

의과대학생의 수혈의학 및 환자혈액관리에 대한 지식 평가와 교육 개선 전략

최수인¹ · 정해리¹ · 문수영²

순천향대학교 부속 부천병원 진단검사의학과¹, 동국대학교 일산병원 진단검사의학과²

Evaluation of the Knowledge of Medical Students on Transfusion Medicine and Patient Blood Management: Strategies to Improve Education

Soojin Choi, M.D.¹, Haeri Jung, B.S.¹, Soo Young Moon, M.D.²

Department of Laboratory Medicine and Genetics, Soonchunhyang University Bucheon Hospital, Soonchunhyang University College of Medicine¹, Bucheon, Department of Laboratory Medicine, Dongguk University Ilsan Hospital², Goyang, Korea

Although transfusion is a globally prevalent medical procedure, there are knowledge gaps among physicians due to inadequate education on this topic. Our study sought to evaluate the level of understanding and awareness among medical students at Soonchunhyang University College of Medicine, Asan, Korea regarding transfusion medicine and patient blood management (PBM). The findings revealed a critical need to strengthen areas of education related to alternative treatments for various types of anemia, the impact of underlying conditions on anemia, and the implementation of PBM strategies in non-emergency situations. This underscores the imperative need for expanded and improved educational programs to ensure optimal patient outcomes and the safe use of blood products. (*Korean J Blood Transfus* 2023;34:125-132)

Key words: Anemia, Transfusion medicine, Education, Students, Medical

수혈은 전 세계에서 가장 흔하게 이루어지는 의료 절차 중 하나이지만, 환자에게 수혈을 지시하고 동의를 받는 의사들 중에도 이에 대한 교육이 미흡한 경우가 있어 수혈 관련 지식에는 상당한 차이가 있다[1-3]. 이러한 지식의 차이에는 전

공의 및 전공의 시기보다는 의과대학생 시기의 수혈의학 교육이 결정적인 영향을 미치는 것으로 알려져 있으므로, 안전하고 적절한 수혈을 위해서는 의과대학생에 대한 체계적인 수혈의학 교육이 필요하다[4-6]. 더불어, 최근에는 수혈이 필요

Received on June 12, 2023. Revised on July 4, 2023. Accepted on July 4, 2023

Correspondence to: Sooin Choi, M.D.

Department of Laboratory Medicine and Genetics, Soonchunhyang University Bucheon Hospital, Soonchunhyang University College of Medicine, 170 Jomaru-ro, Bucheon 14584, Korea

Tel: 82-32-621-6749, Fax: 82-32-621-5944, E-mail: sooin2@schmc.ac.kr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4746-4809>

© This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.
Copyright ©2023 The Korean Society of Blood Transfusion

Table 1. Four patient blood management cases and explanations presented to medical students

