

자가조혈모세포 이식 후 발생한 호지킨림프종

건국대학교 의학전문대학원 ¹내과학교실, ²병리학교실, ³진단검사의학교실

박수연¹ · 유형민¹ · 김지완¹ · 안상희¹ · 김옥연² · 허미나³ · 이홍기¹

Hodgkin's Lymphoma after Autologous Hematopoietic Stem Cell Transplantation for Angioimmunoblastic T-cell Lymphoma

Su-Youn Park¹, Hyung Min Yu¹, Jiwan Kim¹, Sang Hee An¹, Wook Youn Kim², Mina Hur³, and Hong Gi Lee¹

Departments of ¹Internal Medicine, ²Pathology and ³Laboratory Medicine, Konkuk University School of Medicine, Seoul, Korea

Post-transplantation lymphoproliferative disorder (PTLD) is a serious complication that can develop after either solid organ or hematopoietic stem cell transplantation (HSCT). The incidence of Hodgkin's lymphoma (HL) ranges from 0.5-1.0% of PTLD after HSCT without T-cell depletion. Here, we report a case of HL-PTLD that occurred after autologous peripheral blood stem cell transplantation for an angioimmunoblastic T-cell lymphoma (AITL). A 36-year-old patient developed fever and chills with multiple lymphadenopathies at day 673 after auto-HSCT for AITL. Three months after the transplant, the patient developed fever with elevated plasma Epstein-Barr virus (EBV)-PCR values. The excisional biopsy revealed HL at Ann Arbor stage IIIB. A total of 8 cycles of chemotherapy with ABVD please define were performed, and the patient has remained disease-free. To our knowledge, this is first case report of HL-PTLD after auto-PBSCT in Korea. (Korean J Med 2014;86:774-780)

Keywords: Lymphoproliferative disorder; Hodgkin disease; Hematopoietic stem cell transplantation; Epstein-Barr virus

서 론

이식 후 림프증식 질환(post-transplantation lymphoproliferative disorder, PTLD)은 고형 장기나 골수 또는 줄기세포 동종 이식을 받은 환자에서 면역억제로 인하여 림프구 또는 형질 세포가 증식하는 치명적 부작용으로서 보통 Epstein-Barr 바이러스(EBV) 감염에 따른 감염성 단핵구증 형태의 다클론성 증식에서부터 면역 결핍이 없는 사람에게서 발병하는 림

프종과 매우 유사한 형태의 EBV-양성 혹은 음성의 B 혹은 T세포 증식 질환에 이르기까지 다양한 양상을 갖는 질병의 통칭이다. PTLD의 분류는 (1) 초기 병변(early lesions), (2) 다형성(polymorphic), (3) 단형성(monomorphic) 및 (4) 고전적 호지킨 림프종형(classical Hodgkin lymphoma, CHL-type)으로 나뉘며, CHL형 PTLD는 호지킨림프종 PTLD 및 호지킨림프종 유사 PTLD로 세분된다[1]. PTLD는 이식에 사용된 면역억제제의 종류와 강도 등에 따라서 발생률에 차이를 보이는 것

Received: 2013. 7. 5

Revised: 2013. 8. 12

Accepted: 2013. 10. 2

Correspondence to Hong Gi Lee, M.D., Ph.D.

Department of Internal Medicine, Konkuk University School of Medicine, 120-1 Neungdong-ro, Gwangjin-gu, Seoul 143-729, Korea
Tel: +82-2-2030-7538, Fax: +82-2-2030-7458, E-mail: mlee@kuh.ac.kr

Copyright © 2014 The Korean Association of Internal Medicine

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted noncommercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

으로 알려져 있어 심장, 폐, 장 및 다장기 이식에서 PTLD 발생 위험이 가장 높아서 약 20-25%에 이르는 반면, 신장 및 간이식에서는 상대적으로 낮은 위험도(1-5%)로 보고되었다. 조혈모세포 이식(hematopoietic stem cell transplantation, HSCT) 환자에서의 위험도는 가장 낮으며 특히 T세포 제거(T cell depletion, TCD) 이식을 하지 않은 경우 발생률은 약 0.5-1% 정도로 알려져 있다[2]. 우리나라에서 보고된 PTLD 중 호지킨림프종 PTLD 및 호지킨림프종 유사 PTLD는 매우 드물며 대부분 둘 사이의 구분이 명확하게 되지 않은 경우가 많았다. 또한 자가조혈모세포 이식(autoalogous peripheral blood stem cell transplantation, auto-PBSCT) 후 발생한 호지킨림프종 PTLD는 전 세계적으로 1예만이 보고되었다[3].

