연관혈류감염이 높은 기관에 한하여 선택적으로 사용할 것을 강조하였다.

## 앞으로의 연구

- 최적의 중심정맥도관 및 그 감염 관리에도 불구하고 도관연관혈류감염의 위험이 높은 환자를 정하고 이를 검증해야 한다.
- 도관연관혈류감염에 고위험군 계층화하는 것의 효과와 그러한 환자들에서 도관연관혈류감염의 도관의 예방관리(예, 출구 부위) 또는 예방적 항생제 충진법과 같은 도관 내 예방관리법의 효과
- 예방 전략으로 도관연관혈류감염의 위험이 높은 환자, 시설 또는 이 둘 모두를 대상으로 해야 하는지가 명확하지 않다; 항생제의 광범위한 예방적 사용 효과와 환자 뿐만 아니라 기관 측면에서도 항생제 내성균의 출현 가능성 모두를 고려하고 이에 대하여 엄격하게 연구되어야 한다.

# 중심정맥도관 연관 감염의 치료

진료지침 권고내용에 대한 근거 기준을 이해하기 위하여 Box 1을 참조하십시오.

참고: 권고내용에 “KDOQI에서 권고사항을 만들 근거가 부족하였다”라고 기술되어 있는 것은, 근거분석팀(ERT)에 의해 수집된 근거의 수준이 매우 낮거나, 낮거나 혹은 부적절하여 작업그룹(Work Group)에서 어떠한 권고나 제안 혹은 기타의 근거 기반 지침을 만들 수 없었다는 것을 의미한다.

## 권고내용: 중심정맥도관 연관 감염 환자의 관리

25.1 KDOQI는 항생제 사용 전에 미리 배양검사를 시행하고, 항생제 감수성 결과에 맞춰 항생제를 변경하는 것이 합리적이고 필요하다고 생각한다. (전문가 의견)

참고: 더 자세한 지침에 대해서는 근거와 세부 설명 부분을 참조하십시오.

## 권고내용: 중심정맥도관 연관 감염을 가진 환자에서 중심정맥도관의 관리

25.2 KDOQI는 감염된 중심정맥도관의 관리에 대해서 환자의 건강상태, 투석, 혈관통로 환경에 따라 개별적인 접근을 하는 것이 합리적이라고 생각하며, 그에 따른 자세한 진료지침을 따라야 한다고 생각한다. 선택 가능한 방법에는 유도철사를 이용한 중심정맥도관 교체, 중심정맥도관 제거 및 새로운 중심정맥도관 삽입, 항생제 충진을 시행하며 기존 도관의 구제하는 방법(특히 감염된 도관이 환자의 마지막 혈관 통로인 경우)이 있다. (전문가 의견)

참고: 더 자세한 지침에 대해서는 근거와 세부 설명 부분을 참조하십시오.

## 근거와 세부 설명

중심정맥도관 연관 감염 및 균혈증은 혈액투석 환자에서 매우 중요한 이환율(morbidity) 및 사망률의 원인이다. 도관 연관 감염에는 출구감염, 터널감염, 균혈증이 있다. 이 중에서 균혈증이 가장 심각한데, 생명을 위협하는 패혈증, 심내막염과 같은 치명적인 합병증으

로 이어질 수 있기 때문이다. 중심정맥도관 감염증의 공통되는 특징은 열, 오한, 혈액학적 불안정, 도관기능 부전, 저체온증, 오심, 구토, 전신 쇠약감이다.<sup>572,613,614</sup> 출구감염, 터널감염, 중심정맥도관 연관 균혈증은 중심정맥도관 감염의 세 가지 형태이며 (1) 환자를 어떻게 치료하고 (2) 중심정맥도관을 어떻게 관리해야 할지 세심한 주의가 필요하다. 중심정맥도관 연관 감염의 정의에 대해서는 [진료지침 23](#)을 참조하기 바란다. 각각의 중심정맥도관 연관 감염의 치료 시 각 기관의 감염관리 방침을 고려해야 하는데, 이는 해당기관의 균의 패턴, 배양결과 및 감수성에 영향을 줄 수 있다. 모든 종류의 중심정맥도관 연관 감염을 적절하게 치료하고 내성균의 출현을 피하기 위해서는 경험적 항생제 사용 전 적절하게 이루어진 배양검사가 반드시 이루어져야 한다.

## 출구감염

출구에서 배액되는 것이 있으면 우선 배양검사를 먼저 시행하고 항생제를 사용한다.<sup>572</sup> 전신감염의 증상 및 징후가 있으면 배양검사를 꼭 시행해야 한다. 경험적 항생제는 그람 양성균을 치료할 수 있어야 하고 감수성 결과에 따라서 항생제를 변경해야 한다.<sup>572</sup> 출구감염의 치료기간은 7일에서 14일이다.<sup>572</sup>

**출구감염 시 중심정맥도관 관리:** 도관의 제거는 일반적으로 필요하지 않지만, 배양된 균 및 치료 반응에 따라 도관의 제거가 필요할 수 있다.

## 터널감염

터널감염이 있을 때, 터널이나 출구에서 나온 배액과 도관을 통한 혈액의 배양검사를 시행해야 한다.<sup>572</sup>

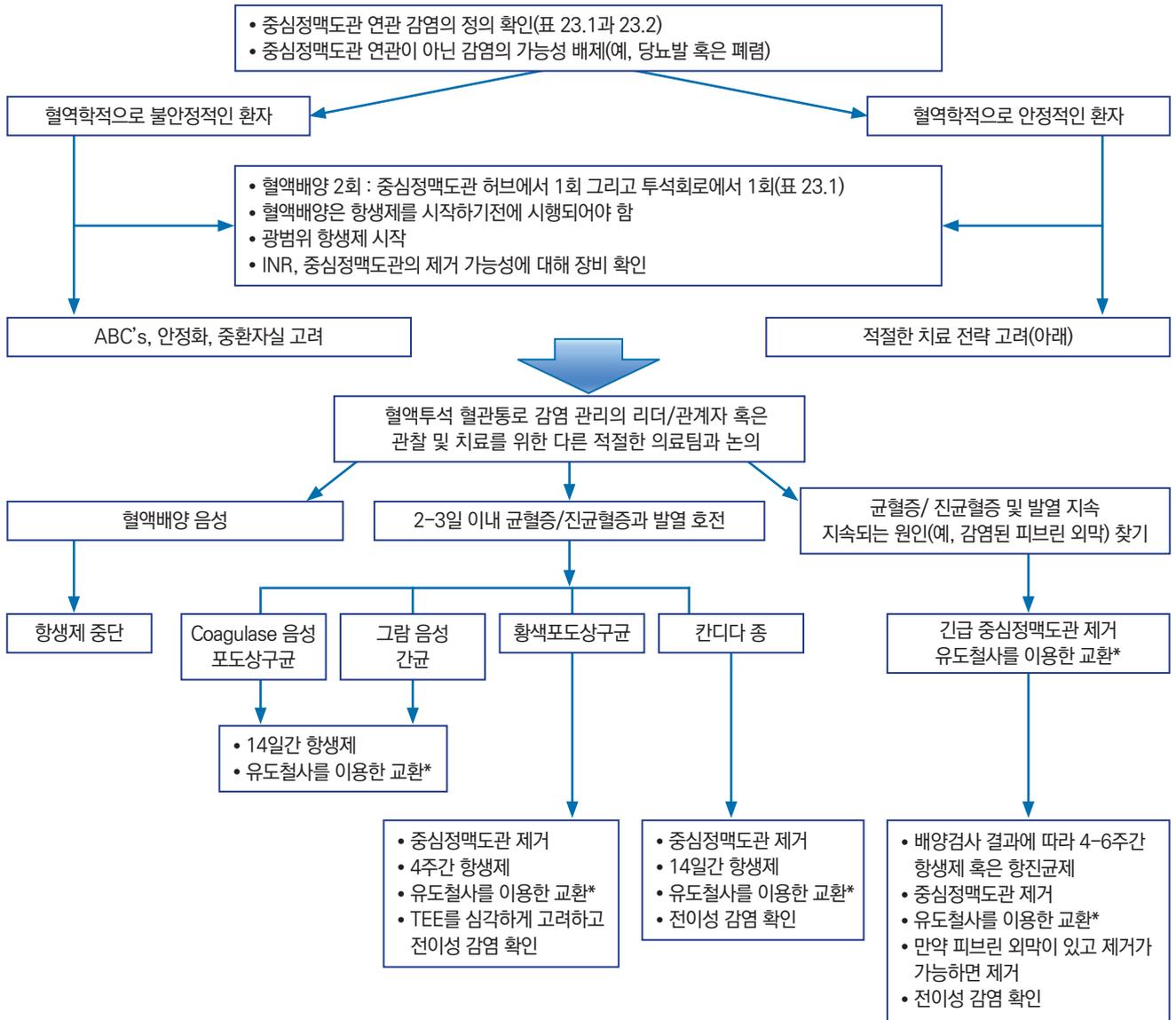
적절한 배양검사가 시행된 후에 그람 양성 및 음성균 모두를 치료할 수 있는 경험적 항생제를 사용해야 한다.<sup>572</sup> 항생제는 배양검사에 따라 변경해야 한다. 균혈증이 없는 터널감염은 일반적으로 10-14일간 치료한다.<sup>572</sup> 중심정맥도관 연관 균혈증이 동반된 경우에는 해당 균혈증에 따라 치료 기간을 결정해야만 한다.

**터널감염에서 중심정맥도관의 관리:** 만약 터널감염이 치료에 적절하게 반응하지 않는다면, 정맥 천자부위는 유지하고 새로운 터널을 만들어 새로운 중심정맥도관으로 교체해 볼 수 있다.<sup>615</sup> 이것이 가능하지 않다면, 기존의 중심정맥도관을 제거하고 다른 부위 천자를 통한 새로운 중심정맥도관 삽입이 이루어져야 한다.<sup>572</sup>

## 도관연관혈류감염 또는 균혈증

도관연관혈류감염이 의심되는 경우에 도관 및 말초(투석회로±말초 정맥, [진료지침 23](#))에서 혈액배양 검사를 시행해야 한다. 검사 직후에 바로 그람 양성 및 음성균을 치료할 수 있는 광범위 항생제 치료를 시작해야 한다.<sup>572</sup> 메티실린(Methicillin)-저항성 황색 포도상구균의 빈도가 높기 때문에 초기 경험적 치료에 메티실린-저항성 황색 포도상구균을 치료할 수 있는 항생제를 포함되어야 하지만,<sup>318</sup> 각 지역별 감염률 및 항생제 감수성, 해당 투석 기관 방침에 따라 결정되어야 한다. 일단 균이 동정되고 감수성이 보고되면, 환자는 미국 질병관리본부 및 미국 감염학회 진료지침에 따라 장기간 항생제 투여를 받아야 한다. 합병증이 동반되지 않은 황색 포도상구균 감염은 4-6주, 그람-음성 간균(Gram-negative bacilli) 또는 장구균의 경우에는 7-14일, 칸디다(*Candida species*)<sup>319</sup>인 경우에는 최소 14일간 투여가 이루어져야 한다([그림 25.1](#)).

**도관연관혈류감염 시 중심정맥도관 관리:** 다음과 같이



**그림 25.1.** 도관 연관 감염에 대한 알고리즘. 중심정맥도관 연관 감염에 대한 알고리즘. 특별 고려 사항: 만약 중심정맥도관을 유지해야 하는 경우(예, 다른 선택이 없거나, 단단히 박혀있는 경우 등), 동시 전신 항생제를 투여하면서, 항생제 잠금이 고려될 수 있다. \*적절한 경우에 교체가 가능하다 — 즉 같은 부위에서 교체할 시, 출구 또는 터널에서 화농성 또는 기타 감염 징후가 없는 경우. 만약 출구 또는 터널에서 화농성 또는 기타 감염의 징후가 있을 때, 터널 감염의 경우, 교체는 투석혈관을 보존하기 위해 같은 쪽의 감염이 침범되지 않는 새로운 부위의 삽입을 통해 가능하다.

중심정맥도관 제거 및 유지에 관한 네 가지 선택방법이 있다.

**중심정맥도관을 제거하는 경우:**

1. 중심정맥도관을 제거하면서 같은 위치에 유도철사를 이용하여 도관을 교체한다.

2. 중심정맥도관을 제거하고 새 위치에 새로운 중심정맥도관을 삽입한다(“중심정맥도관이 없는 기간”이 발생할 수 있는데, 이러한 경우에는 투석을 위하여 단기간 급성 중심정맥도관을 삽입을 시행).

아래와 같은 경우에는 중심정맥도관을 즉시 제거하고, 시간 간격을 두고 새로운 중심정맥도관을 삽입하는 방식을 택해야만 한다.<sup>318,572</sup>

- a. 임상적으로, 혈액학적으로 불안정한 경우
- b. 전신 항생제 투여 후 48-72시간 뒤에도 발열이 지속되는 경우
- c. 전신 항생제 투여 후 48-72시간 뒤에도 지속되는 균혈증
- d. 화농성혈전정맥염, 심내막과 같은 전이성 합병증
- e. 황색 포도상구균, 녹농균, 진균, 결핵균에 의한 감염
- f. 터널감염의 경우<sup>616</sup>

참고: 커프가 없는 급성 중심정맥도관에서 그람 음성 간균, 황색 포도상구균, 장구균, 진균과 결핵균에 의한 도관연관혈류감염인 경우 중심정맥도관을 제거해야 한다.

중심정맥도관 제거시에 피브린 외막(fibrin sheath)의 존재 유무를 확인하고 그것의 파쇄를 시행할 수 있다(진료지침 26.3).

**중심정맥도관을 유지하는 경우:**

- 1. 중심정맥도관을 유지하고 항생제 충진을 시행한다.
- 2. 항생제 충진 없이 중심정맥도관을 유지한다.  
전신 항생제 치료와 함께 항생제 충진을 병용하는 것은 중심정맥도관을 유지하는 데에 있어서 대체 치료법이 될 수 있을 것으로 여겨진다.  
도관연관혈류감염에서 항생제 충진의 역할에 대한 무작위 대조연구는 없지만, 전신 항생제 투여와 도관의 제거 또는 교체를 한 경우와 전신 항생제 투여 및 항생제 충진을 병행하여 치료한 경우를 비교한 관찰

연구는 다수 존재한다.<sup>572,617,618</sup>

중심정맥도관 연관 감염의 가장 바람직한 대처법은 중심정맥도관을 사용하지 않는 것이지만, 실제로 혈액투석을 시작하는 환자들의 80%는 도관을 이용하기 때문에 중심정맥도관을 완전히 사용하지 않을 수 없다.<sup>516</sup> 따라서, CDC에서 권고하고, KDOQI에서도 중심정맥도관으로 투석을 받는 환자들에서 감염률과 합병증을 줄이는 데에 도움이 될 것으로 여겨지는, 중요한 방침들이 있는데<sup>572</sup> (1) 감염 감시 및 피드백(feedback) (2) 엄격하고 적절한 손 위생 실천 (3) 엄격하고 적절한 중심정맥도관/혈관통로 관리 방침을 따르는 것 (4) 의료진 교육 및 역량 (5) 환자 교육 및 참여 (6) 중심정맥도관 사용을 줄이기 위한 노력 (7) 클로르헥시딘을 이용한 피부 소독 (8) 중심정맥도관 허브 소독 (9) 항생제 연고의 사용이다.

중심정맥도관 연관 감염 있어서 다학제 팀 감시 및 관리는 투석통로로 중심정맥도관을 필요로 하는 혈액투석 환자에서 감염을 줄이고, 예후가 향상되었음이 입증되었다.<sup>309,324</sup>

**앞으로의 연구**

- 도관연관혈류감염 환자에서 피브린 외막을 파쇄시켜 제거한 경우의 임상 경과에 대해서는 더 많은 연구가 필요하다.
- 도관연관혈류감염 치료에서 전신 항생제 투여와 함께 항생제 충진을 시행한 경우와 전신 항생제 투여와 함께 중심정맥도관 교체 또는 제거한 경우를 비교하는 전향적 연구가 필요하다.

# 기타 혈관통로 관련 합병증

진료지침 권고내용에 대한 근거 기준을 이해하기 위해 Box 1을 참조하십시오.

참고: 권고내용에 “KDOQI에서 권고사항을 만들 근거가 부족하였다”라고 기술되어 있는 것은, 근거분석팀(ERT)에 의해 수집된 근거의 수준이 매우 낮거나, 낮거나 혹은 부적절하여 작업그룹(Work Group)에서 어떠한 권고나 제안 혹은 기타의 근거 기반 지침을 만들 수 없었다는 것을 의미한다.

## 권고내용: 임상적 지표를 동반하지 않는 무증상 중심정맥 협착증의 치료 및 중재

26.1 KDOQI는(임상적 지표를 동반하지 않는) 무증상 중심정맥협착이 발견되었을 때, 이전 혹은 현재의 중심정맥도관의 유무와 관계없이, 무증상 중심정맥협착은 치료하지 않는 것이 합리적이라고 생각한다. (전문가 의견)

중심정맥 협착증의 임상적 지표에 대해서는 표 26.1을 참조하십시오.

## 근거 및 배경

주요한 흉곽내 정맥(즉, 중심 정맥 - 내경정맥, 쇄골하, 완두, 상대정맥)의 협착이나 폐색은 투석혈관 기능을 감소시키고 혈액투석의 효율성을 떨어뜨릴 수 있다. 이러한 병변은 동정맥루의 혈류량 증가를 가져와 심한 정맥 고혈압을 유발할 수 있다. 동정맥루 혈류량 증가는 경증부터 중증까지 여러 증상(예, 임상적 지표 존재)이 나타날 수 있으며, 정맥류, 팔 부종, 피부경화, 궤양, 상대정맥증후군의 형태로 나타난다(표 26.1과 그림 26.1). 여성 환자는 팔의 부종이 없거나 경미한 상황임에도 동측 유방에 부종이 있는 경우가 있다. 이러한 협착 병변은 천자 바늘을 제거하고 지혈을 시행한 후에도 출혈이 멈추지 않거나 정기적인 모니터링에서 동정맥루의 재순환 수치와 정맥압이 상승하는 등의 임상 증상 및 징후를 유발할 수 있다. 중심정맥협착증 또는 폐색은 최대 5-50%<sup>237,619-622</sup>에서 발생하는 것으로 보고되었고, 정상적인 기능을 하는 투석혈관을 만들거나 유지하고 조성하는데 걸림돌이 될 수 있다. 이로 인해 동측 부위에 투석혈관을 만들거나 거치하지 못할 수 있으며, 복잡하고 비전형적인 투석혈관 조성으로 이어질 수 있다.

혈관 내피의 손상은 국소적인 염증반응을 일으켜 섬유화를 가져오며 이로 인해 중심정맥병변이 발생한다. 심부정맥 혈전증, 중심정맥도관, 심장 박동 장치(예,

표 26.1. 중심정맥협착에 대한 징후 및 증상(임상적 지표)

발생 시기	징후 및 증상	비고
초기 징후 및 증상	부종	손과 팔에 주로 비대칭적으로 발생
	통증	다른 원인이 배제된 상태에서, 말단부위의 쑤시는 듯한 아픔, 무거움 등과 같은 중심정맥협착/폐색과 관련된 통증
	피부 소견	결정맥(Venous collaterals) 피부 색조변화(적색, 보라색 혹은 청색의 색조변화)
후기 징후 및 증상	부종	팔, 머리, 목 또는 상체(유방 포함)에 더 넓게 부종이 퍼짐 부종은 한쪽, 양쪽, 혹은 머리, 얼굴 또는 목에만 발생할 수 있음.
	통증	중심정맥협착/폐색과 관련된 지속적인 통증(예, 지속적인 쑤시는 듯한 아픔, 흉부, 말단의 무거움, 무기력감)
	피부 소견	결정맥(Venous collaterals) 피부 색조변화(적색, 보라색 혹은 청색의 색조변화, 만성적인 색소 침착) 림프성 물집 또는 진물 정체성 궤양(Stasis ulcers) 정맥염 감염(감염, 천자부위 농양) 상처 또는 절개부위가 낫지 않음
	호흡기 소견	쉰 목소리 또는 후두 부종으로 인한 호흡 부전, 혹은 제한적 호흡기 증상을 유발할 수 있는 흉수, 흉부(혹은 유방) 부종
	신경학적 증상	시야장애 혹은 청각장애, 안구돌출, 인지기능 장애, 두통 혹은 다른 원인이 배제된 경련



그림 26.1. 중심정맥협착의 신체소견. (A) 흉부와 목의 결정맥. (B) 중심정맥협착으로 인한 정맥울혈로 인해 말단부 비대칭과 팔 부종

심박동기)와 투석혈관 존재 그 자체 등 다양한 요인들이 이러한 병리적 과정에 복합적으로 관여하고 악화시킬 수 있다. 말초삽입중심도관(PICC)은 최대 7%에서 중심정맥협착 또는 폐색을 유발하는 것으로 보고된 반면, 쇄골하 도관은 최대 50%에서 중심정맥병변을 유발하는 것으로 보고되었다.<sup>266</sup> 심지어 올바른 자리에 위치한(예, 경정맥 삽입) 중심정맥도관도 비교적 단기간에 중심정맥협착 또는 폐색을 유발할 수 있다. 중심정맥도관으로 발생하는 중심정맥협착/폐색의 발생률은 정확하게 알려져 있지 않다. 중심정맥협착이 임상증상 없이 혈관조영 검사에서 우연하게 확인이 되는 경우 이러한 협착의 자연경과는 알 수가 없다. 그러나, 일반적으로 중심정맥협착 또는 폐색은 중심정맥도관 관련 합병증 중 가장 최악의 상황을 나타내며, 따라서 중심정맥도관 사용을 제한하는 것이 중요하다.

실제로 무증상 협착증에 대한 혈관성형술 시행 후 증상을 보이게 되는 협착증으로 빠르게 진행할 수 있으므로,<sup>623,624</sup> 혈관성형술을 시행할 임상적 지표가 없으면 시술을 피해야 한다. 증상이 있는 중심정맥 협착증 또는 폐색 환자에서 혈관성형술이나 스텐트 삽입을 동반한 혈관성형술의 일차 개통성은 매우 불량하다.<sup>2</sup> 말초병변 협착에서는 스텐트-그라프트(stent-graft) 시술로 개통성(patency)이 개선되었다는 보고가 있으나, 중심정맥 병변에 있어서는 작은 규모의 후향적 연구들만이 있기 때문에 그 효과가 불분명하다.

이 진료지침은 이전 KDOQI 진료지침과는 다른데, 이전 진료지침은 중심정맥협착을 경피적 혈관내 혈관성형술(PTA)로 치료할 것을 권하였으나 치료를 결정하는 데에 있어서, 임상 증상이 동반되어야 하는 지에 대해서 명확히 언급되어 있지 않았다. 스텐트 삽입치료는 (1) 급성 탄성반동(elastic recoil)에 의한 50% 이상의 재협착, 또는 (2) 3개월 이내의 협착 재발에서 권

장되었다. 탄성반동의 원인에 대해서는 아직 명확히 알려져 있지 않다.

## 세부 설명

무증상과 증상이 있는 중심정맥 협착 환자에서 중심정맥 개통을 평가하는 후향적 두 연구 모두에서, 무증상 협착증에 대하여 중재술을 권장하지 않았다. 첫 번째 연구는 중심정맥도관이 있는 경우가 제외되었지만, 혈액투석 혈관통로를 유지하는 데에 있어서 무증상의 50%가 넘는 협착을 치료한 경우, 치료하지 않는 경우와 비교하여 협착증이 더 빠르게 진행되고 병변이 악화되는 것을 발견했다.<sup>623</sup> 두 번째 연구에서는 무증상/혹은 증상이 미미한 환자와 증상이 있는 환자의 12, 24 및 36개월 중심정맥 일차 개통성(primary patency)을 비교하였으며, 각각 77%±6% 대 55%±9%, 71%±7% 대 35%±9% 및 67%±7% 대 18%±9%였다 (P=0.002).<sup>624</sup>

중심정맥협착에 대한 혈관성형술과 스텐트 삽입을 동반한 혈관성형술의 개통성은 상대적으로 좋지 않다. 한 후향적 연구에서 두가지 치료의 30일째 일차 개통성은 76%로 두 경우가 같았고, 12개월째 일차 개통성은 혈관성형술은 29%, 스텐트 시술은 21%였다.<sup>2</sup> 그러나, 중심정맥도관이 있는 경우를 제외한 또 다른 후향적 연구에서 일차 개통성(중재시술 사이의 기간)은 혈관성형술 군에서 24.5개월, 스텐트 군에서 13.4개월이었다.<sup>625</sup>

## 특별 토의

작업그룹(Work Group)은 확진 및 처치를 요구하는 다음의 증상과 징후들을 토의하였다.

- 동측의 얼굴, 목, 가슴 또는 사지 부종(다른 원인이 없는 경우)
- 6개월 이내에 다른 원인 없이 발생하는 상완 투석혈관의 반복적인 혈전
- 정맥폐쇄와 관련된 사지의 통증
- 다른 원인 없이 나타나는 신경학적 증상
- 정맥압은 매우 가변적이며 여러 가지 환자 및 혈액 투석에 관련된 요인들과 이들의 상호작용의 영향을 받는다. 따라서, 정맥압력에만 근거해서 치료를 결정해서는 안되며 다른 증상과 징후 역시 반드시 동반되어야 한다.

## 앞으로의 연구

- 중심정맥협착의 자연 경과에 대한 이해
- 증상을 동반한 중심정맥협착의 치료(intervention)에 대한 전향적 연구

## 권고내용: 임상적 지표를 동반한 중심정맥 협착증의 평가 및 치료

26.2 “투석혈관 혈류의 장애—확인 및 치료”에 대한 진료지침과 동일

진료지침 15장을 참조하십시오. 중심정맥 협착증의 임상적 지표에 대해서는 표 26.1을 참조하십시오.

## 근거 및 배경

- 무증상 중심정맥 협착에서 다른 내용과 같다.

## 세부 설명

정기적인 모니터링을 통해 임상적으로 의미가 있는 중심정맥협착과 정맥 고혈압을 시사하는 증상 및 징후를 발견할 수 있다(진료지침 11, 13). 흉곽내 병변에 대한 초음파 검사의 한계를 고려할 때 문제가 되는 병변(culprit lesion)은 혈관조영술 혹은 CT정맥조영술로 확인할 수 있다. CT정맥조영영상은 조영제 주입 및 영상 촬영 시간을 맞추는 것이 어려울 수 있지만 비침습적이며 사지의 영상을 동시에 촬영할 수 있는 장점이 있다.

경증 증상이 있는 환자는 시간이 지남에 따라 결정맥(collaterals)이 발달하면서 증상이 개선될 수 있으며, 중심정맥협착 및 폐색에도 불구하고 팔의 부종 없이 투석혈관의 기능이 유지될 수도 있다.<sup>626</sup> 무증상 병변 혹은 미약한 증상만 있는 환자에서 중재술을 시행하지는 않는다<sup>624</sup> (진료지침 13).

중심정맥협착 혹은 폐색으로 중등도 이상의 지속적인 임상 증상 및 징후가 동반된 경우(진료지침 13) 혹은 병변으로 투석효율이 떨어지는 경우 이것은 치료 적응증이 될 수 있다. 투석혈관 조성 이후 어느 정도의 팔 부위 부종이 발생할 수 있는데, 이것은 수술 손상(trauma)과 가벼운 정맥 고혈압과 관련이 있을 수 있다. 이것은 보통 수술 후 2주에서 6주 사이에 수술적 외상으로 인한 염증이 호전되고 결정맥(venous collaterals)이 발달하면서 해결이 된다.

풍선확장술은 증상이 있는 중심정맥협착 및 폐색의

일차적인 치료 방침이다. 스텐트 삽입은 혈관성형술이 실패할 경우를 대비해서 아껴 두어야 한다. 혈관내 치료법의 초기 성공률은 90% 이상으로 높지만,<sup>266</sup> 6개월 혹은 12개월 쯤의 장기 일차 개통률은 50% 및 25%로 불량하다. 주목해야 될 사실은 Yan 등이 중심정맥 병변에 대한 풍선혈관성형술이 증상 완화에는 도움이 되었지만 투석혈관의 혈류에는 큰 영향을 미치지 못하였다고 보고한 것이다. 그 효과가 명확하지 않기 때문에, 혈관내 스텐트 삽입은 반복적인 협착이 발생할 경우에만 시행해야 한다.<sup>266,629</sup> 실제로, 스텐트는 외부 구조물에 의해서 스텐트가 압박되거나 골절될 가능성이 있기 때문에 흉곽 출구(thoracic outlet) 영역에 설치하는 경우에 주의하거나 마찬가지로 이유로 가능하면 피하도록 한다. 심박동기 와이어(pacer wires)가 있을 때에 스텐트를 설치한다면 그 제거가 복잡해질 수 있다. 따라서 혈관내 스텐트를 놓기 전에 심박동기 와이어를 제거하는 것이(스텐트 삽입하고 심박동기를 재삽입) 바람직하다. 그러나, 심박동기 와이어와 관련된 경화성병변이 풍선확장술 치료에 흔하게 저항을 보인다는 점을 고려한다면, (가능하면) 반대측 사지에 다른 투석혈관을 만드는 것이 더 간단할 수 있다.

