

Carotid

Jae-Hwan Lee, MD, PhD

Department of Cardiology

Cardiovascular Center in Chungnam National University Hospital,
Chungnam National University School of Medicine, Daejeon, Korea

Carotid artery stenting (CAS), compared with carotid endarterectomy (CEA), offers patients a less invasive means of achieving future stroke prevention. The efficacy of CAS in preventing stroke depends on the ability of the operator to achieve minimal complication. CAS is a technically complex endovascular procedure that is associated with a distinct learning curve. In Korea, the role of cardiologists for this procedure is very small and is still in an early stage. I would like to describe patient selection and all the basic technical details of CAS with both proximal and distal embolic protection devices in the meeting.

Keywords; carotid artery stenting, proximal protection, distal protection, technical tips **서론**

~~서해부 하방의 만성폐색 (chronic total occlusion, CTO) 병변에 대한 중재술은 약 20-40%에 이르는 실패율을 보이고 있다¹⁻³. 최근 재진입 도구(reentry device)가 개발되어 대퇴동맥 CTO 병변에 효과적인 성적을 보여주고 있지만, 슬하 (below the knee, BTK) 동맥에는 적용이 어려운 한계가 있다. BTK CTO 병변의 재관류를 위해 다양한 유도철선 (guidewire, GW), 날렵한 풍선들, 보조 카테터 등이 개발되고 있고 내막하 (subintimal) 접근 방식 등 새로운 기법들이 시도되고 있지만 critical limb ischemia (CLI) 환자 대부분이 석회화가 심한 복잡 CTO 병변을 보이는 경우가 많아 아직도 재관류에 어려움을 겪는 실정이다.~~

~~이러한 어려움에 대한 가장 효과적이고 성공률이 높은 시술법이 발등 혹은 발목 등에서 동맥을 천자하여 역행적으로 접근하는 transpedal access이다⁴⁻⁸. 저자는 이러한 역행적 접근법의 천자 방법, 역행적 GW 통과 방법 및 합병증에 대한 대처법 등에 대해서 논하고자 한다.~~

시작 전 고려해야 할 사항들

~~Transpedal access의 가장 중요한 적응증은 전방 접근법이 실패한 경우이다. 전방 접근법이 실패하는 경우란 대부분 subintimal 접근법의 재진입 실패 혹은 재진입 기구를 사용할 수 없는 경우이다. 이외에도 동맥의 기사부 완전 폐색(ostial CTO)으로 인해 혈관의 시작 부위를 알아내기 어려운 경우에 역행적 접근을 시도할 수 있다. 드물게는 전방 접근법을 위한 대퇴~~

~~동맥의 천자가 불가능한 경우에 처음부터 역행적 접근을 시도할 수 있다.~~

~~하지만 역행적 접근마저 쉽지 않을 것으로 예상되는 복잡병변은 역행 천자를 시도하려는 시점에서 다시 한 번 생각할 필요가 있다. Transpedal access를 실패하는 경우에는 전방 혈류를 얻지 못할 뿐만 아니라, 천자부위의 동맥 손상만 유발하여 오히려 혈류를 나빠지게 하거나 혈전증을 유발하여 족부 궤양을 악화시킬 수 있기 때문이다. 그러므로 이러한 환자들은 족부궤양의 회복을 위해 역행 천자가 꼭 필요한지와 수술적 치료법 등의 대안이 있는지에 대하여 다시 한 번 고려해야 하겠다.~~

천자가 가능한 부위

~~전방 접근에 실패한 대퇴동맥 CTO 병변의 역행 접근을 위해 과거에 많이 시도되던 슬와동맥 (popliteal artery) 천자는 주변 구조물의 손상 가능성, 지혈이 어려운 점, 및 환자를 거꾸로 눕혀야 하는 단점 때문에 근래에는 거의 시도되지 않는다. 최근에는 reentry device를 사용하는 경우가 많아졌으며, 천부대퇴동맥(superficial femoral artery, SFA)의 원위부에 천자할 수 있는 부위가 있으면 환자를 눕힌 상태에서 전방 안쪽 (anteromedial)에서 직접 천자하는 방법이나 BTK 동맥으로부터 천자하여 역행적으로 접근하는 시도가 이루어지고 있다.~~