저자들은 우리나라에서 처음으로 자가조혈모세포 이식 후 발생한 호지킨림프종 환자에 대한 경험을 문헌고찰과 함께 보고하고자 한다.

증 례

환자는 36세 남자로 시야장애를 주소로 내원하여 거대세포바이러스 망막염(cytomegalovirus (CMV) retinitis) 의증으로

2개월 간 약물 치료를 받았음에도 불구하고 병변이 진행하는 소견이 있어 반복되는 CMV 감염의 원인 질환에 대한 정밀 검사를 시행하였다. 입원 시 말초혈액 CMV Quantification PCR (Q-PCR) 결과는 양성이었으며 3개월간의 경구 Valaciclovir 치료 후 다시 시행한 Q-PCR에서는 CMV는 음성, EBV는 양성 (307,945 copies/mL)이었다. 환자의 복부 전산화 단층촬영(computed tomography, CT)상 비장종대 및 후복막림프절 비대(외장골 및 서혜부)가 발견되었으며 폐 CT상에서는 거드랑이를 비롯한 다발성의 림프절 종대 및 폐 실질 내 다발성 소 결절이 발견되었다. 전신 FDG 접합 양전자방출 단층촬영(positron-emission tomography, PET)상 양측 경부, 액와부, 쇄골상, 종격동, 좌측 유방, 우측 횡격막 각부후 및 후복막 림프절, 양측 서혜부 등에서 다발성의 고대사성 림프절이 관찰되어 림프종 침범이 의심되었다(Fig. 1A). 서혜부 림프절 조직 검사를 실시하였고 병리 소견상 정상 림프절 구조의 전반적 소실과 함께 비후된 내피세포로 이루어진 혈관의 현저한 증식이 관찰되었다. 고배율 소견상 다형성을 보이는 중양성 림프구의 미만성 침윤이 관찰되었고 이 세포들의 다수는 특징적으로 투명하고 풍부한 세포질을 가지고 있었으며 소림프구나 형질 세포, 호산구 같은 다양한 염증세포와 혼합되는 양상이

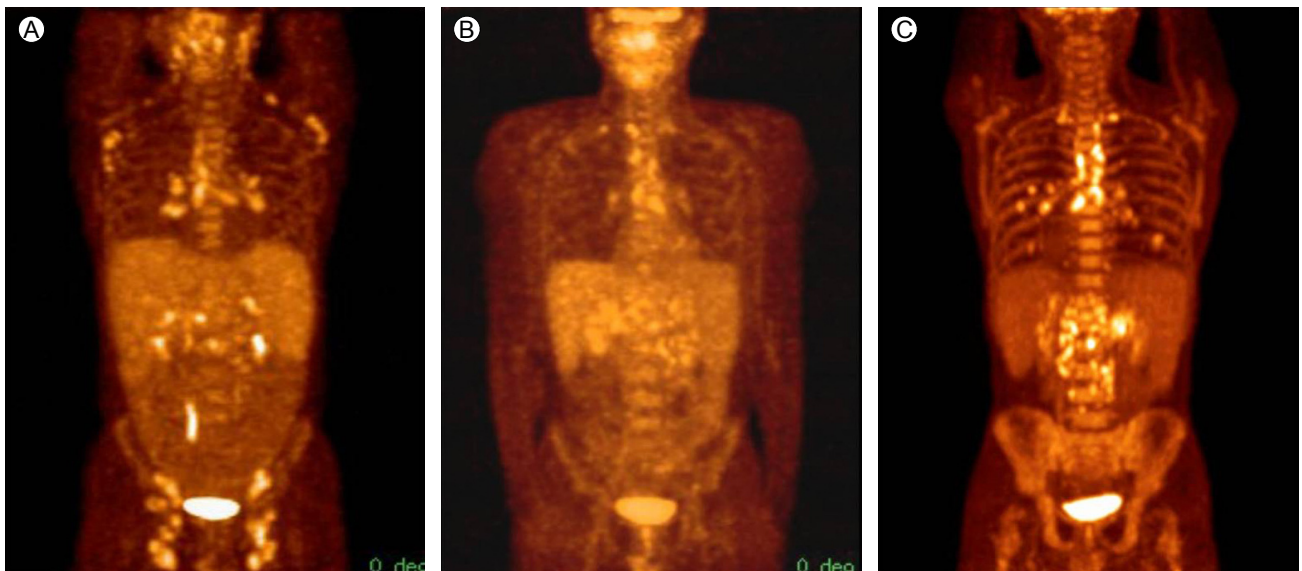


Figure 1. (A) Initial PET-CT shows increased FDG uptakes in multiple lymph nodes of the bilateral axillary, bilateral supraclavicular, mediastinal, bilateral pulmonary hilar, left internal mammary, right anterior phrenic, retroperitoneal, bilateral external iliac, and bilateral inguinal area. (B) The follow up PET-CT taken at 337 days after PBSCT, shows mild hypermetabolic lymph nodes of the right supraclavicular area, both mediastinal area, celiac trunk, porta hepatis, portocaval area, multiple retroperitoneal and left external iliac lymph nodes. (C) At the time of initial diagnosis of PTLD, PET-CT shows increased FDG uptakes in multiple lymph nodes of the bilateral supraclavicular, mediastinal, Rt internal mammary, bilateral retrocrural, retroperitoneal lymph nodes, and bilateral pulmonary nodules.

