

정맥혈관이 불량한 환자에서 동정맥루 선택: 인조 혈관 동정맥루 대 척측피정맥 전위 동정맥루

윤상철

순천향대학교 부속 서울병원 외과학교실

AV Access Selection in Patients with Poor Venous Conduit: AVG Versus Basilic Vein Transposition AVF

Sangchul Yun

Department of Surgery, Soonchunhyang University Seoul Hospital, Seoul, Korea

In terms of patency rate, complications, and maintenance costs, BaVT AVF using autogenous vein shows better results than AVG, so it is better to use BaVT AVF rather than AVG if possible. However, if the vein diameter is less than 2.5 mm or it is difficult to wait for a long maturation period, and if an arteriovenous fistula should be used early, the patient's life expectancy is short, or if an arteriovenous fistula in the upper arm is considered secondary, AVG might be considered first. Korea's arteriovenous fistula demographic environment is closer to Europe or Japan than the United States. The patient-centered approach recommended in this revised KDOQI guideline is important. However, I think that a recommendation based on the results and evidence of research conducted in an arteriovenous fistula environment similar to that of Korea is needed. In addition, since most of the recommendations in this update KDOQI guideline are based on expert opinions, a careful approach is needed rather than unconditionally acceptance.

Key Words: Arteriovenous fistula, Basilic vein, Artificial graft

서 론

대한신장학회에 보고된 우리나라신대체 요법 현황에 따르면 2019년 혈액투석로의 비율은 77%가 자가 혈관 동정맥루(arteriovenous fistula, AVF)이며 15%는 인조 혈관 동정맥루(arteriovenous graft, AVG)를 사용하고 있다[1]. 자가혈관 동정맥루 중에서 상완의 동정맥루 비율은 2013년의 20%에서 2019년에 26%로 매년 조금씩 늘어나는 추세이다. 이는 척측피정맥 전위 동정맥루(Basilic vein transposition AVF, BaVT AVF)의 사용도 기여한 것으로 생각된다. 정맥혈관 크기가 작거나 확장이 안되는 등 상태가 불량하여 자가 혈관 사용이 어려운 경우 상대적으로 좀 더 깊은 곳에 있어 정맥천자등부터 보존이 잘 되어 있는 척측 피 정맥(basilic vein)을

사용하거나 인조 혈관 사용을 고려할 수 있다. 저자의 경우 동정맥루 수술 중 BaVT AVF의 비율이 14.2%이며, AVG의 수술 비율은 11%이었다. 자가 혈관 동정맥루를 사용하고자 BaVT AVF 수술을 시행하고 있으나 일부 환자에서는 인조 혈관 동정맥루가 더 적합한 투석로로 선택되고 있다. 그동안 National Kidney Foundation (NKF) Kidney Disease Outcomes Quality Initiative (KDOQI) guideline에서 제시한 "Fistula first" 정책에 따라 자가 혈관 동정맥루 사용의 비율을 높여려는 노력이 이루어져 왔지만, 2019년 개정된 KDOQI guideline에서는 "patient centered approach"를 강조하였고, 환자의 상태에 따라 자가혈관보다 인조 혈관 동정맥루를 우선 고려할 것을 권고하였다[2]. 두피정맥(cephalic vein)을 이용한 자가 혈관 동정맥루 수술이 어려운 경우 척측 피 정맥을 이용한 동정맥루를 만들거나, 팔 오금 부위 정

Received: Apr 2, 2021, Revised: Apr 9, 2021, Accepted: Apr 18, 2021

책임저자: 윤상철

우 04401, 서울시 용산구 대사관로 59, 순천향대학교 부속 서울병원 외과학교실

Tel: 02-709-9243, Fax: 02-792-5976, E-mail: ys6325@schmc.ac.kr

맥을 유출 정맥(outflow vein)으로 하는 loop 형태의 인조 혈관을 설치할 수도 있다. 이에 각각의 장단점을 알아보고 적절한 투석로 선택에 도움이 되고자 한다.