~~여기서는 BTK 부위에서의 역행적 천자에 대해서 다룰 예정이다. BTK 동맥의 천자는 주로 발목 상부의 전경골동맥 (anterior tibial artery, ATA), 후경골동맥 (posterior tibial artery, PTA), 혹은 비골동맥 (peroneal artery, PA)의 천자를 통해 이루어진다. ATA는 근위부인 무릎 하방 1/3 지점 정도 하방으로 어느 부위에서든 천자가 가능하다. 반면에 PTA나 PA는 발목 상방 1/3 지점 이하 부위에서만 대부분 천자가 용이하다. 발목 이하 부위에서는 ATA의 연장선인 족배동맥 (dorsalis pedis artery), PTA, 혹은 중족골 부위 동맥(transmetatarsal)을 통해 천자를 할 수 있다(Fig. 1).~~

역행적 천자를 위한 환자의 준비

~~전방 접근이 어려울 것으로 예상되는 복잡한 CTO 병변의 증재술에 있어 역행 접근의 필요성이 예상되는 시술 시에는 미리 역행적 천자 부위를 넓게 소독한 후에 소독포를 덮어 두는 것이 시술 중 오염을 줄일 수 있는 좋은 방법이다. 역행 천자를 위해서는 환자의 발 위치를 적절히 조정해 주는 것이 좋다. ATA, PA, dorsalis pedis, 및 transmetatarsal 접근이 필요한 경우에는 다리의 측면에서 접근해야 하기 때문에 소독용 헝겊포를 5-10cm 두께로 동그랗게 말아서 발등의 외측면에 끼워 주면 발을 내회전 (internal rotation)시킬 수 있어 접근을 용이하게 해 준다(Fig. 2). PTA 천자를 위해서는 환자의 발을 자연스럽게 두어도 되지만, 약간 외회전 (external rotation)시키거나 무릎을 개구리다리 (frog leg) 모양으로 해 주는 것이 좀 더 용이하다. 이런 자세를 취하는 이유는 천자용 바늘이 피부의 측면으로 진입하는 것보다 정면으로 진입하는 것이 피부로부터 혈관까지의 거리를 줄일 수 있고, 도중에 뼈로 인한 진입 방해로 피할 수 있기 때문이다(Fig. 3).~~

~~탄력 붕대를 이용해 제작된 멸균된 양말을 환자의 발 끝에 씌우면 시술자가 손으로 잡아 위치를 조정할 수 있어 편리하다. 환자의 발을 침대에 고정시키는 작업은 일부 협조가 안 되는 환자 이외에는 대개 필요하지 않다.~~

천자 부위 동맥을 최대한 확장시키고 경련 (spasm)을 감소시키기 위하여 상부에 위치한 카테터나 sheath를 통해 니트로글리세린 200-300 ug을 미리 주입하는 것이 좋다. 천자부위의 마취 시에도 lidocaine 9 cc에 니트로글리세린 1 cc (1 mg)를 섞어서 천자 예상 부위에 넓게 국소마취시키도록 한다. 이 때 미리 짚어 둔 천자부위 동맥 영상을 기초하면 조영제 주입 없이도 국소마취 부위를 선정할 수 있다. 시술 중 혈전증을 예방하기 위하여 헤파린은 120U/kg를 정주하거나, activated clotting time (ACT)를 측정하여 시술 내내 250초 이상 유지하도록 한다.

필요한 도구들

BTK 동맥의 천자를 위해서는 21 gauge 구경의 바늘을 포함한 micropuncture set (Merit medical 혹은 Cook사)를 주로 사용한다(Fig. 4). 바늘은 대개 7 cm 길이가 기본으로 포함되어 있는데 이는 PA 혹은 근위부 ATA의 천자를 위해서 사용한다. PTA나 원위부 ATA는 피부로부터 멀리 위치하지 않기 때문에 4 cm 길이의 요골동맥 천자용 21 G 바늘(Cook사)을 사용한다. Micropuncture set는 천자용 바늘 외에도 0.018인치 GW, 소구경의 inner dilator, 및 4-5 Fr 구경의 outer sheath로 구성되어 있다. Cook사 제품은 outer sheath의 끝부분이 check valve 식으로 탈부착이 가능하여 필요하면 support sheath로 직접 사용할 수가 있다. Sheath를 사용하지 않고 0.014" GW + over the wire(OTW) 풍선 혹은 0.018" GW + microcatheter를 함께 이용하는 sheathless 접근을 할 예정이라면 소구경의 inner dilator만 사용하면 되고, 4Fr 이상의 Terumo sheath를 사용할 예정이라면 outer sheath까지 합체하여 사용한 후 0.035" GW를 이용하여 sheath로 교체하면 된다. 이러한 제품에 포함되어 있는 0.018" GW가 혈관의 크기에 비하여 다소 굵고 유연하지 못하다면 관동맥 중재술에 사용되는 천수성 0.014" GW인 Fielder FC 혹은 Choice PT 등을 50-60 cm 길어로 잘라서 사용하는 것도 좋다.

