

2019년 새롭게 바뀐 KDOQI 가이드라인

이진호¹, 황선덕²

이신내과의원 혈액투석 및 인터벤션 클리닉¹, 인하대학교병원 신장내과²

The 2019 New KDOQI Guidelines. What's NEW

Jin Ho Lee¹, Seun Deuk Hwang²

¹Division of Nephrology, Department of Internal Medicine, Leesin Hemodialysis and Intervention Clinic, Busan, Korea

²Division of Nephrology and Hypertension, Department of Internal Medicine, Inha University School of Medicine, Incheon, Korea

The National Kidney Foundation's Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (KDOQI) 2019 guideline presents a new approach to treating vascular access. The new statements are based on data and detailed evaluation work accumulated over the past several decades. However, the working group is helping the multidisciplinary staff to meet the needs of each patient through a careful and practical application process. These guidelines emphasize a more patient-centered approach and recommend the development of an end-stage kidney disease life plan. In addition, when selecting a vascular access or converting to a permanent vascular access in the future, it is recommended to consider the possible complications and solutions according to the needs and preferences of each patient. Regarding these points, the authors will comment on modality education, timeline for dialysis access creation, pre-operative evaluation, AV access type & location, and post operative therapy as representative contents that have changed recently compared to past guidelines.

Key Words: KDOQI 2019, Vascular access, ESKD life plan

서론

The National Kidney Foundation's Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (KDOQI)는 vascular access에 대하여 근거 중심의 가이드라인을 제공하고 있다. 이러한 가이드라인은 우리나라뿐만 아니라 다양한 나라의 혈액 투석 센터에서 임상 치료를 시행할 때 이론적 근거로 사용되고 있다. 새로운 가이드라인은 과거의 가이드라인보다 말기신부전에 이른 환자의 포괄적인 치료에 대한 접근법에 집중하고 있다. 그리고 전반적인 투석 혈관 관리에 대한 내용에 덧붙여 환자 개개인의 맞춤 치료 전략까지 제시하고 있다. 이러한 환자 중심의 접근 방식은 말기신부전 Life-plan의 새로운 목표로 소개되고 있다. 이번 개정된 가이드라인을 우리나라 투석 센터와 환자에게 어떻게 적용할 지는 좀더 많은 논의가 필요할 것이다.

KDOQI guideline의 변화

KDOQI에서는 마지막 업데이트였던 2006년 이후로 새로운 증거들을 많이 쌓았으며 이를 기반으로 2019년에 업데이트 되었다. 여기서 제시된 새로운 주제는 ESRD의 life plan과 관련된 주제들, vascular access 선택, Arteriovenous (AV) access와 Central venous catheter (CVC)의 대상, 합병증의 management, elderly topic에 대한 새로운 접근법이 있다.

이 종설에서 다룰 내용은 2019 가이드라인들 중 과거와 차이점이 있는 modality education, timeline for dialysis access creation, pre-operative evaluation, AV access type&location, post operative therapy에 대한 내용이다.

첫 번째는 modality education이다. 기존에는 Glomerular filtration

Received: Sep 14, 2020, Revised: Oct 5, 2020, Accepted: Oct 26, 2020

책임저자 : 황선덕

우 22332, 인천시 중구 인항로 27, 인하대병원 신장내과

Tel: 032-890-2229, Fax: 032-882-6578, E-mail: lakisis79@naver.com

rate (GFR)이 30 mL/min/1.73 m² 이하가 되는 시점에 환자에게 kidney replacement therapy option에 대해 알려주도록 되어 있었지만, 새로운 가이드라인에서는 여기에 추가로 kidney function의 지속적인 감소를 보이고 있는 환자도 kidney replacement therapy에 대해 알려주도록 되어있다.

투석의 시작 시점을 예측하는 지표에 관한 논문에 따르면 estimated GFR (eGFR) 수치 자체도 투석 시작 시점을 예측하는 지표가 될 수 있지만, 그 외에도 GFR이 1년에 5 이상으로 감소하는 그룹에서 2년 이내에 투석을 시작하는 비율이 더 높은 것을 볼 수 있다. 따라서 GFR의 감소 속도도 투석의 시작 시점을 예측하는 지표가 될 수 있다[1].