혈관의 직경

우선 정맥 혈관의 선택에 있어 정맥의 직경을 먼저 고려하게 된다. 일반적으로 자가 혈관 동정맥루의 경우 2.5 mm 이상의 정맥인 경우, 인조 혈관의 경우에는 4 mm 이상의 정맥인 경우에 사용을 고려할 수 있다. 혈관의 협착 또는 폐색이 없고 심부 정맥으로 정맥 유출에 문제가 없으며 동 측의 중심 정맥 협착 또한 없어야 한다. 동맥 혈관의 경우에는 양측 팔의 압력 차이가 20 mmHg 이상 차이 나는지 확인하고 동맥의 직경은 2.0 mm 이상이고 palmar arch가 살아있는게 좋다[3].

2019년도에 299명의 한국인을 대상으로 한 초음파 연구에서 손목 부위 두피 정맥의 평균 직경은 2.26-2.40 mm였으며, 팔 오금 부위에서 두피 정맥의 평균 직경은 3.93-4.19 mm, 척측피정맥의 평균 직경은 2.58-2.95 mm로 보고되었다. 이 연구에서 추가로 시행한 동정맥루 성숙 실패의 위험 인자 분석에서 정맥 직경이 2.5 mm 이하인 경우에 성숙 실패의 위험도(odds ratio)는 2.5배 높았다(maturation failure 21.0%, p-value 0.006) [4]. 본 연구에 따라서 한국인에서 척측피정맥의 평균 직경이 2.5 mm 이상이므로 직경만 놓고 본다면 다수의 환자에서 BaVT AVF 형성을 충분히 시도 할 수 있을 것으로 생각된다.

그러나 AVG 에 비하여 BaVT AVF는 좀 더 긴 피부 절개와 정맥의 박리가 필요하여 전신마취를 요하기도 하며 상대적으로 긴 성숙 기간이 필요하고 충분한 혈관 확장이 안될 경우 성숙 실패의 부담이 있다. 그러므로, 성숙이 잘 될 수 있는지 예측하기 위해 수술 전 도플러 초음파를 시행하고 정맥의 직경을 측정한다. 기존의 무작위대조시험(Randomized controlled trial, RCT)에 따르면 척측피정맥이 4 mm 이상인 경우 4 mm 이하인 경우보다는 개통율이 높은 경향을 보이나 통계적 유의성은 없었다고 한다(primary patency at 8 mo, 80% vs 50%, p=0.74) [5]. 척측피정맥의 직경을 3 mm 기준으로 BaVT AVF의 성숙을 비교한 무작위대조시험에서는 3 mm 이상인 경우에 성숙 기간이 유의하게 단축되었다고 보고하였다 (59.3±22.3 days vs. 24.7±4.4 days, p<0.001) [6]. 두피정맥의 연구에서는 4 mm 이상인 경우 성숙률이 유의하게 높았다고 보고되었다[7]. 이상의 연구 결과를 바탕으로 척측피정맥도 4 mm 이상인 경우에는 충분히 성숙을 기대할 수 있을 것으로 생각된다.

그렇다고 해서 4 mm 이하인 경우에는 어쩔 수 없이 인조 혈관을 사용해야 하는 것은 아니다. 일차 수술로 동정맥루를 만든 다음 척측피정맥이 4 mm 이상 충분히 확장되면 이차 수술로 BaVT AVF 수술을 하는 단계적 수술(Staged operation)을 시행해 볼 수 있다. Jun Yan Wee 등[8]은 BaVT AVF 수술에서 한번에 수술한 one stage operation과 단계적으로 시행한 two stage operation 그룹을 비교한 메타분석(meta-analysis)를 시행하였다. 2개의 무작위대조시험