Case 1	Description	A 60-year-old female patient visited the gastroenterology clinic with persistent melena for the past year. There were no other significant symptoms, and her vital signs were stable. The patient had received two RBC transfusions at a local hospital, and during the second transfusion, she experienced symptoms of respiratory distress, hypotension, and loss of consciousness.
	CBC	WBC-Hb-Hct-PLT 5,000/ μ L - 8.0 g/dL - 24.1% - 250,000/ μ L MCV 78 fL, MCHC 28 g/dL
	Chief complaint	-Melena persisted for a year -Vital signs were stable Considerations: Anemia caused by small amounts of long-term gastrointestinal bleeding is not an indication for blood transfusion. If the general condition is good, a hemoglobin level of 7 g/dL or less is used as the standard for transfusion. Therefore, RBC transfusion was not indicated for this patient.
	Underlying disease	NA
	Transfusion history	-Two RBC transfusions -Transfusion-associated symptoms, including dyspnea, hypotension, and loss of consciousness Considerations: The intention was to diagnose an anaphylactoid reaction and select washed RBCs, but allergy-related symptoms were missed. As a result, AHTR, TRALI, and an anaphylactoid reaction had to be distinguished.
	Laboratory test	-Microcytic hypochromic anemia -Hb 8.0 g/dL Considerations: IDA evaluation and iron supply
Case 2	Description	A 55-year-old male patient undergoing treatment for MDS presented to the hospital with epistaxis, which was successfully controlled. His vital signs were stable. The patient had received several blood transfusions to date, but he complained of being afraid of transfusions because he had a history of brown urine, low-grade fever, body aches, and headache three days after receiving an RBC transfusion at another hospital one year earlier.
	CBC	WBC-Hb/Hct-PLT 3,000/ μ L - 7.0 g/dL - 21.4% - 250,000/ μ L MCV 108fL, MCHC 33 g/dL
	Chief complaint	-Epistaxis successfully controlled -Vital signs were stable Considerations: Although a Hb of 7.0 g/dL is a criterion for determining a blood transfusion in chronic anemia accompanied by blood diseases, ESA treatment should also be considered based on the MDS category. Blood transfusions should not be recommended for asymptomatic MDS patients without proper evaluation.
	Underlying disease	-MDS Considerations: MDS is an indication of leuko-reduced and irradiated blood products.
	Transfusion history	-Several RBC transfusions -Brown urine, low-grade fever, body aches, and headache three days after transfusion Considerations: DHTR can be caused by unexpected antibodies and antigen-negative RBCs should be selected for transfusion to prevent this.

Table 1. Continued

Case 2	Laboratory test	<p>-Macrocytic normochromic anemia</p> <p>-Hb 7.0 g/dL</p> <p>Considerations: ESA treatment may be considered to improve anemia in MDS patients. However, to ensure the effectiveness of ESA therapy, it is essential to identify the patient's MDS prognostic category, serum EPO levels, and transfusion dependence, as these factors can affect the patient's response to treatment.</p>
Case 3	Description	<p>A 21-year-old female patient scheduled for tonsillectomy in three weeks underwent preoperative testing. The patient received an RBC transfusion when she was younger and experienced a mild fever afterward. She was advised to inform healthcare providers of this incident when hospitalized or undergoing surgery in the future.</p>
	CBC	<p>WBC-Hb/Hct-PLT 5,000/μL - 8.0 g/dL - 24.1% - 250,000/μL</p> <p>MCV 78 fL, MCHC 28 g/dL</p>
	Chief complaint	<p>-Scheduled tonsillectomy after three weeks</p> <p>-Vital signs were stable</p> <p>Considerations: Asymptomatic chronic anemia requires finding the cause of the anemia and performing treatment according to a specific diagnosis. In this patient, although the hemoglobin level was reduced to 8.0 g/dL, it is important to prioritize anemia assessment over immediate transfusion.</p>
	Underlying disease	NA
	Transfusion history	<p>-One RBC transfusion</p> <p>-Mild fever after transfusion</p> <p>Considerations: Given that an FNHTR is suspected, it is advisable to select leuko-reduced blood to minimize the risk of transfusion-related complications.</p>
	Laboratory test	<p>-Microcytic hypochromic anemia</p> <p>-Hb 8.0 g/dL</p> <p>Considerations: IDA evaluation and iron supply</p>
Case 4	Description	<p>A 45-year-old male patient with liver cirrhosis presented with esophageal varix bleeding and underwent an immediate variceal embolization procedure. The patient was scheduled to receive a liver transplant from his son in a week. There are no signs of current bleeding. Although the patient received multiple blood transfusions, he did not experience any significant symptoms.</p>
	CBC	<p>WBC-Hb/Hct-PLT 7,000/μL - 6.0g/dL - 18.1% - 250,000/μL</p> <p>MCV 102 fL, MCHC 34 g/dL</p>
	Chief complaint	<p>-Controlled esophageal varix bleeding</p> <p>Considerations: Since Hb levels were reduced to 6.0 g/dL due to acute blood loss, RBC transfusion should be considered. Furthermore, given that liver transplantation surgery is likely to result in significant bleeding, it may be necessary to delay the surgery or consider intraoperative blood salvage.</p>

