

Knack and pitfall of various PVE techniques

울산의대 서울아산병원 영상의학과 고기영

광범위 간절제술 후 잔존간부피(future liver remnant; FLR)가 충분하지 않으면 수술 후 간기능부전이 발생하며, 심하면 환자가 사망에 이르게 된다. 간문맥색전술(portal vein embolization; PVE)은 수술 전에 잔존간부피(future liver remnant; FLR)를 증가시켜 수술 후 간기능부전의 발생을 예방하기 위한 것이다. PVE의 적응증은 환자의 상태에 따라 다르기는 하지만 FLR이 25-40% 미만인 환자들이며 간기능이 나쁜 경우 50% 미만까지 적응증을 확대 적용하기도 한다. 상대적 금기증은 교정되지 않은 출혈성 소인을 갖는 환자, 종양의 간문맥의 침범이 심한 경우, 문맥고혈압이 심한 경우, 간내외 전이 등이다.

PVE을 시행하기에 앞서 예정된 수술형태, CT, MR 등을 통한 병변의 위치를 확인하고, 간내 간문맥의 분지형태를 확인하는 것이 필요하다. 시술은 1) PV access, 2) PV venography, 3) Selection of PV branches to be resected, 4) Embolization, 5) Postembolization PV venography, 6) Removal of the devices with tract embolization 순으로 진행하는 것이 일반적이다. 다음은 우측 간문맥색전술에 대한 방법을 간략히 기술하였다.

PV access는 절제할 간엽 쪽으로 접근하는 동측경간접근(ipsilateral transhepatic approach)과 잔존간 쪽으로 접근하는 반대편경간접근(contralateral transhepatic approach)으로 시행하는 것이 대부분이며, 경비장접근(transsplenic approach)이 시행되기도 한다. Ipsilateral approach는 간내간문맥의 초기접근이 비교적 수월하고, 시술 도중 잔존간의 손상 가능성이 거의 없으며, 색전술 도중 천자한 우측 간문맥분지도 폐쇄되기 때문에 천자부위의 출혈 가능성이 낮다는 장점들이 있다. 그러나, 간내간문맥분지들의 분지각도들이 나쁜 경우에는 각 분지들을 선택하는 것이 어려울 수 있으며, 삽입된 카테타의 방향이 간내간문맥 혈류방향과 역방향인 경우들이 발생하기 때문에 색전술 도중 FLR로 색전물질이 넘어갈 수 있다는 단점들이 있다. Ipsilateral approach의 다른 단점들로는 간내간문맥 접근 도중에 종양이 천자되어 전이가 발생할 수 있다는 점, 색전술이 종료된 후 postembolization venography를 시행하기 위해 카테타를 main PV으로 다시 진입시키는 도중에 색전물질이 FLR로 넘어갈 수 있다는 점 등이다. Contralateral approach는 이러한 ipsilateral approach의 단점들이 장점이 되지만 FLR의 손상 가능성이 있고, 천자된 간문맥의 혈류가 남아있는 상태이기 때문에 천자부위의 색전술이 필요하며, 이 경우 FLR 문맥분지의 색전이 발생할 수 있다는 단점들이 있다. 이러한 단점을 해결할 수 있는 방법으로 transsplenic approach를 선택할 수 있다. 그러나, 비장의 위치가 좌상복부 후방에 위치하기 때문에 천자에 따른 주변 장기의 손상 가능성을 염두에 두어야 하며, 초음파 유도 하에서 시행하더라도 초기 비장정맥으로의 접근이 transhepatic approach 보다 어

려울 수 있으며, 천자와 관련한 출혈합병증 가능성이 상대적으로 높을 수 있다.

간문맥 천자 후 주간문맥조영술 시 right anterior oblique 방향의 영상을 얻으면 좌우 1차간문맥 분지의 형태를 좀더 명확히 구분하기에 유용하다. 색전을 시행할 우간문맥 분지들과 우측방향으로 향하는 P4 분지들을 구분하기 위해서는 좌간문맥 영상을 얻으면 유용하다. P7 분지는 색전술 시 불완전 폐쇄가 발생하기 쉬운 부분이 이 분지가 후방으로 향하기 때문에 실제보다 작아 보이기 때문이다. Posterior PV 분지(P6,7)들을 색전할 경우 left anterior oblique 방향의 우간문맥 영상을 얻으면 분지들을 뚜렷하게 구분해서 시술하기에 유용하다.