천자 혈관의 확인법

천자 동맥을 확인하기 위해서는 X선 투시 혹은 초음파의 도움이 필요하다. 전통적으로 영상 의학과 중재의들은 초음파에 익숙하여 좀 더 선호하는 경향이 있다. 하지만 초음파를 통한 접근법은 시간이 좀 더 많이 걸리고, 간혹 바늘 끝이 잘 확인되지 않을 수 있고, 바늘을 좀 더 여러 번 찌르게 되어 동맥의 경련을 유발할 가능성이 높으며, 실패율이 더 높다. 또한 깊은 부위에 위치하는 근위부 ATA나 PA의 확인은 어려운 경우가 많은 단점이 있다. 다만 산기능이 저하되어 있어 조영제의 사용량을 줄이기 위해서는 초음파를 이용한 접근법이 도움이 되겠다.

필자가 선호하는 방법은 X선 투시 하에서 조영제를 주입하며 천자를 하는 방법이다. 이 방법은 조영제가 혈관에 머무는 짧은 시간 동안 이루어져야 하기 때문에 조영제 주입 전 환자의 발, 천자용 바늘, 및 투시기의 적절한 준비가 선행되어야 한다. 로드맵 (road map) 혹은 smart select 기법을 이용하여 미리 짚어둔 영상을 정지시켜 둔 후 천자를 시도하면 시간적인 여유가 좀 더 생길 수도 있지만 이 방법은 환자가 조금이라도 움직이거나, 시술자가 환자의 다리를 만지는 과정에서 움직여 버리면 오히려 도움이 되지 않을 가능성이 크다.

대퇴동맥의 원위부나 슬와동맥 부위에 협착증이 있는 환자인 경우에는 OTW 풍선을 이용하

여 협착 부위를 확장시킨 채 풍선의 내경을 통해 조영제를 주입하면 조영제가 발목부위에 계속 머물게 되어 천자를 위한 긴 시간을 확보할 수 있어 도움이 된다⁹⁾.

CTO 병변의 상하부를 직접 연결해 주는 측부혈행이 존재한다면 OTW 풍선 혹은 microcatheter를 CTO 병변 상부까지 진입시킨 후 이를 통해 주입시킨 2-3 cc의 조영제만으로 충분한 시간을 가지고 안정된 천자를 시도할 수 있다.

천자부위 동맥에 석회화가 관찰되는 경우에는 조영제 주입 없이도 석회화된 동맥을 직접 천자할 수도 있다. 간혹은 CTO 병변 내의 석회화를 목표로 천자를 한 후 역행적 내막하접근을 시도할 수도 있다.

조영제를 주입하며 천자하는 방법의 단점은 조영제의 사용량이 증가할 수 있다는 점과 시술자의 손이 방사선에 노출된다는 것이다. 이를 예방하기 위해 방사선 차단용 장갑을 착용하거나 23 cm 길이의 needle holder(독일 Spectranetics사, 국내에는 아직 도입되어 있지 않음)를 사용하면 좋겠다.

조영제 주입 중 역행천자를 하는 방법

근위부의 sheath 혹은 카테터를 통해 조영제를 주입하며 역행 천자를 하기 위해서는 몇 초의 시간 밖에 주어지지 않으므로 조영제의 사용량을 최소한으로 하기 위해 노력해야만 한다. 먼저 천자 부위의 국소마취까지는 가능하면 조영제의 주입 없이 수행하는 것이 한 번의 조영제 주입이라도 줄일 수 있는 방법인데 이를 위해서는 해부학적 이해와 어느 정도의 경험이 필요하다.

천자 시 영상은 최대한 확대해서 천자부 혈관을 크게 보는 것이 좋다. 역행천자를 위해 바늘이 진입하는 과정에서 가장 중요한 점은 투시기, 천자용 바늘, 및 동맥이 일직선 상에 놓여야(tube-needle-artery in a single line) 하는 것이다(Fig. 5). 이를 위해서는 X선 튜브의 적절한 각도 조절이 필요하여 천자부위 피부면과 평행한 각도를 맞춰야 한다. ATA와 PA의 천자를 위해서는 튜브를 동측으로 회전시켜야 하는데 근위부 ATA는 40-50°이상의 각도가 필요하다. 원위부 ATA와 PA의 경우에는 환자의 발을 적절히 내회전시킨다면 그 이하의 각도(약 20-40°)에서도 비교적 안정적으로 천자를 시도할 수 있겠다. 원위부 ATA보다 좀 더 하방으로 내려가서 발목 혹은 그 이하 부위를 천자하려면 발등의 각도에 맞추어 튜브의 각을 머리쪽으로 기울여 주는 것이(ipsilateral-oblique and cranial) 도움이 된다. PTA를 천자하게 되는 경우는 튜브를 반대측(contralateral)으로 약간 회전시키는 것이 좋다. 이렇게 해서 천자 부위의 피부면과 튜브가 평행면을 이룬 상태에서 천자용 바늘을 진입시키면 된다.