Table 1. Continued

Case 4	Underlying disease	-Liver cirrhosis -Scheduled liver transplant after a week Considerations: In organ transplant patients, leuko-reduced blood should be selected to prevent HLA immunization. Moreover, since patients receive immunosuppressive treatment, including anti-thymocyte globulin, after transplantation, irradiation should also be considered.
	Transfusion history	-Several RBC transfusions without adverse events
	Laboratory test	-Macrocytic normochromic anemia -Hb 6.0 g/dL Considerations: While RBC transfusion is necessary, it is necessary to check for MA and supplement any deficiencies in vitamin B12 and folic acid.

Abbreviations: CBC, complete blood count; WBC, white blood cells; Hb, hemoglobin; Hct, hematocrit; PLT, platelets; MCV, mean corpuscular volume; MCHC, mean corpuscular hemoglobin concentration; RBC, red blood cell; NA, not applicable; AHTR, acute hemolytic transfusion reaction; TRALI, transfusion-related acute lung injury; IDA, iron deficiency anemia; MDS, myelodysplastic neoplasm; ESA, erythrocyte stimulating agent; DHTR, delayed hemolytic transfusion reaction; EPO, erythropoietin; FNHTR, febrile non-hemolytic transfusion reaction; MA, megaloblastic anemia.

할 수 있는 환자를 관리하기 위한 근거중심의 다학제적 접근방식인 환자혈액관리(Patient Blood Management, PBM)가 전 세계적으로 인정받고 있다. 따라서 의과대학생 교육에 있어 전통적인 수혈의학 교육의 범위 외에도 PBM과 관련된 더 광범위한 주제가 고려될 필요가 있다. 이 연구의 목적은 의과대학생들의 수혈의학과 PBM 관련 지식 상태를 평가하고 교육과 훈련이 보강되어야 할 영역을 식별하는 것이다.

순천향대학교 의과대학에서는 의학과 2학년 중 1시간, 3학년 임상실습기간 중 6시간, 4학년 임상실습기간 중 6시간, 그리고 4학년 임상실습기간 이후 2시간의 수혈의학 교육과 평가를 시행하고 있다. 이 연구는 순천향대학교 부천병원의 진단검사의학과에서 2022년 8월부터 12월까지 진단검사의학과 임상실습을 수행한 24명의 의학과 3학년 학생들을 대상으로 수행되었다. 학생들은 2인 1조로 구성되어 진단검사의학과 실습에 참여했고, 각 조의 학생은 월요일에 6시간 동안 수혈 관련 교육

을 받았다. 교육의 내용으로 수혈가이드라인에 근거한 수혈적응증, 수혈이상반응, 혈액제제의 종류, 수혈 대체치료, 자가수혈 등의 주제를 다루었다[7,8]. 교육 후, 학생들에게 4가지 임상에서 있을 법한 환자 증례가 제시되었으며(Table 1), 주말까지 다음 네 가지 사항에 대해 답변을 제출하도록 하였다; 1) 수혈이 즉시 필요한 환자인가, 2) 고려할 수 있는 수혈대체요법, 3) 수혈이상반응 과거력이 있는가, 4) 수혈 시 어떤 혈액제제를 선택해야 하는가. 이 연구는 인간을 대상으로 하지 않았고, 인간 대상으로 상호작용이나 개입, 또는 식별 가능한 환자 개인 정보에 접근을 포함하지 않았으므로 연구윤리위원회 심의가 면제되었다.