색전술은 cobra, ominflush, kumpe 등 다양한 카테타와 gelatin sponge cubes, polyvinyl alcohol, N-butyl cyanoacrylate (NBCA), absolute alcohol, povidone iodine 등을 단독 혹은 재개통을 방지하기 위하여 coil, vascular plug, NBCA 등의 색전물질을 이용하여 시행한다. 가급적 주간문맥에서 가까운 분지를 먼저 색전하는 것이 추천되는데, 이는 색전술 도중 색전물질이 분지에서 넘치게 되더라도 혈류가 유지되어 있는 나머지 우간문맥분지들로 색전물질이 흘러가게 되어 FLR쪽 문맥분지들의 폐쇄를 예방할 수 있기 때문이다. 간절제술시 간문맥의 결찰술을 용이하게 하기 위하여 색전물질이 주간문맥 분지 10mm 내외에서는 남아있지 않게 하는 것도 필요하다. 간문맥분지의 각도 때문에 일반 카테타의 접근이 어려운 경우에는 omniflush catheter 등 reversed angled 카테타 혹은 microcatheter등을 coaxial technique으로 사용하는 방법으로 해결 가능하다. FLR로의 역류를 방지하면서 색전술을 시행하는데 가장 기본적인 것은 카테타 방향을 문맥혈류의 순방향으로 유지한 후 시술하는 것이다. Contralateral transhepatic 또는 transsplenic approach인 경우에는 거의 대부분 문맥혈류에 대하여 순방향으로 카테타를 위치시킬 수 있지만 ipsilateral approach인 경우에는 천자된 간문맥 등은 역방향으로 카테타가 위치하기 때문에 색전술 시 색전물질이 FLR로 유입되는 것에 주의할 필요가 있다. 이러한 경우 omniflush 카테타 등 reversed angle로 된 카테타를 사용하면 순방향으로 카테타의 방향을 돌려서 시술할 수 있으므로 도움이 된다. 그 외에 occlusion balloon catheter 또는 위치 변경이 가능한 vascular plug 를 근위부 간문맥에 설치한 후 vascular sheath를 통해 작은 직경의 카테타를 삽입하여 문맥분지들을 선택하여 색전술을 시행하면 색전물질이 FLR로 이동하는 것을 방지할 수 있다.

각 색전물질들은 각각의 장단점들이 있고 NBCA가 다른 색전물질들에 비하여 FLR 변화가 크기는 하지만 유의한 차이는 없는 것으로 보고되고 있다. Gelatin sponge cube는 손쉽게 흔히 사용되는 저렴한 색전물질이지만, 흡수성 색전물질이어서 단독으로 사용하는 것보다는 원위부 분지들을 gelatin sponge cube로 색전한 후 근위부에서는 coil, NBCA, vascular plug 등 영구색전물질로 추가 색전하는 것이 안전하다. Polyvinyl alcohol

도 재개통의 가능성이 높기 때문에 근위부에서는 영구색전물질을 추가하는 것이 안전한 것으로 알려져 있다. Absolute alcohol은 강력한 liquid sclerosing agent로서 간문맥혈류를 완전히 차단시킬 수 있기는 하지만, 방사선투과성 물질이기 때문에 FLR로의 역류 가능성을 대비하여 occlusion balloon 등을 이용하여 신중히 투여하여야 하며 투여 시 심한 통증과 liver enzyme의 변화를 유발시킨다. Polidocanol은 하지정맥류의 치료에 사용하는 sclerosing agent로서 PVE에 사용시 약물자체의 마취효과와 더불어 적절한 FLR 변화가 있다는 보고들이 있다. 접착제의 일종인 NBCA는 혈액 등 ionic solution과 접촉하면 급속히 중합체를 만들어 폐쇄시키는 액상색전물질이다. 방사선투과성 물질이어서 NBCA와 lipiodol 혼합비율을 1:2-10 등 다양한 비율로 혼합하여 방사선투과성으로 만들어 사용하는데 lipiodol 함량이 증가할수록 고형화되는 속도가 늦어진다. 투여 전에 카테타를 5% dextrose water로 채워서 NBCA가 카테타 내부에서 고형화되는 것을 방지한 후 서서히 주입한다. FLR의 변화가 크다는 장점이 있지만 투여 시 심한 통증과 주변 염증반응이 동반되며, 혈액과 접촉 시 급속히 중합체를 만들기 때문에 계획하지 않았던 근위부에서의 색전이 발생하거나 카테타에 중합체가 달라붙는 등의 합병증이 발생할 수 있어 숙달된 상태에서 사용하는 것이 안전하다.