조영제를 주입하고 측부혈행을 통해 혈관이 조영되기 위해서는 어느 정도의 시간이 걸린다. 천자부 동맥에 조영제가 차기 시작하면 재빨리 바늘의 끝을 천자예상 부위보다 3-4 cm 하방의 혈관선 위에 가져가도록 한다. 여기서부터 바늘을 45-60° 각도로 상방진입시키는데 혈관선의 밖으로 바늘 끝이 새 나가지 않도록 각별히 유의해야 한다. 바늘 끝이 혈관 안에서 벗어나지만 않는다면 진입 도중 반드시 바늘 끝과 혈관이 만나게 될 것이다. PTA와 원위부 ATA는 대개 1-3 cm 이내의 거리에서 천자가 이루어지며, PA나 근위부 ATA는 적어도 4-5 cm 이상의 깊이에 도달해야만 천자가 이루어지게 된다. 바늘이 혈관벽에 닿으면 혈관이 바늘 끝에 의해 움직이는 것이 영상을 통해 확인되게 된다. 이 때 시술자는 화면 상의 영상에

집중하여 바늘을 진입시켜야 하며, 조력자는 옆에서 바늘을 통해 혈액이 방출되는지를 예의 주시해야 한다. 긴 바늘을 사용할수록, 천자 깊이가 깊을 수록, 측부 혈행이 나쁠 수록 바늘을 통해 혈액이 방출되는 속도가 느려질 수 있다. 그러므로 천자를 너무 급하게 하지 않도록 하는 것이 좋다. 바늘을 통해 혈액이 방출되는 것이 간혹은 X선 영상을 통해 화면에서 확인되기도 한다 (Fig. 6A).

천자가 이루어진 것으로 예측되지만 혈액이 나오지 않는 경우에는 바늘이 혈관을 관통했을 가능성이 있다. 이 경우에는 바늘을 빼지 말고 오히려 1-2 mm 좀 더 진입시킨 후 튜브를 60-90° 반대편으로 돌린 후 조영제를 주입하면 바늘의 깊이와 혈관과의 관계를 파악할 수 있다 (Fig. 5, 6). 바늘 끝이 혈관에 닿지 않았다면 다시 튜브의 각도를 원상으로 돌린 후 조영제를 주입하며 바늘을 더 진입시키면 되고, 바늘이 혈관을 관통한 것이 확인되면 바늘을 천천히 빼면서 GW 삽입을 반복적으로 시도하면 혈관 내로 쉽게 진입할 수 있다 (Fig. 6C).

천자 실패

천자 실패를 피하기 위해서는 tube-needle-artery in a single-line을 유지하는 것이 무엇보다 중요하며, 천자부위 영상을 가능한 범위 내에서 확대시키는 것도 중요하다. 천자에 실패하고 동맥 경련이 발생한 경우에는 좀 더 하방 혹은 상방에서 천자를 시도할 수 있고, 여의치 않으면 니트로글리세린을 재주입한 후 몇 분 이상 기다리는 것이 유리하다. 천자를 실패하여 출혈이 발생되면 손으로 압박하면 대개 수 분 이내에 완전히 지혈되기 때문에 이후에 재차 시도하는 것이 좋겠다. 간혹 평행 주행하는 정맥을 천자하는 경우가 있는데 이는 대개 근위부 ATA나 PA 같은 깊은 혈관을 천자할 때 주로 발생한다. 이 경우에는 방출되는 혈액이 좀 더 검붉고 느리게 되는데 이것만으로는 완전한 감별이 어려워 GW를 삽입한 후 폐색부위를 저항 없이 지나거나 근위부에 삽입된 GW나 카테터와 만나지 않고 역행 GW가 다른 길로 진입되는 것을 확인하여 감별할 수 있다. 이 경우는 GW를 제거한 후 압박을 마친 후 아차 천자를 시도하면 된다.