스텐트-그라프트는 스텐트 내부에 혈관내막 증식이 없어(스텐트의 근위부와 원위부 양 말단에는 발생할 수 있지만) 이론적으로는 매력적이다. 주의해야 할 점은, 스텐트에서 그라프트가 입혀진 부분이, 예측한 바와 다르게, 내경정맥과 같은 주요 다른 중심 정맥 혹은 중요한 결정맥을 가리거나 막아버릴 수 있다. 따라서 혈관내 스텐트를 사용할 때는 세심한 주의를 기울여야 한다. 신생 혹은 재발성 중심정맥 병변에 대하여 풍성성형술, 일반 금속 스텐트(bare metal stent), 스텐트-그라프트로 이어지는 단계적 치료법이 환자의 생애 계획과 투석혈관 예비, 연계계획의 맥락에서 고려되어야

한다.<sup>629</sup>

중심정맥협착 및 폐색에 대하여 다양한 수술적 치료 옵션이 있다. 그러나, 이것은 2차 또는 3차 치료 옵션이며, 사용 가능한 유입 및 유출 정맥의 해부학적 구조에 따라 크게 좌우된다. 액와-경정맥 우회술(axillary-jugular bypass), 액와-액와 우회술(axillary-axillary bypass), 액와-대퇴정맥 우회술(axillary-femoral bypass), 액와-심방 우회술(axillary-atrial bypass) 또는 경정맥 전위술(jugular vein turndown procedure) 수술이 잠재적 치료 옵션이 될 수 있다.<sup>631,632</sup> 그 대신에, 투석혈관의 혈류를 감소시켜서(예를 들면 ‘띠감기 요법(banding)’ 또는 ‘혈류 제한 수술’) 정맥 고혈압을 완화시킬 수도 있다(진료지침 18).

Hemoaccess Reliable Outflow (HeRO) 혈관통로 장치(Hemosphere, Inc)는 폐색을 우회하는 대안적인 하이브리드(즉, 혈관내 중재 치료법과 일반적 수술적 치료법의 병합) 치료법으로 사용될 수 있다.<sup>633</sup> 이 HeRO 인조혈관은 19 Fr 외경의 중심정맥도관과 연결된 6 mm 내경의 PTFE 인조혈관으로 이루어져 있다. HeRO 인조혈관은 새로운 투석혈관으로 조성될 수도 있지만, HeRO 중심정맥 도관 부분이 중심정맥에 존재하는 병변을 통과하여 전달되는 경우에는, 기존 중심정맥 병변이 있는 동정맥루 혹은 인조혈관에서 중심정맥 병변을 건너뛰는 역할로 사용될 수 있다.<sup>633,634</sup>

## 권고내용: 임상적으로 문제가 되는 중심정맥도관 피브린 외막의 처치

26.3 KDOQI는 중심정맥도관의 피브린 외막이 임상적으로 문제가 되는 경우(중심정맥도관의 기능부

전 혹은 감염 시), 중심정맥도관 교환술을 시행하는 것이 합리적이라고 생각하며, 이 때 풍선카테터로 피브린 외막 파쇄술을 시행할 수 있다. (전문가 의견)

## 근거 및 배경

피브린 외막(fibrin sheath)은 중심정맥도관 기능 장애 및 감염의 원인으로 알려져 있으며, 혈전용해법 만으로는 치료하기 어렵다고 알려져 있다. 중심정맥도관 교환(단독 교환 혹은 풍선카테터를 사용한 외막 파쇄술을 적용한 교환)을 통해 피브린 외막을 없앨 수 있다.<sup>635,636</sup> 피브린 외막은 평활근 세포와 혈관이 풍부한 절체 조직으로 구성되어 있으며, 이는 혈관 절개 부위에서 그 발생이 시작되어 중심정맥도관을 따라 자란다.<sup>561,637</sup>

외막이 중심정맥도관의 끝 방향으로 성장하면 밸브와 같이 작용하여 도관을 통한 혈액의 주입은 가능하지만 혈액의 흡인은 잘 되지 않는 상태가 초래된다. 피브린 외막이 자라서 중심정맥도관의 말단에 이르면, 이는 밸브처럼 작동하여 체내로부터 도관을 통한 혈액 유입을 가로막지만 몸속으로의 혈액 반환은 가로막지 않는다. 혈전 용해제는 조직이 아닌 급성 혈전(14일 이내)만을 녹일 수 있으므로 피브린 외막에는 효과가 없다. 또한, 피브린 외막에서 세균이 번식할 수 있다. 도관연관혈류감염(CRBSI)이 의심되는 경우 중심정맥도관을 제거하고 48-72시간 동안 기다린 후 새로운 중심정맥도관을 다시 삽입하는 것이 기존의 처치 전략이었다. 도관연관혈류감염에서 감염된 피브린 외막의 존재와 이로 인한 임상적 영향은 종종 고려되지 못하였다.

피브린 외막 파쇄를 통해 균혈증 발생률을 높이지 않으면서, 도관연관혈류감염 발생을 줄일 수 있다는 연구가 있다<sup>564</sup>; 따라서 피브린 외막 파쇄는 반복되는 감염의 근원 제거에 도움이 될 수 있다.

이전 2006년 KDOQI 진료지침도 중심정맥도관 기능부전을 유발하는 피브린 외막을 중심정맥도관 교환(단독 교환 혹은 풍선카테터를 사용한 외막 파쇄술을 적용한 교환)을 통해 치료할 수 있다고 언급하였다. 그러나, 이전 진료지침에서는 균혈증을 예방하거나 치료하기 위한 피브린 외막 파쇄에 대한 내용은 없다.

## 세부 설명

무작위 전향적 파일럿 대조연구에서, 이차 또는 난치성 중심정맥도관 기능 장애를 가진 47명의 장기 혈액투석 환자들을 대상으로 유도철사를 이용한 중심정맥도관 교체술을 시행하였다. 피브린 외막은 47명의 환자 중 33명(70%)에 존재했다. 무작위로 외막 파쇄 군에 배정된 18명의 환자군에서는 기능 장애 반복의 평균 시간은 373일이었고 외막 파쇄를 시행하지 않은 환자군에서는 97.5일이었(P=0.22). 도관 교체를 반복하게 되는 평균 시간은 각각 411일 및 198일이었(P=0.17). 작은 표본 크기로 인해 유의성이 얻어지지 않았지만, 이 연구는 피브린 외막의 발생률이 비교적 높으며 풍선카테터로 피브린 외막 파쇄술을 사용하여 도관의 기능을 향상시킬 가능성이 있음을 강조하고 있다.<sup>560</sup> 또 다른 연구에서는 기능 장애가 있는 중심정맥도관의 경우 피브린 외막 발생빈도가 76%였다.<sup>638</sup>

피브린 외막의 존재가 도관연관감염 및 지속적인 균혈증을 유발하는지를 평가한 동물 연구에서, 피브린 외막이 있는 군은 50%, 없는 군은 0%의 감염 발생률

을 보였다( $P < 0.01$ ).<sup>639</sup> 사람을 대상으로 한 이와 비슷한 발표된 연구는 현재 없다.

## 특별 토의

피브린 외막과 혈액투석 환자에게 피브린 외막이 미치는 영향에 대한 문헌은 매우 제한적이다. 현재의 데이터는, 대부분 후향적인, 적은 수의 참여자가 포함된 연구에서 얻어진 결과이다. 균혈증과 관련된 의견은 아직 입증되지 않았다. 작업그룹(Work Group)은 풍선카테터를 이용한 파쇄술이 제한된 연구자료를 바탕으로 한다는 점을 인정한다.

## 적용 시 고려사항

임상의사는 단순 중심정맥도관 교체 치료법에 비하

여 풍선혈관성형 치료가 잠재적으로 합병증을 증가시킬 가능성이 있음을 주의 깊게 고려하여 치료법 사이의 균형을 맞추어야 한다.

## 앞으로의 연구

- 혈전용해제, 도관교환, 피브린 외막 파쇄술을 동반한 도관교환을 서로 비교하는 무작위 대조연구가 필요하며 유용할 것이다.
- 피브린 외막의 발생률과 도관연관혈류감염의 관련성, 그리고 중심정맥도관의 기능부전과 감염이 있는 경우에, 항생제 단독 치료와 피브린 외막 파쇄 후 항생제를 사용한 치료 사이의 효과를 비교하여 연구하고 정리하는 것이 중요하다.

# KDOQI 혈관통로 진료지침의 목적과 목표대상

**목표대상(target):** 의료제공자의 진료성적을 측정하고 추적하는 데 사용할 수 있는 임상지표 또는 기준값.

**궁극적인 목적(Overarching Goal):** 개별 환자의 말기콩팥병 생애 계획(ESKD Life-Plan)에 필요한 미래의 투석혈관 조성 부위를 보존하면서, 처방된 투석을 제공할 수 있고, 신뢰할 수 있으며, 기능적이고, 합병증이 없는 투석혈관을 얻는 것.

## 목표대상(target)의 이론적 근거

### 1. 환자의 ‘P-L-A-N’ 수립 및 문서화

말기콩팥병 생애 계획(ESKD Life-Plan)의 개념과 이론적 근거는 [진료지침 1](#)에 자세히 설명되어 있으며, 견본은 [부록 2](#)에 제공되어 있다. 말기콩팥병 생애 계획(ESKD Life-Plan)은 환자와 다학제 팀이 함께 결정하고 매년 검토되어야 한다. 이러한 접근방식은 미국의 경우 Medicare & Medicaid 서비스 센터 보험적용조건 및 환자평가(494.80조항)와 환자치료계획(494.90조항)에 부합한다. 494.80조항에서는 센터의 다학제 팀이 각 환자에게 필요한 개별적이고 포괄적인 환자 평가를 제공할 책임이 있다고 명시하고 있다. 494.90(a)조항에서는 센터의 다학제 팀이 494.90조항의 모든 요구항목을 만족시키는 투석혈관 관리에 대해 개별화된

포괄적 계획을 수립하고 문서화 해야 한다고 명시하고 있다. 포괄적 계획은 반드시 문서화하여 환자의 진료 기록에 포함되어야 한다.

특히 494.80조항의 8, 9번 세부항목은 개별화된 P-L-A-N을 이용하여 “적절한 시기에, 적절한 근거로, 적절한 환자에게, 적절한 투석혈관” (“the right access, in the right patient, at the right time, for the right reasons”)을 제공하는 것에 대한 이번 지침의 철학에 따라 다음의 내용을 구체적으로 명시할 것을 제시하고 있다.

- (8) 투석통로 유형 및 유지관리의 평가(예, 동정맥루, 인조혈관 및 복막 카테터).
- (9) 환자가 투석치료과정에 참여를 원하는 수준, 환자의 수행능력, 관심, 선호도 및 목표의 평가(선호하는 투석방법(혈액투석 또는 복막투석) 및 환경(예, 재택 투석) 그리고 치료결과에 대한 환자의 기대 정도 등)

더불어, 494.80조항의 5번 세부항목에서는 다음의 내용을 명시하고 있다.

- (5) 혈관통로: 학제 간 팀은 적절한 혈관통로를 제공하고 유지하기 위해 시의적절하게 의뢰하고 투석혈관 모니터링을 시행해야 한다. 혈액투석환자는 동반질환 및 기타 위험요소, 그리고 동정맥루 조성이 가능한 지를 고려하여, 환자에게 적절한 혈관통로

의 종류에 대해 평가 받아야 한다. 혈관통로 기능 부전을 예방하기 위해 동정맥루와 인조혈관의 협착 증상 등에 대한 혈관통로 모니터링을 시행해야 한다.

자가 관리 계획에 서명하지 않기로 한 경우에는 환자의 결정 및 서명하지 않은 이유에 대해 관리 계획에 명시할 것

말기콩팥병 생애 계획(ESKD Life-Plan)을 구현할 때 적용 범위 조건은 다음과 같이 제시되어 있다.

미국 Medicare & Medicaid 서비스 보장조건에 있는 이러한 사항들은 이번 2019년 KDOQI 가이드라인과 일치한다.

표준 : 환자 치료 계획의 적용

(1) 환자의 관리계획은 반드시 (i) 환자가 원하는 경우에는 환자까지 포함하는 다학제 팀에 의해 수행될 것 (ii) 환자를 포함한 팀 구성원이 서명할 것; 또는 환

## 2. 투석혈관에 대한 중재적 치료의 목적(Intervention Goal for AV Access)

투석혈관 중재치료는 투석혈관이 투석에 사용될

목적(Goals)과 목표대상(Targets)	
<b>말기콩팥병 환자의 혈액투석 생애 계획 목표대상(ESKD Patient on HD Life Plan Target)</b>	
1	<p>혈액투석을 받는 모든 말기콩팥병 환자</p> <p>생애 계획 목표: 환자의 계획(P-L-A-N)을 수립하고 문서화한다. 그리고 매년* 검토하고 갱신한다.</p> <p>내용:</p> <p>a) 환자의 생애 계획: 1-2년(단기간), 5년(장기간) 계획</p> <p>b) 혈관통로의 필요: i) 조성계획, ii) 예비계획(contingency plan), iii) 연계계획(succession plan)</p> <p>*CMS (Centers for Medicare &amp; Medicaid Services)의 494.90 조항 보험적용과 동일</p>
<b>투석혈관(동정맥루 혹은 인조혈관)의 목표대상</b>	
2	<p>모든 투석혈관(동정맥루 혹은 인조혈관)</p> <p>중재술에 대한 목표=아래와 같이 “1-2-3” 중재술 :</p> <p>1. 각각 하나의 투석혈관에 대해서,</p> <p>2. 투석혈관의 사용을 촉진하기 위한 중재적 치료는 2회 이하,</p> <p>3. 투석혈관의 사용을 유지하기 위한 중재적 치료는 1년간 3회 이하를 목표로 한다.</p> <p>투석혈관의 사용은 처방된 투석을 달성하기 위해 2개의 투석바늘로 천자되어 성공적으로 사용하는 것을 의미한다.</p>
<b>중심정맥도관의 목표대상</b>	
3	<p>모든 중심정맥도관(커프나 터널의 유무, 또는 “마지막 혈관통로”로서의 중심정맥도관 여부와 관계없이):</p> <p>감염에 대한 목표=도관연관혈류감염의 비율은 1,000 도관일(catheter days) 당 1.5회 미만</p>

수 있게 돕거나, 또는 개통성을 유지하기 위해 필요한 경우가 있다. 하지만, 불필요한 중재술은 환자의 삶의 질 저하(불편, 통증 등)로 이어지고, 의료 비용을 증가시킨다. 현재로서는, 환자 및 치료팀이 혈관통로의 대체 옵션을 고려해야 하는 중재술 횟수의 임계값에 관한 지침은 없지만, 이것은 혈관통로 예비계획(contingency plan)의 일부로 포함되어야 한다(즉, 현재의 투석혈관을 포기하기 전까지 환자가 얼마나 많은 중재술을 견뎌야 하는가에 대한 고려가 필요함을 의미). 지침에서 제안된 횟수를 넘어서 제한없이 반복적으로 중재술을 시행하는 것에 대한 유일한 예외는 현재의 투석혈관이 환자의 마지막 종착지 혈관통로(즉, 다른 투석혈관을 선택하는 것이 불가능한 경우)인 경우이며, 이처럼 어쩔 수 없이 중재술을 반복적으로 시행하면서 장기간 해당 투석혈관을 유지하는 것이 필요한 경우가 있을 수 있다.

투석혈관 사용을 돕거나 유지하기 위해 시행하는 중재치료에 대한 제안된 임계횟수는 참고문헌(Box 3)의 자료를 기반으로 한다. 또한, 동정맥루를 촉진 또는 유지하기 위해서 더 많이 중재술을 시행한 경우는 더 적은 중재술을 시행한 경우에 비해 우수한 생존율을 나타내지는 않았다.<sup>640,641</sup>

### 3. 중심정맥도관의 도관연관혈류감염 치료목적[CRBSI (catheter-related blood-stream infection) Goal for Central Venous Catheters]

중심정맥도관(CVC)의 가장 중요한 두 가지 합병증은 중심정맥도관 기능부전(진료지침 21 및 22) 및 도관연관 감염, 특히 도관연관혈류감염(CRBSI) (진료지침 23-25)이다.

중심정맥도관 기능부전의 경우 의학적 또는 중재적

치료로 인해 환자에게 자주 불편을 야기할 수 있지만, 생명을 위협하는 경우는 상대적으로 드문데 반해, 도관연관혈류감염(CRBSI)은 환자의 이환율과 사망률에 심각한 위험을 초래한다. 2019년 KDOQI 지침의 ‘P-L-A-N’은 특정 상황에서의 혈관통로의 선택 및 중심정맥도관 사용에 대한 개별적 접근을 인정하지만, 선택된 혈관통로가 중심정맥도관인 경우에는 도관연관혈류감염(CRBSI)과 같은 도관 연관 감염의 위험을 제한하기 위한 조치를 따라야 한다(진료지침 11, 21, 24 및 25). 현재까지의 근거들을 통해 예방적 조치로 중심정맥도관 감염률을 크게 줄일 수 있음을 분명히 알 수 있으며, 미국 자료에 따르면 도관연관혈류감염(CRBSI)이 1.5/1,000 중심정맥도관일(CVC days) 이하로 제한될 수 있음을 알 수 있다.

이러한 자료는 ‘미국보건안전 네트워크’(National Healthcare Safety Network)에 보고되는 ‘CROWNWEB’을 통해 알 수 있다. 각 투석병원은 매월 혈액투석 관련 혈류감염을 추적확인 및 제출하고, 미국보건안전 네트워크 및 미국질병관리본부(CDC)에 의해 검토 후 ‘National Quality Forum’을 통해 보고한다. 투석실의 혈류감염(BSI)에 관한 가장 최신의 보고서(National Quality Forum # 1460)에서는, “혈류감염을 동일한 양식으로 측정 및 보고하는 각 투석실에서 100-인년(100-patient years) 당 0.3-0.8례의 발생률을 보인다”고 보고했으며, 이는 1,000 중심정맥도관일(CVC days) 당 0.84례에 해당된다. 참여한 투석실에서 수집된 중심정맥도관에 대한 평균 혈류감염(BSI)은 100 인월(patient months) 당 4.2회였으며, 이는 1.38/1,000 중심정맥도관일(CVC days)에 해당한다. 따라서 1.5/1,000 중심정맥도관일(CVC days) 미만으로 목표를 정하는 것이 합리적이며, 이의 목표를 달성하기 위한 예방적 조치를 시행해야 한다. 예방적 조치

## Box 3. 중재술

1저자	연구의 유형, 환자수, 투석혈관의 유형	추적관찰 기간	중재술 수	비율	비고
<b>동정맥루: 동정맥루의 성숙을 촉진하거나 사용하기 위한 중재술(첫 천자가 시행되기 전)</b>					
Yang, 2017 <sup>644</sup>	후향적, 관찰, 환자-대조군 연구 수술적 동정맥루: 60명 중재시술조성-동정맥루: 60명	수술적 동정맥루: 183일(6개월) 중재시술조성-동정맥루: 319일(11개월) 수술적 동정맥루: 6개월 중재시술조성-동정맥루: 6개월	보고되지 않음	수술적 동정맥루: 3.43회/인년 중재시술조성-동정맥루: 0.59회/인년 수술적 동정맥루: 3.43회/인년 중재시술조성-동정맥루: 0.78회/인년	CMS 자료 2011-2013 (수술적 동정맥루 코호트) NEAT 연구(중재시술조성-동정맥루 코호트) 코호트에는 혈액투석을 받지 않는 만성콩팥병환자와 유지혈액투석환자가 포함됨.
Kimball, 2011 <sup>645</sup>	후향적 의무기록 분석 동정맥루: 150명 상완: 54% 전완: 46%	12개월 중위수: 10개월	보고되지 않음	평균 2회 중재술/ 동정맥루(범위, 1-10)	동정맥루가 성숙되고 혈액투석을 받은 환자(48명) 동정맥루가 성숙되었으나 혈액투석을 받지 않은 환자(34명) 동정맥루의 성숙이 실패하였으나 혈액투석을 받은 환자(26명) 동정맥루의 성숙이 실패하고 혈액투석도 받지 않은 환자(42명)
Falk, 2006 <sup>646</sup>	후향적 동정맥루: 154명 중재술로 성숙이 유도된 동정맥루: 65명	보고되지 않음	미성숙 동정맥루 65개에서 113건	1.7회 중재술/ 중재술로 성숙이 유도된 동정맥루	
Shenoy, 2005 <sup>647</sup>	후향적 동정맥루: 398명 클리프-동정맥루: 199명 단순봉합-동정맥루: 199명	보고되지 않음	53건	클리프-동정맥루: 0.22 중재술/동정맥루-년 단순봉합-동정맥루: 0.37 중재술/동정맥루-년	1996년에서 1999년 사이 투석혈관이 조성됨 성숙 혹은 유지를 위한 특별한 중재술에 대해 명시하지 않음
Perena, 2004 <sup>648</sup>	후향적 동정맥루: 100명	3년	51건	0.53 중재술/인/년	성숙 및 유지를 위한 중재술을 포함함.
<b>동정맥루: 개통/기능 유지를 위한 중재술(성공적인 천자 및 사용된 후)</b>					
Harms, 2016 <sup>73</sup>	후향적 전향적 자료 기반 동정맥루: 289명 비중재술-동정맥루: 143명 중재술-동정맥루: 173명	동정맥루: 6.5년 평균 추적관찰기간: 2.3년	보고되지 않음	전체 동정맥루: 0.63 중재술/년 비중재술-동정맥루: 0.46 중재술/년 중재술-동정맥루: 0.84 중재술/년	동정맥루의 50.5%에서 혈액투석 전 중재술이 필요하였다.

Box 3. Continued

1저자	연구의 유형, 환자수, 투석혈관의 유형	추적관찰 기간	중재술 수	비율	비고
Lee, 2011 <sup>287</sup>	후향적 전향적 자료 기반 동정맥루: 173명	중위값: 672일	보고되지 않음	0회 중재술-동정맥루(96): 0.76 중재술/년 1회 중재술-동정맥루(54): 1.37 중재술/년 2회 이상 중재술- 동정맥루(23): 3.51 중재술/년	2005-2007년 US와 UAB의 자료 천자 시점부터 추적관찰되어 유지를 위한 중재술만 포함. 173명의 환자 중 77명만 중재술을 받음
Falk, 2006 <sup>646</sup>	후향적 동정맥루: 154명 성숙 동정맥루: 63명	평균값: 317일	209	3.3 중재술/동정맥루 1.75 중재술/동정맥루-년	-
Manns, 2005 <sup>344</sup>	전향적 동정맥루: 157명	12개월	보고되지 않음	동정맥루 수술: 1.39/인년 동정맥루 혈관조영술: 0.81/인년 동정맥루 혈관성형술: 0.43/인년	Southern Alberta Transplant Program Database (ALTRAbase)의 자료
<b>인조혈관: 성숙을 촉진하거나 사용하기 위한 중재술(첫 천자 이전)</b>					
Shenoy, 2005 <sup>647</sup>	후향적 인조혈관: 745명 클립-인조혈관: 401명 단순봉합-인조혈관: 344명	-	635	클립-인조혈관: 0.86/인조혈관-년 단순봉합-인조혈관: 1.73/인조혈관-년	1998-1999년 사이에 투석혈관이 조성됨 성숙 혹은 유지에 대해 명시하지 않음
<b>인조혈관: 개통/기능을 유지하기 위한 중재술(성공적인 천자 및 사용된 후)</b>					
Harms, 2006 <sup>73</sup>	후향적 전향적 자료 기반 인조혈관: 310명	인조혈관: 6.5년 평균 추적관찰 기간: 2.01년	보고되지 않음	전체 인조혈관: 1.58 중재술/년 비중재술-인조혈관: 1.48 중재술/년 중재술-인조혈관: 2.2 중재술/년	인조혈관의 17.7%가 혈액투석전 중재술이 필요하였다.
Manns, 2005 <sup>344</sup>	전향적 인조혈관: 33명	12개월	보고되지 않음	인조혈관 수술: 1.70/인년 인조혈관 혈관조영술: 1.33/인년 인조혈관 혈관성형술: 0.94/인년	Southern Alberta Transplant Program Database (ALTRAbase)의 자료
Perera, 2004 <sup>648</sup>	후향적 인조혈관: 131명	3년	170	0.92 중재술/인/년	성숙 및 유지를 위한 중재술을 포함함.

는 도관연관혈류감염(CRBSI)의 위험을 22-60% (진료지침 24)<sup>524,642,643</sup> 감소시킬 수 있는 것으로 나타났다.

## 2006년 KDOQI 진료지침의 목표대상과 비교 (Comparison to 2006 KDOQI Guideline Targets)

환자인구통계 및 진료형태의 변화로 인해, 2006년 KDOQI 지침에서 제시되었던 많은 목표가 더 이상 임상적이지 않거나 재평가가 필요하며, 혹은 이미 목표가 달성되었거나 치료표준으로 자리잡았다(예, 지속적인 품질 개선 프로세스 확립 등). 지난 10년 동안의 임상 경험과 연구를 통해 인식이 크게 향상되었다. 예를 들어, 동정맥루에 대한 혈전증 감소를 치료목표로 삼아도 투석혈관의 생존/수명이 향상되는 결과로 이어지

지 않고 오히려 중재적 치료가 역효과를 낼 수 있음을 알 수 있었다. 더 나은 투석혈관의 생존율을 위해 환자, 혈관 및 외과적 요인의 역할을 이해하고, 적절한 투석혈관 유형을 위해 환자를 평가하여 각 환자에게 무엇이 “올바른” 지를 제시하는 것이 이 지침의 우선 순위이다.

가장 중요한 목표는 각 환자의 말기콩팥병 생애 계획(ESKD Life-Plan)에 필요한 미래의 투석통로의 조성 옵션을 유지하면서, 기능적이고 합병증이 없는 투석통로를 제공하는 것이다. 따라서, 이 지침에서 이전 지침과는 달리 제시하는 목표대상(target)들은 이러한 궁극적인 목적(goal)을 달성하는 데 방해가 될 수 있는 주된 요소에 초점을 맞추는 데 있고, 그렇게 함으로써 이전의 진료지침 대상(target)들 중 많은 부분을 포괄 하기도 한다.

## 참고문헌

1. Lee T, Mokrzycki M, Moist L, Maya I, Vazquez M, Lok CE. Standardized definitions for hemodialysis vascular access. *Semin Dial.* 2011;24(5):515-524.
2. Bakken AM, Protack CD, Saad WE, Lee DE, Waldman DL, Davies MG. Long-term outcomes of primary angioplasty and primary stenting of central venous stenosis in hemodialysis patients. *J Vasc Surg.* 2007;45(4):776-783.
3. Lee T, Barker J, Allon M. Needle infiltration of arteriovenous fistulae in hemodialysis: risk factors and consequences. *Am J Kidney Dis.* 2006;47(6):1020-1026.
4. Beathard GA, Arnold P, Jackson J, Litchfield T. Physician Operators Forum of RMSL. Aggressive treatment of early fistula failure. *Kidney Int.* 2003;64(4):1487-1494.
5. Beathard GA, Lok CE, Glickman MH, et al. Definitions and end points for interventional studies for arteriovenous dialysis access. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2018;13(3):501-512.
6. Inker LA, Astor BC, Fox CH, et al. KDOQI US commentary on the 2012 KDIGO clinical practice guideline for the evaluation and management of CKD. *Am J Kidney Dis.* 2014;63(5):713-735.
7. KDIGO 2012 Clinical practice guideline for the evaluation and management of chronic kidney disease: summary of recommendation statements. *Kidney Int Suppl.* 2013;3(1):5-14.
8. United States Renal Data System. 2018 USRDS Annual Data Report: *Epidemiology of Kidney Disease in the United States*. Bethesda, MD: National Institutes of Health, National Institute of Diabetes and Digestive and Kidney Diseases; 2018.
9. Alonso-Coello P, Oxman AD, Moberg J, et al. GRADE Evidence to Decision (EtD) frameworks: a systematic and transparent approach to making well informed healthcare choices. 2: Clinical practice guidelines. *BMJ.* 2016;353:i2089.
10. Alonso-Coello P, Schunemann HJ, Moberg J, et al. GRADE Evidence to Decision (EtD) frameworks: a systematic and transparent approach to making well informed healthcare choices. 1: Introduction. *BMJ.* 2016;353:i2016.
11. Viswanathan M, Ansari MT, Berkman ND, et al. AHRQ methods for effective health care assessing the risk of bias of individual studies in systematic reviews of health care interventions. In: *Methods Guide for Effectiveness and Comparative Effectiveness Reviews*. Rockville, MD: Agency for Healthcare Research and Quality (US); 2008.
12. Guyatt G, Oxman AD, Akl EA, et al. GRADE guidelines: 1. Introduction-Grade evidence profiles and summary of findings tables. *J Clin Epidemiol.* 2011;64(4):383-394.
13. KDOQI clinical practice guidelines for vascular access. *Am J Kidney Dis.* 2006;48:S176-S247.
14. Uhlig K, Macleod A, Craig J, et al. Grading evidence and recommendations for clinical practice guidelines in nephrology. A position statement from Kidney Disease: Improving Global Outcomes (KDIGO). *Kidney Int.* 2006;70(12):2058-2065.
15. Lok CE, Davidson I. Optimal choice of dialysis access for chronic kidney disease patients: developing a life plan for dialysis access. *Semin Nephrol.* 2012;32(6):530-537.
16. Woo K, Lok CE. New insights into dialysis vascular access: what is the optimal vascular access type and timing of access creation in CKD and dialysis patients? *Clin J Am Soc Nephrol.* 2016;11(8):1487-1494.
17. Fistula First initiative. 2012. Accessed May 4 2012.
18. Woo K, Goldman DP, Romley JA. Early failure of dialysis access among the elderly in the era of Fistula First. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2015;10(10):1791-1798.
19. Brown RS, Patibandla BK, Goldfarb-Rumyantsev AS. The survival benefit of "Fistula First, Catheter Last" in hemodialysis is primarily due to patient factors. *J Am Soc Nephrol.* 2017;28(2):645-652.
20. Gomes A, Schmidt R, Wish J. Re-envisioning Fistula First in a patient-centered culture. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2013;8(10):1791-1797.
21. Disbrow DE, Cull DL, Carsten 3rd CG, Yang SK, Johnson BL, Keahey GP. Comparison of arteriovenous fistulas and arteriovenous grafts in patients with favorable vascular anatomy and equivalent access to health care: is a reappraisal of the Fistula First initiative indicated? *J Am Coll Surg.* 2013;216(4):679-685; discussion 685-676.
22. Schinstock CA, Albright RC, Williams AW, et al. Outcomes of arteriovenous fistula creation after the Fistula First initiative. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2011;6(8):1996-2002.
23. DeSilva RN, Patibandla BK, Vin Y, et al. Fistula First is not always the best strategy for the elderly. *J Am Soc Nephrol.* 2013;24(8):1297-1304.
24. Woo K, Lok CE. New insights into dialysis vascular access: what is the optimal vascular access type and timing of access creation in CKD and dialysis patients? *Clin J Am Soc Nephrol.* 2016;11(8):1487-1494.
25. Kalloo S, Blake PG, Wish J. A patient-centered approach to hemodialysis vascular access in the era of Fistula First. *Se-*