두 번째는 Arteriovenous fistula (AVF)를 만드는 시점에 대한 가이드라인이다. 2006년에는 AVF 투석 시작 최소 6달 전에 만들도록 되어 있었지만, 2019년에는 투석 시작 6-9달 전으로 upper limit이 추가되었다. 이러한 근거는 AVF를 만든 시점부터 투석을 시작하기까지의 시간과 AVF 성공률에 대한 odds ratio를 비교한 연구에서 9달까지는 성공률이 어느정도 증가되다가 그 이후로는 안정화되어 비슷한 모습을 볼 수 있기 때문이다.

또한 AVF 만든 시점부터 투석 받기 전까지 부작용으로 시술을 받아야 했던 횟수를 보면, 투석을 시작하기까지의 term이 길어질수록 해당 부위의 시술을 받아야 하는 횟수도 늘어나는 것을 볼 수 있다. 따라서 9달 이후로는 AVF의 성공률에 대한 이득은 거의 없고 오히려 추가로 시술을 받아야 하는 횟수가 늘어나므로 9달로 upper limit을 설정한 것이 합당하다고 명시하고 있다[2].

세 번째는 pre-operative evaluation에 대한 가이드라인이다. 2006년에는 혈관의 구조를 보는 vascular mapping이 AVF 시술 전 모든 환자에게 권고되었지만 2019년에는 high risk인 환자에게만 초음파를 하도록 하며 또한 혈관 크기 자체로 AVF 시술의 contraindication은 되지 않는다고 명시했다. 여기서 말하는 high risk란 fistula failure, peripheral vessel damage, central venous stenosis, limitations to physical examination에 해당되는 risk factor를 가진 환자들을 말한다.

AVF 시술을 받기 전 초음파를 이용해 routine vessel mapping을 한 환자와 selective한 vessel mapping을 한 환자 사이의 예후를 비교한 결과를 보면, 두 그룹간에 AVF primary failure rate는 유의미한 차이를 보이지 않았으므로 selective한 vessel mapping을 권고할 수 있다.

AVF maturation을 예측하는 지표에 관한 논문을 보면, vessel 크기와 AVF maturation 사이의 유의미한 상관관계를 보이고 있다. 이런식으로 vessel size와 AVF maturation 사이의 상관관계를 증명한 논문들이 많았지만 vessel size를 측정하는 방법에서 차이가 컸기 때문에 가이드라인에 포함되기에는 제한적이었다[3].

Vessel size 외에도 다양한 지표들이 AVF maturation에 관여할 것이라고 생각되었고 실제로 이에 대한 논문에서 internal arterial diameter 뿐만 아니라 artery의 baseline blood flow나 hyperemia 상태에서의 resistance index 등이 AVF maturation에 영향을 주는 것이 관찰되었다. 따라서 AVF maturation과 관련된 여러가지 인자들이 작용하기 때문에 vessel의 size가 작은 것만으로는 AVF creation의

contraindication을 권고하지 않았다[4-6].

AV access type과 location에 관한 가이드라인을 보면 2006년 가이드라인에서는 환자에 따른 차이 없이 AVF를 우선적으로 권고했고, 다음 옵션으로 arteriovenous graft (AVG)를 권고했다. 또한 위치도 잘 쓰지 않는 쪽 팔의 원위부를 우선 시 하였지만, 2019년 가이드라인에서는 환자의 life plan에 따라 AVF, AVG 중에 하나를 고르고, 또한 투석의 예상되는 duration에 따라 vascular access의 type이나 위치를 다르게 권고했다.

이때 적용되는 일반적인 원칙은 distal first, 최대한 vessel를 보존할 것, 자주 안쓰는 팔다리로 할 것 등이 있지만 무엇보다 강조되고 있는 것은 환자의 life plan과 상황에 맞게 언제든지 방식이 달라질 수 있다는 것이다. 그리고 이런 내용이 강조되기 시작한 것은 최근 들어 만성신부전 환자의 수명이 점점 늘어나고 있기 때문이다[7].

또한 2006년 가이드라인에서 강조되던 fistula first approach로 인해 united states에서는 upper arm approach가 점점 늘어났는데, 이는 환자의 vascular access option을 줄이는 효과를 내서 수명이 기존보다 연장된 ESRD 환자들의 생존율을 나쁘게 하는 부작용을 낳았다[8].