수회의 천자에도 여의치 않거나 심한 혈관 박리, 혈류 장애 등이 발생한 경우에는 무리하지 말고 시술을 마치는 것이 좋겠다.

역행 GW를 이용한 재관류법

동맥 천자가 성공적으로 이루어지면 sheath를 삽입할 것인지 sheath 없이 (sheathless technique) 시술을 할 것인지를 결정해야 한다. 근위부 ATA나 원위부라도 천자부위 동맥 크기가 충분히 크다면 4 Fr 크기의 Terumo sheath를 삽입할 수 있는데 이렇게 하면 좀 더 강력한 지지를 받기 때문에 석회화가 심한 복잡 병변 증재술에 유리하고, 0.035" GW 및 4 Fr 카테터까지 삽입할 수 있는 장점도 있다. 좀 더 작은 3 Fr sheath를 이용하면 발등의 혈관에도 삽입이 가능하지만 우리나라에서는 아직 이용이 불가능하다. 대개의 시술은 sheathless technique을 통해 이루어지게 되는데, 이 때는 300 cm 길이의 긴 0.014" GW + OTW 풍선 혹은 0.018" GW + microcatheter를 이용하면 된다. OTW 풍선은 진입 과정에서 병변을 풍선으로 확장시킬 수 있는 장점이 있으며, 0.018" microcatheter는 0.014" OTW 풍선보다 지지력이 좋다는 장점이 있다. 최근에는 0.018" GW용 OTW 풍선도 사용이 가능하다.

역행 GW를 이용하여 CTO 병변을 통과시키는 작업은 순행적 접근법보다는 대개 쉽게 이루어진다. 순행 GW를 참조로 해서 역행 GW를 진입시켜 두 GW를 만나게 한 후 다양한 방법으로 GW를 통과시킬 수 있다 (랑데뷰 기법, rendezvous) (Fig. 7). 단순히 상대편 GW를 기초하여 역행 혹은 순행 GW를 통과시키는 방법이 가장 간단하며 가장 먼저 시도해 볼 방법이다. 역행 풍선 혹은 순행 풍선을 이용하여 내막하 공간을 확장시킨 후 상대편 GW를 진입시키는 controlled antegrade and retrograde subintimal tracking (CART) 혹은 reverse CART 기법을 이용하면 대부분에서 GW 통과가 성공적으로 이루어지는데, 순행 풍선을 확장시킨 후 역행 GW가 병변을 통과해 거꾸로 진입되는 reverse CART 기법이 장점이 많아 주로 선호된다. 간혹은 순행 및 역행 풍선의 끝을 1-2 mm 이내에서 겹치게 한 후 동시에 확장시켜 내막을 뜯어 주는 kissing 풍선 기법이 시도되기도 한다. 이러한 모든 방법이 성공적이지 않은 경우 드물게는 reentry device를 이용하여 원위부 풍선을 파열시키는 방법을 시도할 수 있지만 BTK 병변에서 이 방법은 근위부 동맥에서만 가능하다는 제한이 있다.

원위부 GW가 병변을 거꾸로 통과하게 되면 sheath 내로 진입시켜 역으로 대퇴동맥을 통해 몸 밖으로 꺼내는 작업이 필요하다. GW가 직접 대퇴 sheath 안 쪽으로 진입하는 것이 가능하다면 가장 손쉬운 방법이 되겠는데 이 때는 대퇴 sheath가 check valve 식이 아닌 3 way 식이어야만 한다(Fig. 8A). 이 방법이 여의치 않거나 check valve식의 sheath를 사용한 경우라면 어떤 방법이든 역행 GW를 혈관 속에서 잡아 와야만 (snare) 한다. Snaring 기구를 이용한 방법은 손쉽긴 하지만 추가 비용이 들며, GW의 끝을 손상시키는 단점이 있다. 그러므로 4-6 Fr 구경의 우측 Judkins (JR)카테터를 이용하여 snaring을 주로 시도한다. JR 카테터를 대퇴 sheath 하방에 진입하여 혈관벽에 닿게 한 후 조력자가 JR 카테터를 조금씩 조작하고 시술자가 역행 GW를 조작하다 보면 JR 카테터의 구멍이 철로 같은 역할을 하기 때문에 어렵지 않게 역행 GW를 JR 카테터 내로 진입시켜 몸 밖으로 꺼낼 수 있다(Fig. 8B).