네 개의 증례에 대해 학생들이 제출한 답변은 Table 2에 요약되어 있다. 대부분의 학생들은 소구성 저색소성 빈혈 환자의 철결핍빈혈(iron deficiency anemia, IDA) 감별 진단을 정확히 수행한 반면, 대구성 빈혈에 대한 이해는 낮았다. 대구성 빈혈의 경우 거대적아구성 빈혈을 감별 진단 시

Table 2. Responses of medical students to case-based questions on four cases of patient blood management

Case	Question	Response	No. of responses (%) (total=12)
1	Is immediate red blood cell transfusion required?	Not required	11* (91.7)
		IDA evaluation	12 (100.0)
	What could be considered as an alternative transfusion treatment?	Iron supply	12 (100.0)
		AHTR	4 (33.3)
	What kind of transfusion adverse event occurred?	TRALI	10 (83.3)
		Anaphylaxis	8 (66.7)
		Washing for an anaphylactoid reaction	8 (66.7)
2	Is immediate red blood cell transfusion required?	Not required	11 (91.7)
		MDS evaluation (prognostic category, serum EPO, and RPI)	1 (8.3)
	What could be considered as an alternative transfusion treatment?	ESA	1 (8.3)
		MA evaluation	8 [†] (66.7)
		Vitamin B12, folate supplementation	9 (75.0)
	What kind of transfusion adverse event occurred?	DHTR	11 (91.7)
		Leukoreduction for MDS	2 (16.7)
3	Is immediate red blood cell transfusion required?	Not required	12 (100.0)
		IDA evaluation	12 (100.0)
	What could be considered as an alternative transfusion treatment?	Iron supply	12 (100.0)
		FNHTR	11 (91.7)
	What kind of transfusion adverse event occurred?	Leukoreduction for FNHTR	11 (91.7)
	Which specially modified blood products should be chosen during transfusion?		

염두에 두어 빈혈을 교정하기 위해 folate, vitamin B12 검사를 시행하고 충분한 영양을 공급하는 것도 중요하지만, 골수이형성증후군(myelodysplastic neoplasm, MDS)과 같은 빈혈에 영향을 미칠 수 있는 기저질환에 대해 생각하고 감별 진단하며, 수혈을 대체할 수 있는 치료 방식을 고려하는 것이 중요하다[9]. 수술에 관련된 증례 3에서, 수술 일정 변경이나 자가 혈액 수혈을 고려한 답변은 전혀 없었으며, 일반적으로 비응급 상황에서는 예정된 수술을 진행하기 전에 환자의 빈혈을 교정하는 것이 바람직함을 교육할 필요가 있겠다.

수술 전후 자가 수혈 방식 중에서 급성등장혈액 희석(acute normovolemic hemodilution, ANH)은 빈혈 환자에게는 권장되지 않지만, 수술 중 혈액회수(intraoperative blood salvage, IBS)는 고려될 수 있다. 그러나, ANH와 IBS는 출혈량이 1,000 mL 이상이 예상될 때 고려되어야 하므로, 위와 같은 방식을 추천하기 위해서는 수술별 출혈량을 예측하기 위한 정보가 필요하다. 수술용 최대혈액신청량(maximum surgical blood order schedule, MSBOS)과 더불어, 수술별 출혈량에 근거하여 ANH와 IBS가 적용될 수 있는 수술 목록이 제공

Table 2. Continued

Case	Question	Response	No. of responses (%) (total=12)
4	Is immediate red blood cell transfusion required? What could be considered as an alternative to transfusion treatment?	Required	12 (100.0)
		MA evaluation	6 (50.0)
		Vitamin B12 and folate supplementation	6 (50.0)
		Postponement of the scheduled surgery	0 (0.0)
		Intraoperative blood salvage	0 (0.0)
	Which specially modified blood products should be chosen during transfusion?	Leukoreduction for scheduled LT	3 (25.0)
		Irradiation for scheduled LT	9 [†] (75.0)

Abbreviations: IDA, iron deficiency anemia; AHTR, acute hemolytic transfusion reaction; TRALI, transfusion-related acute lung injury; MDS, myelodysplastic neoplasm; ESA, erythrocyte-stimulating agent; EPO, erythropoietin; RPI, reticulocyte production index; MA, megaloblastic anemia; DHTR, delayed hemolytic transfusion reaction; FNHTR, febrile non-hemolytic transfusion reaction; LT, liver transplantation.