- min Dial.* 2016;29(2):148-157.
26. Vachharajani TJ, Moossavi S, Jordan JR, Vachharajani V, Freedman BI, Burkart JM. Re-evaluating the Fistula First initiative in octogenarians on hemodialysis. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2011;6(7): 1663-1667.
  27. Drew DA, Lok CE. Strategies for planning the optimal dialysis access for an individual patient. *Curr Opin Nephrol Hypertens.* 2014;23(3):314-320.
  28. Allon M, Lockhart ME, Lilly RZ, et al. Effect of preoperative sonographic mapping on vascular access outcomes in hemodialysis patients. *Kidney Int.* 2001;60(5):2013-2020.
  29. Schwab SJ. Vascular access for hemodialysis. *Kidney Int.* 1999;55:2078-2090.
  30. Lok CE, Sontrop JM, Tomlinson G, et al. Cumulative patency of contemporary fistulas versus grafts (2000-2010). *Clin J Am Soc Nephrol.* 2013;8(5):810-818.
  31. Dember LM, Beck GJ, Allon M, et al. Effect of clopidogrel on early failure of arteriovenous fistulas for hemodialysis: a randomized controlled trial. *JAMA.* 2008;299(18):2164-2171.
  32. Lacson Jr E, Lazarus JM, Himmelfarb J, Ikizler TA, Hakim RM. Balancing Fistula First with Catheters Last. *Am J Kidney Dis.* 2007;50(3):379-395.
  33. Lok CE. Fistula First initiative: advantages and pitfalls. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2007;2(5):1043-1053.
  34. Ravani P, Palmer SC, Oliver MJ, et al. Associations between hemodialysis access type and clinical outcomes: a systematic review. *J Am Soc Nephrol.* 2013;24(3):465-473.
  35. Quinn RR, Oliver MJ, Devoe D, et al. The effect of predialysis fistula attempt on risk of all-cause and access-related death. *J Am Soc Nephrol.* 2017;28(2):613-620.
  36. Quinn RR, Ravani P. Fistula-first and catheter-last: fading certainties and growing doubts. *Nephrol Dial Transplant.* 2014;29(4):727-730.
  37. Alhassan SU, Adamu B, Abdu A, Aji SA. Outcome and complications of permanent hemodialysis vascular access in Nigerians: A single centre experience. *Annals of African Medicine.* 2013;12(2):127.
  38. Arhuidese IJ, Obeid T, Hicks C, et al. Vascular access modifies the protective effect of obesity on survival in hemodialysis patients. *Surgery.* 2015;158(6):1628-1634.
  39. Bray BD, Boyd J, Daly C, et al. Vascular access type and risk of mortality in a national prospective cohort of hemodialysis patients. *QJM.* 2012;105(11):1097-1103.
  40. Charlton-Ouw KM, Nosrati N, Miller 3rd CC, Coogan SM, Safi HJ, Azzadeh A. Outcomes of arteriovenous fistulae compared with heparin-bonded and conventional grafts for hemodialysis access. *J Vasc Access.* 2012;13(2):163-167.
  41. Clark WF, Na Y, Rosansky SJ, et al. Association between estimated glomerular filtration rate at initiation of dialysis and mortality. *CMAJ.* 2011;183(1):47-53.
  42. DeSilva RN, Sandhu GS, Garg J, Goldfarb-Rumyantzev AS. Association between initial type of hemodialysis access used in the elderly and mortality. *Hemodialysis International.* 2012;16(2):233-241.
  43. Di Iorio BR, Bellizzi V, Cillo N, et al. Vascular access for hemodialysis: the impact on morbidity and mortality. *J Nephrol.* 2004;17(1):19-25.
  44. Foley RN, Chen SC, Collins AJ. Hemodialysis access at initiation in the United States, 2005 to 2007: still "catheter first". *Hemodial Int.* 2009;13(4):533-542.
  45. Gonzalez E, Kashuk JL, Moore EE, Linas S, Sauaia A. Twostage brachial-basilic transposition fistula provides superior patency rates for dialysis access in a safety-net population. *Surgery.* 2010;148(4):687-693. discussion 693-684.
  46. Gruss E, Portoles J, Tato A, et al. Clinical and economic repercussions of the use of tunneled haemodialysis catheters in a health area. *Nefrologia.* 2009;29(2):123-129.
  47. Jorna T, Methven S, Ravanan R, Weale AR, Mouton R. 30-day mortality after haemodialysis vascular access surgery: a retrospective observational study. *J Vasc Access.* 2016;17(3):215-219.
  48. Kasza J, Wolfe R, McDonald SP, Marshall MR, Polkinghorne KR. Dialysis modality, vascular access and mortality in end-stage kidney disease: a bi-national registry-based cohort study. *Nephrology.* 2016;21(10):878-886.
  49. Krzanowski M, Janda K, Chowaniec E, Sulowicz W. Hemodialysis vascular access infection and mortality in maintenance hemodialysis patients. *Przegl Lek.* 2011;68(12):1157-1161.
  50. Lacson Jr E, Wang W, Hakim RM, Teng M, Lazarus JM. Associates of mortality and hospitalization in hemodialysis: potentially actionable laboratory variables and vascular access. *Am J Kidney Dis.* 2009;53(1):79-90.
  51. Lacson Jr E, Wang W, Lazarus JM, Hakim RM. Change in vascular access and mortality in maintenance hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis.* 2009;54(5):912-921.
  52. Lacson Jr E, Wang W, Lazarus JM, Hakim RM. Change in vascular access and hospitalization risk in long-term hemodialysis patients. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2010;5(11):1996-2003.
  53. Leake AE, Yuo TH, Wu T, et al. Arteriovenous grafts are associated with earlier catheter removal and fewer catheter days in the United States Renal Data System population. *J Vasc Surg.* 2015;62(1):123-127.
  54. Lioupis C, Mistry H, Rix T, Chandak P, Tyrrell M, Valenti D. Comparison among transposed brachiobasilic, brachio-brachial arteriovenous fistulas and Flixene™ vascular graft. *J Vasc Access.* 2011;12(1):36-44.
  55. Malas MB, Canner JK, Hicks CW, et al. Trends in in-

- cident hemodialysis access and mortality. *JAMA Surgery*. 2015;150(5):441-448.
56. Moist LM, Trpeski L, Na Y, Lok CE. Increased hemodialysis catheter use in Canada and associated mortality risk: data from the Canadian Organ Replacement Registry 2001-2004. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2008;3(6):1726-1732.
57. Ng YY, Hung YN, Wu SC, Ko PJ. Characteristics and 3-year mortality and infection rates among incident hemodialysis patients with a permanent catheter undergoing a first vascular access conversion. *Clin Exp Nephrol*. 2014;18(2):329-338.
58. Ong S, Barker-Finkel J, Allon M. Long-term outcomes of arteriovenous thigh grafts in hemodialysis patients: a comparison with tunneled dialysis catheters. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2013;8(5):804-809.
59. Park HS, Kim WJ, Kim YK, et al. Comparison of outcomes with arteriovenous fistula and arteriovenous graft for vascular access in hemodialysis: a prospective cohort study. *Am J Neph*. 2016;43(2):120-128.
60. Portoles J, Lopez-Gomez JM, Gruss E, Aljama P, Group MARS. Course of vascular access and relationship with treatment of anemia. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2007;2(6):1163-1169.
61. Praga M, Merello JI, Palomares I, et al. Type of vascular access and survival among very elderly hemodialysis patients. *Nephron*. 2013;124(1-2):47-53.
62. Wasse H, Speckman RA, McClellan WM. Arteriovenous fistula use is associated with lower cardiovascular mortality compared with catheter use among ESRD patients. *Semin Dial*. 2008;21(5):483-489.
63. Woo K, Yao J, Selevan D, Hye RJ. Influence of vascular access type on sex and ethnicity-related mortality in hemodialysis-dependent patients. *Permanente J*. 2012;16(2):4-9.
64. Wystrychowski G, Kitzler TM, Thijssen S, Usvyat L, Kotanko P, Levin NW. Impact of switch of vascular access type on key clinical and laboratory parameters in chronic haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant*. 2009;24(7):2194-2200.
65. Xue H, Ix JH, Wang W, et al. Hemodialysis access usage patterns in the incident dialysis year and associated catheter-related complications. *Am J Kidney Dis*. 2013;61(1):123-130.
66. Zhang JC, Al-Jaishi AA, Na Y, de Sa E, Moist LM. Association between vascular access type and patient mortality among elderly patients on hemodialysis in Canada. *Hemodial Int*. 2014;18(3):616-624.
67. Ravani P, Quinn R, Oliver M, et al. Examining the association between hemodialysis access type and mortality: the role of access complications. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2017;12(6):955-964.
68. Grubbs V, Wasse H, Vittinghoff E, Grimes BA, Johansen KL. Health status as a potential mediator of the association between hemodialysis vascular access and mortality. *Nephrol Dial Transplant*. 2014;29(4):892-898.
69. Quinn R, Ravani P. ACCESS HD pilot: A randomised feasibility trial Comparing Catheters with fistulas in Elderly patientS Starting haemodialysis. *BMJ Open*. 2016;6(11):e013081.
70. Schwab SJ, Harrington JT, Singh A, et al. Vascular access for hemodialysis. *Kidney Int*. 1999;55(5):2078-2090.
71. Lee T, Barker J, Allon M. Comparison of survival of upper arm arteriovenous fistulas and grafts after failed forearm fistula. *J Am Soc Nephrol*. 2007;18(6):1936-1941.
72. Snyder DC, Clericuzio CP, Stringer A, MayW. Comparison of outcomes of arteriovenous grafts and fistulas at a single Veterans' Affairs medical center. *Am J Surg*. 2008;196(5):641-646.
73. Harms JC, Rangarajan S, Young CJ, Barker-Finkel J, Allon M. Outcomes of arteriovenous fistulas and grafts with or without intervention before successful use. *J Vasc Surg*. 2016;64(1):155-162.
74. Rooijens PP, Burgmans JP, Yo TI, et al. Autogenous radial-cephalic or prosthetic brachial-antecubital forearm loop AVF in patients with compromised vessels? A randomized, multicenter study of the patency of primary hemodialysis access. *J Vasc Surg*. 2005;42(3):481-486; discussions 487.
75. Keuter XH, De Smet AA, Kessels AG, van der Sande FM, Welten RJ, Tordoir JH. A randomized multicenter study of the outcome of brachial-basilic arteriovenous fistula and prosthetic brachial-antecubital forearm loop as vascular access for hemodialysis. *J Vasc Surg*. 2008;47(2):395-401.
76. Woo K, Ulloa J, Allon M, et al. Establishing patient-specific criteria for selecting the optimal upper extremity vascular access procedure. *J Vasc Surg*. 2017;65(4):1089-1103 e1081.
77. Cheung AK, Imrey PB, Alpers CE, et al. Intimal Hyperplasia, Stenosis, and Arteriovenous Fistula Maturation Failure in the Hemodialysis Fistula Maturation Study. *J Am Soc Nephrol*. 2017;28(10):3005-3013.
78. Al-Jaishi AA, Oliver MJ, Thomas SM, et al. Patency rates of the arteriovenous fistula for hemodialysis: a systematic review and metaanalysis. *Am J Kidney Dis*. 2014;63(3):464-478.
79. Baracco R, Mattoo T, Jain A, Kapur G, Valentini RP. Reducing central venous catheters in chronic hemodialysis—a commitment to arteriovenous fistula creation in children. *Pediatr Nephrol*. 2014;29(10):2013-2020.
80. Ma A, Shroff R, Hothi D, et al. A comparison of arteriovenous fistulas and central venous lines for long-term chronic haemodialysis. *Pediatr Nephrol*. 2013;28(2):321-326.
81. Sheth RD, Brandt ML, Brewer ED, Nuchtern JG, Kale AS, Goldstein SL. Permanent hemodialysis vascular access survival in children and adolescents with end-stage renal disease. *Kidney Int*. 2002;62(5):1864-1869.

82. Oguzkurt L, Tercan F, Torun D, Yildirim T, Zumrutdal A, Kizilkilic O. Impact of short-term hemodialysis catheters on the central veins: a catheter venographic study. *Eur J Radiol*. 2004;52(3):293-299.
83. Foster BJ, Mitsnefes MM, Dahhou M, Zhang X, Laskin BL. Changes in Excess mortality from end stage renal disease in the United States from 1995 to 2013. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2018;13(1):91-99.
84. Pisoni RL, Zepel L, Fluck R, et al. International differences in the location and use of arteriovenous accesses created for hemodialysis: results from the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS). *Am J Kidney Dis*. 2017;71(4):469-478.
85. Koksoy C, Demirci RK, Balci D, Solak T, Kose SK. Brachiobasilic versus brachiocephalic arteriovenous fistula: a prospective randomized study. *J Vasc Surg*. 2009;49(1):171-177. e175.
86. Diskin CJ, Stokes TJ, Dansby LM, Radcliff L, Carter TB, Lazenby A. The first fistula: influence of location on catheter use and the influence of catheter use on maturation. *Int Urol Nephrol*. 2015;47(9):1571-1575.
87. Field M, MacNamara K, Bailey G, Jaipersad A, Morgan RH, Pherwani AD. Primary patency rates of AV fistulas and the effect of patient variables. *J Vasc Access*. 2008;9(1):45-50.
88. Masengu A, Maxwell AP, Hanko JB. Investigating clinical predictors of arteriovenous fistula functional patency in a European cohort. *Clin Kidney J*. 2016;9(1):142-147.
89. Masengu A, McDaid J, Maxwell AP, Hanko JB. Preoperative radial artery volume flow is predictive of arteriovenous fistula outcomes. *J Vasc Surg*. 2016;63(2):429-435.
90. Maya ID, O'Neal JC, Young CJ, Barker-Finkel J, Allon M. Outcomes of brachiocephalic fistulas, transposed brachiobasilic fistulas, and upper arm grafts. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2009;4(1):86-92.
91. Mestres G, Fontserè N, Garcia-Madrid C, Campelos P, Maduell F, Rimbau V. Intra-operative factors predicting 1-month arteriovenous fistula thrombosis. *J Vasc Access*. 2012;13(2):193-197.
92. Roozbeh J, Serati AR, Malekhoseini SA. Arteriovenous fistula thrombosis in patients on regular hemodialysis: a report of 171 patients. *Archives of Iranian Medicine*. 2006;9(1):26-32.
93. Shingarev R, Barker-Finkel J, Allon M. Association of hemodialysis central venous catheter use with ipsilateral arteriovenous vascular access survival. *Am J Kidney Dis*. 2012;60(6):983-989.
94. Wilkink T, Hollingworth L, Powers S, Allen C, Dasgupta I. Natural history of common autologous arteriovenous fistulae: consequences for planning of dialysis. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2016;51(1):134-140.
95. Farber A, Tan TW, Hu B, et al. The effect of location and configuration on forearm and upper arm hemodialysis arteriovenous grafts. *J Vasc Surg*. 2015;62(5):1258-1265.
96. Dixon BS, Beck GJ, Vazquez MA, et al. Effect of dipyridamole plus aspirin on hemodialysis graft patency. *N Engl J Med*. 2009;360(21):2191-2201.
97. Engstrom BI, Horvath JJ, Stewart JK, et al. Tunneled internal jugular hemodialysis catheters: impact of laterality and tip position on catheter dysfunction and infection rates. *J Vasc Interv Radiol*. 2013;24(9):1295-1302.
98. Shenoy S. Surgical anatomy of upper arm: what is needed for AVF planning. *J Vasc Access*. 2009;10(4):223-232.
99. Johnson DCP, Healy JC, et al. *Gray's anatomic basis for clinical practice*. 40th Edition ed. Elsevier Churchill Livingstone; 2008.
100. Parienti JJ, Thirion M, Megarbane B, et al. Femoral vs jugular venous catheterization and risk of nosocomial events in adults requiring acute renal replacement therapy: a randomized controlled trial. *JAMA*. 2008;299(20):2413-2422.
101. Marik PE, Flemmer M, Harrison W. The risk of catheter-related bloodstream infection with femoral venous catheters as compared to subclavian and internal jugular venous catheters: a systematic review of the literature and meta-analysis. *Crit Care Med*. 2012;40(8):2479-2485.
102. Ge X, Cavallazzi R, Li C, Pan SM, Wang YW, Wang FL. Central venous access sites for the prevention of venous thrombosis, stenosis and infection. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012;(3)Cd004084.
103. Okada S, Shenoy S. Arteriovenous access for hemodialysis: preoperative assessment and planning. *J Vasc Access*. 2014;15(Suppl 7):S1-5.
104. Kordzadeh A, Chung J, Panayiotopoulos YP. Cephalic vein and radial artery diameter in formation of radiocephalic arteriovenous fistula: a systematic review. *J Vasc Access*. 2015;16(6):506-511.
105. Baker Jr LD, Johnson JM, Goldfarb D. Expanded polytetrafluoroethylene (PTFE) subcutaneous arteriovenous conduit: an improved vascular access for chronic hemodialysis. *Trans Am Soc Artif Intern Organs*. 1976;22:382-387.
106. Barron PT, Wellington JL, Lorimer JW, Cole CW, Moher D. A comparison between expanded polytetrafluoroethylene and plasma tetrafluoroethylene grafts for hemodialysis access. *Can J Surg*. 1993;36(2):184-186.
107. Helling TS, Nelson PW, Shelton L. A prospective evaluation of plasma-TFE and expanded PTFE grafts for routine and early use as vascular access during hemodialysis. *Ann Surg*. 1992;216(5):596-599.
108. Glickman MH, Stokes GK, Ross JR, et al. Multicenter evaluation of a polytetrafluoroethylene vascular access graft

as compared with the expanded polytetrafluoroethylene vascular access graft in hemodialysis applications. *J Vasc Surg.* 2001;34(3):465-472.

109. Ravari H, Kazemzade GH, Modagheh MH, Khashayar P. Patency rate and complications of polytetrafluoroethylene grafts compared with polyurethane grafts for hemodialysis access. *Ups J Med Sci.* 2010;115(4):245-248.

110. Hurlbert SN, Mattos MA, Henretta JP, et al. Long-term patency rates, complications and cost-effectiveness of polytetrafluoroethylene (PTFE) grafts for hemodialysis access: a prospective study that compares Impra versus Gore-tex grafts. *Cardiovasc Surg.* 1998;6(6):652-656.

111. Kaufman JL, Garb JL, Berman JA, Rhee SW, Norris MA, Friedmann P. A prospective comparison of two expanded polytetrafluoroethylene grafts for linear forearm hemodialysis access: does the manufacturer matter? *J Am Coll Surg.* 1997;185(1):74-79.

112. Lenz BJ, Veldenz HC, Dennis JW, Khansarinia S, Atteberry LR. A three-year follow-up on standard versus thin wall ePTFE grafts for hemodialysis. *J Vasc Surg.* 1998;28(3):464-470.

113. Tordoir JH, Hofstra L, Leunissen KM, Kitslaar PJ. Early experience with stretch polytetrafluoroethylene grafts for haemodialysis access surgery: results of a prospective randomised study. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 1995;9(3):305-309.

114. Dammers R, Planken RN, Pouls KP, et al. Evaluation of 4-mm to 7-mm versus 6-mm prosthetic brachial-antecubital forearm loop access for hemodialysis: results of a randomized multicenter clinical trial. *J Vasc Surg.* 2003;37(1):143-148.

115. Polo JR, Ligerio JM, Diaz-Cartelle J, Garcia-Pajares R, Cervera T, Reparaz L. Randomized comparison of 6-mm straight grafts versus 6- to 8-mm tapered grafts for brachial-axillary dialysis access. *J Vasc Surg.* 2004;40(2):319-324.

116. Ko PJ, Liu YH, Hung YN, Hsieh HC. Patency rates of cuffed and noncuffed extended polytetrafluoroethylene grafts in dialysis access: a prospective, randomized study. *World J Surg.* 2009;33(4):846-851.

117. Sorom AJ, Hughes CB, McCarthy JT, et al. Prospective, randomized evaluation of a cuffed expanded polytetrafluoroethylene graft for hemodialysis vascular access. *Surgery.* 2002;132(2):135-140.

118. Shemesh D, Goldin I, Hijazi J, et al. A prospective randomized study of heparin-bonded graft (Propaten) versus standard graft in prosthetic arteriovenous access. *J Vasc Surg.* 2015;62(1):115-122.

119. Ko PJ, Hsieh HC, Chu JJ, Lin PJ, Liu YH. Patency rates and complications of Exxcel yarn-wrapped polytetrafluoroethylene grafts versus Gore-tex stretch polytetrafluoroethylene grafts: a prospective study. *Surg Today.* 2004;34(5):409-412.

120. Aitken E, Thomson P, Bainbridge L, Kasthuri R, Mohr B, Kingsmore D. A randomized controlled trial and cost-effectiveness analysis of early cannulation arteriovenous grafts versus tunneled central venous catheters in patients requiring urgent vascular access for hemodialysis. *J Vasc Surg.* 2017;65(3):766-774.

121. Al SJ, Houston G, Inston N. Early cannulation grafts for haemodialysis: a systematic review. *J Vasc Access.* 2019 Mar;20(2):123-127.

122. Nassar GM, Glickman MH, McLafferty RB, et al. A comparison between the HeRO graft and conventional arteriovenous grafts in hemodialysis patients. *Semin Dial.* 2014;27(3):310-318.

123. Kennealey PT, Elias N, Hertl M, et al. A prospective, randomized comparison of bovine carotid artery and expanded polytetrafluoroethylene for permanent hemodialysis vascular access. *J Vasc Surg.* 2011;53(6):1640-1648.

124. Mousavi SR, Moatamedi MR, Me AM. Comparing frozen saphenous vein with Gore-tex in vascular access for chronic hemodialysis. *Hemodial Int.* 2011;15(4):559-562.

125. Huber TS, Hirneise CM, Lee WA, Flynn TC, Seeger JM. Outcome after autogenous brachial-axillary translocated superficial femoropopliteal vein hemodialysis access. *J Vasc Surg.* 2004;40(2):311-318.

126. Illig KA, Orloff M, Lyden SP, Green RM. Transposed saphenous vein arteriovenous fistula revisited: new technology for an old idea. *Cardiovasc Surg.* 2002;10(3):212-215.

127. Robbin ML, Chamberlain NE, Lockhart ME, et al. Hemodialysis arteriovenous fistula maturity: US evaluation. *Radiology.* 2002;225(1):59-64.

128. Hertzberg BS, Kliewer MA, DeLong DM, et al. Sonographic assessment of lower limb vein diameters: implications for the diagnosis and characterization of deep venous thrombosis. *AJR Am J Roentgenol.* 1997;168(5):1253-1257.

129. Rajan DK, Ebner A, Desai SB, Rios JM, Cohn WE. Percutaneous creation of an arteriovenous fistula for hemodialysis access. *J Vasc Interv Radiol.* 2015;26(4):484-490.

130. Gage SM, Lawson JH. Bioengineered hemodialysis access grafts. *J Vasc Access.* 2017;18(Suppl. 1):56-63.

131. Power A, Hill P, Singh SK, Ashby D, Taube D, Duncan N. Comparison of Tesio and LifeCath twin permanent hemodialysis catheters: the VyTes randomized trial. *J Vasc Access.* 2014;15(2):108-115.

132. Van Der Meersch H, De Bacquer D, Vandecasteele SJ, et al. Hemodialysis catheter design and catheter performance: a randomized controlled trial.[Erratum appears in Am J Kidney Dis. 2015 May;65(5):810]. *Am J Kidney Dis.* 2014;64(6):902-908.

133. Hwang HS, Kang SH, Choi SR, Sun IO, Park HS, Kim Y. Comparison of the palindrome vs. step-tip tunneled hemo-

- dialysis catheter: a prospective randomized trial. *Semin Dial.* 2012;25(5):587-591.
134. O'Dwyer H, Fotheringham T, O'Kelly P, et al. A prospective comparison of two types of tunneled hemodialysis catheters: the Ash Split versus the PermCath. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2005;28(1):23-29.
135. Trerotola SO, Kraus M, Shah H, et al. Randomized comparison of split tip versus step tip high-flow hemodialysis catheters. *Kidney Int.* 2002;62(1):282-289.
136. Al-Balas A, Lee T, Young CJ, Barker-Finkel J, Allon M. Predictors of Initiation for Predialysis Arteriovenous Fistula. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2016;11(10):1802-1808.
137. Shechter SM, Skandari MR, Zalunardo N. Timing of arteriovenous fistula creation in patients With CKD: a decision analysis. *Am J Kidney Dis.* 2014;63(1):95-103.
138. Hod T, Patibandla BK, Vin Y, Brown RS, Goldfarb-Rumyantzev AS. Arteriovenous fistula placement in the elderly: when is the optimal time? *J Am Soc Nephrol.* 2015;26(2):448-456.
139. US Renal Data System. Chapter 3: vascular access. In: *USRDS 2017 Annual Data Report: Atlas of Chronic Kidney Disease and End-Stage Renal Disease in the United States.* Bethesda, MD: National Institutes of Health; 2017.
140. Al-Jaishi AA, Jain AK, Garg AX, Zhang JC, Moist LM. Hemodialysis vascular access creation in patients switching from peritoneal dialysis to hemodialysis: a population-based retrospective cohort. *Am J Kidney Dis.* 2016;67(5):813-816.
141. Kidney Failure Risk Calculator. <https://kidneyfailure-risk.com/>.
142. McGill RL, Ruthazer R, Meyer KB, Miskulin DC, Weiner DE. Peripherally Inserted Central Catheters and Hemodialysis Outcomes. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2016;11(8):1434-1440.
143. Shingarev R, Allon M. Peripherally inserted central catheters and other intravascular devices: how safe are they for hemodialysis patients? *Am J Kidney Dis.* 2012;60(4):510-513.
144. El Ters M, Schears GJ, Taler SJ, et al. Association between prior peripherally inserted central catheters and lack of functioning arteriovenous fistulas: a case-control study in hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis.* 2012;60(4):601-608.
145. Gonsalves CF, Eschelmann DJ, Sullivan KL, DuBois N, Bonn J. Incidence of central vein stenosis and occlusion following upper extremity PICC and port placement. *Cardiovasc Intervent Radiol.* 2003;26(2):123-127.
146. Itkin M, Mondschein JI, Stavropoulos SW, Shlansky-Goldberg RD, Soulen MC, Trerotola SO. Peripherally inserted central catheter thrombosis—reverse tapered versus nontapered catheters: a randomized controlled study. *J Vasc Interv Radiol.* 2014;25(1):85-91.e81.
147. McGill RL, Tsukahara T, Bhardwaj R, Kapetanios AT, Marcus RJ. Inpatient venous access practices: PICC culture and the kidney patient. *J Vasc Access.* 2015;16(3):206-210.
148. Schillinger F, Schillinger D, Montagnac R, Milcent T. Post catheterisation vein stenosis in haemodialysis: comparative angiographic study of 50 subclavian and 50 internal jugular accesses. *Nephrol Dial Transplant.* 1991;6(10):722-724.
149. Winters JP, Callas PW, Cushman M, Repp AB, Zakai NA. Central venous catheters and upper extremity deep vein thrombosis in medical inpatients: the Medical Inpatients and Thrombosis (MITH) Study. *J Thromb Haemost.* 2015;13(12):2155-2160.
150. Sakhuja R, Keebler M, Lai TS, McLaughlin Gavin C, Thakur R, Bhatt DL. Meta-analysis of mortality in dialysis patients with an implantable cardioverter defibrillator. *Am J Cardiol.* 2009;103(5):735-741.
151. Saad TF, Hentschel DM, Koplan B, et al. Cardiovascular implantable electronic device leads in CKD and ESRD patients: review and recommendations for practice. *Semin Dial.* 2013;26(1):114-123.
152. Dhamija RK, Tan H, Philbin E, et al. Subcutaneous implantable cardioverter defibrillator for dialysis patients: a strategy to reduce central vein stenoses and infections. *Am J Kidney Dis.* 2015;66(1):154-158.
153. Da Costa A, Axiotis A, Romeyer-Bouchard C, et al. Transcatheter leadless cardiac pacing: The new alternative solution. *Int J Cardiol.* 2017;227:122-126.
154. Rashid M, Kwok CS, Pancholy S, et al. Radial artery occlusion after transradial interventions: a systematic review and metaanalysis. *J Am Heart Assoc.* 2016;5(1).
155. Vassalotti JA, Falk A, Teodorescu V, Uribarri J. The multidisciplinary approach to hemodialysis vascular access at the Mount Sinai Hospital. *Mt Sinai J Med.* 2004;71(2):94-102.
156. Vassalotti JA, Jennings WC, Beathard GA, et al. Fistula First breakthrough initiative: targeting Catheter Last in Fistula First. *Semin Dial.* 2012;25(3):303-310.
157. Kimmel PL, Peterson RA, Weihs KL, et al. Aspects of quality of life in hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol.* 1995;6(5):1418-1426.
158. Allon M, Imrey PB, Cheung AK, et al. Relationships between clinical processes and arteriovenous fistula cannulation and maturation: a multicenter prospective cohort study. *Am J Kidney Dis.* 2018;71(5):677-689.
159. Cavanaugh KL, Wingard RL, Hakim RM, Elasy TA, Ikizler TA. Patient dialysis knowledge is associated with permanent arteriovenous access use in chronic hemodialysis. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2009;4(5):950-956.
160. Fenton A, Sayar Z, Dodds A, Dasgupta I. Multidisciplinary care improves outcome of patients with stage 5 chronic kidney disease. *Nephron Clin Pract.* 2010;115(4):c283-c288.