역행 GW가 몸 밖으로 나오게 되면 이를 통해 풍선 확장술을 시행할 수 있고 풍선을 팽창시킨 상태에서 역행 GW를 제거한 후 풍선의 내경을 통해 GW의 부드러운 쪽을 다시 순행적으로 재진입시키면 된다. 이렇게 하면 역행 GW 제거 시 발생할 수 있는 혈관 손상이나 GW 끊김 등의 합병증을 피할 수 있다. 역행 GW를 제거한 시점부터 조력자의 손 혹은 혈압기를 이용하여 천자부위의 지혈을 시작하면 된다. 대개의 경우 지혈은 수 분 이내에 이루어지는데 지혈을 위해서 굳이 천자부위 혈관 내에서 풍선을 확장시키려는 노력은 하지 않는 것이 좋다. 지혈 시간의 단축에 도움이 되지 않을 뿐 아니라, 오히려 혈관 손상을 유발하거나 장기적으로 재협착을 초래할 수 있기 때문이다. 지혈 작업을 하는 동안 CTO 병변에 대한 중재술을 진행하다 보면 시술이 끝나기 전 대부분 지혈이 끝나기 때문에 천자부에 대한 방사선적 평가 후 시술을 마칠 수 있다.

천자부위 합병증

천자부 출혈이 가장 흔한 합병증이다. 원위부 ATA나 PTA의 천자는 대개 얇은 곳에서 이루어져 하부에 압박할 수 있는 뼈가 있어 쉽게 지혈이 가능하며 구획 증후군이 발생할 가능성도 거의 없다. 하지만 근위부 ATA나 PA 천자는 깊은 곳에서 이루어지고 압박이 어렵기 때문에 혈압기를 이용한 충분한 압박과 함께 미세 출혈이 없는지에 대한 조영술적 확인이 반

~~드시 필요하다.~~

~~간혹 정맥이 관통된 채로 동맥 천자가 이루어지면 동정맥루가 발생하는데 이는 혈압기를 이용한 장기간 압박으로 호전될 수 있다. 장기간의 압박에도 호전되지 않는 경우라도 대개는 혈액학적으로 문제가 되지 않기 때문에 그냥 마치는 것이 대개 유리하다. 추가적인 중재술적 조작은 오히려 혈류를 악화시킬 수 있기 때문이다.~~

~~천자부 동맥 경련이 흔히 발생되지만 대개 심하지 않고 일시적이다. 이 경우 혈관 박리 혹은 기저 협착 등을 감별해야 하며 단순히 풍선 확장으로 해결하기보다는 니트로글리세린을 주입한 후 시간적인 여유를 갖고 재확인하는 것이 바람직하겠다.~~

~~시술 후 관리~~

~~지혈이 다 이루어진 것이 조영술로 확인되었다면 천자부는 단순히 소독하고 반창고를 붙이는 것만으로 대개 충분하다. 3-4 Fr 크기의 sheath를 사용했다면 손 혹은 혈압기를 이용한 충분한 지혈 작업이 필요하겠다.~~

~~결론~~

~~슬하 동맥의 만성폐색병변(BTK-CTO)의 치료에 있어 역행 천자 방법은 실패한 전방 접근법의 가장 확실한 보완법이 되겠다. 이러한 접근법이 성공하려면 시술자의 기술이 가장 중요하며 해부학적인 이해, 영상의 도움, 및 적절한 기구의 사용으로 성공률을 증가시킬 수 있다.~~

~~Fig. 1. 하지 동맥 만성폐색병변의 재관류를 위한 역행적 접근 경로.~~

~~천부대퇴동맥(superficial femoral artery, SFA)은 원위부에서 anteromedial 측면으로 접근이 가능하다. 전경골동맥(anterior tibial artery, ATA)은 무릎 하방 1/3 이하의 어느 곳도 천자가 가능하며, 발목 하방으로 내려가면 dorsalis pedis artery 혹은 transmetatarsal approach를 통해 천자를 시도할 수 있다. 후경골동맥(posterior tibial artery, PTA)과 비골동맥(peroneal artery)은 상부에서는 천자가 어려워서 무릎 하방 1/3 이하부터 발목 부위 지점 내에서 천자를 해야 한다. (① 환자가 누운 상태에서 distal SFA를 천자를 위한 최하방선, ② proximal ATA 천자를 위한 최상위선, ③ PTA and peroneal artery를 천자하기 위한 최상위선)~~

~~Fig. 2. 전경골동맥 (anterior tibial artery), 비골동맥 (peroneal artery), 발등의 족배 동맥 (dorsalis pedis) 및 중족골 동맥을 통한(transmetatarsal) 접근을 위한 발 위치 조정 (A; 발의 자연적 위치, B; 발을 내회전시킨 모양)~~