*Six of the 11 students answered that RBC transfusions were needed before colonoscopy.

[†]Peripheral blood smear test (10/12), vitamin B12 and folic acid test (8/12), and thyroid function test (6/12) were submitted as tests necessary for the differential diagnosis of macrocytic anemia. Vitamin B12 and folate tests directly associated with MA diagnosis were considered an intended response.

[‡]One in nine students answered that irradiation would be needed only after LT.

된다면, 임상치의 판단과 PBM에 기여할 수 있을 것으로 사료된다. 학생들의 대다수(90%)는 이전의 수혈 시 이상 반응을 식별하고 이에 따라 적절한 혈액 제품을 선택할 수 있었다. 그러나, 증례 2에서 MDS의 환자 과거력을 고려할 때 백혈구 제거 또는 방사선 조사의 필요성을 인식한 응답자는 16.7%에 불과했다. 증례 4에서, 간 이식을 예정한 환자에 대해 75%가 방사선 조사가 필요하다고 하였으나, 백혈구 제거는 25.0%만이 인식한 것으로 나타나, 이에 대한 추가 교육이 필요하다고 판단되었다.

PBM은 수혈여부의 결정뿐만 아니라 환자의 자체 혈액 생성과 보존을 최적화하는 전략을 포괄한다. 비록 의과대학생들 중 일부는 급성 질환 치료 시설에서 근무하지 않을 수 있으며, 일부는 수혈을 처방하는 일이 전혀 없을 수 있다. 하지만 그들은 여전히 헌혈과 수혈에 대한 조언을 제공

해야 하는 상황에 직면할 수 있다. European and Mediterranean Initiative in Transfusion Medicine (EMITm) 그룹은 이에 의과대학생들을 대상으로 헌혈자 관리, 환자 관리, 혈액 제품의 적절한 사용, 그리고 안전성과 효과성 고려 사항 등을 다루는 교육 세션을 제안했다[10]. Lin 등[11]은 다양한 수혈 커뮤니티 이해관계자들의 참여 하에 수혈 교육 프로그램, ‘수혈 캠프’를 성공적으로 진행했다. 수혈 캠프는 5일 동안 15시간의 강의와 13시간의 팀기반학습(team based learning, TBL)으로 구성된 수혈의학 교육 프로그램으로, 각 주제 일마다 구체적인 학습목표는 다음과 같다; 1) 혈액제제의 적응증, 2) 수혈이상반응; 급성과 지연성, 3) 특별한 상황의 수혈: 산모, 수술 전후 출혈 평가 및 겸상적혈구질환, 4) 환자혈액관리 및 지혈, 그리고 5) 대량수혈프로토콜. 수혈 캠프 운영에 수혈의학, 혈액학, 중환자의학, 마취의학 및 공

급혈액원이 참여하며, 수혈의학, 혈액학, 마취의 학 등의 전문의가 교육을 제공한다. 이에 비해, 이 연구는 1년간의 교육 성과 레포트로 교육 시간이 짧았으며, 교육자가 진단검사의학과 전문의 1인이었고, 실제 환자 증례가 아닌 가상의 증례였다는 제한점이 있다. 하지만 2인 1조에 대해 수혈을 전문적으로 담당하는 전문의가 수혈에 대한 침착 교육을 진행하였으며, 수혈 전 검사, 혈액형 판정, 부작용 등의 전통적인 수혈의학 교육의 범위 외에도[12], 학생들이 혈액제제를 선택하고 대체 치료법 탐색을 포함한 수혈 과정에 대한 판단을 내릴 수 있도록 하는 증례 기반의 교육 접근법을 활용했다는 데 가치가 있다. 이는 다가오는 저출산 혈액 부족 시대에서 빈혈 관리 및 수혈 처방에 대한 새로운 관점을 심어주는 데 기여하였을 것으로 생각한다.