Forearm AVF가 불가능한 환자들에게서 upper arm 접근방법으로 brachiocephalic과 brachio basilic AVF의 차이를 보여주는 결과를 보면, primary patency에는 둘이 차이를 보이지 않았고 이는 AVF의 위치를 고려할 때 환자의 현재 상태나 미래를 고려해서 정하는 것이 중요함을 보여준다[9].

Central venous catheter와 AVF를 같은 쪽에 했을 때와 반대 쪽에 했을 때의 효과는, 같은 쪽에 했을 때 fistula survival이 낮았기 때문에 CVC는 AV access가 예정된 쪽의 반대편에 하는 것을 추천한다[10].

다음은 post operative therapy에 대한 가이드라인이다. 혈액투석을 받는 환자들에서 임상적으로 중요한 문제는 AVF maturation failure와 thrombosis이다. 2006년 가이드라인 이후로 수술 직후에 AVF maturation와 thrombosis를 막기 위한 여러 치료들에 대한 연구가 진행되었다. 2019년 가이드라인에서는 AVF failure를 막기 위한 치료로 far-infrared therapy가 추천되었지만 fish oil, aspirin, heparin, clopidogrel, 비타민 D, allogenic endothelial implants 등은 추천되지 않는다. CVC에 대해서는 anticoagulation보다는 low dose aspirin을 권고한다.

FIR therapy는 vascular access의 flow와 AVF의 patency를 개선시키는 효과가 있다. 실제로 AVF patency는 FIR therapy를 시행한 그룹에서 더 높은 수치로 나타났다[11].

Fish oil과 aspirin의 효과에 관한 보고는 대부분의 그룹에서 placebo에 대해 상대 위험도가 1을 포함하는 구간에 있어 fish oil이나 aspirin은 효과가 명확하지 않다고 보고한다[12].

Heparin 역시도 vascular access의 patency는 heparin을 쓴 그룹과 쓰지 않는 그룹 간에 차이가 없는 것을 볼 수 있다[13].

Clopidogrel에 대한 연구 결과들은 AVF creation 6주 후에 thrombosis 발생한 비율은 placebo 그룹이 clopidogrel 그룹보다 많았지만 suitability failure, 즉 AVF를 이용할 수 없게 된 비율은 두 그룹 간에 동일했다. 따라서 가이드라인에서는 clopidogrel을 사용하지 말

것을 권고한다[14].

비타민 D는 뼈의 대사 외에도 vascular smooth muscle cell의 proliferation이나 migration을 억제하고 또한 염증 반응을 줄이는 효과가 있어 AVF maturation에 도움이 될 수 있을 것이라고 예측했다. 그러나 실제 연구된 바에 따르면 AVF 시술 이후에 비타민 D를 복용한 그룹과 복용하지 않은 그룹 간의 AVF를 사용 가능한 비율 차이가 나타나지 않아 비타민 D 또한 사용이 권고되지 않았다[15].

전임상단계의 AVF나 AVG의 혈관 주변에 allogenic aortic endothelial cell을 포함하는 implant를 넣는 것이 thrombosis나 염증, stenosis를 줄인다고 나타났다. 그러나 실제 임상 연구에서는 AVF나 AVG 모두, AEC를 사용하는 것이 placebo에 비해 patency 측면에서 유의미한 효과를 보여주지 못했다[16].

다음은 CVC 시술을 받은 뒤에 antiplatelet 사용에 대한 결과를 보면 Low dose aspirin과 placebo를 비교했는데, CVC survival time이 aspirin을 사용한 그룹이 더 길고, 의미있게 나타났다[17].

반면에 CVC 시술 후 systemic anticoagulation의 효과를 비교한 논문을 보면 CVC failure의 위험도가 통계적으로 유의하지 않아 anticoagulation은 의미가 없는 것으로 나타났다[18].

AV-access란 투석을 하기 위한 통로로서 여기에 stenosis, thrombosis, related pathology로 인해 flow dysfunction이 생길 수 있다. Guideline 13에서는 이 dysfunction을 어떻게 monitoring하고 Surveillance할 것인지에 대해 다루고, 이어서 Guideline 15에서는 flow dysfunction이 생겼을 때 어떻게 치료하는지에 대해 다루고 있다.