~~그림 B처럼 소독용 형겔포를 5-10cm 두께로 동그랗게 말아서 발등의 외측면에 끼워 주면 (회살표) 발을 내회전 (internal rotation)시킬 수 있어 접근을 용이하게 해 준다.~~

~~Fig. 3. 좌측 전경골동맥 (left anterior tibial artery) 천자를 위한 바늘 진입의 시작점.~~

~~동맥 천자를 위해 진입되는 바늘은 피부에서 가장 가까운 경로로 진입하는 것이 유리하다 (좌측 그림). 천자의 편이를 위해서 수직으로 진입하려 고집한다면 바늘이 피부의 측면으로 진입하게 되어 정면으로 진입하는 것보다 목표 혈관과의 거리가 멀어지게 되며 도중에 뼈의 방해를 받을 가능성이 커지기 때문이다 (우측 그림). 그러므로 그림 좌측처럼 천자하려면 환자의 발을 최대한 내회전 (medial rotation)시켜 (굵은 회살표) 바늘 및 X선 튜브의 각도를 줄여 주는 것이 좋겠다.~~

~~Fig. 4. Pedal access를 위한 micropuncture set.~~

~~(A) 0.018" GW, 천자용 21G 바늘, inner dilator, outer sheath로 구성되어 있다. Sheathless 접근을 하려면 맨 아래에 있는 outer sheath는 사용하지 않아도 된다. (B) Sheath를 이용한 접근을 하려면 0.035" GW를 삽입하는 것이 유리하므로 Fig. 4B처럼 inner dilator와 outer sheath를 합체시켜 삽입해야 한다. (C) 천자를 위한 4 cm 및 7 cm 21G 바늘. 긴 바늘은 근위부 anterior tibial artery 혹은 peroneal artery 천자를 위해 사용하며, 발목 부위 이하의 pedal artery는 짧은 바늘을 사용한다.~~

~~Fig. 5. 좌측 전경골동맥 (left anterior tibial artery)천자를 위한 모식도.~~

~~환자의 발을 내회전 시키고 천자부의 영상을 최대한 확대한다. 투시기, 천자용 바늘, 및 동맥이 일직선 상에 놓여야(tube needle artery in a single line) 하므로 튜브를 동측으로 회전 시켜 약 40-50° 정도 적절하게 회전시키는 것이 좋다(Fig. 5A). 조영제를 주입하여 천자부 동맥에 조영제가 차기 시작하면 재빨리 바늘의 끝을 천자에상 부위보다 3-4 cm 하방의 혈관 선 위에 가져가도록 한다. 여기서부터 바늘을 45-60° 각도로 상방 진입시키는데 혈관선의 밖으로 바늘 끝이 새 나가지지 않는 것이 매우 중요하다. 바늘 끝이 혈관 안에서 벗어나지~~

만 ~~않는다면 어느 정도의 깊이에서 반드시 바늘 끝과 혈관이 만나게 되기 때문이다. 바늘이 혈관벽에 닿으면 혈관이 바늘 끝에 의해 움직이는 것을 영상을 통해 확인할 수 있다. 이 때 시술자는 화면 상의 영상에 집중하여 바늘을 진입시켜야 하며, 조력자는 옆에서 바늘을 통해 혈액이 방출되는지를 예의주시해야 한다. 천자가 이루어진 것으로 예측되지만 혈액이 나오지 않는 경우에는 바늘을 이용하여 혈관을 관통하는 것이 좋다. 이 상태에서 튜브를 60-90° 반대편으로 돌린 후 조영제를 주입하면 바늘의 깊이와 혈관과의 관계를 파악할 수 있다 (Fig. 5B). 바늘이 혈관에 닿지 않았다면 Fig. 5A처럼 다시 각도를 돌린 후 조영제를 주입하며 바늘을 더 진입시키면 되고, 바늘이 혈관을 관통한 것이 확인되면 바늘을 천천히 빼면서 GW 삽입을 반복적으로 시도하면 혈관 내로 쉽게 진입할 수 있다. (LAO; left anterior oblique, RAO; right anterior oblique)~~