과 10개의 코호트 연구가 포함되었고 이 중 7개의 연구는 2.5-3 mm 이상의 척측피정맥을 포함하였다. 총 1,136명의 환자 중 50%는 단계적 수술(staged operation)을 받았고, 단계적 수술과 한번에 만든 그룹을 비교하였을 때 one stage operation 그룹에서 동정맥루 사용 시작이 좀더 빨랐으나(weighted mean difference, -29.45; 95% CI, -56.23 to -2.67; p=0.03; 5 studies; n=517), two stage operation 그룹에서 2년 일차 개통율이 좀더 향상된 결과를 보고하였다(RR, 2.50; 95% CI, 1.66-3.74; p<0.00001) [8]. Arroyo 등[9]은 2.5-4 mm 크기의 척측피정맥을 대상으로 단계적 수술을 시행하였고 4 mm 이상인 경우에는 one stage operation을 시행하였을 때 2년 2차 개통율을 88.9%로 보고하였다. Kakkos 등[10]은 2.5 mm 이상의 척측피정맥을 대상으로 one stage operation과 two stage operation을 비교하는 무작위대조시험을 시행하였다. 대상환자수는 16명으로 적었으나 two stage operation 그룹에서 동정맥루 성숙률이 높았고(44% vs. 100%, p=0.03), 2년 이차 개통율이 높은 경향을 보였다고 한다(44% vs. 86%, p=0.09). 고찰에서 4 mm 이하의 정맥은 단계적 수술로 BaVT AVF를 시행할 수 있으나 확장이 잘 안되는 정맥인(non-enlarged) 경우에는 5 mm 이상의 정맥에서 BaVT AVF 수술 할 것을 언급하고 있었다[10]. 저자의 경우 4 mm 기준으로 두 그룹으로 나누어 비교해 보았을 때 4 mm 이상의 환자에서 BaVT AVF를 시행한 그룹에서 이차 개통율이 높았다(<4 mm vs >4 mm, secondary patency at 8 year, 80.5% vs. 93.2%, Log Rank, p=0.002). 이상의 연구들을 바탕으로 4 mm 이상이고 확장이 잘되는 정맥은 BaVT AVF의 적응이 되며, 2.5-4 mm 인 경우에는 단계적 수술을 통한 BaVT AVF 수술을 고려할 수 있겠다. 단, 확장이 잘 안되는 정맥혈관이라면 5 mm 이상일 때 BaVT AVF를 시행하는 것을 추천할 수 있겠다.

투석로의 선택

상완의 두피 정맥이 불량한 경우 선택할 수 있는 동정맥루는 척측 피 정맥을 이용한 동정맥루(BaVT AVF) 또는 팔 오금의 척측피정맥이나 상완 동맥(brachial vein)에 연결 하는 인조 혈관 동정맥루 고려하게 된다. 환자 개인의 상황에 맞추어 선택하기 위해 이들을 각각 비교해보고 장단점을 알아보겠다.

1. BaVT AVF vs. upper arm AVG

이 둘의 비교는 이미 오래전에 결과들이 보고된 바가 있다. Cobum 등[11]은 59례의 BaVT AVF와 47례의 AVG를 비교한 연구를 보고하였다. 1년 일차개통율은 BaVT AVF에서 90%, AVG에서 70%이며 2년 일차 개통율은 각각 86%, 49% 로 BaVT AVF에서 유의하게 높았다. 합병증 또한 BaVT AVF 그룹에서 2.5배 적은 것으로 보고하였다[11]. Chemla 등[12]은 각각 34례의 BaVT AVF와 42례의 AVG를 비교한 전향적 연구(prospective study)를 진행하였다. 성숙 기간은 BaVT AVF에서 6주로 인조 혈관 그룹의 2주보다 더 오래 걸렸다. 그러나, 6, 12, 24개월 일차 개통율은 각각 90% vs. 76% (p< 0.05), 73% vs. 61% and 69% vs. 54% (p>0.05)로 BaVT AVF에서 더 높았다.

이차 개통을 또한 6, 12, 24개월에 각각 100% vs. 83%, 93% vs. 70% ($p < 0.025$) and 85% vs. 62% ($p < 0.01$)로 BaVT AVF에서 더 높았다. 동정맥루 교정에 따른 비용 분석에서도 BaVT AVF는 AVG에 비하여 비용효과적임을 보고하였다(BaVT AVF, 32 interventions, \$127,800 vs. AVG, 54 interventions, \$227,300) [12].

앞선 연구결과들에 따라 개통율과 합병증 및 유지비용 면에서 BaVT AVF는 AVG보다 우위에 있다. 하지만 환자의 정맥 직경이 2.5 mm 이하로 작거나 오랜 성숙 기간을 기다리기 어렵고 동정맥루를 일찍 사용해야 하거나 환자의 기대수명이 짧다면 BaVT AVF보다는 AVG를 고려 할 수 있겠다.