첫 번째로 AV access에 문제가 생기는 것을 어떻게 모니터링할 것인지에 대한 것이다. 현재 guideline에서는 AVG, AVF에 대해 초음파를 이용하여 flow를 측정하거나 pressure를 측정하며 혈관이 막혔는지 혹은 문제가 있는지 확인하라고 되어있지만 new guideline에서는 이러한 surveillance를 routine하게 suggest하지 않는다. 대신 physical examination (PE)의 중요성을 강조하였다. 즉, AV access 문제를 보는 것에 flow/pressure 측정 대신 숙련된 PE이 중요한 것이다. flow나 pressure를 측정하는 검사를 PE에 추가적으로 하는 것도 증거가 불충분하므로 추천하지 않는다[19].

Guideline 13.1에서 regular PE를 추천하고 있다. 또한 13.3에서는 이러한 PE는 적절한 교육이 필요하다고 명시하고 있다. 그리고 13.4, 13.5에서는 AVF surveillance를 추천하지 않고, PE에 추가적으로 진행하는 것도 추천하지 않는다.

이러한 PE에는 look, listen, feel이 있으며 이를 통해 poor maturation, steal syndrome, aneurysm을 진단하기에 충분하므로 추가적인 surveillance는 추천하지 않는다.

이렇게 PE의 중요성이 나오게 된 배경에 대해 살펴보면, AVF stenosis가 생겼을 때 PE이 얼마나 정확한지를 비교한 결과 PE에서 발견한 stenosis와 angiography상에서 객관적으로 보이는 stenosis와 얼마나 일치하는지를 비교한 kappa값이 0.55로 moderate수준의 일치도를 보였다. 결국 PE만으로도 정확하게 stenosis를 detect하고 localize할 수 있는 것이다. 게다가 PE는 초음파나 다른 검사보다 쉽

고 cost efficient하므로 더욱 효과적일 수 있다[20].

임상적인 monitoring 즉, Physical examination 단독과 이 monitoring에 초음파를 추가적으로 진행한 group에서 graft stenosis의 차이가 있는지 본 결과 graft survival과 thrombosis free survival 모두 두 군의 차이는 없었다. 결국 초음파를 추가적으로 해도 AV access의 survival에는 차이가 없으므로 임상적인 판단만으로도 AV access dysfunction을 감별할 수 있다. 이는 13.5에 기술된 대로 추가적인 surveillance를 추천하지 않는다는 것을 뒷받침한다[21].

다음 살펴볼 가이드라인은 preemptive percutaneous transluminal angioplasty (PTA) indication에 대한 것이다. PTA란 막힌 graft나 fistula에 ballooning을 통해 협착을 제거하는 역할을 한다. 그리고 이것을 언제 진행 해야하는지에 대한 가이드라인이다. 현재는 abnormal physical finding이 있을 때 진행하도록 되어있지만 새로운 가이드라인에서는 clinical indicator라는 용어를 사용하였고, 이것이 있을 때 PTA를 시행하도록 하고 있다.

13.6에서 clinical indicator가 없는 한 PTA를 권하지 않고, 13.8에서는 일반적으로 persistent한 clinical indicator가 있을 때 진행할 것을 권한다. 13.9는 PTA가 아닌 surgical에 대한 가이드라인인데 이도 동일하게 clinical indicator가 있을 때 시행해야 한다.

과거 2006년 PTA indication으로서 abnormal physical finding이 있을 때를 말하고 있다. 하지만 new guideline에서는 clinical indicator라는 용어를 사용하였고, PE 뿐 아니라 dialysis상황에서 clot이 나오거나 blood flow target을 achieve되지 않는 등 임상적 상황도 고려해야 한다.

Clinical indicator의 중요성에 대한 결과를 보면, 코호트 분석으로 40000명의 환자를 observation한 결과 PTA를 clinical indicator가 없이 즉 무증상 환자에서 elective한 PTA를 한 군과 치료하지 않은 군의 access survival에 대한 차이를 보였는데 두 구간에는 차이가 없었다고 결론 내리고 있다. 이러한 결과들을 바탕으로 가이드라인에서 clinical indicator가 없는 preemptive Angioplasty를 권하지 않는다. 즉, PTA를 진행할 때 Clinical indicator의 중요성에 대해 알 수 있다[22].