었다. 면역조직화학 염색상 종양세포는 CD2, CD3, CD4 같은 T림프구 표지자에 양성이었으며 특히 특징적으로 여포보조 T림프구로의 분화를 암시하는 PD-1에 양성 소견을 보였다. 또한 CD21 염색에서 여포수지상 세포의 비정상적인 증식소견이 정상적인 여포의 범위를 벗어나서 관찰되었다. 이를 근거로 환자는 혈관면역모세포 T세포림프종(angioimmunoblastic T-cell lymphoma, AITL)으로 진단되었다(Fig. 2). 또한 종양성 T림프구가 아닌 B림프구의 일부는 EBER 조직 내 교잡법(*in situ hybridization*)에서 양성소견을 보여 EBV에 감염되어 있는 양상이었으나 세포의 크기가 작은 단핵성의 세포로 Reed-Sternberg 세포와 유사한 소견은 보이지 않았다(Fig. 2). 이 당시 골수에서도 AITL의 침범이 확인되었다. 이후 3주 간격으로 총 6주기의 CHOP 항암화학요법을 시행하였고 2개월 후 부분 관해 상태에서 전치치로 busulfex 3.2 mg/kg/day (D-8~D-6), etoposide 400 mg/m²/day (D-5~D-4), mephalan 50 mg/m²/day (D-3~D-2)을 투여하였고 D-0에 자가 말초 혈액 조혈모세포를 정맥 주입하였다. 주입된 CD34 양성세포 수는 $6.8 \times 10^6/\text{kg}$

이었다. 이식 후 37일째 골수흡인 검사로 세포충실도 40%를 확인하였고, 말초혈액과 골수의 CMV와 EBV Q-PCR 결과는 모두 음성이었다. 이식 후 129일째 추적 검사에서도 말초혈액 EBV Q-PCR 결과가 양성(28,095 copies/mL)으로 전환된 것을 제외하고는 영상 및 골수흡인 검사상 안정된 결과를 보였다. 이식 후 337일째 추적 검사를 실시하여 복부 및 흉부 CT에서는 림프절 종대가 관찰되지 않았으나 전신 PET상 쇄골상, 종격동, 복강측, 간문부 및 문맥하대정맥 림프절 등에서 다발성의 대사과다 활성도를 보였다(Fig. 1B). 종격동 및 쇄골상 림프절 생검 조직 검사상 반응성 과증식으로 진단되었다. 이후 환자는 재발 없이 양호한 상태로 지내던 중 이식 후 673일째 오한, 발열을 주소로 내원하였는데, 우측 쇄골상부에서 1 cm 크기의 림프절이 촉진되었고, 복부진찰상 비장 종대가 확인되었다. 흉부 단순 촬영과 흉부 CT에서 양측 폐에 경계가 명확하지 않은 간유리모양 및 작은 다발성 결절들이 관찰되었다. 복부 CT에서는 상복부와 후복막강을 따라서 조영 증강된 림프절이 광범위하게 관찰되었으며 비장