2. BaVT AVF vs. forearm AVG

2019 KDOQI update 전까지는 그동안 시행된 무작위대조시험의 결과들을 바탕으로 자가 혈관과 인조 혈관의 비교에서는 항상 자가 혈관이 개통율과 합병증에서 우수한 결과를 보여주기에 BaVT AVF가 AVG보다 우선 선호되는 동정맥루이었다. Keuter 등[13]은 3 mm 이상의 좋은 정맥을 가진 환자들을 대상으로 두 그룹을 비교하는 무

작위대조시험을 진행하였고 각각 52례의 BaVT와 53례의 AVG를 비교하였을 때 이차 개통율($46\% \pm 7.4\%$ vs $22\% \pm 6.1\%$ ($p = 0.005$), 일차 보조 개통율($87\% \pm 5.0\%$ vs $71\% \pm 6.7\%$ ($p = 0.045$), 중재시술횟수 (1.7 vs. 2.7 per patient-year, $p = 0.018$) 및 합병증 발생(1.6 vs. 2.7 per patient-year, $p < 0.001$)에서 BaVT AVF가 더 좋은 결과를 보여주었고 BaVT AVF가 AVG보다 우선 선호되는 동정맥루라고 결론 지었다.

반면에 전완 루프 인조 혈관(Forearm loop AVG)는 유출정맥으로 사용한 상완의 정맥의 확장과 동맥화(arterialization) 현상을 유도 하며, 향후 이를 이용한 자가 혈관 동정맥루를 만들 수 있는 장점이 있다. 몸 쪽에서 더 먼 쪽의 혈관을 이용하는 “Distal first to proximal next approach” 전략에 부합되기도 하다 Itoga 등[14]은 3 mm 이하의 상지 혈관을 가진 환자에서 전완 루프 인조 혈관 동정맥루를 만들고 관찰하였을 때, 48.3%에서 혈전 폐쇄가 발생하였고, 상완의 정맥은 평균 0.7 ± 1.3 mm 확장되어 있었으며. 이 중 36% 환자에서 상지 혈관을 이용한 자가 혈관 동정맥루를 만들었다고 보고하였다. 전완의 인조 혈관 수술 후 이차적으로 상완의 자가 혈관을 사용할 수 있는 확률은 계획적으로 접근할 때 더 늘어날 것으로 기대된다. Slayden

Table 1. Selection and placement of hemodialysis access

K/DOQI 2006 [17]	Update K/DOQI 2019 [2]
<p>The access should be placed distally and in the upper extremities whenever possible. Options for fistula placement should be considered first, followed by prosthetic grafts if fistula placement is not possible. Catheters should be avoided for HD and used only when other options listed are not available.</p> <p>2.1 The order of preference for placement of fistulae in patients with kidney failure who choose HD as their initial mode of KRT should be (in descending order of preference):</p> <p>2.1.1 Preferred: Fistulae. (B)</p> <p>2.1.1.1 A wrist (radiocephalic) primary fistula. (A)</p> <p>2.1.1.2 An elbow (brachiocephalic) primary fistula. (A)</p> <p>2.1.1.3 A transposed brachial basilica vein fistula: (B)</p> <p>2.1.2 Acceptable: AVG of synthetic or biological material, such as: (B)</p> <p>2.1.2.1 A forearm loop graft, preferable to a straight configuration.</p> <p>2.1.2.2 Upper-arm graft.</p> <p>2.1.2.3 Chest wall or “necklace” prosthetic graft or lower extremity fistula or graft; all upper-arm sites should be exhausted.</p>	<p>Guideline statement 3.1 KDOQI considers it reasonable to choose the site (location) of the AV access (AVF or AVG) after careful consideration of the patient’s ESKD Life-Plan, potentially following the below paths (expert opinion).</p> <p>A) A patient’s ESKD Life-Plan includes an anticipated long duration (e.g., >1 year on HD):</p> <ul style="list-style-type: none"> _ Forearm AVF (snuffbox or distal radiocephalic or transposed radiobasilic) _ Forearm loop AVG or proximal forearm AVF (eg, proximal radiocephalic, proximal vessel, and perforator combinations) or brachiocephalic, per operator discretion _ Brachio basilic AVF or upper arm AVG, per operator discretion <p>B) A patient’s ESKD Life-Plan includes an anticipated limited duration (eg, <1 year) on HD:</p> <ul style="list-style-type: none"> _ Forearm loop AVG or brachiocephalic AVF (with high likelihood of unassisted maturation) _ Upper arm AVG <p>C) A patient urgently starts HD without prior sufficient time to plan for and/or create an AV access and has an anticipated limited duration (eg, <1 year) on HD:</p> <ul style="list-style-type: none"> _ Early or standard cannulation loop AVG (forearm or upper arm location), or CVC, per operator discretion and patient’s clinical needs <p>Note: The choice of upper extremity location of an AVG should be based on the operator’s discretion and best clinical judgment considering the patient’s ESKD Life-Plan, due to inadequate evidence to demonstrate a difference between forearm versus upper arm AVG patency or complication outcomes (including infections, hospitalizations, and mortality).</p>