결국 AVF surveillance로서 flow, pressure, imaging하는 것보다 PE의 정확성, 중요성을 강조하였고 이를 통해 얻는 clinical indicator가 있을 때 pre-emptive angioplasty를 진행하여야 한다.

가이드라인 15에 대한 것을 보면 stenosis가 생겼을 때 어떤 시술이 선호되고 어떤 치료가 선호되는지에 대한 가이드라인이다. 2006년에도 지금과 같이 PTA가 first choice였고 balloon angioplasty가 주로 사용되었다. 현재도 동일하지만 기술이 발전하면서 drug coating balloon, cutting balloon에 대해서도 언급하였는데 아직은 증거가 불충분하다. 또한 balloon inflating time이 어느 정도가 적당한 지에 대해서도 아직 증거가 불충분하다.

Balloon angioplasty가 primary treatment로 사용되는데, 이는 임상적으로 그리고 angiographically significant하게 진행해야 한다. 즉, clinical sign이 없으면 진행하지 않아야 하는데 이는 가이드라인 13에서 말한 clinical indicator의 중요성을 다시 언급하고 있다. 또한 angiography상 직경의 50% 이상의 협착이 관찰될 때 혈류량은 75%

이상 감소하고 이를 significant stenosis라고 한다. Clinical indicator가 있고 significant stenosis가 있을 때 balloon angioplasty를 시행한다. 그리고 아직 specialized balloon으로서 drug-coated 혹은 cutting은 아직 evidence가 불충분하므로 operator의 판단에 따라 환자에게 individualized된 approach가 필요하다.

그리고 15.7에서도 balloon inflation time에 대한 증거가 불충분하므로 이에 대해서도 operator의 판단에 따라 환자에게 맞춘 접근이 필요하다.

Paclitaxel coated balloon과 plain balloon에 대한 비교한 결과를 보면 1 year result trial이였고 40명의 환자가 1:1로 배정되었다. 그 결과 target lesion revascularization free survival의 차이가 유의하게 낮으므로 drug-coating balloon이 더 좋다고 할 수 있다. 하지만 40명에 대한 논문이므로 further investigation이 필요할 것이며, 아직은 증거가 불충분하다고 볼 수 있다[23].

Cutting balloon이란 기본 ballooning뿐 아니라 neointimal hyperplasia의 continuity를 disrupt시키는 balloon이다. 하지만 cutting balloon과 high-pressure balloon에 대해 비교한 결과에서는 시술 후 primary patency에 대해 이점이 더 없었다. cutting balloon과 high-pressure balloon에서 patency가 시간에 따라 어떻게 감소하는지 정리한 결과 둘의 차이가 유의하지 않았다. 결국 cutting balloon이 일반 balloon보다 우세하지 않으므로 사용하기에는 아직 증거가 불충분하다고 볼 수 있다[24].

또한 ballooning inflation time에 관한 결과로 시술을 할 때 얼마나 ballooning을 해야하는지에 대한 것인데, 첫 번째 연구는 1분과 3분을 비교한 논문인데 48명의 환자에 대해 조사한 결과 patency는 다르지 않았다[25]. 이외에 다른 방법으로는 30초와 1분에 대해 연구한 것인데 75명의 환자를 대상으로 한 결과 첫 3개월까지는 차이가 없었지만 3개월 후에는 1분 동안 inflation 시킨 것이 AV access failure의 확률이 높았다. 이를 보면 더 짧게 하는 것이 좋아 보이지만 아직 증거가 불충분하므로 operator의 판단이 중요하다[26].

다음은 Stent graft 사용에 대한 가이드라인이다. Graft-vein anastomotic stenosis가 있는 경우에 stent-graft의 사용이 PTA 단독보다 더 권장된다. 또한 In stent restenosis인 경우에도 AVG와 AVF에서 stent graft를 적절히 배치하는 것이 Angioplasty만 하는 것보다 intervention 후 6개월까지 더 좋은 예후를 갖는다. 그리고 Bare metal stents는 피할 것을 권고한다.