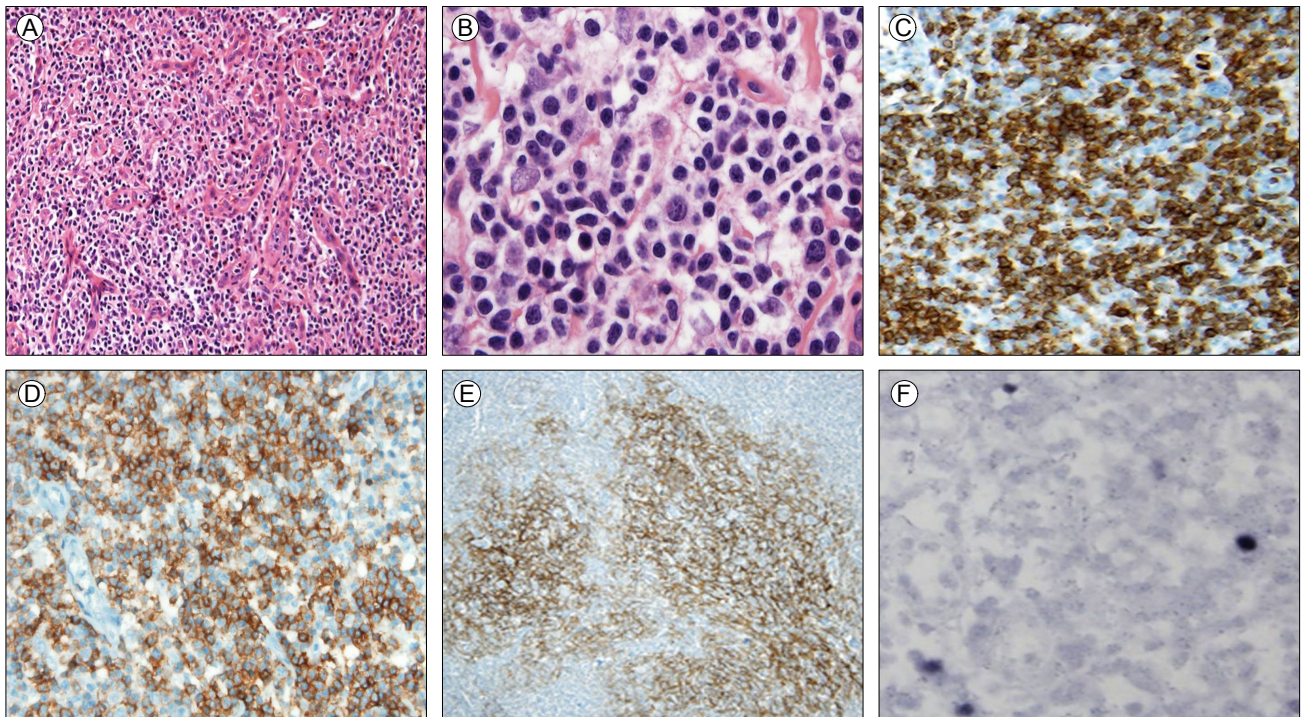


Figure 2. Microscopic findings of the inguinal lymph node excised 3 years prior. (A) Marked proliferation of arborizing high endothelial venules is noted (hematoxylin and eosin stain, $\times 100$). (B) High-power view shows neoplastic cells with intermediate-sized nuclei and copious pale or clear cytoplasm (hematoxylin and eosin stain, $\times 400$). They are immunoreactive for (C, antibody, neomarkers) CD3 and (D, antibody, neomarkers) PD-1. (E) CD21 immunostaining demonstrates characteristic follicular dendritic cell proliferation ($\times 40$). (F) A few EBV-positive B-cells are present in the background as revealed by EBV *in situ* hybridization ($\times 100$).