등[15]은 이차적으로 성숙된 정맥을 이용한 자가 혈관 동정맥루 형성을 위해 계획하여 전완 루프 인조 혈관 동정맥루 수술을 시행하였고 92.5%에서 AVG 폐쇄 전에 자가 혈관 동정맥루를 만들 수 있었으며 이들의 누적 개통율(Cumulative patency)는 1년에 92.5%, 2년 87.5%로 만족스러운 결과를 얻을 수 있었다고 한다[15].

전완 루프 인조 혈관 동정맥루는 피부 정맥이 불량하거나 정맥이 깊이 있는 환자에서 시행할 수 있다는 장점도 있다. 두피 정맥 또는 척측피정맥이 불량해서 사용하지 못하는 경우에도 상완 정맥(brachial vein)이 2 mm 이상이라면 유출정맥으로 사용해 볼 수도 있다. 상완 정맥을 이용한 경우 개통율은 피부 정맥에 비하면 낮은 것으로 보고되고 있으나 상완의 혈관이 모두 소진되어 다른 선택지가 없는 환자라면 고려해 볼 수 있겠다[16].

이런 이유들을 들어 2019년 KDOQI guideline에서는 이전과 달리 BaVT AVF보다 전완 인조 혈관 동정맥루를 우선 고려하도록 권고 사항이 변경되었다(Table 1) [2]. 수 년간 인조혈관보다는 자가 혈관을 만들기 위해 노력해왔었고 장기간 혈액 투석을 위한 생명선과 다름없는 동정맥루 수술을 하는 임상 의사의 입장에서 최선의 선택이 무엇인지 고민이 되는 부분인 듯 하다. 이에 update KDOQI guideline에서 권고사항이 변경된 배경에 대하여 살펴보도록 하겠다.

UPDATE KDOQI GUIDELINE 2019

2019년 KDOQI guideline 개정되기 전까지는 개통율, 합병률, 중재시술, 비용 분석에서 우위에 있는 자가 혈관을 사용하려는 “fistula first” 구호를 앞세워 BaVT AVF를 AVG보다 우선적으로 권유하였다[17]. 2018년 발표된 European society for vascular surgery (ESVS) guideline에서도 권고안 21 항목의 내용을 보면 두피 정맥이 소진된 환자에서 BaVT AVF를 인조 혈관보다 우선하여 고려해야 한다고 권고하였다(Class IIA, level A) [18]. 권고의 근거로는 네덜란드와 이탈리아에서 시행된 무작위대조시험을 제시하였다[13,19]. 그러나, 2019년 개정된 KDOQI guideline에서는 이전과 달리 “patient-centered approach”를 강조하며, ESKD life-plan과 “distal first to proximal next”을 고려하여 상완(upper arm)의 자가 혈관 동정맥루보다는 전완(forearm)의 인조 혈관을 우선 고려하도록 권유하고 있었다[2]. KDOQI guideline statement 3.1.A에 보면 1년 이상 장기간 투석이 기대되는 환자에서 동정맥루 선택은 전완 인조 혈관을 Brachio basilic AVF보다 우선 순위에 두고 있고, 근거는 전문가 의견(Expert opinion)으로 표기되어 있었다[2]. 각 혈관 접근 유형 및 위치에 대한 준비 시간, 투석 예상 시간, 현재 및 미래의 치료(예: 이식), 동정맥루 성공 가능성, 동정맥루의 시급한 정도 및 다음 동정맥루에 대한 계획 등과 같은 다른 변수를 고려하도록 권유한다는 부연 설명을 달고 있었다.