161. Hemmelgarn BR, Manns BJ, Zhang J, et al. Association between multidisciplinary care and survival for elderly patients with chronic kidney disease. *J Am Soc Nephrol*. 2007;18(3):993-999.
162. Lacson Jr E, Wang W, DeVries C, et al. Effects of a nationwide predialysis educational program on modality choice, vascular access, and patient outcomes. *Am J Kidney Dis*. 2011;58(2):235-242.
163. Lei CC, Lee PH, Hsu YC, et al. Educational intervention in CKD retards disease progression and reduces medical costs for patients with stage 5 CKD. *Renal Failure*. 2013;35(1):9-16.
164. Wei SY, Chang YY, Mau LW, et al. Chronic kidney disease care program improves quality of pre-end-stage renal disease care and reduces medical costs. *Nephrology*. 2010;15(1):108-115.
165. Wilson SM, Robertson JA, Chen G, et al. The IMPACT (Incident Management of Patients, Actions Centered on Treatment) program: a quality improvement approach for caring for patients initiating long-term hemodialysis. *Am J Kidney Dis*. 2012;60(3):435-443.
166. Wingard RL, Chan KE, Lazarus JM, Hakim RM. The "right" of passage: surviving the first year of dialysis. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2009;4(Suppl 1):S114-120.
167. Wingard RL, Pupim LB, Krishnan M, Shintani A, Ikizler TA, Hakim RM. Early intervention improves mortality and hospitalization rates in incident hemodialysis patients: RightStart program. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2007;2(6):1170-1175.
168. Polkinghorne KR, Seneviratne M, Kerr PG. Effect of a vascular access nurse coordinator to reduce central venous catheter use in incident hemodialysis patients: a quality improvement report. *Am J Kidney Dis*. 2009;53(1):99-106.
169. Wu IW, Wang SY, Hsu KH, et al. Multidisciplinary predialysis education decreases the incidence of dialysis and reduces mortality—a controlled cohort study based on the NKF/DOQI guidelines. *Nephrol Dial Transplant*. 2009;24(11):3426-3433.
170. Pisoni RL, Zepel L, Port FK, Robinson BM. Trends in US vascular access use, patient preferences, and related practices: an update from the US DOPPS practice monitor with international comparisons. *Am J Kidney Dis*. 2015;65(6):905-915.
171. Lok CE, Foley R. Vascular access morbidity and mortality: trends of the last decade. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2013;8(7):1213-1219.
172. Kiaii M, MacRae JM. A dedicated vascular access program can improve arteriovenous fistula rates without increasing catheters. *J Vasc Access*. 2008;9(4):254-259.
173. Mbamalu G, Whiteman K. Vascular access team collaboration to decrease catheter rates in patients on hemodialysis: utilization of Kotter's change process. *Nephrol Nurs J*. 2014;41(3):283-287. quiz 288.
174. Gill S, Quinn R, Oliver M, et al. Multi-disciplinary vascular access care and access outcomes in people starting hemodialysis therapy. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2017;12(12):1991-1999.
175. Dwyer A, Shelton P, Brier M, Aronoff G. A vascular access coordinator improves the prevalent fistula rate. *Semin Dial*. 2012;25(2):239-243.
176. Kalman PG, Pope M, Bhola C, Richardson R, Sniderman KW. A practical approach to vascular access for hemodialysis and predictors of success. *J Vasc Surg*. 1999;30(4):727-733.
177. Mokrzycki MH, Zhang M, Golestaneh L, Laut J, Rosenberg SO. An interventional controlled trial comparing 2 management models for the treatment of tunneled cuffed catheter bacteremia: a collaborative team model versus usual physician-managed care. *Am J Kidney Dis*. 2006;48(4):587-595.
178. Inrig JK, Sun JL, Yang Q, Briley LP, Szczech LA. Mortality by dialysis modality among patients who have end-stage renal disease and are awaiting renal transplantation. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2006;1(4):774-779.
179. Ramanathan V, Chiu EJ, Thomas JT, Khan A, Dolson GM, Darouiche RO. Healthcare costs associated with hemodialysis catheter-related infections: a single-center experience. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2007;28(5):606-609.
180. Ferring M, Claridge M, Smith SA, Wilmsink T. Routine preoperative vascular ultrasound improves patency and use of arteriovenous fistulas for hemodialysis: a randomized trial. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2010;5(12):2236-2244.
181. Nursal TZ, Oguzkurt L, Tercan F, et al. Is routine preoperative ultrasonographic mapping for arteriovenous fistula creation necessary in patients with favorable physical examination findings? Results of a randomized controlled trial. *World J Surg*. 2006;30(6):1100-1107.
182. Yaghoubian A, Lewis RJ, de Virgilio C. Can the National Kidney Foundation guidelines for first-time arteriovenous fistula creation be met in underserved end-stage renal disease patients? *Ann Vasc Surg*. 2008;22(1):5-10.
183. Smith GE, Barnes R, Chetter IC. Randomized clinical trial of selective versus routine preoperative duplex ultrasound imaging before arteriovenous fistula surgery. *Br J Surg*. 2014;101(5):469-474.
184. Silva Jr MB, Hobson 2nd RW, Pappas PJ, et al. A strategy for increasing use of autogenous hemodialysis access procedures: impact of preoperative noninvasive evaluation. *J Vasc Surg*. 1998;27(2):302-307. discussion 307-308.
185. Mendes RR, Farber MA, Marston WA, Dinwiddie LC, Keagy BA, Burnham SJ. Prediction of wrist arteriovenous fistula maturation with preoperative vein mapping with ultrasonography. *J Vasc Surg*. 2002;36(3):460-463.
186. Feldman HI, Joffe M, Rosas SE, Burns JE, Knauss J,

Brayman K. Predictors of successful arteriovenous fistula maturation. *Am J Kidney Dis.* 2003;42(5):1000-1012.

187. Lockhart ME, Robbin ML, Fineberg NS, Wells CG, Allon M. Cephalic vein measurement before forearm fistula creation: does use of a tourniquet to meet the venous diameter threshold increase the number of usable fistulas? *J Ultrasound Med.* 2006;25(12):1541-1545.

188. Dageforde LA, Harms KA, Feurer ID, Shaffer D. Increased minimum vein diameter on preoperative mapping with duplex ultrasound is associated with arteriovenous fistula maturation and secondary patency. *J Vasc Surg.* 2015;61(1):170-176.

189. Malovrh M. Native arteriovenous fistula: preoperative evaluation. *Am J Kidney Dis.* 2002;39(6):1218-1225.

190. Lee C. Anesthesia for vascular access surgery in renal failure. In: Wilson S, ed. *Vascular access surgery.* Chicago: Year Book Medical Publishers; 1988:153-173.

191. Mouquet C, Bitker MO, Bailliat O, et al. Anesthesia for creation of a forearm fistula in patients with endstage renal failure. *Anesthesiology.* 1989;70(6):909-914.

192. Sahin L, Gul R, Mizrak A, et al. Ultrasound-guided infraclavicular brachial plexus block enhances postoperative blood flow in arteriovenous fistulas. *J Vasc Surg.* 2011;54(3):749-753.

193. Rooijens PP, Tordoir JH, Stijnen T, Burgmans JP, Smet de AA, Yo TI. Radiocephalic wrist arteriovenous fistula for hemodialysis: meta-analysis indicates a high primary failure rate. *Eur J Vasc Endovasc Surg.* 2004;28(6):583-589.

194. Schenk 3rd WG. Improving dialysis access: regional anesthesia improves arteriovenous fistula prevalence. *Am Surg.* 2010;76(9):938-942.

195. Shemesh D, Olsha O, Orkin D, et al. Sympathectomy-like effects of brachial plexus block in arteriovenous access surgery. *Ultrasound Med Biol.* 2006;32(6):817-822.

196. Malinzak EB, Gan TJ. Regional anesthesia for vascular access surgery. *Anesth Anal.* 2009;109(3):976-980.

197. Marhofer P, Harrop-Griffiths W, Willschke H, Kirchmair L. Fifteen years of ultrasound guidance in regional anaesthesia: part 2—recent developments in block techniques. *BJA: Br J Anaesth.* 2010;104(6):673-683.

198. Aitken E, Jackson A, Kearns R, et al. Effect of regional versus local anaesthesia on outcome after arteriovenous fistula creation: a randomised controlled trial. *Lancet.* 2016;388(10049):1067-1074.

199. Lo Monte AI, Damiano G, Mularo A, et al. Comparison between local and regional anesthesia in arteriovenous fistula creation. *J Vasc Access.* 2011;12(4):331-335.

200. Meena S, Arya V, Sen I, Minz M, Prakash M. Ultrasound-guided supraclavicular brachial plexus anaesthesia improves arteriovenous fistula flow characteristics in end-stage renal

disease patients. *South Afr J Anaesth Anal.* 2015;21(5):12-15.

201. Yildirim V, Doganci S, Yanarates O, et al. Does pre-emptive stellate ganglion blockage increase the patency of radiocephalic arteriovenous fistula? *Scand Cardiovasc J.* 2006;40(6):380-384.

202. Neal JM, Gerancher JC, Hebl JR, et al. Upper extremity regional anesthesia: essentials of our current understanding, 2008. *Reg Anesth Pain Med.* 2009;34(2):134-170.

203. Robbin ML, Greene T, Cheung AK, et al. Arteriovenous fistula development in the first 6 weeks after creation. *Radiology.* 2016;279(2):620-629.

204. Ojha M, Cobbold RS, Johnston KW. Influence of angle on wall shear stress distribution for an end-to-side anastomosis. *J Vasc Surg.* 1994;19(6):1067-1073.

205. Staalsen NH, Ulrich M, Winther J, Pedersen EM, How T, Nygaard H. The anastomosis angle does change the flow fields at vascular end-to-side anastomoses in vivo. *J Vasc Surg.* 1995;21(3):460-471.

206. Hofstra L, Bergmans DC, Leunissen KM, et al. Anastomotic intimal hyperplasia in prosthetic arteriovenous fistulas for hemodialysis is associated with initial high flow velocity and not with mismatch in elastic properties. *J Am Soc Nephrol.* 1995;6(6):1625-1633.

207. Badero OJ, Salifu MO, Wasse H, Work J. Frequency of swing-segment stenosis in referred dialysis patients with angiographically documented lesions. *Am J Kidney Dis.* 2008;51(1):93-98.

208. Ene-Iordache B, Cattaneo L, Dubini G, Remuzzi A. Effect of anastomosis angle on the localization of disturbed flow in 'side-to-end' fistulae for haemodialysis access. *Nephrol Dial Transplant.* 2013;28(4):997-1005.

209. Bharat A, Jaenicke M, Shenoy S. A novel technique of vascular anastomosis to prevent juxta-anastomotic stenosis following arteriovenous fistula creation. *J Vasc Surg.* 2012;55(1):274-280.

210. Mozaffar M, Fallah M, Lotfollahzadeh S, et al. Comparison of efficacy of side to side versus end to side arteriovenous fistulae formation in chronic renal failure as a permanent hemodialysis access. *Nephrourology Monthly.* 2013;5(3):827-830.

211. Sadaghianloo N, Declémy S, Jean-Baptiste E, et al. Radial artery deviation and reimplantation inhibits venous juxta-anastomotic stenosis and increases primary patency of radial-cephalic fistulas for hemodialysis. *J Vasc Surg.* 2016;64(3):698-706.e691.

212. Shenoy S. Surgical technique determines the outcome of the Brescia/Cimino AVF. *J Vasc Access.* 2017;18(Suppl. 1):1-4.

213. Ene-Iordache B, Mosconi L, Remuzzi G, Remuzzi A. Computational fluid dynamics of a vascular access case for

hemodialysis. *J Biomech Eng.* 2001;123(3):284-292.

214. Darcy M, Vachharajani N, Zhang T, et al. Long-term outcome of upper extremity arteriovenous fistula using pSLOT: single-center longitudinal follow-up using a protocol-based approach. *J Vasc Access.* 2017;18(6):515-521.
215. Bronder CM, Cull DL, Kuper SG, et al. Fistula elevation procedure: experience with 295 consecutive cases during a 7-year period. *J Am Coll Surg.* 2008;206(5):1076-1081.
216. Bourquelot P, Tawakol JB, Gaudric J, et al. Lipectomy as a new approach to secondary procedure superficialization of direct autogenous forearm radial-cephalic arteriovenous accesses for hemodialysis. *J Vasc Surg.* 2009;50(2):369-374. 374.e361.
217. Inkollu S, Wellen J, Beller Z, Zhang T, Vachharajani N, Shenoy S. Successful use of minimal incision superficialization technique for arteriovenous fistula maturation. *J Vasc Surg.* 2016;63(4):1018-1025.
218. Galt S, Crawford M, Blebea J, Ladenheim E, Browne B. The efficacy and durability of the Venous Window Needle Guide implanted on uncannulatable arteriovenous fistulas. *J Vasc Surg.* 2016;64(3):708-714.
219. Miles Maliska 3rd C, Jennings W, Mallios A. When Arteriovenous Fistulas Are Too Deep: Options in Obese Individuals. *J Am Coll Surg.* 2015;221(6):1067-1072.
220. Barnard KJ, Taubman KE, Jennings WC. Accessible autogenous vascular access for hemodialysis in obese individuals using lipectomy. *Am J Surg.* 2010;200(6):798-802.
221. Stoikes N, Nezakatgoo N, Fischer P, Bahr M, Magnotti L. Salvage of inaccessible arteriovenous fistulas in obese patients: a review of 132 brachiocephalic fistulas. *Am Surg.* 2009;75(8):705-709.
222. Ene-Iordache B, Remuzzi A. Disturbed flow in radial-cephalic arteriovenous fistulae for haemodialysis: low and oscillating shear stress locates the sites of stenosis. *Nephrol Dial Transplant.* 2012;27(1):358-368.
223. Hull JE, Balakin BV, Kellerman BM, Wrolstad DK. Computational fluid dynamic evaluation of the side-to-side anastomosis for arteriovenous fistula. *J Vasc Surg.* 2013;58(1):187-193 e181.
224. Baguneid MS, Goldner S, Fulford PE, Hamilton G, Walker MG, Seifalian AM. A comparison of para-anastomotic compliance profiles after vascular anastomosis: nonpenetrating clips versus standard sutures. *J Vasc Surg.* 2001;33(4):812-820.
225. Kirsch WM, Zhu YH, Hardesty RA, Chapolini R. A new method for microvascular anastomosis: report of experimental and clinical research. *Am Surg.* 1992;58(12):722-727.
226. Ross JR. Creation of native arteriovenous fistulas with interrupted anastomoses using a self-closing clip device - one clinic's experience. *J Vasc Access.* 2002;3(4):140-146.
227. Aitken E, Jeans E, Aitken M, Kingsmore D. A randomized controlled trial of interrupted versus continuous suturing techniques for radiocephalic fistulas. *J Vasc Surg.* 2015;62(6):1575-1582.
228. Nguyen KP, Teruya T, Alabi O, et al. Comparison of Non-penetrating Titanium Clips versus Continuous Polypropylene Suture in Dialysis Access Creation. *Ann Vasc Surg.* 2016;32:15-19.
229. Zeebregts CJ, van den Dungen JJ, van Det RJ, Verhoeven EL, Geelkerken RH, van Schilfgaarde R. Randomized clinical trial of continuous sutures or non-penetrating clips for radiocephalic arteriovenous fistula. *Br J Surg.* 2004;91(11):1438-1442.
230. Walker SR. U Clips for arteriovenous anastomosis: a pilot, randomized study. *ANZ J Surg.* 2012;82(9):630-632.
231. Shenoy S, Miller A, Petersen F, et al. A multicenter study of permanent hemodialysis access patency: beneficial effect of clipped vascular anastomotic technique. *J Vasc Surg.* 2003;38(2):229-235.
232. Berdat PA, Lavanchy JL, Schonhoff F, Pavlovic M, Pfammatter JP, Carrel TP. Growth potential of U-clip interrupted versus polypropylene running suture anastomosis in congenital cardiac surgery: intermediate term results. *Interact Cardiovasc Thorac Surg.* 2009;9(4):565-570.
233. Allon M. Current management of vascular access. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2007;2(4):786-800.
234. Allon M, Robbin ML. Increasing arteriovenous fistulas in hemodialysis patients: problems and solutions. *Kidney Int.* 2002;62(4):1109-1124.
235. Miller CD, Robbin ML, Barker J, Allon M. Comparison of arteriovenous grafts in the thigh and upper extremities in hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol.* 2003;14(11):2942-2947.
236. Miller PE, Carlton D, Deierhoi MH, Redden DT, Allon M. Natural history of arteriovenous grafts in hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis.* 2000;36(1):68-74.
237. Beathard GA. Percutaneous transvenous angioplasty in the treatment of vascular access stenosis. *Kidney Int.* 1992;42(6):1390-1397.
238. Lilly RZ, Carlton D, Barker J, et al. Predictors of arteriovenous graft patency after radiologic intervention in hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis.* 2001;37(5):945-953.
239. Maya ID, Oser R, Saddekni S, Barker J, Allon M. Vascular access stenosis: comparison of arteriovenous grafts and fistulas. *Am J Kidney Dis.* 2004;44(5):859-865.
240. Conte MS, Nugent HM, Gaccione P, Guleria I, Roy-Chaudhury P, Lawson JH. Multicenter phase I/II trial of the safety of allogeneic endothelial cell implants after the creation of arteriovenous access for hemodialysis use: the V-HEALTH

- study. *J Vasc Surg.* 2009;50(6):1359-1368.e1351.
241. Conte MS, Nugent HM, Gaccione P, Roy-Chaudhury P, Lawson JH. Influence of diabetes and perivascular allogeneic endothelial cell implants on arteriovenous fistula remodeling. *J Vasc Surg.* 2011;54(5):1383-1389.
242. Hye RJ, Peden EK, O'Connor TP, et al. Human type I pancreatic elastase treatment of arteriovenous fistulas in patients with chronic kidney disease. *J Vasc Surg.* 2014;60(2):454-461.e451.
243. Peden EK, Leeser DB, Dixon BS, et al. A multi-center, dose-escalation study of human type I pancreatic elastase (PRT-201) administered after arteriovenous fistula creation. *J Vasc Access.* 2013;14(2):143-151.
244. Dwivedi AJ, Roy-Chaudhury P, Peden EK, et al. Application of human type I pancreatic elastase (PRT-201) to the venous anastomosis of arteriovenous grafts in patients with chronic kidney disease. *J Vasc Access.* 2014;15(5):376-384.
245. Nikam M, Chemla ES, Evans J, et al. Prospective controlled pilot study of arteriovenous fistula placement using the novel Optiflow device. *J Vasc Surg.* 2015;61(4):1020-1025.
246. Chemla E, Tavakoli A, Nikam M, et al. Arteriovenous fistula creation using the Optiflow vascular anastomotic connector: the OPEN (Optiflow PatEncy and MaturatioN) study. *J Vasc Access.* 2014;15(1):38-44.
247. Syed FA, Smolock CJ, Duran C, et al. Comparison of outcomes of one-stage basilic vein transpositions and two-stage basilic vein transpositions. *Ann Vasc Surg.* 2012;26(6):852-857.
248. Cooper J, Power AH, DeRose G, Forbes TL, Dubois L. Similar failure and patency rates when comparing one- and twostage basilic vein transposition. *J Vasc Surg.* 2015;61(3):809-816.
249. De Marco Garcia LP, Davila-Santini LR, Feng Q, Calderin J, Krishnasasthy KV, Panetta TF. Primary balloon angioplasty plus balloon angioplasty maturation to upgrade small-caliber veins (<3 mm) for arteriovenous fistulas. *J Vasc Surg.* 2010;52(1):139-144.
250. Yevzlin AS, Song GU, Sanchez RJ, Becker YT. Fluoroscopically guided vs modified traditional placement of tunneled hemodialysis catheters: clinical outcomes and cost analysis. *J Vasc Access.* 2007;8(4):245-251.
251. Maecken T, Marcon C, Bomas S, Zenz M, Grau T. Relationship of the internal jugular vein to the common carotid artery: implications for ultrasound-guided vascular access. *Eur J Anaesthesiol.* 2011;28(5):351-355.
252. Troianos CA, Kuwik RJ, Pasqual JR, Lim AJ, Odasso DP. Internal jugular vein and carotid artery anatomic relation as determined by ultrasonography. *Anesthesiology.* 1996;85(1):43-48.
253. Prabhu MV, Juneja D, Gopal PB, et al. Ultrasound-guided femoral dialysis access placement: a single-center randomized trial. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2010;5(2):235-239.
254. Hourmozdi JJ, Markin A, Johnson B, Fleming PR, Miller JB. Routine chest radiography is not necessary after ultrasound-guided right internal jugular vein catheterization. *Crit Care Med.* 2016;44(9):e804-e808.
255. Pikwer A, Baath L, Davidson B, Perstoft I, Akeson J. The incidence and risk of central venous catheter malpositioning: a prospective cohort study in 1619 patients. *Anaesth Intensive Care.* 2008;36(1):30-37.
256. Nazarian GK, Bjarnason H, Dietz Jr CA, Bernadas CA, Hunter DW. Changes in tunneled catheter tip position when a patient is upright. *J Vasc Interv Radiol.* 1997;8(3):437-441.
257. Clark E, Barsuk JH, Karpinski J, McQuillan R. Achieving procedural competence during nephrology fellowship training: current requirements and educational research. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2016;11(12):2244-2249.
258. christiemed.com CMH. Vein Viewer. In:2018.
259. Phipps K, Modic A, O'Riordan MA, Walsh M. A randomized trial of the Vein Viewer versus standard technique for placement of peripherally inserted central catheters (PICCs) in neonates. *J Perinatol.* 2012;32(7):498-501.
260. Zibari GB, Rohr MS, Landreneau MD, et al. Complications from permanent hemodialysis vascular access. *Surgery.* 1988;104(4):681-686.
261. MacRae JM, Dipchand C, Oliver M, et al. Arteriovenous access: infection, neuropathy, and other complications. *Can J Kidney Health Dis.* 2016;3. 2054358116669127.
262. Ryan SV, Calligaro KD, Scharff J, Dougherty MJ. Management of infected prosthetic dialysis arteriovenous grafts. *J Vasc Surg.* 2004;39(1):73-78.
263. Leon C, Asif A. Arteriovenous Access and Hand Pain: The distal hypoperfusion ischemic syndrome. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2007;2(1):175-183.
264. Padberg Jr FT, Calligaro KD, Sidawy AN. Complications of arteriovenous hemodialysis access: recognition and management. *J Vasc Surg.* 2008;48(5 Suppl):55S-80S.
265. Suding PN, Wilson SE. Strategies for management of ischemic steal syndrome. *Semin Vasc Surg.* 2007;20(3):184-188.
266. Agarwal AK. Central vein stenosis. *Am J Kidney Dis.* 2013;61(6):1001-1015.
267. Asif A, Leon C, Orozco-Vargas LC, et al. Accuracy of physical examination in the detection of arteriovenous fistula stenosis. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2007;2(6):1191-1194.
268. Ferring M, Henderson J, Wilmink T. Accuracy of early postoperative clinical and ultrasound examination of arteriovenous fistulae to predict dialysis use. *J Vasc Access.* 2014;15(4):291-297.

269. Maldonado-Carceles AB, Garcia-Medina J, Torres-Cantero AM. Performance of physical examination versus ultrasonography to detect stenosis in haemodialysis arteriovenous fistula. *J Vasc Access*. 2017;18(1):30-34.
270. AVF Quick Reference.
271. Vascular access monitoring. [https://esrdncc.org/contentassets/38ed6dc1892d46aeb6ccf51d96f025b0/121.staff-complete-guide\\_508.pdf](https://esrdncc.org/contentassets/38ed6dc1892d46aeb6ccf51d96f025b0/121.staff-complete-guide_508.pdf). 2019.
272. Wong V, Ward R, Taylor J, Selvakumar S, How TV, Bakran A. Factors associated with early failure of arteriovenous fistulae for haemodialysis access. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 1996;12(2):207-213.
273. Zhu YL, Ding H, Fan PL, Gu QL, Teng J, Wang WP. Predicting the maturity of haemodialysis arteriovenous fistulas with colour Doppler ultrasound: a single-centre study from China. *Clin Radiol*. 2016;71(6):576-582.
274. Fontseré N, Mestres G, Yugueros X, et al. Effect of a postoperative exercise program on arteriovenous fistula maturation: a randomized controlled trial. *Hemodial Int*. 2016;20(2):306-314.
275. Salimi F, Majd Nassiri G, Moradi M, et al. Assessment of effects of upper extremity exercise with arm tourniquet on maturity of arteriovenous fistula in hemodialysis patients. *J Vasc Access*. 2013;14(3):239-244.
276. Bhomi KK, Shrestha S, Bhattachan CL. Role of systemic anticoagulation in patients undergoing vascular access surgery. *Nepal Medical College Journal: NMCJ*. 2008;10(4):222-224.
277. Chen L, Ling YS, Lin CH, Guan TJ. Combined use of heparin and anisodamine reduces the risk of early thrombosis in native arteriovenous fistula. *Vascular*. 2013;21(6):369-374.
278. D'Ayala M, Smith RM, Martone C, Briggs W, Deitch JS, Wise L. The effect of systemic anticoagulation in patients undergoing angioaccess surgery. *Ann Vasc Surg*. 2008;22(1):11-15.
279. Wang BR, Rowe VL, Ham SW, et al. A prospective clinical evaluation of the effects of intraoperative systemic anticoagulation in patients undergoing arteriovenous fistula surgery. *Am Surg*. 2010;76(10):1112-1114.
280. Ghorbani A, Aalamshah M, Shahbazian H, Ehsanpour A, Aref A. Randomized controlled trial of clopidogrel to prevent primary arteriovenous fistula failure in hemodialysis patients. *Indian J Nephrol*. 2009;19(2):57-61.
281. Field M, McGrogan D, Marie Y, et al. Randomized clinical trial of the use of glyceryl trinitrate patches to aid arteriovenous fistula maturation. *Br J Surg*. 2016;103(10):1269-1275.
282. Wasse H, Huang R, Long Q, et al. Very high-dose cholecalciferol and arteriovenous fistula maturation in ESRD: a randomized, double-blind, placebo-controlled pilot study. *J Vasc Access*. 2014;15(2):88-94.
283. Abacilar AF, Atalay H, Dogan OF. Oral prostacycline analog and clopidogrel combination provides early maturation and long-term survival after arteriovenous fistula creation: A randomized controlled study. *Indian J Nephrol*. 2015;25(3):136-142.
284. Tessitore N, Mansueto G, Lipari G, et al. Endovascular versus surgical preemptive repair of forearm arteriovenous fistula juxta-anastomotic stenosis: analysis of data collected prospectively from 1999 to 2004. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2006;1(3):448-454.
285. Ito Y, Sato T, Okada R, et al. Comparison of clinical effectiveness between surgical and endovascular treatment for thrombotic obstruction in hemodialysis access. *J Vasc Access*. 2011;12(1):63-66.
286. Lee T, Tindni A, Roy-Chaudhury P. Improved cumulative survival in fistulas requiring surgical interventions to promote fistula maturation compared with endovascular interventions. *Semin Dial*. 2013;26(1):85-89.
287. Lee T, Ullah A, Allon M, et al. Decreased cumulative access survival in arteriovenous fistulas requiring interventions to promote maturation. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2011;6(3):575-581.
288. Long B, Brichart N, Lermusiaux P, et al. Management of perianastomotic stenosis of direct wrist autogenous radial-cephalic arteriovenous accesses for dialysis. *J Vasc Surg*. 2011;53(1):108-114.
289. Miller GA, Goel N, Khariton A, et al. Aggressive approach to salvage non-maturing arteriovenous fistulae: a retrospective study with follow-up. *J Vasc Access*. 2009;10(3):183-191.
290. Miller GA, Hwang W, Preddie D, Khariton A, Savransky Y. Percutaneous salvage of thrombosed immature arteriovenous fistulas. *Semin Dial*. 2011;24(1):107-114.
291. Weijmer MC, Vervloet MG, ter Wee PM. Compared to tunneled cuffed haemodialysis catheters, temporary untunneled catheters are associated with more complications already within 2 weeks of use. *Nephrol Dial Transplant*. 2004;19(3):670-677.
292. Vats HS. Complications of catheters: tunneled and nontunneled. *Adv Chronic Kidney Dis*. 2012;19(3):188-194.
293. Coryell L, Lott JP, Stavropoulos SW, et al. The case for primary placement of tunneled hemodialysis catheters in acute kidney injury. *J Vasc Interv Radiol*. 2009;20(12):1578-1581. quiz 1582.
294. Sequeira A, Sachdeva B, Abreo K. Uncommon complications of long-term hemodialysis catheters: adhesion, migration, and perforation by the catheter tip. *Semin Dial*. 2010;23(1):100-104.
295. Liu T, Hanna N, Summers D. Retained central venous