Graft vein anastomotic stenosis가 있는 경우 stent를 사용하는 것과 balloon을 사용하는 것을 비교한 논문에서는 6개월에서 stent graft group이 primary patency가 통계적으로 유의하게 좋았다. 그 이후에는 차이가 나지 않았으므로 6개월까지의 예후가 좋다고 볼 수 있다. 그러므로 환자 개개인에 맞춰 선택을 해야한다[27].

또한 in-stent restenosis에서 앞서 논문과 동일하게 stent를 사용하는 것과 balloon을 사용하는 것에 대한 비교이다. 그 결과 시술 후 6개월 결과에서 primary patency가 stent graft group에서 뛰어났으므로 이 역시 stent가 6개월까지 예후가 balloon 단독보다 뛰어나다[28].

Bare metal과 stent graft를 비교한 결과 stent graft group의

restenosis가 적고 primary patency는 뛰어나므로 bare metal의 사용을 피할 것을 권고한다[29].

가이드라인 15을 요약해보면 stenosis 생길 경우 balloon angioplasty가 추천되며 specialized balloon을 사용하기엔 아직 증거가 불충분하다. 또한 bare metal stent의 사용을 피해야한다. 하지만 balloon이 아닌 stent graft의 indication일 경우 stent graft를 시행하는데 대표적으로 graft-vein anastomosis, in-stent restenosis가 있다.

결론

2019년에 개정된 KDOQI가이드라인은 2006년에 비하여 엄격한 근거를 요구 했으며, 이로 인해 권장되는 수준의 근거가 변경되는 경우가 발생하였다. 아직까지도 많은 주제에 대하여 다양한 연구가 필요하며 이러한 연구결과는 권고수준을 변경할 수 있다. 이번 연구의 특징적인 면은 말기신부전 환자의 개개인별 맞춤 치료를 시행하고 이러한 결과를 도출하기 위하여 의료진의 다각제 논의의 중요성을 강조하였다. 또한 카테터의 사용 연한에 대한 기준을 없애고, 과거와 달리 AVF의 감시 중요성에 대한 권고 기준을 낮췄다. 이 뿐만 아니라 인조혈관에서는 일반적인 감시도 권고하지 않았다. Clinical indicator가 동반되지 않는 pre-emptive angioplasty는 권고하지 않았다. 본 가이드라인에서 다양한 변화가 있었으며, 충분한 근거가 부족해서 가이드라인의 수정이 충분하지 않은 경우도 있었다. 향후 이러한 점은 개선이 필요한 점이다. 우리나라 환자에게 새롭게 수정된 가이드라인의 적용은 새롭게 의논해야 할 사항이다.

새롭고 연속성을 가진, 임상에 새롭게 적용할 수 있는 연구에 대한 필요성은 강조해도 부족하지 않다. 이러한 가이드라인과 연구결과를 기준으로 더 좋은 투석혈관 및 환자 생존율을 위해 지속적인 가이드라인의 합의를 이룰 수 있도록 의논이 필요하다.

REFERENCES

1. Al-Balas A, Lee T, Young CJ, Barker-Finkel J, Allon M. Predictors of Initiation for Predialysis Arteriovenous Fistula. *Clinical journal of the American Society of Nephrology : CJASN*. 2016 Oct 7;11(10):1802-8.
2. Hod T, Patibandla BK, Vin Y, Brown RS, Goldfarb-Rumyantsev AS. Arteriovenous fistula placement in the elderly: when is the optimal time? *Journal of the American Society of Nephrology : JASN*. 2015 Feb;26(2):448-56.
3. Smith GE, Barnes R, Chetter IC. Randomized clinical trial of selective versus routine preoperative duplex ultrasound imaging before arteriovenous fistula surgery. *The British journal of surgery*. 2014 Apr;101(5):469-74.
4. Feldman HI, Joffe M, Rosas SE, Burns JE, Knauss J, Brayman K. Predictors of successful arteriovenous fistula maturation. *American journal of kidney diseases : the official journal of the National Kidney Foundation*. 2003 Nov;42(5):1000-12.