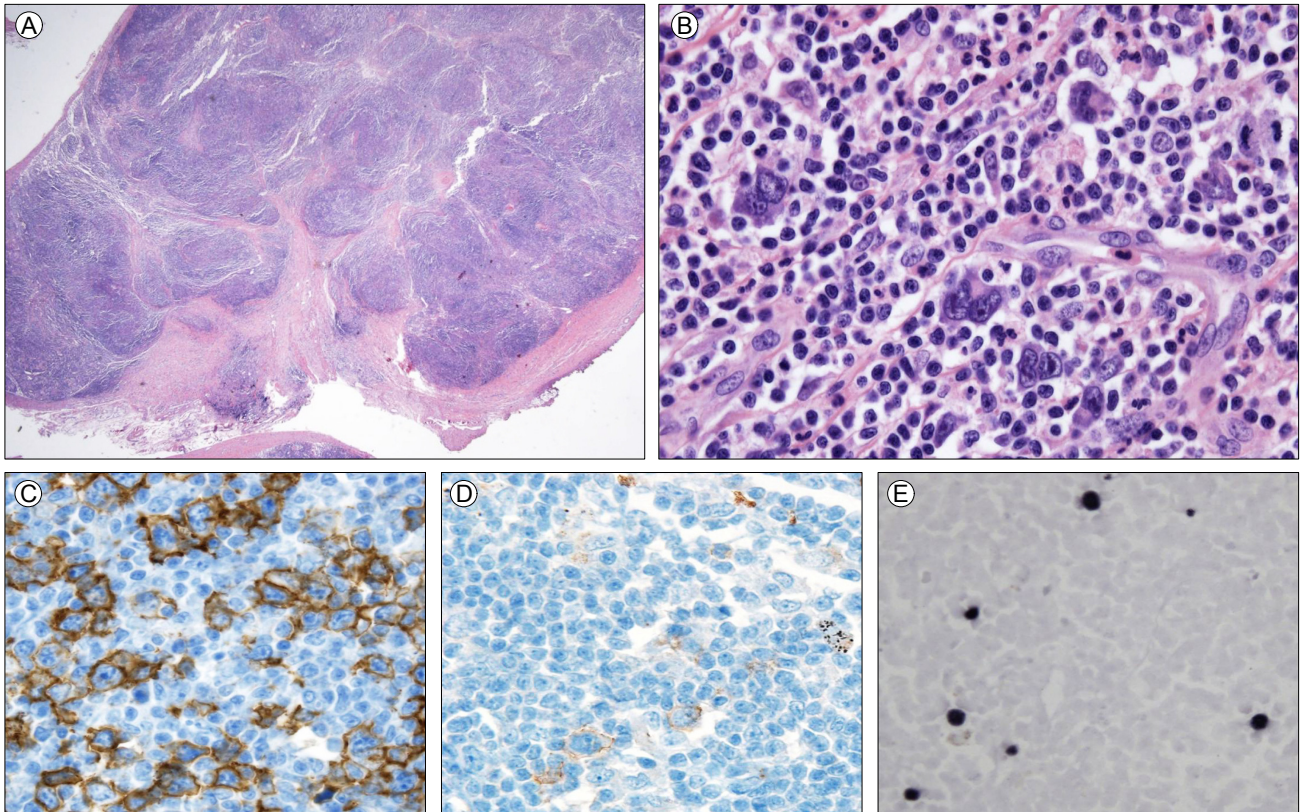


Figure 3. Microscopic findings of the right supraclavicular lymph node. (A) Fibrous collagen bands divide the lymph node (hematoxylin and eosin stain, $\times 12.5$). (B) High-power view shows several lacunar cells (hematoxylin and eosin stain, $\times 400$). These cells are positive for (C, antibody, neomarkers) CD30 (D, antibody, neomarkers) CD15 and (E) shows EBV-positivity as determined by EBV *in situ* hybridization ($\times 400$).

종대소견은 이전과 비교하여 비슷한 양상을 보였다. 전신 PET상 양측 쇄골상, 종격동, 우측 유방, 횡격막 각부후 및 후 복막 림프절 등에서 다발성의 고대사성 림프절이 관찰되어 림프종 침범이 의심되었다(Fig. 1C). 쇄골상 림프절 생검 조직 검사에서 섬유화에 의한 경화가 세포덩어리인 결절을 둘러싸고 있으며 결절 내에서 Reed-Sternberg (R-S) 세포의 변형인 공간 세포(lacunar cell)를 다수 발견하였다. 공간 세포는 CD30 (+), CD15 (+), PAX5 (+)였고, EBER 조직 내 교잡법(*in situ* hybridization) 검사에서 양성 소견을 보였다(Fig. 3). 이상의 검사 결과를 근거로 결절성경화형 호지킨림프종(nodular sclerosis classical Hodgkin lymphoma)으로 진단하였다. 골수 흡인 검사에서 림프종의 골수침범을 발견하지 못하였으나 CMV 및 EBV Q-PCR에서 모두 양성(각각 314 copies 및 23,150 copies/mL) 결과를 보였다. 환자는 Ann Arbor 병기로 stage IIIB 진단에 4주 간격으로 총 8주기의 ABVD 복합 항암화학요법을 받았고 호지킨림프종 진단 후 16개월이 경과한 현재 완

전관해 상태를 유지하고 있다.

고 찰

EBV에 감염된 림프구는 잠복 감염(latent infection) 상태가 되는데, 이는 EBV 유전체가 B세포 내에서 에피솜(episome)의 형태로 증식을 하지 않은 채 세포 내에 남아있는 휴지기 상태를 말한다. EBV는 면역이 억제되거나 저하된 환자에서 T세포 기능이 감소되었을 때 감염된 B세포의 무제한적인 증식 및 세포자멸사를 억제함으로써 암의 발생을 돕는다. 전체 PTLD 중 50-70% 가량이 EBV 감염과 관련있다고 알려져 있으며, 특히 소아 이식 환자에서 PTLD의 발생이 높는데 이식 시점에서 대부분의 소아는 EBV에 감염되어 있지 않을 가능성이 높은 점과 관련이 있다고 알려져 있다[2]. 본 증례에서 환자는 AITL 진단 당시 EBV 양성이었으나 항바이러스 치료로 인하여 이식 직후에는 음성 전환되었다가 다발성 림프종

대개 발견되기 전 EBV가 먼저 양성화되었고 이후 호지킨림프종의 발병이 확인되었으므로 환자의 호지킨림프종 PTLD 발병에 EBV가 원인이 될 수 있음을 추정할 수 있었다.