색전술 후 venography를 시행하여 결과를 확인한 후 시술에 사용되었던 기구들을 제거하면서 천자부위의 문맥분지를 추가로 색전한다. Contralateral approach를 한 경우에 천자부위를 폐쇄하지 않는다는 보고들도 있기는 하지만 coil, NBCA 등으로 폐쇄하는 것이 출혈방지에 효과적이며 이 경우 FLR의 문맥분지 자체가 폐쇄되지 않도록 주의해야 한다. Ipsilateral approach를 한 경우에는 추가 색전이 필요하지 않을 수 있으나 gelatin sponge cube, coil, NBCA 등으로 색전하는 것이 보다 안전하다. Transsplenic approach를 한 경우에는 출혈을 방지하기 위해 천자부위를 반드시 폐쇄시켜야 하며, 이 경우 천자부위를 coil로 일차 폐쇄시킨 후 NBCA로 천자경로를 이차 폐쇄시키는 것이 출혈 방지에 효과적이다.

Table 3 Embolization materials used

Embolization materials	No. of patients	(%)
PVA particles + coils [14, 27, 30, 47, 48, 51]	250	14.7
PVA + alcohol [25]	3	
PVA + Amplatzer vascular plug [40]	10	
Gelatin sponge + lipiodol [11, 35–37, 49, 52]	130	26.3
Gelatin sponge + coils [44, 50, 70]	71	
Gelatin sponge + thrombin + urografine [12, 33]	102	
Gelatin sponge + urografine [20, 22]	120	
Gelatin sponge + polidocanol [36]	8	
Gelatin sponge + amplatzer [45]	41	
Fibrin glue/Beriplast + lipiodol [15, 36, 39, 54]	177	9.9
N-butyl cyanoacrylate + lipiodol [5, 9, 16, 17, 24–27, 29, 31, 36, 41, 42, 47, 53, 57]	554	32.5
N-butyl cyanoacrylate + gelatin sponge [23]	11	
N-butyl cyanoacrylate + Amplatzer vascular plug [26, 42]	18	
Embol-78 [38]	51	2.8
Ethanol + lipiodol [15, 34]	159	10.2
Ethanol + gelfoam + lipiodol [43]	24	
Ethoxysclerol/air-foam [28, 32]	30	1.8
Ethibloc + lipiodol [46, 48]	33	1.8

Table 6 Influence of embolization material on the hypertrophy response

Embolization material	Article	No. of patients	% Increase FRL
PVA + coils/vascular plug	Esschert [30]	10	26.1
	Libicher [40]	10	26.4
	Covey [14]	100	24.3
Gelatin sponge	Fujii [11]	30	17.8
	Imamura [33]	84	30.7
	Kakizawa [35]	14	23.8
	Kim [37]	17	27.0
	Kusaka [12]	18	21.2
	Makuuchi [20]	54	37.9
N-butyl cyanoacrylate	Nanashima [49]	30	29.4
	Sugawara [22]	66	35.8
	Baere [16]	107	57.8
	Barbaro [24]	26	53
	Capussotti [9]	31	48.5
	Elias [29]	68	59.1
Fibrin glue	Giraud [17]	146	41.7
	Sirichindakul [53]	29	27.5
	Broering [57]	17	69.4
	Liem [54]	15	31.4
	Nagino [15]	105	27.4

Reference

1. Van Lienden KP, et al. Portal vein embolization before liver resection: A systemic review. CVIR 2011; 3;23:25-34
2. Orcutt ST, et al. Portal vein embolization as an oncosurgical strategy prior to major hepatic resection: Anatomic, surgical, and technical considerations. Front Surg 2016;3:14
3. Ko HK, et al. Portal vein embolization via percutaneous transsplenic access prior to major hepatectomy for patients with insufficient future liver remnant. JVIR 2016; 27: 981-986
4. Chung SH, et al. Foam sclerotherapy using polidocanol for preoperative portal vein embolization in 16 patients. CVIR 2011; 34: 1236-1243