무릇 현대의 임상 진료 지침이라 함은 체계적 문헌고찰을 통한 연구 결과물을 바탕으로 근거를 제시하고, 치료 효과와 유해성을 고려한 권장사항을 제시하여야 한다[20]. 하지만, 이전과 달리 개정된 KDOQI guideline의 권고사항들의 대부분이 전문가 의견(Expert opinion)을 근거로 제시하고 있는 것을 볼 수 있다(Table 1). 특히, 동

정맥루 위치 선택에 대한 권고안에서는 유럽에서 시행된 무작위대조 시험(RCT)들을 채택 하지 않고, 미국내 전문가 의견을 근거로 제시한 이유가 무엇인지 의문을 가지지 않을 수 없었다.

그 이유는 아마도 대륙간의 동정맥루 환경의 차이가 있기 때문인 듯 하다 Pisoni 등[21]은 2017년에 국가간 동정맥루 환경을 비교하여 보고하였다. 자가혈관사용율은 일본은 87%이고 유럽은 88%였으나 미국은 75%였다. 이 중 상완 자가 혈관 동정맥루 비율은 일본은 5%, 유럽은 34%였으나, 미국은 Dialysis Outcomes and Practice Patterns Study (DOPPS) phase 5 (2012-2015) 기간에 상완 자가 혈관 동정맥루 비율이 68%로 전완(forearm) 자가 혈관 동정맥루보다 더 많았다. DOPPS phase 1 (1996-2001)의 30%에 비하여 2배이상 증가한 수치이다. 그럼에도 불구하고 다른 대륙에 비하여 성숙 기간(maturation time)이 더 길고 동정맥루 성공율도 더 낮게 조사되었다. 자료 조사에 편향(bias)이 있을 수도 있으나 이런 현상은 미국에서 큰 이슈로 부각되었고 젊은 환자에서 혈관이 빨리 소진되고 카테터에 대한 의존이 늘어날 것을 염려하였다고 밝히고 있다 DOPPS phase 3부터 상완 동정맥루 비율이 늘어나는 현상은 Fistula first initiative의 시작과 함께 변화한 것으로 보았으며 성공율이 낮은 전완의 자가 혈관 동정맥루 보다 상대적으로 성공율이 높은 상완 자가 혈관 동정맥루를 선호하는 기조가 생긴 것으로 판단 한 것이다. 개정된 지침서에서는 장기간 혈액 투석 환자에서 전완의 사용 비율을 늘리기 위해 “fistula first initiative”에서 한발 물러서서 “patient-centered approach”를 강조하고 전완 루프 인조 혈관의 사용(forearm loop AVG)을 장려하게 된 배경으로 보인다. 당연히 동정맥루 환경이 다른 유럽에서 시행된 무작위대조연구보다는 미국의 전문가들의 의견에 따라 정책적인 권고안을 제시할 수 밖에 없었던 것으로 분석된다.

결론

개통율과 합병증 및 유지비용 면에서 자가 혈관을 이용한 BaVT AVF는 AVG보다 더 좋은 결과를 보여주고 있어 가능하다면 AVG보다는 BaVT AVF를 사용하는 것이 좋겠다. 하지만 정맥 직경이 2.5 mm 이하로 작거나 오랜 성숙 기간을 기다리기 어렵고 동정맥루를 일찍 사용해야 하거나 환자의 기대수명이 짧거나 이차적으로 상완의 동정맥루를 고려한다면 AVG 를 우선 고려 할 수도 있겠다.

우리나라 동정맥루 환경은 미국보다는 유럽이나 일본 쪽에 가까운 수치를 보여주고 있다[1,21]. 이번 개정된 KDOQI guideline에서 권고하는 환자 중심의 접근에는 찬성하지만, 우리나라와 비슷한 동정맥루 환경에서 시행된 연구 결과와 근거들을 바탕으로 하는 권고안이 필요하다고 생각한다. 더불어, 이번 update K/DOQI guideline 대부분의 권고안에 근거를 전문가 의견을 바탕으로 하고 있어 무조건적인 수용보다는 분석적인 접근이 필요할 것으로 생각된다.