조혈모세포이식 후의 PTLD는 고형장기 이식에 비해 더 초기에 발병한다고 알려져 있으며 대부분은 첫 6개월 이내에 발병하는 것으로 보고되었다[1,2]. 본 증례의 호지킨림프종 진단은 이식 후 674일째였으나 실제로는 그보다 11개월 앞선 이식 후 337일째 다발성 림프절 항진 및 골수의 림프구 증식 소견이 있었으므로 이 때 이미 PTLD가 발병했었을 가능성이 있었으며 이는 조기 발병 PTLD (이식 후 1년 이내)에 해당한다. 조혈모세포 이식 후 PTLD의 조기 발병 위험은 비혈연간 혹은 HLA 불일치 혈연간 이식, GVHD 예방을 위한 선택적 T세포 제거(T-cell depletion, TCD) 이식 및 항흉선 세포글로불린(Antithymocyte globulin, ATG) 또는 항-CD3 단클론항체 치료와 관계가 있다고 알려져 있으며 이 중 가장 문제가 되는 PTLD 발생 위험요인은 TCD라고 알려져 있다 [1,2]. PTLD 유사 질환은 자가조혈모세포 이식 후에는 매우 드문 것으로 알려져 있는데 이는 이식 후 면역억제 자체보다는 대개 추가적인 고용량 면역억제 치료계획과 관련한 의인성일 가능성이 높다[4]. 하지만 본 증례에서는 TCD나 CD34

선택적 자가조혈모세포이식을 시행하지 않았고 정규 프로토콜에 따른 복합 항암화학요법을 시행하였으므로 이에 해당되지 않는다.

호지킨림프종은 가장 드문 형태의 PTLD이며 신장 이식 환자에서 가장 흔히 발생하는 것으로 알려져 있고 대개 EBV 양성이면서 고전적 호지킨림프종의 진단기준을 모두 만족시켜야 한다. 가장 흔한 아형은 혼합세포형(mixed cellularity)이며 전형적으로 CD15+, CD30+, PAX5+, CD3- 및 CD45-의 면역 표현형을 나타낸다[1]. Reed-Sternberg (R-S) 유사 세포는 조기 병변, 다형성 및 몇몇 단형성 PTLD에서 모두 관찰될 수 있으므로 호지킨림프종의 진단은 반드시 고전적 조직적 및 면역표현형의 기준에 바탕을 두어야 한다. 호지킨림프종 PTLD 및 호지킨림프종 유사 PTLD 간 차이점은 호지킨림프종 유사 PTLD에서는 R-S 유사 세포 내의 B 세포 관련 면역표현형 양성인 동시에 CD15는 음성인 반면, 호지킨림프종 PTLD의 경우 앞서 언급한 CHL 관련 면역표현형을 나타내는 점이다. 또한 호지킨림프종 유사 PTLD의 경우 EBER 양성인 R-S 유사 세포에만 국한된 것이 아니라 주변의 작은 림프구들에도 표현된다고 알려져 있다[5].

PTLD에 대한 최선의 치료 방법에 대하여 아직 의견 일치를

Table 1. Characteristics and transplant details of patients with PTLD

Authors	Age/sex	Diagnosis	Donor	HLA match	Conditioning regimen	EBV serology
Park SH et al. [7]	37/M	SAA	Sibling	Matched	Cy + Procarbazine + ATG	NA
	24/M	CML-CP	Unrelated	Matched	TBI + Cy	Positive
	44/M	CML-AP	Sibling	Matched	TBI + Cy	Negative
	17/M	CML-CP	Unrelated	Matched	TBI + Cy	Positive
	45/M	MDS-RA	Sibling	Matched	TBI + Cy	Positive
	43/F	AML	Sibling	Matched	TBI + Cy	Positive
	23/M	AML	Sibling	Mismatched	TBI + Bu + Flu + ATG	Positive
Jin SM et al. [8]	32/M	AML	Unrelated	Matched	Bu + Cy	Negative
	58/F	AML	Unrelated	Mismatched	TBI + Cy + Flu	Positive
Lee HY et al. [9]	21/F	SAA	Sibling	Matched	Cy + ATG	Positive
Kim MJ et al. [10]	16/F	SAA	Unrelated	Mismatched	Cy + Flu + ATG	Positive
Lee SM et al. [11]	24/M	SAA	Unrelated	Matched	Cy + Flu + ATG	Positive
Choi JH et al. [12]	25/M	NA	NA	NA	NA	Positive
	24/M	NA	NA	NA	NA	Positive
	44/F	NA	NA	NA	NA	Negative

AML, acute myeloid leukemia; AP, accelerated phase; ATG, antithymocyte globulin; Bu, busulfan; CML, chronic myeloid leukemia; CP, chronic phase; Cy, cyclophosphamide; EBV, Epstein-Barr virus; Flu, fludarabine; MDS, myelodysplastic syndrome; NA, not available; PTLD, post-transplantation lymphoproliferative disorder; RA, refractory anemia; SAA, severe aplastic anemia; TBI, total body irradiation.