5. 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. *Journal of vascular surgery*. 2015 Jan;61(1):170-6.
6. Malovrh M. Native arteriovenous fistula: preoperative evaluation. *American journal of kidney diseases : the official journal of the National Kidney Foundation*. 2002 Jun;39(6):1218-25.
7. 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. *Clinical journal of the American Society of Nephrology : CJASN*. 2018 Jan 6;13(1):91-9.
8. 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). *American journal of kidney diseases : the official journal of the National Kidney Foundation*. 2018 Apr;71(4):469-78.
9. Koksoy C, Demirci RK, Balci D, Solak T, Köse SK. Brachiobasilic versus brachiocephalic arteriovenous fistula: a prospective randomized study. *Journal of vascular surgery*. 2009 Jan;49(1):171-7.e5.
10. Shingarev R, Barker-Finkel J, Allon M. Association of hemodialysis central venous catheter use with ipsilateral arteriovenous vascular access survival. *American journal of kidney diseases : the official journal of the National Kidney Foundation*. 2012 Dec;60(6):983-9.
11. Lin CC, Chung MY, Yang WC, Lin SJ, Lee PC. Length polymorphisms of heme oxygenase-1 determine the effect of far-infrared therapy on the function of arteriovenous fistula in hemodialysis patients: a novel physicogenomic study. *Nephrology, dialysis, transplantation : official publication of the European Dialysis and Transplant Association - European Renal Association*. 2013 May;28(5):1284-93.
12. 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 internal medicine*. 2017 Feb 1;177(2):184-93.
13. Bhomi KK, Shrestha S, Bhattachan CL. Role of systemic anticoagulation in patients undergoing vascular access surgery. *Nepal Medical College journal : NMCJ*. 2008 Dec;10(4):222-4.
14. 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 May 14;299(18):2164-71.
15. 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.

- The journal of vascular access. 2014 Mar-Apr;15(2):88-94.
16. 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. *Journal of vascular surgery*. 2009 Dec;50(6):1359-68.e1.
 17. Mozafar M, Samsami M, Sobhiyeh MR, Jabbehdari S, Fallah Zavareh M. Effectiveness of aspirin on double lumen permanent catheter efficacy in ESRD. *Nephro-urology monthly*. 2013 Spring;5(2):762-5.
 18. Wilkieson TJ, Ingram AJ, Crowther MA, et al. Low-intensity adjusted-dose warfarin for the prevention of hemodialysis catheter failure: a randomized, controlled trial. *Clinical journal of the American Society of Nephrology : CJASN*. 2011 May;6(5):1018-24.
 19. Clinical Practice Guidelines for Vascular Access: American Journal of Kidney Diseases: the official journal of the National Kidney Foundation 2019.
 20. Asif A, Leon C, Orozco-Vargas LC, et al. Accuracy of physical examination in the detection of arteriovenous fistula stenosis. *Clinical journal of the American Society of Nephrology : CJASN*. 2007 Nov;2(6):1191-4.
 21. 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 international*. 2006 Feb;69(4):730-5.
 22. Chan KE, Pfloderer TA, Steele DJ, et al. Access survival amongst hemodialysis patients referred for preventive angiography and percutaneous transluminal angioplasty. *Clinical journal of the American Society of Nephrology : CJASN*. 2011 Nov;6(11):2669-80.
 23. 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. *Journal of vascular and interventional radiology : JVIR*. 2015 Mar;26(3):348-54.
 24. Rasuli P, Chennur VS, Connolly MJ, et al. Randomized Trial Comparing the Primary Patency following Cutting Versus High-Pressure Balloon Angioplasty for Treatment of de Novo Venous Stenoses in Hemodialysis Arteriovenous Fistulae. *Journal of vascular and interventional radiology : JVIR*. 2015 Dec;26(12):1840-6.e1.
 25. Forauer AR, Hoffer EK, Homa K. Dialysis access venous stenoses: treatment with balloon angioplasty--1- versus 3-minute inflation times. *Radiology*. 2008 Oct;249(1):375-81.
 26. 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. *Hemodialysis international International Symposium on Home Hemodialysis*. 2015 Jan;19(1):108-14.
 27. 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. *Journal of vascular surgery*. 2016 Nov;64(5):1400-10.e1.
 28. 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. *Journal of vascular and interventional radiology : JVIR*. 2016 Oct;27(10):1465-76.
 29. Shemesh D, Goldin I, Zagal 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. *Journal of vascular surgery*. 2008 Dec;48(6):1524-31, 31.e1-2.