REFERENCES

1. ESRD Registry Committee, Korean Society of Nephrology.

- Current renal replacement therapy in Korea. <http://www.ksn.or.kr/>.
2. Lok CE, Huber TS, Lee T, et al. KDOQI clinical practice guideline for vascular access: 2019 update. *American Journal of Kidney Diseases*, 2020; 75(4, Supplement 2): S1-164.
 3. Silva MB, Jr., Hobson RW, 2nd, 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): 302-7; discussion 7-8.
 4. Cho M, Kim JS, Cho S, et al. Baseline characteristics of arm vessels by preoperative duplex ultrasonography in Korean patients for hemodialysis vascular access. *J Vasc Access*, 2019; 20(6): 646-51.
 5. 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): 481-6; discussions 7.
 6. Karakayali FY, Sevmis S, Basaran C, et al. Relationship of preoperative venous and arterial imaging findings to outcomes of brachio-basilic transposition fistulae for hemodialysis: a prospective clinical study. *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2008; 35(2): 208-13.
 7. Lauvao LS, Ihnat DM, Goshima KR, et al. Vein diameter is the major predictor of fistula maturation. *J Vasc Surg*, 2009; 49(6): 1499-504.
 8. Jun Yan Wee I, Mohamed IH, Patel A, et al. A systematic review and meta-analysis of one-stage versus two-stage brachiobasilic arteriovenous fistula creation. *J Vasc Surg*, 2018; 68(1): 285-97.
 9. Arroyo MR, Sideman MJ, Spergel L, et al. Primary and staged transposition arteriovenous fistulas. *J Vasc Surg*, 2008; 47(6): 1279-83.
 10. Kakkos SK, Tzolakis IA, Papadoulas SI, et al. Randomized controlled trial comparing primary and staged basilic vein transposition. *Frontiers in Surgery*, 2015; 2(14): 1-7.
 11. Coburn MC, Carney WI, Jr. Comparison of basilic vein and polytetrafluoroethylene for brachial arteriovenous fistula. *J Vasc Surg*, 1994; 20(6): 896-902; discussion 3-4.
 12. Chemla ES, Morsy MA. Is basilic vein transposition a real alternative to an arteriovenous bypass graft? A prospective study. *Semin Dial*, 2008; 21(4): 352-6.
 13. Keuter XH, De Smet AA, Kessels AG, et al. 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.
 14. Itoga NK, Virgin-Downy W, Mell MW. Forearm loop arteriovenous grafts preserve and may create new upper arm access sites. *J Vasc Access*, 2019; 20(6): 691-6.
 15. Slayden GC, Spergel L, Jennings WC. Secondary arteriovenous fistulas: converting prosthetic AV grafts to autogenous dialysis access. *Semin Dial*, 2008; 21(5): 474-82.
 16. Ahn M. A comparative study regarding deep and superficial veins for venous outflow in forearm loop arteriovenous grafts. *Ann Vasc Surg*, 2019; 60: 211-20.
 17. Clinical practice guidelines for vascular access. *Am J Kidney Dis*, 2006; 48 Suppl 1: S176-247.
 18. Schmidli J, Widmer MK, Basile C, et al. Editor's choice - vascular access: 2018 clinical practice guidelines of the European Society for Vascular Surgery (ESVS). *Eur J Vasc Endovasc Surg*, 2018; 55(6): 757-818.
 19. Morosetti M, Cipriani S, Dominijanni S, et al. Basilic vein transposition versus biosynthetic prosthesis as vascular access for hemodialysis. *J Vasc Surg*, 2011; 54(6): 1713-9.
 20. Institute of Medicine Committee on Standards for Developing Trustworthy Clinical Practice G. In: Graham R, Mancher M, Miller Wolman D, et al. *Clinical practice guidelines we can trust*. Washington (DC): National Academies Press (US) Copyright 2011 by the National Academy of Sciences. All rights reserved., 2011.
 21. 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*, 2018; 71(4): 469-78.