- haemodialysis access catheters. *Nephrol Dial Transplant*. 2007;22(3):960-961. author reply 961.
296. Miller DL, O'Grady NP, Society of Interventional R. Guidelines for the prevention of intravascular catheter-related infections: recommendations relevant to interventional radiology for venous catheter placement and maintenance. *J Vasc Interv Radiol*. 2012;23(8):997-1007.
297. O'Grady NP, Alexander M, Burns LA, et al. Summary of recommendations: Guidelines for the Prevention of Intravascular Catheter-related Infections. *Clin Infect Dis*. 2011;52(9):1087-1099.
298. Carrillo RG, Garisto JD, Salman L, Merrill D, Asif A. A novel technique for tethered dialysis catheter removal using the laser sheath. *Semin Dial*. 2009;22(6):688-691.
299. Vellanki VS, Watson D, Rajan DK, Bhola CB, Lok CE. The stuck catheter: a hazardous twist to the meaning of permanent catheters. *J Vasc Access*. 2015;16(4):289-293.
300. Timsit JF, Sebillé V, Farkas JC, et al. Effect of subcutaneous tunneling on internal jugular catheter-related sepsis in critically ill patients: a prospective randomized multicenter study. *JAMA*. 1996;276(17):1416-1420.
301. Nalesso F, GF, Muraro E, Brendolan A, Ronco C. Fistula cannulation with a novel fistula cannula: a review of cannulation devices and procedures. *Blood Purif*. 2018;45:278-283.
302. Harwood LE, Wilson BM, Oudshoorn A. Improving vascular access outcomes: attributes of arteriovenous fistula cannulation success. *Clin Kidney J*. 2016;9(2):303-309.
303. MacRae JM, Ahmed SB, Atkar R, Hemmelgarn BR. A randomized trial comparing buttonhole with rope ladder needling in conventional hemodialysis patients. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2012;7(10):1632-1638.
304. Macrae JM, Ahmed SB, Hemmelgarn BR, Alberta Kidney Disease N. Arteriovenous fistula survival and needling technique: long-term results from a randomized buttonhole trial. *Am J Kidney Dis*. 2014;63(4):636-642.
305. Chow J, Rayment G, San Miguel S, Gilbert M. A randomised controlled trial of buttonhole cannulation for the prevention of fistula access complications. *J Renal Care*. 2011;37(2):85-93.
306. Struthers J, Allan A, Peel RK, Lambie SH. Buttonhole needling of arteriovenous fistulae: a randomized controlled trial. *ASAIO J*. 2010;56(4):319-322.
307. Vaux E, King J, Lloyd S, et al. Effect of buttonhole cannulation with a polycarbonate PEG on in-center hemodialysis fistula outcomes: a randomized controlled trial. *Am J Kidney Dis*. 2013;62(1):81-88.
308. Toma S, Shinzato T, Fukui H, et al. A timesaving method to create a fixed puncture route for the buttonhole technique. *Nephrol Dial Transplant*. 2003;18(10):2118-2121.
309. Battistella M, Bhola C, Lok CE. Long-term follow-up of the Hemodialysis Infection Prevention with Polysporin Ointment (HIPPO) Study: a quality improvement report. *Am J Kidney Dis*. 2011;57(3):432-441.
310. Doss S, Schiller B, Moran J. Buttonhole cannulation—an unexpected outcome. *Nephrol Nurs J*. 2008;35(4):417-419.
311. Grudzinski A, Mendelssohn D, Pierratos A, Nesrallah G. A systematic review of buttonhole cannulation practices and outcomes. *Semin Dial*. 2013;26(4):465-475.
312. Muir CA, Kotwal SS, Hawley CM, et al. Buttonhole cannulation and clinical outcomes in a home hemodialysis cohort and systematic review. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2014;9(1):110-119.
313. Wong B, Muneer M, Wiebe N, et al. Buttonhole versus ropeladder cannulation of arteriovenous fistulas for hemodialysis: a systematic review. *Am J Kidney Dis*. 2014;64(6):918-936.
314. Schuman E, Alexander P, Ronfeld A. Use of bovine carotid artery for buttonhole technique hemodialysis. *J Vasc Access*. 2018;19(1):89-91.
315. Robbin ML, Greene T, Allon M, et al. Prediction of arteriovenous fistula clinical maturation from postoperative ultrasound measurements: findings from the Hemodialysis Fistula Maturation Study. *J Am Soc Nephrol*. 2018;29(11):2735-2744.
316. Rayner HC, Pisoni RL, Gillespie BW, et al. Creation, cannulation and survival of arteriovenous fistulae: data from the Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study. *Kidney Int*. 2003;63(1):323-330.
317. Saran R, Dykstra DM, Pisoni RL, et al. Timing of first cannulation and vascular access failure in haemodialysis: an analysis of practice patterns at dialysis facilities in the DOPPS. *Nephrol Dial Transplant*. 2004;19(9):2334-2340.
318. Lok CE, Mokrzycki MH. Prevention and management of catheter-related infection in hemodialysis patients. *Kidney Int*. 2011;79(6):587-598.
319. Mermel LA, Allon M, Bouza E, et al. Clinical practice guidelines for the diagnosis and management of intravascular catheter-related infection: 2009 Update by the Infectious Diseases Society of America. *Clin Infect Dis*. 2009;49(1):1-45.
320. Schwab SJ. Assessing the adequacy of vascular access and its relationship to patient outcome. *Am J Kidney Dis*. 1994;24(2):316-320.
321. Tordoir J, Canaud B, Haage P, et al. EBPG on vascular access. *Nephrol Dial Transplant*. 2007;22(Suppl 2):ii88-ii117.
322. Lee DH, Jung KY, Choi YH. Use of maximal sterile barrier precautions and/or antimicrobial-coated catheters to reduce the risk of central venous catheter-related bloodstream infection. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2008;29(10):947-950.
323. Raad II, Hohn DC, Gilbreath BJ, et al. Prevention of cen-

tral venous catheter-related infections by using maximal sterile barrier precautions during insertion. *Infect Control Hosp Epidemiol.* 1994;15(4 Pt 1):231-238.

324. Mokrzycki MH, Zhang M, Cohen H, Golestaneh L, Laut JM, Rosenberg SO. Tunnelled haemodialysis catheter bacteraemia: risk factors for bacteraemia recurrence, infectious complications and mortality. *Nephrol Dial Transplant.* 2006;21(4):1024-1031.

325. Beathard GA. Catheter management protocol for catheter-related bacteremia prophylaxis. *Semin Dial.* 2003;16(5):403-405.

326. Rosenblum A, Wang W, Ball LK, Latham C, Maddux FW, Lacson Jr E. Hemodialysis catheter care strategies: a cluster-randomized quality improvement initiative. *Am J Kidney Dis.* 2014;63(2):259-267.

327. McCann M, Fitzpatrick F, Mellotte G, Clarke M. Is 2% chlorhexidine gluconate in 70% isopropyl alcohol more effective at preventing central venous catheter-related infections than routinely used chlorhexidine gluconate solutions: a pilot multicenter randomized trial (ISRCTN2657745)? *Am J Infect Control.* 2016;44(8):948-949.

328. Onder AM, Chandar J, Billings A, et al. Chlorhexidine-based antiseptic solutions effectively reduce catheter-related bacteremia. *Pediatr Nephrol.* 2009;24(9):1741.

329. Chaiyakunapruk N, Veenstra DL, Lipsky BA, Saint S. Chlorhexidine compared with povidone-iodine solution for vascular catheter-site care: a meta-analysis. *Ann Intern Med.* 2002;136(11):792-801.

330. Winterbottom A, Bekker HL, Conner M, Mooney A. Choosing dialysis modality: decision making in a chronic illness context. *Health Expect.* 2014;17(5):710-723.

331. Ishizuka M, Nagata H, Takagi K, Kubota K. Comparison of 0.05% chlorhexidine and 10% povidone-iodine as cutaneous disinfectant for prevention of central venous catheter-related bloodstream infection: a comparative study. *Eur Surg Res.* 2009;43(3):286-290.

332. Lok CE, Stanley KE, Hux JE, Richardson R, Tobe SW, Conly J. Hemodialysis infection prevention with polysporin ointment. *J Am Soc Nephrol.* 2003;14(1):169-179.

333. Levin A, Mason AJ, Jindal KK, Fong IW, Goldstein MB. Prevention of hemodialysis subclavian vein catheter infections by topical povidone-iodine. *Kidney Int.* 1991;40(5):934-938.

334. Sesso R, Barbosa D, Leme IL, et al. Staphylococcus aureus prophylaxis in hemodialysis patients using central venous catheter: effect of mupirocin ointment. *J Am Soc Nephrol.* 1998;9(6):1085-1092.

335. Johnson DW, van Eps C, Mudge DW, et al. Randomized, controlled trial of topical exit-site application of honey (Medi-

honey) versus mupirocin for the prevention of catheter-associated infections in hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol.* 2005;16(5):1456-1462.

336. Johnson DW, van Eps C, Mudge DW, et al. Randomized, controlled trial of topical exit-site application of honey (Medi-honey) versus mupirocin for the prevention of catheter-associated infections in hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol.* 2005;16(5):1456-1462.

337. Maki DG, Stolz SS, Wheeler S, Mermel LA. A prospective, randomized trial of gauze and two polyurethane dressings for site care of pulmonary artery catheters: implications for catheter management. *Crit Care Med.* 1994;22(11):1729-1737.

338. Hoffmann KK, Weber DJ, Samsa GP, Rutala WA. Transparent polyurethane film as an intravenous catheter dressing. A meta-analysis of the infection risks. *JAMA.* 1992;267(15):2072-2076.

339. Le Corre I, Delorme M, Cournoyer S. A prospective, randomized trial comparing a transparent dressing and a dry gauze on the exit site of long term central venous catheters of hemodialysis patients. *J Vasc Access.* 2003;4(2):56-61.

340. de Barros LAV, Bettencourt A, Diccini S, Fram D, Belasco A, et al. Evaluation of two types of dressings used on central venous catheters for hemodialysis. *Acta Paulista de Enfermagem.* 2009;22(Especial - Nefrologia):481-486.

341. Hadaway L. Technology of flushing vascular access devices. *J Infusion Nurs.* 2006;29(3):137-145.

342. Dutka P, Brickel H. A practical review of the kidney dialysis outcomes quality initiative (KDOQI) guidelines for hemodialysis catheters and their potential impact on patient care. *Nephrol Nurs J.* 2010;37(5):531-535. quiz 536.

343. Audit Tool: Catheter connection and disconnection observations. <https://www.cdc.gov/dialysis/PDFs/collaborative/Catheter-Connection-Disconnection-Observations.pdf>. 2019.

344. Manns B, Tonelli M, Yilmaz S, et al. Establishment and maintenance of vascular access in incident hemodialysis patients: a prospective cost analysis. *J Am Soc Nephrol.* 2005;16(1):201-209.

345. Viecelli AK, Tong A, O'Lone E, et al. Report of the Standardized Outcomes in Nephrology-Hemodialysis (SONG-HD) Consensus Workshop on Establishing a Core Outcome Measure for Hemodialysis Vascular Access. *Am J Kidney Dis.* 2018;71(5):690-700.

346. Tonelli M, James M, Wiebe N, Jindal K, Hemmelgarn B, Alberta Kidney Disease N. Ultrasound monitoring to detect access stenosis in hemodialysis patients: a systematic review. *Am J Kidney Dis.* 2008;51(4):630-640.

347. Polkinghorne KR, Lau KK, Saunder A, Atkins RC, Kerr PG. Does monthly native arteriovenous fistula blood-flow surveillance detect significant stenosis—a randomized controlled

- trial. *Nephrol Dial Transplant*. 2006;21(9):2498-2506.
348. Tessitore N, Lipari G, Poli A, et al. Can blood flow surveillance and pre-emptive repair of subclinical stenosis prolong the useful life of arteriovenous fistulae? A randomized controlled study. *Nephrol Dial Transplant*. 2004;19(9):2325-2333.
349. Tessitore N, Bedogna V, Poli A, et al. Should current criteria for detecting and repairing arteriovenous fistula stenosis be reconsidered? Interim analysis of a randomized controlled trial. *Nephrol Dial Transplant*. 2014;29(1):179-187.
350. Sands JJ. Vascular access monitoring improves outcomes. *Blood Purif*. 2005;23(1):45-49.
351. Moist LM, Churchill DN, House AA, et al. Regular monitoring of access flow compared with monitoring of venous pressure fails to improve graft survival. *J Am Soc Nephrol*. 2003;14(10):2645-2653.
352. Step 8: Taking Care of My Lifeline for a Lifetime. In. *Lifeline for a Lifetime*: ESRD Coordinating Center.
353. Paulson WD, Ram SJ, Work J. Use of vascular access blood flow to evaluate vascular access. *Am J Kidney Dis*. 2001;38(4):916.
354. Coentrao L, Faria B, Pestana M. Physical examination of dysfunctional arteriovenous fistulae by non-interventionalists: a skill worth teaching. *Nephrol Dial Transplant*. 2012;27(5):1993-1996.
355. Leon C, Asif A. Physical examination of arteriovenous fistulae by a renal fellow: does it compare favorably to an experienced interventionalist? *Semin Dial*. 2008;21(6):557-560.
356. Leon C, Orozco-Vargas LC, Krishnamurthy G, et al. Accuracy of physical examination in the detection of arteriovenous graft stenosis. *Semin Dial*. 2008;21(1):85-88.
357. Frinak S, Zasuwa G, Dunfee T, Besarab A, Yee J. Dynamic venous access pressure ratio test for hemodialysis access monitoring. *Am J Kidney Dis*. 2002;40(4):760-768.
358. Tonelli M, Hirsch DJ, Chan CT, et al. Factors associated with access blood flow in native vessel arteriovenous fistulae. *Nephrol Dial Transplant*. 2004;19(10):2559-2563.
359. Polkinghorne KR, Atkins RC, Kerr PG. Determinants of native arteriovenous fistula blood flow. *Nephrology (Carlton)*. 2004;9(4):205-211.
360. Robbin ML, Oser RF, Lee JY, Heudebert GR, Mennemeyer ST, Allon M. Randomized comparison of ultrasound surveillance and clinical monitoring on arteriovenous graft outcomes. *Kidney Int*. 2006;69(4):730-735.
361. Bacchini G, Cappello A, La Milia V, Andrulli S, Locatelli F. Color doppler ultrasonography imaging to guide transluminal angioplasty of venous stenosis. *Kidney Int*. 2000;58(4):1810-1813.
362. Paulson WD, Moist L, Lok CE. Vascular access surveillance: an ongoing controversy. *Kidney Int*. 2012;81(2):132-142.
363. Paulson WD, Ram SJ, Birk CG, Zapczynski M, Martin SR, Work J. Accuracy of decrease in blood flow in predicting hemodialysis graft thrombosis. *Am J Kidney Dis*. 2000;35(6):1089-1095.
364. Polkinghorne KR, Atkins RC, Kerr PG. Native arteriovenous fistula blood flow and resistance during hemodialysis. *Am J Kidney Dis*. 2003;41(1):132-139.
365. Tessitore N, Bedogna V, Melilli E, et al. In search of an optimal bedside screening program for arteriovenous fistula stenosis. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2011;6(4):819-826.
366. Roy-Chaudhury P, Sukhatme VP, Cheung AK. Hemodialysis vascular access dysfunction: a cellular and molecular viewpoint. *J Am Soc Nephrol*. 2006;17(4):1112-1127.
367. Allon M, Robbin ML. Hemodialysis vascular access monitoring: current concepts. *Hemodial Int*. 2009;13(2):153-162.
368. Schuman E, Ronfeld A, Barclay C, Heintz P. Comparison of clinical assessment with ultrasound flow for hemodialysis access surveillance. *Arch Surg*. 2007;142(12):1129-1133.
369. Krivitski NM, MacGibbon D, Gleed RD, Dobson A. Accuracy of dilution techniques for access flow measurement during hemodialysis. *Am J Kidney Dis*. 1998;31(3):502-508.
370. Chan KE, Pflederer TA, Steele DJ, et al. Access survival amongst hemodialysis patients referred for preventive angiography and percutaneous transluminal angioplasty. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2011;6(11):2669-2680.
371. Schwarz C, Mitterbauer C, Boczula M, et al. Flow monitoring: performance characteristics of ultrasound dilution versus color Doppler ultrasound compared with fistulography. *Am J Kidney Dis*. 2003;42(3):539-545.
372. Tessitore N, Bedogna V, Gammara L, et al. Diagnostic accuracy of ultrasound dilution access blood flow measurement in detecting stenosis and predicting thrombosis in native forearm arteriovenous fistulae for hemodialysis. *Am J Kidney Dis*. 2003;42(2):331-341.
373. Dember LM, Holmberg EF, Kaufman JS. Randomized controlled trial of prophylactic repair of hemodialysis arteriovenous graft stenosis. *Kidney Int*. 2004;66(1):390-398.
374. Lumsden AB, MacDonald MJ, Kikeri D, Cotsonis GA, Harker LA, Martin LG. Prophylactic balloon angioplasty fails to prolong the patency of expanded polytetrafluoroethylene arteriovenous grafts: results of a prospective randomized study. *J Vasc Surg*. 1997;26(3):382-390; discussion 390-382.
375. Ram SJ, Work J, Caldito GC, Eason JM, Pervez A, Paulson WD. A randomized controlled trial of blood flow and stenosis surveillance of hemodialysis grafts. *Kidney Int*. 2003;64(1):272-280.
376. Malik J, Slavikova M, Svobodova J, Tuka V. Regular

- ultrasonographic screening significantly prolongs patency of PTFE grafts. *Kidney Int.* 2005;67(4):1554-1558.
377. Tessitore N, Mansueto G, Bedogna V, et al. A prospective controlled trial on effect of percutaneous transluminal angioplasty on functioning arteriovenous fistulae survival. *J Am Soc Nephrol.* 2003;14(6):1623-1627.
378. Campos RP, Chula DC, Perreto S, Riella MC, do Nascimento MM. Accuracy of physical examination and intra-access pressure in the detection of stenosis in hemodialysis arteriovenous fistula. *Semin Dial.* 2008;21(3):269-273.
379. Aragoncillo I, Amezquita Y, Caldes S, et al. The impact of access blood flow surveillance on reduction of thrombosis in native arteriovenous fistula: a randomized clinical trial. *J Vasc Access.* 2016;17(1):13-19.
380. Beathard GA. Physical examination of the dialysis vascular access. *Semin Dial.* 1998;11(4):231-236.
381. Beathard GA. An algorithm for the physical examination of early fistula failure. *Semin Dial.* 2005;18(4):331-335.
382. Lin CC, Chang CF, Lai MY, Chen TW, Lee PC, Yang WC. Far-infrared therapy: a novel treatment to improve access blood flow and unassisted patency of arteriovenous fistula in hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol.* 2007;18(3):985-992.
383. Lin CC, Yang WC, Chen MC, Liu WS, Yang CY, Lee PC. Effect of far infrared therapy on arteriovenous fistula maturation: an open-label randomized controlled trial. *Am J Kidney Dis.* 2013;62(2):304-311.
384. Lin CC, Chung MY, Yang WC, Lin SJ, Lee PC. Length polymorphisms of heme oxygenase-1 determine the effect of farinfrared therapy on the function of arteriovenous fistula in hemodialysis patients: a novel physiogenomic study. *Nephrol Dial Transplant.* 2013;28(5):1284-1293.
385. Lai CC, Fang HC, Mar GY, Liou JC, Tseng CJ, Liu CP. Postangioplasty far infrared radiation therapy improves 1-year angioplasty-free hemodialysis access patency of recurrent obstructive lesions. *European J Vasc Endovasc Surg.* 2013;46(6):726-732.
386. Irish AB, Vieceilli AK, Hawley CM, et al. Effect of fish oil supplementation and aspirin use on arteriovenous fistula failure in patients requiring hemodialysis: a randomized clinical trial. *JAMA Intern Med.* 2017;177(2):184-193.
387. Herrington W, Emberson J, Staplin N, et al. The effect of lowering LDL cholesterol on vascular access patency: post hoc analysis of the Study of Heart and Renal Protection. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2014;9(5):914-919.
388. Lok CE, Moist L, Hemmelgarn BR, et al. Effect of fish oil supplementation on graft patency and cardiovascular events among patients with new synthetic arteriovenous hemodialysis grafts: a randomized controlled trial. *JAMA.* 2012;307(17):1809-1816.
389. Bowden RG, Wilson RL, Gentile M, Ounpraseuth S, Moore P, Leutholtz BC. Effects of omega-3 fatty acid supplementation on vascular access thrombosis in polytetrafluorethylene grafts. *J Ren Nutr.* 2007;17(2):126-131.
390. Dixon BS, Beck GJ, Dember LM, et al. Use of aspirin associates with longer primary patency of hemodialysis grafts. *J Am Soc Nephrol.* 2011;22(4):773-781.
391. Kaufman JS, O'Connor TZ, Zhang JH, et al. Randomized controlled trial of clopidogrel plus aspirin to prevent hemodialysis access graft thrombosis. *J Am Soc Nephrol.* 2003;14(9):2313-2321.
392. Crowther MA, Clase CM, Margetts PJ, et al. Low-intensity warfarin is ineffective for the prevention of PTFE graft failure in patients on hemodialysis: a randomized controlled trial. *J Am Soc Nephrol.* 2002;13(9):2331-2337.
393. Riella MC, Roy-Chaudhury P. Vascular access in haemodialysis: strengthening the Achilles' heel. *Nat Rev Nephrol.* 2013;9(6):348-357.
394. Roy-Chaudhury P, Wang Y, Krishnamoorthy M, et al. Cellular phenotypes in human stenotic lesions from haemodialysis vascular access. *Nephrol Dial Transplant.* 2009;24(9):2786-2791.
395. Nassar GM, Rhee E, Khan AJ, Nguyen B, Achkar K, Beathard G. Percutaneous thrombectomy of AVF: immediate success and long-term patency rates. *Semin Dial.* 2015;28(2):E15-E22.
396. Collins AJ, Foley RN, Herzog C, et al. US Renal Data System 2012 Annual Data Report. *Am J Kidney Dis.* 2013;61(1 Suppl 1). A7, e1-476.
397. Collins AJ, Foley RN, Herzog C, et al. United States Renal Data System 2008 Annual Data Report. *Am J Kidney Dis.* 2009;53(1 Suppl):S1-374.
398. Kuo TH, Tseng CT, Lin WH, et al. Association Between Vascular Access Dysfunction and Subsequent Major Adverse Cardiovascular Events in Patients on Hemodialysis: A Population-Based Nested Case-Control Study. *Medicine (Baltimore).* 2015;94(26):e1032.
399. Duque JC, Tabbara M, Martinez L, Cardona J, Vazquez-Padron RI, Salman LH. Dialysis Arteriovenous Fistula Failure and Angioplasty: Intimal Hyperplasia and Other Causes of Access Failure. *Am J Kidney Dis.* 2017;69(1):147-151.
400. Quencer KB, Kidd J, Kinney T. Preprocedure Evaluation of a Dysfunctional Dialysis Access. *Tech Vasc Interv Radiol.* 2017;20(1):20-30.
401. Nassar GM, Beathard G, Rhee E, Khan AJ, Nguyen B. Management of transposed arteriovenous fistula swing point stenosis at the basilic vein angle of transposition by stent grafts. *J Vasc Access.* 2017;18(6):482-487.
402. Kakkos SK, Kouri AK, Tsolakis IA, Haddad GK, Lam-

- propoulos GC, Karnabatidis D. Surgical and endovascular revision of brachio-basilic vein fistula. *J Vasc Access*. 2016;17(Suppl 1):S6-S11.
403. Ravani P, Quinn RR, Oliver MJ, et al. Pre-emptive correction for haemodialysis arteriovenous access stenosis. *Cochrane Database Syst Rev*. 2016;(1):CD010709.
404. Leontiev O, Shlansky-Goldberg RD, Stavropoulos SW, et al. Should all inflow stenoses be treated in failing autogenous hemodialysis fistulae? *J Vasc Interv Radiol*. 2014;25(4):542-547.
405. Li B, Li Q, Chen C, Guan Y, Liu S. Diagnostic accuracy of computer tomography angiography and magnetic resonance angiography in the stenosis detection of autologous hemodialysis access: a meta-analysis. *PLoS One*. 2013;8(10):e78409.
406. Kariya S, Tanigawa N, Kojima H, et al. Efficacy of carbon dioxide for diagnosis and intervention in patients with failing hemodialysis access. *Acta Radiol*. 2010;51(9):994-1001.
407. Ross JR, Franga DL, Gallichio M, Patel AJ, Ouriel K. Role of intravascular ultrasound imaging during endovascular interventions of failing hemodialysis access grafts. *J Vasc Surg*. 2017;65(5):1383-1389.
408. Bode AS, Planken RN, Merx MA, et al. Feasibility of noncontrast-enhanced magnetic resonance angiography for imaging upper extremity vasculature prior to vascular access creation. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2012;43(1):88-94.
409. Yevzlin AS, Chan MR, Becker YT, Roy-Chaudhury P, Lee T, Becker BN. "Venopathy" at work: recasting neointimal hyperplasia in a new light. *Transl Res*. 2010;156(4):216-225.
410. Lee T, Roy-Chaudhury P. Advances and new frontiers in the pathophysiology of venous neointimal hyperplasia and dialysis access stenosis. *Adv Chronic Kidney Dis*. 2009;16(5):329-338.
411. Woods JD, Turenne MN, Strawderman RL, et al. Vascular access survival among incident hemodialysis patients in the United States. *Am J Kidney Dis*. 1997;30(1):50-57.
412. Chang CJ, Ko PJ, Hsu LA, et al. Highly increased cell proliferation activity in the restenotic hemodialysis vascular access after percutaneous transluminal angioplasty: implication in prevention of restenosis. *Am J Kidney Dis*. 2004;43(1):74-84.
413. Katsanos K, Karnabatidis D, Kitrou P, Spiliopoulos S, Christeas N, Siablis D. Paclitaxel-coated balloon angioplasty vs. plain balloon dilation for the treatment of failing dialysis access: 6-month interim results from a prospective randomized controlled trial. *J Endovasc Ther*. 2012;19(2):263-272.
414. Kitrou PM, Spiliopoulos S, Katsanos K, Papachristou E, Siablis D, Karnabatidis D. Paclitaxel-coated versus plain balloon angioplasty for dysfunctional arteriovenous fistulae: one-year results of a prospective randomized controlled trial. *J Vasc Interv Radiol*. 2015;26(3):348-354.
415. Lai CC, Fang HC, Tseng CJ, Liu CP, Mar GY. Percutaneous angioplasty using a paclitaxel-coated balloon improves target lesion restenosis on inflow lesions of autogenous radiocephalic fistulas: a pilot study. *J Vasc Interv Radiol*. 2014;25(4):535-541.
416. Katsanos K, Spiliopoulos S, Kitrou P, Krokidis M, Karnabatidis D. Risk of death following application of paclitaxel coated balloons and stents in the femoropopliteal artery of the leg: a systematic review and analysis of randomized controlled trials. *J Am Heart Assoc*. 2018;7(24):e011245.
417. Aftab SA, Tay KH, Irani FG, et al. Randomized clinical trial of cutting balloon angioplasty versus high-pressure balloon angioplasty in hemodialysis arteriovenous fistula stenoses resistant to conventional balloon angioplasty. *J Vasc Interv Radiol*. 2014;25(2):190-198.
418. Rasuli P, Chennur VS, Connolly MJ, et al. Randomized trial comparing the primary patency following cutting versus highpressure balloon angioplasty for treatment of de novo venous stenoses in hemodialysis arteriovenous fistulae. *J Vasc Interv Radiol*. 2015;26(12):1840-1846.e1841.
419. Forauer AR, Hoffer EK, Homa K. Dialysis access venous stenoses: treatment with balloon angioplasty-1- versus 3-minute inflation times. *Radiology*. 2008;249(1):375-381.
420. Elramah M, Boujelbane L, Yevzlin AS, Wakeen M, Astor BC, Chan MR. Dialysis access venous stenosis: treatment with balloon angioplasty 30-second vs. 1-minute inflation times. *Hemodial Int*. 2015;19(1):108-114.
421. Haskal ZJ, Trerotola S, Dolmatch B, et al. Stent graft versus balloon angioplasty for failing dialysis-access grafts. *N Engl J Med*. 2010;362(6):494-503.
422. Vesely T, DaVanzo W, Behrend T, Dwyer A, Aruny J. Balloon angioplasty versus Viabahn stent graft for treatment of failing or thrombosed prosthetic hemodialysis grafts. *J Vasc Surg*. 2016;64(5):1400-1410.e1401.
423. Vesely T, DaVanzo W, Behrend T, Dwyer A, Aruny J. Balloon angioplasty versus Viabahn stent graft for treatment of failing or thrombosed prosthetic hemodialysis grafts. *J Vasc Surg*. 2016;11.
424. Haskal ZJ, Saad TF, Hoggard JG, et al. Prospective, randomized, concurrently-controlled study of a stent graft versus balloon angioplasty for treatment of arteriovenous access graft stenosis: 2-year results of the RENOVA study. *J Vasc Interv Radiol*. 2016;27(8):1105-1114.e1103.
425. Shemesh D, Goldin I, Zaghal I, Berlowitz D, Raveh D, Olsha O. Angioplasty with stent graft versus bare stent for recurrent cephalic arch stenosis in autogenous arteriovenous access for hemodialysis: a prospective randomized clinical trial. *J Vasc Surg*. 2008;48(6):1524-1531. 1531.e1521-1522.
426. Rajan DK, Falk A. A randomized prospective study com-

paring outcomes of angioplasty versus VIABAHN stent-graft placement for cephalic arch stenosis in dysfunctional hemodialysis accesses. *J Vasc Interv Radiol*. 2015;26(9):1355-1361.

427. Falk A, Maya ID, Yevzlin AS. A prospective, randomized study of an expanded polytetrafluoroethylene stent graft versus balloon angioplasty for in-stent restenosis in arteriovenous grafts and fistulae: two-year results of the RESCUE study. *J Vasc Interv Radiol*. 2016;27(10):1465-1476.

428. Beathard GA, Welch BR, Maidment HJ. Mechanical thrombolysis for the treatment of thrombosed hemodialysis access grafts. *Radiology*. 1996;200(3):711-716.

429. Schon D, Mishler R. Pharmacomechanical thrombolysis of natural vein fistulas: reduced dose of TPA and long-term follow-up. *Semin Dial*. 2003;16(3):272-275.

430. Chan N, Wee I, Soong TK, Syn N, Choong A. A systematic review and meta-analysis of surgical versus endovascular thrombectomy of thrombosed arteriovenous grafts in hemodialysis patients. *J Vasc Surg*. 2019;69(6):1976-1988 e1977.

431. Tordoir JH, Bode AS, Peppelenbosch N, Van Der Sande FM, de Haan MW. Surgical or endovascular repair of thrombosed dialysis vascular access: is there any evidence? *J Vasc Surg*. 2009;50(4):953-956.