Table 2. Pathologic findings and outcomes of patients with PTLD

Authors	GVHD prophylaxis	aGVHD	Pathology	Time to PTLD	Treatment	Outcome
Park SH et al. [7]	CsA + MTX	I	Polymorphic PTLD	83 d	IST ↓, ACV, DLI	Alive
	CsA + MTX	II	Polymorphic PTLD	244 d	IST ↓, ACV, DLI	Alive
	CsA + MTX	None	DLBCL	87 d	IST ↓, DLI	Alive
	FK506 + MTX	III	Plasmacytic hyperplasia	244 d	IST ↓, ACV	Alive
	CsA + MTX	III	Polymorphic PTLD	91 d	IST ↓, ACV	Death
	CsA + MTX	II	DLBCL	130 d	IST ↓, DLI	Death
	None ^a	None	Lymphoma, T cell ^b	138 d	IST ↓	Death
Jin SM et al. [8]	CsA + MTX	III	Hodgkin's lymphoma	45 m	ABVD	Alive
	CsA + mycophenolate mofetil	I	Hodgkin's lymphoma	36 m	Not done	Death
Lee HY et al. [9]	CsA + MTX	None	DLBCL	120 d	Stop IST, R-CHOP	Alive
Kim MJ et al. [10]	CsA	None	Polymorphic PTLD	7 m	IST ↓, HSCT	Alive
Lee SM et al. [11]	CsA + MTX	None	Hodgkin's lymphoma-like PTLD	32 m	Stop IST, ABVD	Alive
Choi JH et al. [12]	NA	NA	Hodgkin's lymphoma	5 m	ABVD, radiation	Alive
	NA	NA	DLBCL	5.9 m	R-CHOP	Death
	NA	NA	DLBCL	5.8 m	R-CHOP	Alive

CsA, cyclosporine A; MTX, methotrexate; FK506, tacrolimus; aGVHD, acute graft-versus-host disease; DLBCL, diffuse large B-cell Lymphoma; LN, lymph node; NA, not available; IST, immunosuppressant; ↓, reduction; ACV, acyclovir; DLI, donor lymphocyte infusion; m, month; d, day.

^aT cell depletion of stem cell grafts was performed.

^bMalignant lymphoma of diffuse, large, T cell type with TCR βδ positivity.

보지는 못했다. 가장 흔하게 시도되는 초기 치료는 면역억제제의 감량이며 다른 치료 전략으로는 항바이러스제 투약, 전신 항암화학요법, rituximab, interferon α, 그리고 방사선 조사 등이 있다[6].

지금까지 국내에서 조혈모세포 이식 후에 발생한 PTLD의 보고는 15건이며, 각 증례의 특징 및 치료 방법은 아래 표와 같았다(Tables 1, 2) [7-12]. 이 중 CHL형 PTLD에 대한 보고는 총 4건으로 호지킨림프종 유사 PTLD 1건[11], 호지킨림프종 PTLD로 보고되었으나 면역표현형 검사 결과 실제로는 호지킨림프종 유사 PTLD였을 가능성이 높은 증례 1건[12], 면역표현형 결과가 불분명했던 연구 1건[13]이 있었다. 마지막으로 비혈연 동종말초혈액 조혈모세포이식 후 발생한 호지킨림프종 PTLD 2예를 보고한 증례 보고 1건[8]이 있었다. 비혈연 동종말초혈액 조혈모세포 이식 후 발생한 호지킨림프종 PTLD 2예 중 증례 1에서는 혈청 호지킨림프종 PTLD의 면역표현형을 만족시키는 결과를 보였으나 혈액 EBV PCR 및 조직 내 EBER이 음성이었으며 증례 2에서는 면역표현형 결과가 불분명하였다. 본 증례에서는 호지킨림프종 진단 당시

EBER 양성이었으며 조직학적 소견 및 면역표현형 결과가 기존에 알려진 호지킨림프종 PTLD의 진단기준을 모두 만족하여 저자들은 국내 두 번째 호지킨림프종 PTLD 증례이며 자가조혈모세포 이식 후 발생한 첫 증례로 생각한다. 하지만 환자가 추가 면역억제 없이 시행한 일반적 자가조혈모세포 이식이었던 점 그리고 AITL 발병 전 EBV에 이미 감염되어 있었던 점 등은 기존의 연구들과 비교되는 독특한 점이다. 매우 드물게 T세포 림프종과 호지킨림프종이 한 환자에서 동시에 진단된 보고가 있었으나[14], 본 증례에서는 초기 병리학적 소견상 AITL만이 확진되었기 때문에 AITL과 호지킨림프종이 병발했을 가능성은 매우 희박하다.