~~Fig. 6. 역행 천자 영상.~~

~~(A) Tube-needle-artery in a single line. 천자 바늘의 끝에 의해 혈관내 조영제가 일부 차단된 양상(속어 빈 회살표)과 바늘 끝에 조영제가 맺히는 것이 확인된다(속어 찬 회살표). (B) 바늘 진입 도중 튜브를 60-90° 반대편으로 돌린 후 조영제를 주입하면 바늘의 깊이와 혈관과의 관계를 파악할 수 있다. 아직 혈관이 천자되지 않은 상태이며 이 때는 다시 튜브를 A처럼 돌린 후 조영제를 주입하며 바늘을 좀 더 진입시키면 된다. (C) 바늘이 혈관을 관통한 것이 확인되면 바늘을 천천히 빼면서 GW 삽입을 반복 시도하다 보면 혈관 내로 쉽게 진입할 수 있다.~~

~~Fig. 7. 역행 GW의 CTO 병변 통과 방법~~

~~(A) 단순히 상대편 GW를 기초하여 역행 혹은 순행 GW를 통과시키는 방법. (B) 순행 혹은 역행 풍선을 이용하여 내막하 공간을 확장시킨 후 상대편 GW를 진입시키는 Reverse controlled-antegrade and retrograde subintimal tracking (Reverse CART) 혹은 CART 기법. (C) 순행 및 역행 풍선의 끝을 1-2 mm 이내에서 겹치게 한 후 동시에 확장시켜 내막을 열어 주는 kissing 풍선 기법. (D) 재진입 기구 (reentry device)를 이용하여 원위부 풍선을 파열시키는 방법.~~

~~Fig. 8. 대퇴 sheath 및 5 Fr JR 카테터를 통한 역행 GW의 snaring 기법~~

~~(A) 대퇴 sheath를 통해 역행 GW가 직접 삽입되는 영상, (B) JR 카테터를 대퇴 sheath 하방에 삽입하고 혈관벽에 닿게 한 후 조력자가 JR 카테터를 조작하고 시술자가 역행 GW를 조작하는 과정에서 역행 GW를 JR 카테터 내로 진입시키는 영상~~

참조문헌

1. Soder HK, Manninen HI, Jaakkola P, Matsi PJ, Rasanen HT, Kaukanen E, Lopenen P, Soimakallio S. Prospective trial of infrapopliteal artery balloon angioplasty for critical limb ischemia: Angiographic and clinical results. *Journal of vascular and interventional radiology : JVIR*. 2000;11:1021-1031
2. Adam DJ, Beard JD, Cleveland T, Bell J, Bradbury AW, Forbes JF, Fowkes FG, Gillespie I, Ruckley CV, Raab G, Storkey H, participants Bt. Bypass versus angioplasty in severe ischaemia of the leg (basil): Multicentre, randomised controlled trial. *Lancet*. 2005;366:1925-1934
3. Dorros G, Jaff MR, Dorros AM, Mathiak LM, He T. Tibioperoneal (outflow lesion) angioplasty can be used as primary treatment in 235 patients with critical limb ischemia: Five year follow up. *Circulation*. 2001;104:2057-2062
4. Spinosa DJ, Harthun NL, Bissonette EA, Cage D, Leung DA, Angle JF, Hagspiel KD, Kern JA, Crosby I, Wellons HA, Hartwell GD, Matsumoto AH. Subintimal arterial flossing with antegrade retrograde intervention (safari) for subintimal recanalization to treat chronic critical limb ischemia. *Journal of vascular and interventional radiology : JVIR*. 2005;16:37-44
5. Fusaro M, Dalla Paola L, Biondi Zoccai GG. Retrograde posterior tibial artery access for below the knee percutaneous revascularization by means of sheathless approach and double wire technique. *Minerva cardioangiologica*. 2006;54:773-777
6. Gandini R, Pipitone V, Stefanini M, Maresca L, Spinelli A, Colangelo V, Reale CA, Pampana E, Simonetti G. The "safari" technique to perform difficult subintimal infragenicular vessels. *Cardiovascular and interventional radiology*. 2007;30:469-473
7. Montero-Baker M, Schmidt A, Braunlich S, Ulrich M, Thieme M, Biamino G, Botsios S, Bausback Y, Scheinert D. Retrograde approach for complex popliteal and tibioperoneal occlusions. *Journal of endovascular therapy : an official journal of the International Society of Endovascular Specialists*. 2008;15:594-604
8. Rogers RK, Dattilo PB, Garcia JA, Tsai T, Casserly IP. Retrograde approach to recanalization of complex tibial disease. *Catheterization and cardiovascular interventions : official journal of the Society for Cardiac Angiography & Interventions*. 2011;77:915-925
9. Chang JC, Lin LS, Chiu CH. Static contrast technique for creating transpedal arterial access in patients with tibioperoneal occlusions. *Journal of vascular surgery*. 2013