432. Forsythe RO, Chemla ES. Surgical options in the problematic arteriovenous haemodialysis access. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2015;38(6):1405-1415.

433. Belli S, Yabanoglu H, Aydogan C, Parlakgumus A, Yildirim S, Haberal M. Surgical interventions for late complications of arteriovenous fistulas. *Int Surg*. 2014;99(4):467-474.

434. Romann A, Beaulieu MC, Rheau P, Clement J, Sidhu R, Kiaii M. Risk factors associated with arteriovenous fistula failure after first radiologic intervention. *J Vasc Access*. 2016;17(2):167-174.

435. Sigala F, Sassen R, Kontis E, Kiefhaber LD, Forster R, Mickley V. Surgical treatment of cephalic arch stenosis by central transposition of the cephalic vein. *J Vasc Access*. 2014;15(4):272-277.

436. Davies MG, Hicks TD, Haidar GM, El-Sayed HF. Outcomes of intervention for cephalic arch stenosis in brachiocephalic arteriovenous fistulas. *J Vasc Surg*. 2017;66(5):1504-1510.

437. Vasanthamohan L, Gopee-Ramanan P, Athreya S. The management of cephalic arch stenosis in arteriovenous fistulas for hemodialysis: a systematic review. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2015;38(5):1179-1185.

438. Quencer KB, Friedman T. Dec clotting the thrombosed access. *Tech Vasc Interv Radiol*. 2017;20(1):38-47.

439. Salmela B, Hartman J, Peltonen S, Alback A, Lassila R. Thrombophilia and arteriovenous fistula survival in ESRD. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2013;8(6):962-968.

440. Green LD, Lee DS, Kucey DS. A metaanalysis comparing surgical thrombectomy, mechanical thrombectomy, and pharmacomechanical thrombolysis for thrombosed dialysis grafts. *J Vasc Surg*. 2002;36(5):939-945.

441. Kuhan G, Antoniou GA, Nikam M, et al. A meta-analysis of randomized trials comparing surgery versus endovascular therapy for thrombosed arteriovenous fistulas and grafts in hemodialysis. *Cardiovasc Intervent Radiol*. 2013;36(3):699-705.

442. Troisi N, Chisci E, Frosini P, et al. Hybrid simultaneous treatment of thrombosed prosthetic grafts for hemodialysis. *J Vasc Access*. 2014;15(5):396-400.

443. Bachleda P, Janeckova J, Xinopoulos P, Smakal O. New hybrid procedures in treating occluded arteriovenous hemodialysis grafts. *Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub*. 2016;160(1):149-152.

444. Cull DL, Washer JD, Carsten CG, Keahey G, Johnson B. Description and outcomes of a simple surgical technique to treat thrombosed autogenous accesses. *J Vasc Surg*. 2012;56(3):861-865.

445. Rabin I, Shani M, Mursi J, et al. Effect of timing of thrombectomy on survival of thrombosed arteriovenous hemodialysis grafts. *Vasc Endovascular Surg*. 2013;47(5):342-345.

446. Sadaghianloo N, Jean-Baptiste E, Gaid H, et al. Early surgical thrombectomy improves salvage of thrombosed vascular accesses. *J Vasc Surg*. 2014;59(5):1377-1384. e1371-1372.

447. Malka KT, Flahive J, Csizinsky A, et al. Results of repeated percutaneous interventions on failing arteriovenous fistulas and grafts and factors affecting outcomes. *J Vasc Surg*. 2016;63(3):772-777.

448. Nikam MD, Ritchie J, Jayanti A, et al. Acute arteriovenous access failure: long-term outcomes of endovascular salvage and assessment of co-variables affecting patency. *Nephron*. 2015;129(4):241-246.

449. Simoni E, Blitz L, Lookstein R. Outcomes of AngioJet(R) thrombectomy in hemodialysis vascular access grafts and fistulas: PEARL I Registry. *J Vasc Access*. 2013;14(1):72-76.

450. Rosenberg JE, Yevzlin AS, Chan MR, Valliant AM, Astor BC. Prediction of arteriovenous fistula dysfunction: can it be taught? *Semin Dial*. 2015;28(5):544-547.

451. Gallieni M, Martini A, Mezzina N. Dialysis access: an increasingly important clinical issue. *Int J Artif Organs*. 2009;32(12):851-856.

452. Patel PR, Kallen AJ, Arduino MJ. Epidemiology, surveillance, and prevention of bloodstream infections in hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis*. 2010;56(3):566-577.

453. Anderson JE, Chang AS, Anstadt MP. Polytetrafluoroethylene hemoaccess site infections. *Asaio J*. 2000;46(6):S18-S21.

454. Bachleda P, Kalinova L, Utikal P, Kolar M, Hricova

- K, Stosova T. Infected prosthetic dialysis arteriovenous grafts: a single dialysis center study. *Surg Infect (Larchmt)*. 2012;13(6):366-370.
455. Solid C, Foley R. Vascular access use and access infections from dialysis claims data. Paper presented at: Kidney Week 2012; October 30-November 4, 2012; San Diego, CA.
456. Christensen LD, Skadborg MB, Mortensen AH, et al. Bacteriology of the buttonhole cannulation tract in hemodialysis patients: a prospective cohort study. *Am J Kidney Dis*. 2018;72(2):234-242.
457. Al-Jaishi AA, Liu AR, Lok CE, Zhang JC, Moist LM. Complications of the arteriovenous fistula: a systematic review. *J Am Soc Nephrol*. 2017;28(6):1839-1850.
458. Zhang J, Burr RA, Sheth HS, Piraino B. Organism-specific bacteremia by hemodialysis access. *Clin Nephrol*. 2016;86(9):141-146.
459. Tabbara MR, O'Hara PJ, Hertzner NR, Krajewski LP, Beven EG. Surgical management of infected PTFE hemodialysis grafts: analysis of a 15-year experience. *Ann Vasc Surg*. 1995;9(4):378-384.
460. Akoh JA, Patel N. Infection of hemodialysis arteriovenous grafts. *J Vasc Access*. 2010;11(2):155-158.
461. Lafrance JP, Rahme E, Lelorier J, Iqbal S. Vascular access-related infections: definitions, incidence rates, and risk factors. *Am J Kidney Dis*. 2008;52(5):982-993.
462. Harish A, Allon M. Arteriovenous graft infection: a comparison of thigh and upper extremity grafts. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2011;6(7):1739-1743.
463. Minga TE, Flanagan KH, Allon M. Clinical consequences of infected arteriovenous grafts in hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis*. 2001;38(5):975-978.
464. Lew SQ, Kaveh K. Dialysis access related infections. *Asaio J*. 2000;46(6):S6-12.
465. Schneider JR, White GW, Dejesus EF. Pasteurella multocida-infected expanded polytetrafluoroethylene hemodialysis access graft. *Ann Vasc Surg*. 2012;26(8); 1128.e1115-1127.
466. Onorato IM, Axelrod JL, Lorch JA, Brensilver JM, Bokkenheuser V. Fungal infections of dialysis fistulae. *Ann Intern Med*. 1979;91(1):50-52.
467. Legout L, D'Elia PV, Sarraz-Bournet B, et al. Diagnosis and management of prosthetic vascular graft infections. *Med Mal Infect*. 2012;42(3):102-109.
468. Ayus JC, Sheikh-Hamad D. Silent infection in clotted hemodialysis access grafts. *J Am Soc Nephrol*. 1998;9(7):1314-1317.
469. Cull JD, Cull DL, Taylor SM, et al. Prosthetic thigh arteriovenous access: outcome with SVS/AAVS reporting standards. *J Vasc Surg*. 2004;39(2):381-386.
470. Antoniou GA, Lazarides MK, Georgiadis GS, Sfyroeras GS, Nikolopoulos ES, Giannoukas AD. Lower-extremity arteriovenous access for haemodialysis: a systematic review. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2009;38(3):365-372.
471. Balaz P, Bjorck M. True aneurysm in autologous hemodialysis: definitions, classification and indications for treatment. *J Vasc Access*. 2015;16(6):446-453.
472. Inston N, Mistry H, Gilbert J, et al. Aneurysms in vascular access: state of the art and future developments. *J Vasc Access*. 2017;18(6):464-472.
473. Rajput A, Rajan DK, Simons ME, et al. Venous aneurysms in autogenous hemodialysis fistulas: is there an association with venous outflow stenosis. *J Vasc Access*. 2013;14(2):126-130.
474. Valenti D, Mistry H, Stephenson M. A novel classification system for autogenous arteriovenous fistula aneurysms in renal access patients. *Vasc Endovascular Surg*. 2014;48(7-8):491-496.
475. Kordzadeh A, D'Espiney Barbara RM, Ahmad AS, Hanif MA, Panayiotopoulos YP. Donor artery aneurysm formation following the ligation of haemodialysis arteriovenous fistula: a systematic review and case reports. *J Vasc Access*. 2015;16(1):5-12.
476. Jose MD, Marshall MR, Read G, et al. Fatal Dialysis Vascular Access Hemorrhage. *Am J Kidney Dis*. 2017;70(4):570-575.
477. Lazarides MK, Georgiadis GS, Argyriou C. Aneurysm formation and infection in AV prosthesis. *J Vasc Access*. 2014;15(Suppl 7):S120-124.
478. Hedin U, Engstrom J, Roy J. Endovascular treatment of true and false aneurysms in hemodialysis access. *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 2015;56(4):599-605.
479. Wang S, Wang MS. Successful use of partial aneurysmectomy and repair approach for managing complications of arteriovenous fistulas and grafts. *J Vasc Surg*. 2017;66(2):545-553.
480. Woo K, Cook PR, Garg J, Hye RJ, Canty TG. Midterm results of a novel technique to salvage autogenous dialysis access in aneurysmal arteriovenous fistulas. *J Vasc Surg*. 2010;51(4):921-925. 925.
481. Vo T, Tumbaga G, Aka P, Behseresht J, Hsu J, Tayarrah M. Staple aneurysmorrhaphy to salvage autogenous arteriovenous fistulas with aneurysm-related complications. *J Vasc Surg*. 2015;61(2):457-462.
482. Rokosny S, Balaz P, Wohlfahrt P, Palous D, Janousek L. Reinforced aneurysmorrhaphy for true aneurysmal haemodialysis vascular access. *Eur J Vasc Endovasc Surg*. 2014;47(4):444-450.
483. Fotiadis N, Shawyer A, Namagondlu G, Iyer A, Matson M, Yaqoob MM. Endovascular repair of symptomatic hemodialy-

- sis access graft pseudoaneurysms. *J Vasc Access*. 2014;15(1):5-11.
484. Zink JN, Netzley R, Erzurum V, Wright D. Complications of endovascular grafts in the treatment of pseudoaneurysms and stenoses in arteriovenous access. *J Vasc Surg*. 2013;57(1):144-148.
485. Wilson NA, Shenoy S. Managing 'buttonhole' complications. *J Vasc Access*. 2014;15(7\_suppl):91-95.
486. Jose MD, Marshall MR, Read G, et al. Fatal Dialysis Vascular Access Hemorrhage. *Am J Kidney Dis*. 2017;70(4):570-575.
487. Sidawy AN, Gray R, Besarab A, et al. Recommended standards for reports dealing with arteriovenous hemodialysis accesses. *J Vasc Surg*. 2002;35(3):603-610.
488. Chemla E, Raynaud A, Carreres T, et al. Preoperative assessment of the efficacy of distal radial artery ligation in treatment of steal syndrome complicating access for hemodialysis. *Ann Vasc Surg*. 1999;13(6):618-621.
489. Miller GA, Khariton K, Kardos SV, Koh E, Goel N, Khariton A. Flow interruption of the distal radial artery: treatment for finger ischemia in a matured radiocephalic AVF. *J Vasc Access*. 2008;9(1):58-63.
490. Ferrante L, Faggioli G, Pini R, D'Amico R, Mauro R, Stella A. Plication for the treatment of a radio-cephalic fistula with ulnar artery steal. *Int J Artif Organs*. 2016;39(2):90-93.
491. Cordova E, Pettorini L, Scrivano J, et al. Preoperative duplex examination in patients with dialysis access-related hand ischemia: indication for distal radial artery ligation. *J Vasc Access*. 2015;16(3):255-257.
492. Hye RJ, Wolf YG. Ischemic monomelic neuropathy: an under-recognized complication of hemodialysis access. *Ann Vasc Surg*. 1994;8(6):578-582.
493. Wilbourn AJ, Furlan AJ, Hulley W, Ruschhaupt W. Ischemic monomelic neuropathy. *Neurology*. 1983;33(4):447-451.
494. Thermann F, Kornhuber M. Ischemic monomelic neuropathy: a rare but important complication after hemodialysis access placement—a review. *J Vasc Access*. 2011;12(2):113-119.
495. Coscione AI, Gale-Grant O, Maytham GD. Early access ligation resolves presumed ischaemic monomelic neuropathy in a patient with recurrence of central venous occlusion. *J Vasc Access*. 2015;16(4):344-346.
496. Sasaki Y, Shiozaki K, Ozaki K, et al. [Seroma formation associated with expanded polytetrafluoroethylene graft used for dialysis access: a case report]. *Hinyokika Kyo*. 2014;60(10):489-491.
497. Dauria DM, Dyk P, Garvin P. Incidence and management of seroma after arteriovenous graft placement. *J Am Coll Surg*. 2006;203(4):506-511.
498. Sequeira A, Tan TW. Complications of a High-flow Access and Its Management. *Semin Dial*. 2015;28(5):533-543.
499. Chuang MK, Chang CH, Chan CY. The effect of haemodialysis access types on cardiac performance and morbidities in patients with symptomatic heart disease. *PLoS One*. 2016;11(2):e0148278.
500. Basile C, Lomonte C, Vernaglione L, Casucci F, Antonelli M, Losurdo N. The relationship between the flow of arteriovenous fistula and cardiac output in haemodialysis patients. *Nephrol Dial Transplant*. 2007;1:282-287.
501. Kanno T, Kamijo Y, Hashimoto K, Kanno Y. Outcomes of blood flow suppression methods of treating high flow access in hemodialysis patients with arteriovenous fistula. *J Vasc Access*. 2015;16(Suppl 10):S28-33.
502. Gkotsis G, Jennings WC, Malik J, Mallios A, Taubman K. Treatment of high flow arteriovenous fistulas after successful renal transplant using a simple precision banding technique. *Ann Vasc Surg*. 2016;31:85-90.
503. Shintaku S, Kawanishi H, Moriishi M, Banshodani M, Ago R, Tsuchiya S. Modified MILLER banding procedure for managing highflow access and dialysis-associated steal syndrome. *J Vasc Access*. 2015;(3):227-232.
504. Vaes RH, van Loon M, Vaes SM, Cuypers P, Tordoir JH, Scheltinga MR. One-year efficacy of the RUDI technique for flow reduction in high-flow autologous brachial artery-based hemodialysis vascular access. *J Vasc Access*. 2015;16(Suppl 9):S96-S101.
505. Aitken E, Kerr D, Geddes C, Berry C, Kingsmore D. Cardiovascular changes occurring with occlusion of a mature arteriovenous fistula. *J Vasc Access*. 2015;16(6):459-466.
506. Hemmelgarn BR, Moist LM, Lok CE, et al. Prevention of dialysis catheter malfunction with recombinant tissue plasminogen activator. *N Engl J Med*. 2011;364(4):303-312.
507. Han X, Yang X, Huang B, Yuan L, Cao Y. Low-dose versus high-dose heparin locks for hemodialysis catheters: a systematic review and meta-analysis. *Clin Nephrol*. 2016;86(7):1-8.
508. Wang Y, Ivany JN, Perkovic V, Gallagher MP, Woodward M, Jardine MJ. Anticoagulants and antiplatelet agents for preventing central venous haemodialysis catheter malfunction in patients with end-stage kidney disease. *Cochrane Database of Systematic Reviews*. 2016;(4).
509. Carson RC, Kiaii M, MacRae JM. Urea clearance in dysfunctional catheters is improved by reversing the line position despite increased access recirculation. *Am J Kidney Dis*. 2005;45(5):883-890.
510. Moist LM, Hemmelgarn BR, Lok CE. Relationship between blood flow in central venous catheters and hemodialysis adequacy. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2006;1(5):965-971.
511. Niyyar VD, Chan MR. Interventional nephrology: Catheter dysfunction—prevention and troubleshooting. *Clin J Am*

*Soc Nephrol.* 2013;8(7):1234-1243.

512. Mokrzycki MH, Lok CE. Traditional and non-traditional strategies to optimize catheter function: go with more flow. *Kidney Int.* 2010;78(12):1218-1231.

513. Saran R, Bragg-Gresham JL, Rayner HC, et al. Nonadherence in hemodialysis: associations with mortality, hospitalization, and practice patterns in the DOPPS. *Kidney Int.* 2003;64(1):254-262.

514. Griffiths RI, Newsome BB, Leung G, Block GA, Herbert RJ, Danese MD. Impact of hemodialysis catheter dysfunction on dialysis and other medical services: an observational cohort study. *Int J Nephrol.* 2012;2012:673954.

515. Lee T, Barker J, Allon M. Tunneled catheters in hemodialysis patients: reasons and subsequent outcomes. *Am J Kidney Dis.* 2005;46(3):501-508.

516. Saran R, Li Y, Robinson B, et al. US Renal Data System 2015 annual data report: epidemiology of kidney disease in the United States. *Am J Kidney Dis.* 2016;67(3 Suppl 1): Svi, S1-305.

517. MacRae JM, Ahmed A, Johnson N, Levin A, Kiaii M. Central vein stenosis: a common problem in patients on hemodialysis. *Asaio J.* 2005;51(1):77-81.

518. Yuo TH, Chaer RA, Dillavou ED, Leers SA, Makaroun MS. Patients started on hemodialysis with tunneled dialysis catheter have similar survival after arteriovenous fistula and arteriovenous graft creation. *J Vasc Surg.* 2015;62(6):1590-1597 e1592.

519. Lee T, Thamer M, Zhang Q, Zhang Y, Allon M. Vascular access type and clinical outcomes among elderly patients on hemodialysis. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2017;12(11):1823-1830.

520. Moist LM, Lok CE. Incident dialysis access in patients with end-stage kidney disease: what needs to be improved. *Semin Nephrol.* 2017;37(2):151-158.

521. Manns BJ, Scott-Douglas N, Tonelli M, et al. An economic evaluation of rt-PA locking solution in dialysis catheters. *J Am Soc Nephrol.* 2014;25(12):2887-2895.

522. Ponikvar R, Buturovic-Ponikvar J. Temporary hemodialysis catheters as a long-term vascular access in chronic hemodialysis patients. *Ther Apher Dial.* 2005;9(3):250-253.

523. Bonkain F, Racape J, Goncalvez I, et al. Prevention of tunneled cuffed hemodialysis catheter-related dysfunction and bacteremia by a neutral-valve closed-system connector: a singlecenter randomized controlled trial. *Am J Kidney Dis.* 2013;61(3):459-465.

524. Hymes JL, Mooney A, Van Zandt C, Lynch L, Ziebol R, Killion D. Dialysis catheter-related bloodstream infections: a clusterrandomized trial of the ClearGuard HD antimicrobial barrier cap. *Am J Kidney Dis.* 2017;69(2):220-227.

525. Brunelli SM, Van Wyck DB, Njord L, Ziebol RJ, Lynch

LE, Killion DP. Cluster-randomized trial of devices to prevent catheterrelated bloodstream infection. *J Am Soc Nephrol.* 2018;29(4):1336-1343.

526. Power A, Duncan N, Singh SK, et al. Sodium citrate versus heparin catheter locks for cuffed central venous catheters: a singlecenter randomized controlled trial. *Am J Kidney Dis.* 2009;53:1034-1041.

527. Hendrickx L, Kuypers D, Evenepoel P, Maes B, Messiaen T, Vanrenterghem Y. A comparative prospective study on the use of low concentrate citrate lock versus heparin lock in permanent dialysis catheters. *Int J Artif Organs.* 2001;24(4):208-211.

528. Weijmer MC, Van den Dorpel A, Van de Ven PJG, et al. Randomized, clinical trial comparison of trisodium citrate 30% and heparin as catheter-locking solution in hemodialysis patients. *J Am Soc Nephrol.* 2005;16:2769-2777.

529. Hryszko T, Brzosko S, Mysliwiec M. Low concentration of heparin used for permanent catheters canal locking is effective and diminishes the risk of bleeding. *Int Urol Nephrol.* 2013;45(3):825-829.

530. Renaud CJ, Lim EK, Tho SJ, Yeoh LY. Effect of ultra-low dose and standard heparin locks on early tunnelled dialysis catheter outcomes in low-risk dialysis patients. *Nephrology.* 2015;20(2):85-90.

531. Hemmelgarn BR, Moist LM, Lok CE, et al. Prevention of dialysis catheter malfunction with recombinant tissue plasminogen activator. *N Engl J Med.* 2011;364(4):303-312.

532. Betjes MG, van Agteren M. Prevention of dialysis catheterrelated sepsis with a citrate-taurolidine-containing lock solution. *Nephrol Dial Transplant.* 2004;19(6):1546-1551.

533. Solomon LR, Cheesbrough JS, Ebah L, et al. A randomized double-blind controlled trial of taurolidine-citrate catheter locks for the prevention of bacteremia in patients treated with hemodialysis. *Am J Kidney Dis.* 2010;55(6):1060-1068.

534. Filiopoulos V, Hadjiyannakos D, Koutis I, et al. Approaches to prolong the use of uncuffed hemodialysis catheters: results of a randomized trial. *Am J Neph.* 2011;33(3):260-268.

535. Solomon LR, Cheesbrough JS, Bhargava R, et al. Observational study of need for thrombolytic therapy and incidence of bacteremia using taurolidine-citrate-heparin, taurolidine-citrate and heparin catheter locks in patients treated with hemodialysis. *Semin Dial.* 2012;25(2):233-238.

536. Malo J, Jolicoeur C, Theriault F, Lachaine J, Senecal L. Comparison between standard heparin and tinzaparin for haemodialysis catheter lock. *ASAIO J.* 2010;56(1):42-47.

537. Abdul-Rahman IS, Al-Howaish AK. Warfarin versus aspirin in preventing tunneled hemodialysis catheter thrombosis: a prospective randomized study. *Hong Kong J Nephrol.*

2007;9(1):23-30.

538. Herrington WG, Nye HJ, Haynes RJ, Winearls CG, Vaux EC. Does prophylactic anticoagulation reduce the risk of femoral tunneled dialysis catheter-related complications. *J Vasc Access*. 2013;14(2):135-142.

539. Mozafar M, Samsami M, Sobhiyeh MR, Jabbehdari S, Fallah Zavareh M. Effectiveness of aspirin on double lumen permanent catheter efficacy in ESRD. *Nephrourology Monthly*. 2013;5(2):762-765.

540. Wilkieson TJ, Ingram AJ, Crowther MA, et al. Low-intensity adjusted-dose warfarin for the prevention of hemodialysis catheter failure: a randomized, controlled trial. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2011;6(5):1018-1024.

541. Coli L, Donati G, Cianciolo G, et al. Anticoagulation therapy for the prevention of hemodialysis tunneled cuffed catheters (TCC) thrombosis. *J Vasc Access*. 2006;7(3):118-122.

542. Lopez-Briz E, Ruiz Garcia V, Cabello JB, Bort-Marti S, Carbonell Sanchis R, Burls A. Heparin versus 0.9% sodium chloride intermittent flushing for prevention of occlusion in central venous catheters in adults. *Cochrane Database Syst Rev*. 2014;10:CD008462.

543. Schallom ME, Prentice D, Sona C, Micek ST, Skrupky LP. Heparin or 0.9% sodium chloride to maintain central venous catheter patency: a randomized trial. *Crit Care Med*. 2012;40(6):1820-1826.

544. Oguzhan N, Pala C, Sipahioglu M. Locking tunneled hemodialysis catheters with hypertonic saline (26% NaCl) and heparin to prevent catheter-related bloodstream infections and thrombosis: a randomized, prospective trial. *Ren Fail*. 2012;34:181-188.

545. Zhong L, Wang HL, Xu B, et al. Normal saline versus heparin for patency of central venous catheters in adult patients - a systematic review and meta-analysis. *Crit Care*. 2017;21(1):5.

546. Godwin JD, Chen JT. Thoracic venous anatomy. *Am J Roentgenol*. 1986;147(4):674-684.

547. Chasen MH, Charnsangavej C. Venous chest anatomy: clinical implications. *Eur J Radiol*. 1998;27(1):2-14.

548. Haygood TM, Malhotra K, Ng C, Chasen B, McEnery KW, Chasen M. Migration of central lines from the superior vena cava to the azygous vein. *Clin Radiol*. 2012;67(1):49-54.

549. Skandalos I, Hatzibaloglou A, Evagelou I, et al. Deviations of placement/function of permanent central vein catheters for hemodialysis. *Int J Artif Organs*. 2005;28(6):583-590.

550. Beathard GA. Catheter thrombosis. *Semin Dial*. 2001;14(6):441-445.

551. Besarab A, Pandey R. Catheter management in hemodialysis patients: delivering adequate flow. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2011;6(1):227-234.

552. Pollo V, Dionizio D, Bucuvic EM, Castro JH, Ponce D.

Alteplase vs. urokinase for occluded hemodialysis catheter: A randomized trial. *Hemodial Int*. 2016;20(3):378-384.

553. Tumlin J, Goldman J, Spiegel DM, et al. A phase III, randomized, double-blind, placebo-controlled study of tenecteplase for improvement of hemodialysis catheter function: TROPICS 3. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2010;5(4):631-636.

554. Yaseen O, El-Masri MM, El Nekidy WS, et al. Comparison of alteplase (tissue plasminogen activator) high-dose vs. low-dose protocol in restoring hemodialysis catheter function: the ALTEDOSE study. *Hemodial Int*. 2013;17(3):434-440.

555. Donati G, Coli L, Cianciolo G, et al. Thrombosis of tunneled cuffed hemodialysis catheters: treatment with high-dose urokinase lock therapy. *Artif Organs*. 2012;36(1):21-28.

556. Meeus G, Kuypers DR, Claes K, Evenepoel P, Maes B, Vanrenterghem Y. A prospective, randomized, double-blind crossover study on the use of 5% citrate lock versus 10% citrate lock in permanent hemodialysis catheters. *Blood Purif*. 2005;23(2):101-105.

557. Renaud CJ, Leong CR, Bin HW, Wong JCL. Effect of brachial plexus block-driven vascular access planning on primary distal arteriovenous fistula recruitment and outcomes. *J Vasc Surg*. 2015;62(5):1266-1272.

558. Vercaigne LM, Zacharias J, Bernstein KN. Alteplase for blood flow restoration in hemodialysis catheters: a multicenter, randomized, prospective study comparing "dwell" versus "push" administration. *Clin Nephrol*. 2012;78(4):287-296.

559. Cassidy Jr FP, Zajko AB, Bron KM, Reilly Jr JJ, Peitzman AB, Steed DL. Noninfectious complications of long-term central venous catheters: radiologic evaluation and management. *AJR Am J Roentgenol*. 1987;149(4):671-675.

560. Oliver MJ, Mendelssohn DC, Quinn RR, et al. Catheter patency and function after catheter sheath disruption: a pilot study. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2007;2(6):1201-1206.

561. Xiang DZ, Verbeken EK, Van Lommel AT, Stas M, De Wever I. Composition and formation of the sleeve enveloping a central venous catheter. *J Vasc Surg*. 1998;28(2):260-271.

562. Brismar B, Hardstedt C, Jacobson S. Diagnosis of thrombosis by catheter phlebography after prolonged central venous catheterization. *Ann Surg*. 1981;194(6):779-783.

563. Savader SJ, Ehrman KO, Porter DJ, Haikal LC, Oteham AC. Treatment of hemodialysis catheter-associated fibrin sheaths by rt-PA infusion: critical analysis of 124 procedures. *J Vasc Interv Radiol*. 2001;12(6):711-715.

564. Valliant AM, Chaudhry MK, Yevzlin AS, Astor B, Chan MR. Tunneled dialysis catheter exchange with fibrin sheath disruption is not associated with increased rate of bacteremia. *J Vasc Access*. 2015;16(1):52-56.

565. Lund GB, Trerotola SO, Scheel Jr PF, et al. Outcome of tunneled hemodialysis catheters placed by radiologists. *Ra-*

*diology*. 1996;198(2):467-472.

566. Wong JK, Sadler DJ, McCarthy M, Saliken JC, So CB, Gray RR. Analysis of early failure of tunneled hemodialysis catheters. *AJR Am J Roentgenol*. 2002;179(2):357-363.

567. Wang J, Nguyen TA, Chin AI, Ross JL. Treatment of tunneled dialysis catheter malfunction: revision versus exchange. *J Vasc Access*. 2016;17(4):328-332.

568. Duszak Jr R, Haskal ZJ, Thomas-Hawkins C, et al. Replacement of failing tunneled hemodialysis catheters through preexisting subcutaneous tunnels: a comparison of catheter function and infection rates for de novo placements and over-the-wire exchanges. *J Vasc Interv Radiol*. 1998;9(2):321-327.

569. Foley RN, Guo H, Snyder JJ, Gilbertson DT, Collins AJ. Septicemia in the United States dialysis population, 1991 to 1999. *J Am Soc Nephrol*. 2004;15(4):1038-1045.

570. Hemmelgarn BR, Moist L, Pilkey RM, et al. Prevention of catheter lumen occlusion with rT-PA versus heparin (Pre-CLOT): study protocol of a randomized trial [ISRCTN35253449]. *BMC Nephrol*. 2006;7(1):8.

571. Ravani P, Gillespie BW, Quinn RR, et al. Temporal risk profile for infectious and noninfectious complications of hemodialysis access. *J Am Soc Nephrol*. 2013;24(10):1668-1677.

572. Miller LM, Clark E, Dipchand C, et al. Hemodialysis tunneled catheter-related infections. *Can J Kidney Health Dis*. 2016;3. 2054358116669129.