요 약

이식 후 림프증식 질환은 이식 환자에서 면역 억제로 인하여 나타나는 치명적 부작용으로서 보통 Epstein-Barr 바이러스(EBV) 감염에 따른 저항력 약화가 발생 원인으로 추정된다. 36세 남자가 혈관면역모세포 T세포림프종 치료를 위한 자가

조혈모세포이식 후 673일째 오한, 발열을 주소로 내원하여 다발성 림프절 비대가 발견되었다. 조직검사 및 면역화학염색으로 Reed-Sternberg 세포와 EBV를 확인하였으며 호지킨 림프종으로 진단되었다. 총 8주기의 ABVD 복합 항암화학요법을 시행하였으며 진단 후 15개월이 경과한 현재 완전관해 상태를 유지하고 있다. 본 증례는 자가조혈모세포 이식 후 발생한 호지킨림프종으로 국내에서는 첫 보고 사례이다.

중심 단어: 림프증식성 질환, 호지킨림프종, 조혈모세포이식, 엡스테인-바바이러스

REFERENCES

1. Swerdlow SH, Campo E, Harris NL, et al. WHO Classification of Tumours of Haematopoietic and Lymphoid Tissues. 4th ed. Lyon: International Agency for Research on Cancer, 2008;343-349.
2. Jagadeesh D, Woda BA, Draper J, Evens AM. Post transplant lymphoproliferative disorders: risk, classification, and therapeutic recommendations. *Curr Treat Options Oncol* 2012;13:122-136.
3. Zambelli A, Lilleri D, Baldanti F, Scelsi M, Villani L, Da Prada GA. Hodgkin's disease as unusual presentation of post-transplant lymphoproliferative disorder after autologous hematopoietic cell transplantation for malignant glioma. *BMC Cancer* 2005;5:109.
4. Nash RA, Dansey R, Storek J, et al. Epstein-Barr virus-associated posttransplantation lymphoproliferative disorder after high-dose immunosuppressive therapy and autologous CD34-selected hematopoietic stem cell transplantation for severe autoimmune diseases. *Biol Blood Marrow Transplant* 2003;9:583-591.
5. Krishnamurthy S, Hassan A, Frater JL, Paessler ME, Kreisel FH. Pathologic and clinical features of Hodgkin lymphoma: like posttransplant lymphoproliferative disease. *Int J Surg Pathol* 2010;18:278-285.
6. LaCasce AS. Post-transplant lymphoproliferative disorders. *Oncologist* 2006;11:674-680.
7. Park SH, Choi SM, Lee DG, et al. Clinical characteristics and outcomes of posttransplant lymphoproliferative disorders following allogeneic hematopoietic stem cell transplantation in Korea. *J Korean Med Sci* 2006;21:259-264.
8. Jin SM, Kim KH, Kim GW, et al. Two cases of Hodgkin's lymphoma after allogeneic hematopoietic cell transplantation. *Korean J Med* 2013;84:855-859.
9. Lee HY, Ko SA, Sohn SH, et al. A case of posttransplantation lymphoproliferative disorder in hematopoietic stem cell transplantation. *Korean J Med* 2009;77:172-178.
10. Kim MJ, Kim I, Bae HM, et al. Hematopoietic stem cell transplantation after posttransplant lymphoproliferative disorder. *J Korean Med Sci* 2010;25:781-784.
11. Lee SM, Kim KH, Kang MJ, Choi MY, Lee WS, Joo YD. Hodgkin's lymphoma-like posttransplantation lymphoproliferative disorder after allogeneic hematopoietic stem cell transplantation. *Korean J Hematol* 2009;44:278-283.
12. Choi JH, Ahn MJ, Oh YH, et al. Epstein-Barr virus-associated Hodgkin's disease following renal transplantation. *Korean J Intern Med* 2006;21:46-49.
13. Choi JH, Park BB, Suh C, Won JH, Lee WS, Shin HJ. Clinical characteristics of monomorphic post-transplant lymphoproliferative disorders. *J Korean Med Sci* 2010;25:523-526.
14. Hayashi T, Yamabe H, Haga H, et al. Synchronous presentation of Epstein-Barr virus-associated Hodgkin's disease and adult T-cell leukemia/lymphoma (ATLL) in a patient from an endemic area of ATLL. *Int J Hematol* 1995;61:215-222.