573. Axon RN, Engemann JJ, Butcher J, Lockamy K, Kaye KS. Control of nosocomial acquisition of vancomycin-resistant enterococcus through active surveillance of hemodialysis patients. *Infect Contr Hosp Epidemiol*. 2004;25(5):436-438.

574. Hannah EL, Stevenson KB, Lowder CA, et al. Outbreak of hemodialysis vascular access site infections related to malfunctioning permanent tunneled catheters: making the case for active infection surveillance. *Infect Control Hosp Epidemiol*. 2002;23(9):538-541.

575. Patel PR, Yi SH, Booth S, et al. Bloodstream infection rates in outpatient hemodialysis facilities participating in a collaborative prevention effort: a quality improvement report. *Am J Kidney Dis*. 2013;62(2):322-330.

576. Branas P, Morales E, Rios F, et al. Usefulness of endoluminal catheter colonization surveillance cultures to reduce catheter-related bloodstream infections in hemodialysis. *Am J Infect Control*. 2014;42(11):1182-1187.

577. Donlan RM. Biofilm formation: a clinically relevant microbiologic process. *Clin Infect Dis*. 2001;33:1387-1392.

578. Saxena AK, Panhotra BR, Al-hafiz AA, Sundaram DS, Abu-Oyun B, Al Mulhim K. Cefotaxime-heparin lock prophylaxis against hemodialysis catheter-related sepsis among *Staphylococcus aureus* nasal carriers. *Saudi J Kidney Dis Transpl*. 2012;23(4):743-754.

579. Mortazavi M, Alsaedi S, Sobhani R, et al. Successful prevention of tunneled, central catheter infection by antibiotic lock therapy using cefotaxime. *J Res Med Sci*. 2011;16(3):303-309.

580. Saxena AK, Panhotra BR. The impact of catheter-restricted filling with cefotaxime and heparin on the lifespan of temporary hemodialysis catheters: a case controlled study. *J Nephrol*. 2005;18(6):755-763.

581. Saxena AK, Panhotra BR, Sundaram DS, et al. Tunneled catheters' outcome optimization among diabetics on dialysis through antibiotic-lock placement. *Kidney Int*. 2006;70(9):1629-1635.

582. Saxena AK, Panhotra BR, Sundaram DS, Morsy MN, Al-Ghamdi AM. Enhancing the survival of tunneled haemodialysis catheters using an antibiotic lock in the elderly: a randomised, double-blind clinical trial. *Nephrology*. 2006;11(4):299-305.

583. McIntyre CW, Hulme LJ, Taal M, Fluck RJ. Locking of tunneled hemodialysis catheters with gentamicin and heparin. *Kidney Int*. 2004;66(2):801-805.

584. Moran JE, Sun S, Khababa I, Pedan A, Doss S, Schiller B. A randomized trial comparing gentamicin-citrate and heparin locks for central venous catheters in maintenance hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis*. 2012;59:102-107.

585. Nori US, Manoharan A, Yee J, Besarab A. Comparison of low-dose gentamicin with minocycline as catheter lock solutions in the prevention of catheter-related bacteremia. *Am J Kidney Dis*. 2006;48(4):596-605.

586. Zhang P, Yuan J, Tan H, Lv R, Chen J. Successful prevention of cuffed hemodialysis catheter-related infection using an antibiotic lock technique by strictly catheter-restricted antibiotic lock solution method. *Blood Purif*. 2009;27(2):206-211.

587. Chow KM, Poon YL, Lam MP, Poon KL, Szeto CC, Li PK. Antibiotic lock solutions for the prevention of catheter-related bacteraemia in haemodialysis patients. *Hong Kong Med J*. 2010;16(4):269-274.

588. Landry DL, Braden GL, Gobeille SL, Haessler SD, Vaidya CK, Sweet SJ. Emergence of gentamicin-resistant bacteremia in hemodialysis patients receiving gentamicin lock catheter prophylaxis. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2010;5(10):1799-1804.

589. Moore CL, Besarab A, Ajluni M, et al. Comparative effectiveness of two catheter locking solutions to reduce catheter-related bloodstream infection in hemodialysis patients. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2014;9(7):1232-1239.

590. Moran J, Sun S, Khababa I, Pedan A, Doss S, Schiller B. A randomized trial comparing gentamicin/citrate and heparin locks for central venous catheters in maintenance hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis*. 2012;59(1):102-107.

591. Moghaddas A, Abbasi MR, Gharekhani A, et al. Preven-

tion of hemodialysis catheter-related blood stream infections using a cotrimoxazole-lock technique. *Future Microbiol.* 2015;10(2):169-178.

592. Maki DG, Ash SR, Winger RK, Lavin P. A novel antimicrobial and antithrombotic lock solution for hemodialysis catheters: a multicenter, controlled, randomized trial. *Crit Care Med.*

593. Saxena AK, Panhotra BR, Sundaram DS, Naguib M, Morsy F, Al-Ghamdi AMA. Enhancing the survival of tunneled hemodialysis catheters using an antibiotic lock in the elderly: a randomised, double-blind clinical trial. *Nephrology.* 2006;11:299-305.

594. Saxena A, Panhotra B, Al-hafiz A, Sundaram D, Abu-Oyun B, Al Mulhim K. Cefotaxime-heparin lock prophylaxis against hemodialysis catheter-related sepsis among *Staphylococcus aureus* nasal carriers. *Saudi J Kidney Dis Transpl.* 2012;23:743-754.

595. Mortazavi M, Alsaedi S, Sobhani R. Successful prevention of tunneled, central catheter infection by antibiotic lock therapy using cefotaxime. *J Res Med Sci.* 2011;16:303-309.

596. Zhang P, Yuan J, Tan, Lv R, Chen J. Successful prevention of cuffed hemodialysis catheter-related infection using an antibiotic lock technique by strictly catheter-restricted antibiotic lock solution method. *Blood Purif.* 2009;27:206-211.

597. Moghaddas A, Abbas iM, Gharekhani A. Prevention of hemodialysis catheter-related blood stream infections using a cotrimoxazole-lock technique. *Future Microbiol.* 2015;10:169-178.

598. Maki DG, Ash SR, Winger RK, Lavin P. A novel antimicrobial and antithrombotic lock solution for hemodialysis catheters: A multicenter, controlled, randomized trial. *Crit Care Med.* 2011;39:613-620.

599. Betjes MGH, van Agteren M. Prevention of dialysis catheter-related sepsis with a citrate-taurolidine-containing lock solution. *Nephrol Dial Transplant.* 2004;19:1546-1551.

600. Sofroniadou S, Revela I, Smirloglou D. Linezolid versus vancomycin antibiotic lock solution for the prevention of non-tunneled catheter-related blood stream infections in hemodialysis patients: a prospective randomized study. *Semin Dial.* 2012;25:344-350.

601. Al-Hwiesh A. Tunneled catheter-antibiotic lock therapy for prevention of dialysis catheter-related infections: a single center experience. *Saudi J Kidney Dis Transpl.* 2008;19:593-602.

602. Ghazimoghaddam B, Ghazimoghaddam K, Besharat S, Rajabli M. The role of cefazolin in prophylaxis of central vein catheter-related infection in dialysis patients. *Pak J Med Sci.* 2011;27:1073-1075.

603. Huddam B, Azak A, Kocak G, Ortabozkoyun L, Duranay M. The efficacy of prophylactic antibiotics administration prior

to insertion of tunneled catheter in hemodialysis patients. *Renal Failure.* 2012;34(8):998-1001.

604. Kim SH, Song KI, Chang JW, et al. Prevention of uncuffed hemodialysis catheter-related bacteremia using an antibiotic lock technique: a prospective randomized clinical trial. *Kidney Int.* 2006;69:161-164.

605. Campos R, do Nascimento M, Chula D, Rielaa M. Minocycline-EDTA lock solution prevents catheter-related bacteremia in hemodialysis. *J Am Soc Nephrol.* 2011;22:1939-1945.

606. Kanaa M, Wright M, Akbani H, Laboi P, Bhandar iS, Sandoe J. Cathasept line lock and microbial colonization of tunneled hemodialysis catheters: a multicenter randomized controlled trial. *Am J Kidney Dis.* 2015;66:1015-1023.

607. Broom J, Krishnasamy R, Hawley C, Playford E, Johnson D. A randomised controlled trial of Heparin versus EthAnol Lock THERAPY for the prevention of Catheter Associated Infection in Haemodialysis patients--the HEALTHY-CATH trial. *BMC Nephrol.* 2012;13:146.

608. Vercaigne L, Allan D, Armstrong S, Zacharias J, Miller L. An ethanol/sodium citrate locking solution compared to heparin to prevent hemodialysis catheter-related infections: a randomized pilot study. *J Vasc Access.* 2016;17:55-62.

609. Dogra GK, Herson H, Hutchison B, et al. Prevention of tunneled hemodialysis catheter-related infections using catheter-restricted filling with gentamicin and citrate: a randomized controlled study. *J Am Soc Nephrol.* 2002;13:2133-2139.

610. Landry DL, Braden GL, Gobeille SL, Haessler SD, Vaidya CK, Sweet JS. Emergence of gentamicin-resistant bacteremia in hemodialysis patients receiving gentamicin lock catheter prophylaxis. *Clin J Am Soc Nephrol.* 2010;5:1799-1804.

611. Beathard GA, Urbanes A. Infection associated with tunneled hemodialysis catheters. *Semin Dial.* 2008;21(6):528-538.

612. Maki DG, Ash SR, Winger RK, Lavin P, Investigators AT. A novel antimicrobial and antithrombotic lock solution for hemodialysis catheters: a multi-center, controlled, randomized trial. *Critical Care Medicine.* 2011;39(4):613-620.

613. Krishnasami Z, Carlton D, Bimbo L, et al. Management of hemodialysis catheter-related bacteremia with an adjunctive antibiotic lock solution. *Kidney Int.* 2002;61(3):1136-1142.

614. Poole K. Efflux-mediated multiresistance in Gram-negative bacteria. *Clinical Microbiology and Infection.* 2004;10(1):12-26.

615. Beathard GA. Management of bacteremia associated with tunneled-cuffed hemodialysis catheters. *J Am Soc Nephrol.* 1999;10(5):1045-1049.

616. Mermel LA, Allon M, Bouza E, et al. Clinical practice guidelines for the diagnosis and management of intravascular catheter-related infection: 2009 Update by the Infectious Diseases Society of America. *Clin Infect Dis.* 2009;49(1):1-45.

617. Capdevila JA, Segarra A, Planes AM, et al. Successful treatment of haemodialysis catheter-related sepsis without catheter removal. *Nephrol Dial Transplant*. 1993;8(3):231-234.
618. Allon M. Dialysis catheter-related bacteremia: treatment and prophylaxis. *Am J Kidney Dis*. 2004;44(5):779-791.
619. Vanherweghem JL, Yassine T, Goldman M, et al. Subclavian vein thrombosis: a frequent complication of subclavian vein cannulation for hemodialysis. *Clin Nephrol*. 1986;26(5):235-238.
620. Schwab SJ, Quarles LD, Middleton JP, Cohan RH, Saeed M, Dennis VW. Hemodialysis-associated subclavian vein stenosis. *Kidney Int*. 1988;33(6):1156-1159.
621. Haage P, Vorwerk D, Wildberger JE, Piroth W, Schurmann K, Gunther RW. Percutaneous treatment of thrombosed primary arteriovenous hemodialysis access fistulae. *Kidney Int*. 2000;57(3):1169-1175.
622. Toomay S, Rectenwald J, Vazquez MA. How can the complications of central vein catheters be reduced? central venous stenosis in hemodialysis patients. *Semin Dial*. 2016;29(3):201-203.
623. Levit RD, Cohen RM, Kwak A, et al. Asymptomatic central venous stenosis in hemodialysis patients. *Radiology*. 2006;238(3):1051-1056.
624. Renaud CJ, Francois M, Nony A, Fodil-Cherif M, Turmel-Rodrigues L. Comparative outcomes of treated symptomatic versus non-treated asymptomatic high-grade central vein stenoses in the outflow of predominantly dialysis fistulas. *Nephrol Dial Transplant*. 2012;27(4):1631-1638.
625. Ozyer U, Harman A, Yildirim E, Aytekin C, Karakayali F, Boyvat F. Long-term results of angioplasty and stent placement for treatment of central venous obstruction in 126 hemodialysis patients: a 10-year single-center experience. *AJR Am J Roentgenol*. 2009;193(6):1672-1679.
626. Shi Y, Zhu M, Cheng J, Zhang J, Ni Z. Venous stenosis in chronic dialysis patients with a well-functioning arteriovenous fistula. *Vascular*. 2016;24(1):25-30.
627. Massara M, De Caridi G, Alberti A, Volpe P, Spinelli F. Symptomatic superior vena cava syndrome in hemodialysis patients: mid-term results of primary stenting. *Semin Vasc Surg*. 2016;29(4):186-191.
628. Horikawa M, Quencer KB. Central venous interventions. *Tech Vasc Interv Radiol*. 2017;20(1):48-57.
629. Krishna VN, Eason JB, Allon M. Central venous occlusion in the hemodialysis patient. *Am J Kidney Dis*. 2016;68(5):803-807.
630. Yan Y, Sudheendra D, Dagli MS, et al. Effect of central venous angioplasty on hemodialysis access circuit flow: prospective study of 25 symptomatic patients. *J Vasc Interv Radiol*. 2015;26(7):984-991.
631. Aciri I, Carmignani A, Vazzana G, et al. Ipsilateral jugular to distal subclavian vein transposition to relieve central venous hypertension in rescue vascular access surgery: a surgical report of 3 cases. *Ann Thorac Cardiovasc Surg*. 2013;19(1):55-59.
632. Grimm JC, Beaulieu RJ, Sultan IS, Malas MB, Reifsnnyder T. Efficacy of axillary-to-femoral vein bypass in relieving venous hypertension in dialysis patients with symptomatic central vein occlusion. *J Vasc Surg*. 2014;59(6):1651-1656.
633. Allan BJ, Prescott AT, Tabbara M, Bornak A, Goldstein LJ. Modified use of the Hemodialysis Reliable Outflow (HeRO) graft for salvage of threatened dialysis access. *J Vasc Surg*. 2012;56(4):1127-1129.
634. Davis KL, Gurley JC, Davenport DL, Xenos ES. The use of HeRo catheter in catheter-dependent dialysis patients with superior vena cava occlusion. *J Vasc Access*. 2016;17(2):138-142.
635. Janne d'Othee B, Tham JC, Sheiman RG. Restoration of patency in failing tunneled hemodialysis catheters: a comparison of catheter exchange, exchange and balloon disruption of the fibrin sheath, and femoral stripping. *J Vasc Interv Radiol*. 2006;17(6):1011-1015.
636. Merport M, Murphy TP, Egglin TK, Dubel GJ. Fibrin sheath stripping versus catheter exchange for the treatment of failed tunneled hemodialysis catheters: randomized clinical trial. *J Vasc Interv Radiol*. 2000;11(9):1115-1120.
637. Forauer AR, Theoharis CG, Dasika NL. Jugular vein catheter placement: histologic features and development of catheter-related (fibrin) sheaths in a swine model. *Radiology*. 2006;240(2):427-434.
638. Alomari AI, Falk A. The natural history of tunneled hemodialysis catheters removed or exchanged: a single-institution experience. *J Vasc Interv Radiol*. 2007;18(2):227-235.
639. Mehall JR, Saltzman DA, Jackson RJ, Smith SD. Fibrin sheath enhances central venous catheter infection. *Crit Care Med*. 2002;30(4):908-912.
640. Lee T, Qian JZ, Zhang Y, Thamer M, Allon M. Long-term outcomes of arteriovenous fistulas with unassisted versus assisted maturation: a retrospective national hemodialysis cohort study. *J Am Soc Nephrol*. 2019;30(11):2209-2218.
641. Lok CE. Fistula interventions: less is more. *J Am Soc Nephrol*. 2019;30(11):2040-2042.
642. James MT, Conley J, Tonelli M, Manns BJ, MacRae J, Hemmelgarn BR. Meta-analysis: antibiotics for prophylaxis against hemodialysis catheter-related infections. *Ann Intern Med*. 2008;148(8):596-605.
643. Arechabala MC, Catoni MI, Claro JC, et al. Antimicrobial lock solutions for preventing catheter-related infections in haemodialysis. *Cochrane Database Syst Rev*.

2018;4:Cd010597.

644. Yang S, Lok C, Arnold R, Rajan D, Glickman M. Comparison of post-creation procedures and costs between surgical and an endovascular approach to arteriovenous fistula creation. *J Vasc Access*. 2017;18(Suppl. 2):8-14.
645. Kimball TA, Barz K, Dimond KR, Edwards JM, Nehler MR. Efficiency of the kidney disease outcomes quality initiative guidelines for preemptive vascular access in an academic setting. *J Vasc Surg*. 2011;54(3):760-765. discussion 765-766.
646. Falk A. Maintenance and salvage of arteriovenous fistulas. *J Vasc Interv Radiol*. 2006;17(5):807-813.
647. Shenoy S, Woodward RS. Economic impact of the beneficial effect of changing vascular anastomotic technique in hemodialysis access. *Vasc Endovascular Surg*. 2005;39(5):437-443.
648. Perera GB, Mueller MP, Kubaska SM, Wilson SE, Lawrence PF, Fujitani RM. Superiority of autogenous arteriovenous hemodialysis access: maintenance of function with fewer secondary interventions. *Ann Vasc Surg*. 2004;18(1):66-73.
649. Tangri N, Kitsios GD, Inker LA, et al. Risk prediction models for patients with chronic kidney disease: a systematic review. *Ann Intern Med*. 2013;158(8):596-603.
650. Tangri N, Grams ME, Levey AS, et al. Multinational assessment of accuracy of equations for predicting risk of kidney failure: a meta-analysis. *JAMA*. 2016;315(2):164-174.
651. Drawz PE, Goswami P, Azem R, Babineau DC, Rahman M. A simple tool to predict end-stage renal disease within 1 year in elderly adults with advanced chronic kidney disease. *J Am Geriatr Soc*. 2013;61(5):762-768.
652. Tangri N, Inker LA, Hiebert B, et al. A dynamic predictive model for progression of CKD. *Am J Kidney Dis*. 2017;69(4):514-520.
653. Tangri N, Stevens LA, Griffith J, et al. A predictive model for progression of chronic kidney disease to kidney failure. *JAMA*. 2011;305(15):1553-1559.
654. Zoccali C. Moderator's view: Predictive models: a prelude to precision nephrology. *Nephrol Dial Transplant*. 2017;32(5):756-758.
655. Lynch JR, Wasse H, Armistead NC, McClellan WM. Achieving the goal of the Fistula First breakthrough initiative for prevalent maintenance hemodialysis patients. *Am J Kidney Dis*. 2011;57(1):78-89.
656. Xue H, Lacson Jr E, Wang W, Curhan GC, Brunelli SM. Choice of vascular access among incident hemodialysis patients: a decision and cost-utility analysis. *Clin J Am Soc Nephrol*. 2010;5(12):2289-2296.
657. Drew DA, Lok CE, Cohen JT, Wagner M, Tangri N, Weiner DE. Vascular access choice in incident hemodialysis patients: a decision analysis. *J Am Soc Nephrol*. 2015;26(1):183-191.
658. Hiremath S, Knoll G, Weinstein MC. Should the arteriovenous fistula be created before starting dialysis?: a decision analytic approach. *PLoS One*. 2011;6(12):e28453.
659. Tamura MK, Tan JC, O'Hare AM. Optimizing renal replacement therapy in older adults: a framework for making individualized decisions. *Kidney Int*. 2012;82(3):261-269.
660. Lok CE, Allon M, Moist L, Oliver MJ, Shah H, Zimmerman D. Risk equation determining unsuccessful cannulation events and failure to maturation in arteriovenous fistulas (REDUCE FTM I). *J Am Soc Nephrol*. 2006;17(11):3204-3212.
661. Fissell RB, Fuller DS, Morgenstern H, et al. Hemodialysis patient preference for type of vascular access: variation and predictors across countries in the DOPPS. *J Vasc Access*. 2013;14(3):264-272.
662. Keating PT, Walsh M, Ribic CM, Brimble KS. The impact of patient preference on dialysis modality and hemodialysis vascular access. *BMC Nephrol*. 2014;15:38.
663. Xi W, Harwood L, Diamant MJ, et al. Patient attitudes towards the arteriovenous fistula: a qualitative study on vascular access decision making. *Nephrol Dial Transplant*. 2011;26(10):3302-3308.
664. Casey JR, Hanson CS, Winkelmayer WC, et al. Patients' perspectives on hemodialysis vascular access: a systematic review of qualitative studies. *Am J Kidney Dis*. 2014;64(6):937-953.
665. Lok CE. Avoiding trouble down the line: the management and prevention of hemodialysis catheter-related infections. *Adv Chronic Kidney Dis*. 2006 Jul;13(3):225-244.
666. Valenti D, Mistry H, Stephenson M. A novel classification system for autogenous arteriovenous fistula aneurysms in renal access patients. *Vasc Endovasc Surg*. 2014;48(7-8):491-496.
667. Wilson NA, Shenoy S. Managing 'buttonhole' complications. *J Vasc Access*. 2014;15(7 Suppl):91-95.

## 연구 권장 사항

### 혈액투석을 위한 앞으로의 연구 및 관련 주제

이 지침에서 설명된 개별화된 말기콩팥병 생애 계획(ESKD Life-Plan) 전략을 효과적이고 적절하게 적용하려면 특정 혈관통로의 조성, 또는 기존의 혈관통로에 대한 모니터링과 관리에만 초점을 맞추는 것보다 더 넓은 관점이 필요하다. 생애 계획(Life-Plan) 접근법은 환자의 현재 및 미래의 선호도와 치료목표 뿐 만 아니라, 현재 및 미래의 의학적 상태를 고려하는 것도 요구된다. 이러한 모든 측면을 적절히 고려하려면 환자의 선호에 대한 추가 지식, 투석이 필요한 시기를 예측하기 위한 정확한 수단, 그리고 투석통로 조성 및 보존에 대한 다양한 접근법에 연관된 기대성적에 대해서 더 나은 자료가 필요하다. 진정으로 환자에 따라 개별화하기 위해서는, 이러한 각 연구 영역에서 특정 환자에 대한 근거기반 의사결정을 하기 위한 환자군의 하위그룹(subgroups) 간의 잠재적 차이에 대해 다루어야 한다.

### 투석 필요 시기(Timing of the Need for Dialysis)

만성콩팥병에서 첫 투석통로를 계획하려면 투석 필요성의 긴급한 정도에 대한 지식이 필요하다.

작업그룹은 환자가 2년 이내에 신대체요법이 필요할 위험이 50% 이상이고 사구체여과율(eGFR)이 15 mL/min/1.73 m<sup>2</sup> 이하인 경우 혈관통로에 대한 평가

가 이루어져야 한다는 데 동의한다; 하지만, 이것은 단지 ‘전문가 의견’을 기반으로 한 것이다.

사구체여과율(eGFR) 또는 기타 변수를 이용하여 말기콩팥병(ESKD)의 위험을 예측하는 도구(4-variable Kidney Failure Risk Index<sup>653</sup> 등)가 최근 개발되었다.<sup>649-652</sup> 이러한 예측 도구는 급격히 변할 수 있는 환자의 상태에 대한 일회성 평가만을 기반으로 하므로 현재로서는 유효성에 대한 근거가 제한적이다. 환자의 상태가 투석통로를 위한 평가나 조성이 적절한 것으로 간주되는 기준을 넘어섰는지를 반복적으로 평가하여 결정할 수 있는 연구가 필요하다. 최근에서야 동적 예측 도구가 발표되었다.<sup>652</sup> 이 방법은 좀더 업데이트된 정보를 사용하지만, 여전히 환자의 과거력과 이전 경험을 충분히 활용하지는 못한다.

현재까지 수많은 예측 도구가 개발되었지만, 아직까지 다른 모집단에서 검증된 예측도구는 거의 없으며, 그 영향을 평가한 대상군은 더욱 적었다.<sup>654</sup> 우리가 알고 있는 범위에서는, 혈관통로에 대한 위험예측도구의 이용 및 혈관통로 진료의 결과에 미치는 영향에 대해서는 아직까지 어떤 도구에서도 연구된 바 없다. 신기능 상실에 대한 어떠한 시간적 기준이나 소요시간에 대한 예상 확률을 기반으로 혈관통로와 관련된 임상적 판단을 이상적으로 구현하는 것에 있어서 아직 많은 연구가 필요하다. 다시 말해서, 최선의 접근법은 각 환자의 특성과 선호도에 따라서 다를 수 있어, 이러한 평가도구에 대한 연구들이 수행되어야 한다.

물론, 혈관통로 조성의 시점을 최적화하기 위해서

는, 조성에서 사용까지의 필요한 시간 또한 중요한 부분이다. 기존 및 새로운 혈관통로 유형에서 천자에 대한 준비 상태를 객관적이고 신뢰성 있게 판단하는 방법, 적절한 천자시기 결정, 그리고 투석혈관 성숙에 도움이 되는 방법에 대한 추가 연구도 필요하다.

### 혈관통로 조성 및 보존에 대한 다양한 접근법과 관련된 기대성적(Expected Outcomes Associated With Various Approaches to Vascular Access Creation and Preservation)

미국 Medicaid & Medicare Services의 ‘Fistula First’ Initiative 프로그램은 더 많은 동정맥루를 권장하기 위해서 유지혈액투석 환자들에서 최소한 66% 이상의 동정맥루 사용 및 10% 미만의 중심정맥도관 사용을 목표로 적극적인 캠페인을 진행하였다.<sup>655</sup> 하지만, 이러한 노력에도 불구하고 미국에서 말기콩팥병 환자의 80% 이상이 비터널식 또는 터널식 중심정맥도관으로 혈액투석을 시작하며, 여전히 중심정맥도관은 유지혈액투석 환자들 사이에서 일반적으로 사용되고 있다.<sup>44,139</sup>

수많은 연구들이 동정맥루 조성으로 얻는 이득이 환자들마다 상당히 다양하다는 것을 발견하였으며, 혈관통로에 대한 이러한 일률적인 접근방식에 대해 심각한 의문을 제기해왔다.<sup>656-658</sup> 작업그룹(Work Group)은 환자 맞춤형 접근방식이 더 적절한 혈관통로의 선택으로 이어질 것이라고 생각한다.<sup>20,659</sup>

말기콩팥병 생애 계획(ESKD Life-Plan) 전략을 혈관 접근 생성 의사결정에 적용하기 위해 다양한 요소들을 고려해야 한다. 여기에는 기능을 하는 투석혈관의 필요에 관한 긴급도(urgency)와 성숙에 필요한 예상 시간의 비교; 성숙되는 과정에 중심정맥도관의 사

용과 관련하여 감염위험성과 투석혈관의 장기적 편익의 비교; 동정맥루의 성숙의 실패 확률 대비 인조혈관의 잠재적인 장기적 이득; 각 혈관통로에 대한 계획, 조성 및 합병증과 관련된 환자 부담; 그리고 미래의 혈관통로에 대한 잠재적 필요성 등이 포함된다. 이러한 환자 특성에 기반하여 성숙 확률을 예측하는 등의 유용한 추정치를 제공하기 위한 자료가 존재하지만,<sup>660</sup> 아직은 여전히 우리가 알고 있는 것과는 상당한 차이가 있다. 이러한 변수들에 대한 추정치를 제공하기 위해서는, 다양한 환자 및 혈관 특성을 고려한 환자 중심의 근거 기반 의사결정 알고리즘에 대한 추가 연구가 필요하다.

그 동안 KDOQI는 ‘UCLA RAND Appropriateness Method’를 통해 얻은 근거를 바탕으로 투석통로 의사결정을 용이하게 하는 데 사용할 수 있는 앱(app) ([www.myvascularaccess.com](http://www.myvascularaccess.com))을 제공해왔지만, 실제 구현에 따른 효과에 대해서는 추가적인 검증과 연구가 필요하며, “적절한 시기에, 적절한 근거로, 적절한 환자에게, 적절한 투석혈관” (“the right access, in the right patient, at the right time, for the right reasons”)을 제공하기 위한 많은 도구들 중 하나일 뿐이라는 것을 알아야 한다. 말기콩팥병 생애 계획 및 투석통로에 대해 환자를 완전히 이해하고 평가하기 위해서는, 환자와 가족/보호자가 참여하는 다학제 접근방식이 중요한 목표(overarching goal)를 달성하는데 핵심적이다.

### 환자 선호도(Patient Preferences)

특정 혈관통로를 선택하는 것과 관련된 임상결과 외에도, 수많은 연구에 따르면 혈관통로는 말기콩팥병(ESKD) 환자의 주요 관심사인 것으로 밝혀졌다.<sup>661-663</sup>

동정맥루로 인한 신체적 변화, 천자로 인한 고통과 두려움과 같은 문제는 환자들에게 큰 관심사이지만, 이러한 문제는 그 동안 ‘Fistula First Initiative’에서 간과되어 왔다.<sup>664</sup> 연구에 따르면 연령, 성별 및 국가별로 환자의 다양한 요인에 배정된 지원프로그램의 상당한 이질성을 발견했다.<sup>661</sup> 환자의 의사결정과 가장 관련이 있는 혈관통로와 관련된 프로세스 및 건강 결과에 대한 특성을 알기 위해 추가 연구가 권장된다.

### 개별 지침과 관련된 특정 연구 권장 사항

각 지침 제목의 아래에 있는 혈액투석 혈관통로를 위한 잠재적인 앞으로의 연구 및 관련 주제(Potential Future Research for Hemodialysis Vascular Access and Related Topics)의 목록을 함께 참조.

### 말기콩팥병 생애 계획 전략(ESKD Life-Plan Strategy)

말기콩팥병 생애 계획(ESKD Life-Plan) 전략의 전반적인 영향은 비판적으로 평가되어야 한다. 이 평가에는 각 혈관통로 유형과 관련하여 검증된 방법을 이용한 환자 만족도 측정, 불필요한 투석통로 조성의 발생률, 환자 만족도에 대한 잠재적 결과(예, 합병증, 시술, 입원)의 영향, 그리고 전반적인 환자 부담이 포함되어야 한다. 말기콩팥병 생애 계획(ESKD Life-Plan)은 일부 환자에게 더 적합한 대안적인 투석환경을 고려할 수 있으며, 추가 연구를 통해 재택 혈액투석(Home hemodialysis)과 같은 환경에 이상적인 혈관통로 전략을 결정하고 평가하는 데 도움이 될 수 있다.

### 혈관통로 조성 시기, 준비 그리고 계획/혈관통로의 삽입/혈관 보존(Timing, Preparation, and Planning for Creation/Insertion of Vascular Access/Vessel Preservation)

- 혈관통로 조성 및 사용을 용이하게 하기 위해 대규모 만성콩팥병 인구집단에서 말기콩팥병 예측 공식을 검증(예, 콩팥병 위험 추정식(kidney failure risk equation) 등). 혈관통로 조성 시기를 알기 위해 예측 방정식을 사용하는 것이 불필요한 혈관통로 조성/삽입 경향을 개선시키는 지 평가.
- 혈액투석 혈관통로 조성을 위한 복막투석 환자의 의뢰 시기에 대한 전략/기준을 개발하고 평가
- 혈액투석 혈관통로 조성을 위한 신이식 환자의 의뢰에 대한 전략/기준을 개발하고 평가
- 조성 가능한 위치, 필요의 긴급성, 그리고 일생 동안의 투석통로 제공 용이성을 바탕으로 개별화된 혈관통로 조성부위 선택을 위한 알고리즘 개발
- 혈액투석의 예상 지속기간 및 동정맥루 성숙의 예상 확률에 대한 정확한 환자별 추정치를 개발하고 검증
- 혈관확보(blood access)에 대한 대체방법의 용이성 평가.
- 미래 혈관통로 조성과 성적을 고려한 혈관내 중재시술(예, 심혈관 중재술 등)에 대한 요골동맥 접근법의 영향 평가
- 직경이 작은 내경정맥 카테터가 직경이 큰 내경정맥 카테터보다 중심정맥협착증의 발생률을 낮추는 지 여부 결정
- 말초삽입중심도관(PICC) 대신 직경이 작은 내경정맥 카테터를 사용하여 중심정맥협착증을 줄일 수 있는지 확인
- 복막투석의 기능 및 효과가 감소되고 있는 환자에서

- 투석혈관을 조성하는 기준과 시기를 결정하고 평가
- 이식신 기능이 감소되고 있는 신이식 환자에서 투석혈관을 조성하는 기준과 시기를 결정하고 평가
  - 어떤 환자에서 동정맥루 생성 후 사구체여과율 (eGFR) 감소가 멈추거나 지연되는지와 그 원인을 조사

### 환자 및 혈관상태 검사 시 수술 전 고려사항 (Patient and Vessel Examinations Pre-operative Considerations)

- 혈관통로의 가장 적합한 유형과 위치를 결정하기 위해 수술 전에 환자와 혈관을 평가하는 임상적 검사에 대한 최적의 훈련 방법을 결정
- 요골동맥을 통한 혈관조영술이 미래의 혈관통로 성적에 미치는 영향을 조사하기 위한 연구
- 의료시스템 전체적으로 의료진에 의한 중심 및 말초혈관의 잠재적 손상을 줄이기 위한 접근 방식을 개발하고 검증
- 혈관통로 선택, 조성 및 사용을 최적화하기 위한 환자교육 및 혈관보존 방법을 개발

### 혈관통로 유형: 혈액투석을 시작하는 환자와 유지혈액투석 환자 (Vascular Access Types: Incident and Prevalent Patients)

- 혈관통로 선택과 관련하여 환자별 의사결정을 지원하는 위험예측모델을 개발하고 평가해야 한다. 초기 또는 후속 혈관통로의 다양한 유형을 비교하기 위한 무작위 임상시험(randomized trial)이 수행될 가능성은 낮다. 따라서, 이러한 알고리즘에 근거를 제공하기 위해서는 높은 질적 수준으로 수행된 관찰연구

데이터에 의존해야 한다. 구체적으로, 수 많은 환자의 특성(예, 연령, 성별, 인종, 기대 수명, 동반 질환의 수와 중증도)에 따라, 예상되는 성숙률, 천자까지의 시간, 다양한 합병증의 발생률 및 투석혈관 생존기간에 대한 데이터가 필요하다. 각 연구영역에서, 기존 데이터가 부족하거나, 상충되는 결과를 제공하거나, 상당한 편견에 노출되어 있는 경우, 새로운 분석 및 연구가 필요할 것이다.

- 성숙도, 개통성 및 각 합병증에 대한 표준화된 정의를 개발, 검증 및 구현하여, 연구에 일관성을 부여하고 의사 결정 도구를 개발하도록 한다.

### 혈관통로 조성부위 (Vascular Access Locations)

- 직경이 큰 동맥(>2 mm)에서 기저 혈류량이 더 많은 것이 혈류 관련 문제의 위험을 더 높거나 관련이 있는지 확인
- 상완에 첫 번째 투석혈관을 조성하는 기준 마련
- 수술집도의에 의한 수술 중 초음파 검사(real time ultrasound)가 투석혈관의 적절한 유형 및 부위를 정하는 데 미치는 영향과 이것이 투석혈관의 성숙과 사용에 미치는 영향을 평가

### 투석혈관의 조성 (AV Access Creation)

- 특정 해부학적 위치에서 협착이 호발하는 것은 국소적인 혈역학이 협착발생에 중요한 역할을 한다는 것을 시사한다. 더 나은 영상기술과 전산혈류역학(CFD) 모델을 사용하면 혈역학 및 전단 응력(shear stress) 패턴을 모델링 할 수 있다. 투석혈관 관련 의사결정을 지원할 수 있도록 투석혈관에 적합한 새로

운 전산혈류역학(CFD) 모델이 개발되어야 한다.

- 유출정맥협착 및 문합부주위협착을 포함한 투석혈관 합병증의 원인 또는 예측 인자에 대한 혈액학적 연구(예, 혈류, 전단 응력)
- 단측문합(end-to-side anastomosis) 및 측측문합(side-to-side anastomosis) 등의 문합방식, pSLOT (piggyback straight-line onlay technique), 그리고 RADAR (radial artery deviation and Reimplantation)술식을 포함하는 다양한 문합방법 및 기술에 대한 평가
- 동정맥루 성숙보조장치(Fistula Assist Device in AVF Maturation), 무작위 대조연구에서의 풍선보조성숙(Balloon-Assisted Maturation, BAM)의 역할 등 동정맥루 성숙을 지원하는 기술에 대한 연구
- 투석혈관의 적합성에 대한 초음파검사 기반의 객관적인 기준 평가
- 척측피정맥 전위술에서 1단계 대비 2단계 술식에 대해 무작위 대조연구방식에 의한 추가 연구
- 자가혈관 동정맥루의 외과적 및 경피적 조성술에 대한 새로운 기술을 평가
- 중재시술조성-동정맥루(endoAVF) 조성이 기존의 수술적 투석혈관 조성 및 관리와 비교하여 임상적으로 내구성이 높고 비용효율적인지에 대한 확인

### 새로운 소재와 투석혈관(Novel Materials and AV Access)

- 현재 개발되고 있는 생물학적 인조혈관 이식편의 잠재적 이점을 검증
- 새로운 비자가 이식편 재료(novel nonautogenous graft materials)의 개발과 검증 및 이를 이용한 조성기법의 개발

- 자가혈관 동정맥루의 외과적 및 경피적 조성술에 대한 새로운 기술을 개발 및 평가
- 최선의 장기적 내구성 및 생존율을 가지면서, 합병증(중심정맥협착증, 혈관 손상 또는 혈전증, 도관연관혈류감염[CRBSI] 및 중심정맥도관 기능장애 등)의 발생률이 가장 낮은 최적의 중심정맥도관을 찾기 위한 임상시험
- 합병증을 최소화할 수 있는 새로운 중심정맥도관 소재 또는 재료의 개발 및 평가
- 카테터 삽입: 혈액투석용 비터널식 또는 터널식 중심정맥도관 삽입을 위한 이상적인 방법을 찾기 위해 추가적인 임상연구가 필요하다. 영상학적 검사는 성공적인 삽입에 유리한 것으로 보이며 합병증을 줄일 수 있다.
- 새로운 기술에는 근적외선 분광법에 기반한 정맥식별법(vein-localizing tool) 등이 포함되며, 이 기술의 성인에서 중심정맥도관 삽입에 적용 여부, 그리고 중심정맥도관 삽입을 향상시키기 위한 영상기술로서 실시간 초음파와의 비교가 필요한지 여부에 대한 연구가 필요하다.
- 동정맥루 조성 및 중심정맥도관 삽입 후 고려 사항: ‘Fistula First Catheter Last Work Group Coalition’에서 제공되는 자원이 동정맥루 성숙도와 가용성에 미치는 영향 평가
- 동정맥루 성숙을 돕기 위한 2차적 중재(외과적 또는 혈관내 중재)의 적응증 연구

### 혈관통로의 사용(Vascular Access Use)

- 빠르게 돌아가는 투석실 환경에서 의료자원의 안정성, 효능 및 영향에 대한 평가와 초음파 유도 천자에 대한 환자의 예후 평가

- 바늘 유형 및 크기, 삽입 각도 및 단계적 유속 증량 등을 포함한 천자기술(mechanics)에 대한 최선의 진료법 탐구
- 천자 성공률 향상, 합병증 감소 및 환자 만족도 향상을 위한 시뮬레이션 모델 및 기술의 효과 평가
- 천자 전문가(expert cannulator)를 정의하고, 이러한 천자 전문가가 인공신장실 내에서 전문성을 유지하면서 각 환자에 대한 전체적인 천자 성공률을 향상시키는 데 가장 잘 활용될 수 있는 방법에 대한 연구
- 합병증 없는 천자를 위해 넘어야 할 장애물을 찾아내고 극복하기 위한 전략 연구
- 투석혈관 개통성을 유지하고 합병증을 줄이는 데 있어 표준 천자바늘과 플라스틱 천자바늘을 비교 평가하는 무작위 대조연구
- 장기적 투석혈관 개통성에 대한 바늘 크기 및 펌프 속도의 영향을 평가하기 위한 무작위 대조연구
- 투석바늘 제거 후 손을 이용한 압박 지혈에 대한 기계적 클램프(clamp) 사용이 투석혈관 개통성/협착증(투석혈관 혈류장애)에 미치는 영향 평가
- 대체 천자 장치(alternative cannulation devices)와 관련된 결과 평가
- 플라스틱 천자바늘 사용 및 이와관련된 안전성, 효능 및 환자 만족도 평가
- 임상적으로 의미있는 협착증을 가장 강력하게 예측하는 임상적 모니터링 검사 지표를 결정
- 조기에 투석혈관 혈류장애를 알아채는 것에 관해서 모든 이해당사자를 대상으로 한 연간 필수 신체검사에 대한 기술평가의 영향을 연구(심정지에 대한 BLS와 유사한 방법)
- 중재술에 대한 감시(surveillance) 프로토콜과 기준이 전체 투석혈관 개통성을 향상시킬 수 있는 지에 대한 적절한 검정력의 무작위 대조연구가 필요하며, 이러한 연구는 조기(선제적(pre-emptive)) 중재술의 적응증과 이의 상대적인 이익/유해성을 확인해야 한다.
- 혈관내 중재와 외과적 중재에 각각 가장 적합한 적응증을 결정하기 위한 임상 연구
- 투석혈관 기능장애 및 혈전증에 대해 시행한 중재술의 결과지표를 정의하고 유효성을 검사
- 투석혈관 폐색에 대해 ‘수술적 교정 후 혈관조영술 ±추가적 중재술’을 시행한 경우의 결과를 분석하고, 이러한 치료법을 ‘수술적 교정 후 영상검사나 혈관내 시술을 하지 않는 과거의 방식’과 비교 분석
- 다학제적 관리가 투석혈관 개통성에 미치는 잠재적 영향을 조사하기 위한 임상연구
- 동정맥루 및 인조혈관 기능장애에 대한 원격외선 치료효과에 대해 다양한 투석인구집단에서의 무작위 대조연구
- 투석혈관 성적에 대한 영향과 최적의 제형 및 용량을 알기 위한 오메가-3 지방산에 대한 무작위 임상 시험
- 잔여 신기능과 소변량이 유지되고 있는 만성콩팥병/말기콩팥병 환자에서 조영제 노출을 제한하기 위해서, (1) 초음파 유도 혈관성형술과 (2) 혈관내 초음파(IVUS) 유도 혈관성형술에 대한 투석혈관 및 환자

### 투석혈관 혈류장애(AV Access Flow Dysfunction)

투석혈관 혈류장애란, 협착이나 혈전관련병태로 인해서 동정맥루나 인조혈관의 혈류 또는 개통성에 임상적으로 의미 있는 문제가 발생하는 것을 뜻한다.

- 의 예후에 대한 영향 연구
- 중심정맥협착증 치료에 대한 스텐트 그래프트(stent-graft)와 일반금속스텐트(bare-metal stent)의 비교연구; 더 많은 표본수로 엄격하게 수행되고 분석된 무작위 대조연구가 더 필요하다.
- 혈관통로의 치료(일차 혹은 이차)에서 혈관조영술보다는 임상적인 소견을 관점으로 한 스텐트 그래프트(stent-graft)의 결과를 제시하는 무작위 대조연구가 시급하게 필요함.
- 동정맥루에서의 다양한 치료방식(예, 스텐트 그래프트, 약물방출풍선 등)에 대한 연구
- 동정맥루 및 인조혈관에서 다양한 단기 및 장기 성적을 보이는 투석혈관 혈전제거술(예, 수술적 및 혈관내 치료)의 비교 연구
- 아래의 분야에서는 근거들이 축적되고 있다.
  - 동정맥루 및 인조혈관 협착증의 1차 치료에서 표준적인 고압 풍선과 특수 풍선(약물코팅 또는 절단(cutting)풍선) 사용의 비교 연구
  - 동정맥루 및 인조혈관 협착증의 치료에서 혈관성형술의 1차 개통성을 향상시키기 위한 최적의 풍선 확장 시간(balloon inflation time)
  - 동정맥루 및 인조혈관 협착증의 치료에서 고압 풍선으로 성공적인 혈관성형술 후 약물코팅풍선의 2차 사용에 대한 효과 연구
- 협착증 재발시기가 치료 방법 선택에 미치는 영향
- 인조혈관에서의 정맥문합부 협착 또는 상완동맥-요측피정맥 동정맥루(brachiocephalic AVF)의 요측피정맥궁(cephalic arch) 협착 이외의 부위에서 스텐트 그래프트(stent-graft) 사용에 대한 연구
- 스텐트 그래프트(stent-graft)에서 발생하는 스텐트 내 협착(in-stent stenosis)에 대한 최적의 치료에 대한 연구

- 동정맥루나 인조혈관의 혈전증에서 혈전제거술 또는 혈관성형술의 최적의 시점에 대한 연구
- 성공적인 시술 결과를 정의하는 최선의 결과지표에 대한 연구(예, 절대적인 내강 직경, 직경 개선의 상대적인 백분율, 또는 기타 측정값), 그리고 그 지표들은 혈관성형술 등의 치료 후에 언제 측정해야 하는 지에 대한 연구(시술 중 또는 시술 후?)

### 투석혈관 감염(AV Access Infection)

- 인조혈관 감염에서 무균요법(aseptic) 천자와 살균요법(sterile) 천자의 영향을 비교연구
- 동정맥루 천자부위 감염의 발생에서 천자로 인한 침윤과 혈관내압의 역할 평가

### 투석혈관 동맥류(AV Access Aneurysms)

- 투석혈관의 혈류 유속이 동맥류의 발생률과 유병률에 미치는 영향 평가
- 동정맥루 유출정맥에서의 동맥류 발생에서 혈관내압의 역할 분석
- 동맥류의 크기에 대한 의무기록이 이해관계자의 전반적인 인식과 적극적인 중재에 미치는 영향 평가
- 투석혈관 동맥류의 파열과 치명적 출혈의 발생을 보다 잘 예방, 관리, 판단하기 위해 동맥류의 자연경과에 대한 연구
- 동맥류 및 출혈 합병증을 관리하는 동안의 동정맥루 구제 및 중심정맥도관 회피방법 연구

### 투석혈관 스틸증후군(AV Access Steal)

- 투석혈관 스틸증후군에 대한 예측인자를 추가적으

로 정의하고 확립하는 것

- 투석혈관 스틸증후군의 발생률을 줄이기 위한 전략을 추가적으로 정의하고 확립하는 것
- 투석혈관 스틸증후군과 관련하여 경증에서 중등도 증상의 자연경과에 대한 추가적인 정의
- 투석혈관 스틸증후군의 진단기준에 대한 추가적인 정의 및 검증
- 투석혈관 스틸증후군에 대한 최적의 치료방법에 대한 연구
- 투석혈관 스틸증후군과 별개의 범주로 허혈성 단지성 신경병증(ischemic monomelic neuropathy)에 대한 추가적인 정의
- 동정맥루 기능을 바탕으로 하는 스틸증후군에 대한 정의의 유용성과 타당성 연구(고유량 스틸증후군과 저유량 스틸증후군의 비교연구 등)

### 기타 투석혈관 합병증의 치료(Treatment of Other AV Access Complications)

- 투석혈관 합병증을 관리하는 데 있어서 중심정맥도관 사용을 피하는 방법의 개발 및 평가

### 중심정맥도관 합병증의 예방과 치료(Treatment and Prevention of CVC Complications)

- 중심정맥도관 사용 또는 합병증에 대한 일상적인 신체검사 및 과거력 확인의 비용 및 이익 평가
- 일상적인 중심정맥도관 충진용액으로서의 생리식염수, 1:1,000 헤파린, 그리고 4% 구연산을 비교한 무작위 대조연구
- 감염을 동반하지 않은 중심정맥도관의 기능부전 시,

중심정맥 및 우심방 혈전의 발생률을 연구하고 혈전의 크기와 위치에 따른 관리 지침을 개발

### 도관 기능장애(Catheter Dysfunction)

- 센터, 연구, 그리고 치료방법 간 비교할 수 있도록, 개별적 환자 상태에 적용할 수 있는 중심정맥도관 기능장애의 표준 정의를 개발 및 검증하고, 각 기능장애지표의 민감도, 특이도 및 예측값을 평가
- 중심정맥도관 기능장애에 대한 초기 중재술 및 중재술 유형에 대한 영향 평가
- 기능하지 않으면서 박혀있는(embedded) 중심정맥도관의 빈도 추적 및 다양한 관리방법에 대한 연구

### 중심정맥도관 기능장애의 예방(Prevention of CVC Dysfunction)

- 단기 및 장기적인 중심정맥도관 개통성 유지에 있어서 1 mg 대 2 mg TPA의 이점을 비교 평가

### 도관 연관 감염(Catheter-Related Infection)

- 혈액투석 환자에서 도관연관혈류감염(CRBSI)에 대한 기준을 추가로 개발하고 검증
- 출구감염과 터널감염에 대한 진단기준 검증

### 중심정맥도관 감염의 예방(Prevention of CVC Infection)

- 고위험 환자군에서 도관연관혈류감염(CRBSI)에 대한 효과적인 감시 및 선제적 관리 전략을 결정하기 위해 엄격하게 설계 및 구현된 연구가 필요

- 표준적인 감염관리를 받는 환자에서 도관연관혈류 감염(CRBSI)의 예측변수 결정
- 출구 부위 및 도관내 예방적 항균제사용을 포함한 치료전략이 도관연관혈류감염(CRBSI) 발생률에 미치는 영향을 평가. 환자 및 시설 수준에서 모두 연구를 수행해야 하며 항생제 내성 병원균의 잠재적 출현을 평가해야 함.
- 중심정맥도관의 출구가 아문(healed) 상태에서 샤워를 하는 것이 도관연관혈류감염(CRBSI)에 미치는 영향을 평가하는 무작위 대조연구

### 기타 혈관통로 관련 합병증(Other Vascular Access-Related Complications)

- 중심정맥협착증의 자연경과와 예측인자에 대해 더 자세한 이해가 필요하다.
- 증상이 있는 중심정맥협착증에 대한 효과적인 중재 치료가 개발되고 검증되어야 한다.
- 혈전용해술, 도관 교환, 그리고 도관 교환과 피브린 외막(fibrin sheath) 파쇄를 함께 시행하는 것이 감염 및 개통 성적결과에 미치는 효과를 비교하기 위해 피브린 외막(fibrin sheath)이 있는 도관의 치료에 대한 무작위 대조연구가 필요하다.
- 피브린 외막(fibrin sheath) 발생률과 도관연관혈류 감염(CRBSI)의 연관성 평가
- 항생제 단독요법과 비교하여, ‘피브린 외막 파쇄+항생제’ 치료의 효과를 중심정맥도관 기능장애 및 감염 발생률의 관점에서 평가
- 도관 관련 중심정맥 혈전증 및 심방 혈전증을 구분하고, 그에 대한 관리 원칙

### 혈관통로에 대한 다학제 접근(Multidisciplinary Approaches to Vascular Access)

- 투석기사(dialysis technician)에 대한 실습 교육만이 아닌 준학사수준의 교육의 역할. 교육 과정의 표준화.
- 투석혈관 관리에 관련된 모든 이해관계자(신장내과 의사, 간호사, 외과의사, 영상의학과 의사)에 대한 표준화된 투석혈관 교육과정의 개발 및 구현에 대한 연구

### 혈관내 시술(Endovascular Procedures)

- 전체적 개통성적을 유지하기 위한 중재시술, 혈관성형술, 스텐트-그라프트(stent-graft) 또는 약물방출 풍선(drug-coated balloon) 간의 비용 비교
- 전체 개통성적에 대한 약물방출풍선과 스텐트-그라프트의 비교
- 다양한 약물방출풍선 간, 그리고 다양한 스텐트-그라프트 간의 비교 연구
- 투석통로의 정맥협착증에서 약물 용량에 따른 약물 방출풍선의 효과 비교 연구
- 유도 중재술에 대한 혈관투시법(angiography)의 역할에 대한 연구

### 수술적 치료(Surgical Procedures)

- 투석혈관 조성 및 중심정맥도관 삽입을 위한 기술 및 교육 필요성에 대한 연구
- 고유량 투석혈관을 정의하고 그 혈액학적 영향 및 치료 옵션에 대해 연구(치료 옵션에 대한 무작위 대조연구가 필요한가? 그렇다면 어떠한 중재적 치료를 평가해야 하는가?)

## 용어정리

accessory vein	덧정맥
aneurysmorrhaphy	동맥류봉합술
antimicrobial	항균제
antiseptic	소독제
apposition methods	문합방법/문합법
arterial inflow	동맥유입
AV access	투석혈관
AVF	동정맥루
AVG	인조혈관
balloon catheter	풍선카테터
BAM (balloon assisted maturation)	풍선보조성숙
bare metal stent	일반 금속 스텐트
basilic vein	척측피정맥
bias	편향
brachio basilic AVF	상완동맥-척측피정맥 동정맥루
brachiocephalic AVF	상완동맥-요측피정맥 동정맥루
brachiocephalic vein (innominate vein)	완두정맥
bruit	잡음
buttonhole	버튼홀
cannula, dialysis cannula	바늘, 투석바늘
cannulation	천자
cannulator	투석간호사, 간호사/시술자
care provider	의료인
catheter	도관
catheter, balloon (balloon catheter)	풍선 카테터
catheter, midline (midline catheter)	미드라인 카테터
catheter tip	도관 말단
catheter, coated (coated catheter)	코팅 도관
central vein stenosis	중심정맥협착
central venous catheter (CVC)	중심정맥도관
cephalic vein	요측피정맥
CFD	전산유체역학
coated catheter	코팅 도관
collateral vein	결정맥
contingency plan	예비 계획

continuous anastomosis	연속봉합문합
continuous suture	연속봉합
covered intraluminal stent	스텐트-그라프트
CRBSI	도관연관혈류감염
creation (AV accesss creation)	조성 (투석혈관 조성)
cuboidal	입방형
cuffed	커프
culprit lesion	핵심병변, 혹은 주병변
culprit stenosis	주된 협착부위
deep vein	심부정맥
dialysis access	투석통로
dialysis access circuit	투석통로회로
dialysis unit	투석실, 인공신장실
Disclaimer	면책
Disclosure	사전공개
distal	원위(의)
dominant extremity	주로 쓰는 팔(혹은 다리)
doppler ultrasound	도플러 초음파
duplex doppler ultrasound	이중 도플러 초음파
DVT	심부정맥 혈전증
elastic recoil	탄성반동(에 의한 재협착)
ERT (evidence review team)	근거분석팀
ESKD Life-Plan	말기콩팥병 생애 계획
femoral vein	대퇴정맥
fibrin	피브린
fibrin sheath	피브린 외막
fibrin sheath disruption	피브린 외막 파쇄
flex band	탄력밴드
fluoroscopy	형광투시검사
forearm	전완
GFR	사구체여과율
graft / AVG	인조혈관
guidewire	유도철사
hazard ratio (HR)	위험비
high cardiac output	고박출성 (고박출)
home hemodialysis (home HD)	재택 혈액투석
hub	허브
iliac vessel	장골혈관
inflow / outflow	유입 / 유출
internal jugular	내경

interrupted anastomosis	단속봉합문합
intervention	중재술, 중재
interventionalist	중재시술의사
introducer	유도침
isometric exercise	등척운동
JAS	문합부주위협착
joint aspiration	관절액흡입천자, 관절액 천자
lead (pacemaker)	유도전극
locking	충진, 충전액
lumen	내강
mapping	지도화
maturation	성숙
median cubital vein	주정중피정맥
mega fistula	거대동정맥루
midline catheter	미드라인 카테터
nocturnal dialysis (home)	재택 야간 투석
non tunneled catheter / tunneled catheter	비터널식 도관 / 터널식 도관
odds ratio (OR)	오즈비
pacer wire	심박동기 와이어
palindrome	팔린드롬
patency	개통(성)
pericarvoatrial junction	대정맥-우심방경계부위
peritoneal dialysis	복막투석
PICC	말초삽입중심도관
placement	조성, 혹은 삽입
primary patency	일차 개통성
prosthetic	인공의, 인조의
pseudoaneurysm	가성동맥류
pulse, pulsation	박동
Qa/CO	투석혈관혈류량/심박출량
quality of evidence	근거 수준
RA-DAR	RA-DAR 술식
radiocephalic AVF	요골동맥-요측피정맥 동정맥루
radiological imaging	영상학적 검사
radiologist	영상의학의사
recommendation	권고
relative risk (RR)	상대위험도
revascularization	혈관재개통
rigid dilator	경성 확장기
rope ladder (rope-ladder)	로프래더

salvage	구제
saphenous vein	복재정맥
segmental venous hypertension	부분적 정맥고혈압
septic arthritis	화농성 관절염
seroma	장액종
specialized balloons	특수 풍선
staggered tips	비대칭 팁
stenosis	협착
stent-graft	스텐트-그라프트
stents	스텐트
step-tip	비대칭 팁
succession plan	연계 계획
superficial vein	표재정맥
surveillance	감시
symmetric tip	대칭형 팁
the augmentation test	박동증강 검사
thoracic outlet	흉곽출구
thrill	떨림
thrombolytic agent / thrombolytics	혈전용해제
timely referral	시의적절한 의뢰
tip	팁/혹은 끝
transposition	전위
tunneled catheter	터널식 도관
Twin catheter system	쌍둥이 도관 시스템
unassisted maturation	자발성숙
unassisted, primary unassisted patency	일차 개통성
upper arm	상완
vascular access	혈관통로
vascular access coordinator	혈관통로 코디네이터
vascular access team	혈관통로팀
vascular stenosis	혈관 협착
VCS clip	혈관 클립
venogram	정맥조영술
venography, CT venography	정맥조영술, CT정맥조영술
venous hypertension	정맥 고혈압
venous outflow	정맥유출
vessel superficialization	혈관 표재화
VNH	신생내막증식
wall shear stress	(벽) 전단 응력
Work Group	작업그룹

## KDOQI 혈관통로 임상진료지침: 2019 개정판

Version 2.0 (2021.09)

발행일 2020년 11월 24일

수정일 2021년 8월 27일

발행인 대한신장학회, 대한중재신장학연구회

### 번역 및 감수

구상건 (에스엠지 연세병원), 김도형 (한림대학교 강남성심병원)  
김성균 (한림대학교 성심병원), 김은정 (삼육서울병원)  
김찬호 (가톨릭관동대학교 국제성모병원), 김현숙 (한림대학교 춘천성심병원)  
박훈석 (가톨릭대학교 은평성모병원), 이은영 (권혁호내과의원)  
이정환 (서울특별시 보라매병원), 이주학 (한양대학교구리병원)  
이진호 (이신내과의원), 이형석 (한림대학교 성심병원)  
최선령 (한림대학교 동탄성심병원), 황선덕 (인하대병원)  
황현석 (경희대학교 경희의료원)

펴낸곳 에이플러스기획 (출판등록 301-2013-230)

서울특별시 중구 퇴계로30길 24(예장동, 삼익파크빌) B211-3호  
Tel: 02-6959-5066, E-Mail: aone@aone-a.com

제작처 에이원커뮤니케이션

Tel. 02-6959-5066, E-mail. aone@aone-a.com

ISBN 979-11-87733-26-3 (PDF)

### 비매품

\*본 KDOQI CLINICAL PRACTICE GUIDELINE FOR VASCULAR ACCESS: 2019 UPDATE은  
원작자의 동의하에 공익적인 목적으로 대한신장학회 및 대한중재신장학연구회에서 번역하여 출간  
하였으며 이 책 내용의 전부 또는 일부를 사용하시려면 반드시 서면 동의를 받으셔야 합니다.

대한신장학회  
대한중재신장학연구회

비매품/무료

95510



9 791187 733263

ISBN 979-11-87733-26-3 (PDF)