본 연구에서 도출된 의과대학생의 수혈의학 교육에 보강되어야 할 영역은 다음과 같다; 첫째, 소구성 저색소성 빈혈에 국한되지 않은 다양한 빈혈 유형과 그에 따른 대체 치료법에 대한 교육이 필요하다. 둘째, 환자의 빈혈 상태를 교정하고, 수술 일정 변경이나 자가 혈액 수혈 등을 고려할 수 있도록 비응급 상황에서의 PBM 전략에 대한 이해를 높이는 교육이 필요하다. 셋째, 수혈이상반응 외에도 다양한 환자의 과거력을 고려하여 적절한 혈액제제를 선택하는 능력 강화가 필요하다. 더불어, ANH와 IBS를 활성화하기 위해 수술별 출혈량을 예측하기 위한 기초정보의 제공이 필요할 것으로 사료되었다. 본 연구 결과가 향후 수혈의학에 대한 이해를 향상시키고, 혈액 제품의 안전하고 적절한 활용을 촉진하기 위한 의과대학생 대상의 수혈의학 교육 프로그램 개발에 기여할 수 있기를 바란다.

References

1. Karp JK, Weston CM, King KE. Transfusion medicine in American undergraduate medical education. *Transfusion* 2011;51:2470-9
2. Arinsburg SA, Skerrett DL, Friedman MT, Cushing MM. A survey to assess transfusion medicine education needs for clinicians. *Transfus Med* 2012;22:44-9; quiz 49-51
3. Lim J, Kim H, Lim YA, Lim HS, Kim JN, Choi SR, et al. Assessment of medical trainees' knowledge and their educational needs on transfusion medicine. *Korean J Blood Transfus* 2017;28:290-7
4. Choi S, Hyun J, Yu H, Cho D. ABO-incompatible transfusion events reported in written judgments and in the Korean hemovigilance system. *Ann Lab Med* 2021;41:493-8
5. Choi S, Choi SJ, Shin JW, Yoon YA. Common data model-based analysis of selective leukoreduction protocol compliance at three hospitals. *Ann Lab Med* 2023;43:187-95
6. Haspel RL, Lin Y, Mallick R, Tinmouth A, Cid J, Eichler H, et al. Internal medicine resident knowledge of transfusion medicine: results from the BEST-TEST international education needs assessment. *Transfusion* 2015;55:1355-61
7. The National Institute of Organ, Tissue and Blood Management; The Korean Society of Blood Transfusion. *Transfusion guideline*. 5th ed. Seoul: The National Institute of Organ, Tissue and Blood Management, 2022
8. Choi S, Chun S, Seo JY, Yang JH, Cho D. Planned transfusion of D-positive blood components in an Asia type DEL patient: proposed modification of the Korean national guidelines for blood transfusion. *Ann Lab Med* 2019;39:102-4
9. Greenberg PL, Stone RM, Al-Kali A, Bennett

- JM, Borate U, Brunner AM, et al. NCCN Guidelines[®] Insights: Myelodysplastic Syndromes, version 3.2022. J Natl Compr Canc Netw 2022; 20:106-17
10. Garraud O, Brand A, Henschler R, Vuk T, Haddad A, Lozano M, et al. Medical student education in transfusion medicine: proposal from the “European and Mediterranean initiative in transfusion medicine.” Transfus Apher Sci 2018; 57:593-7
11. Lin Y, Khandelwal A, Kapitany C, Chargé S. Transfusion Camp: successes and challenges in scaling and expanding a transfusion medicine education program. Transfus Apher Sci 2023; 62:103629
12. Choi S, Choi SJ, Kim JK, Lee J, Lee YK. Adverse events associated with the use of leukocyte reduction filters and blood transfusion sets: experience of a single institute in Korea and status of adverse event reporting in Korea and the United States. Korean J Blood Transfus 2022;33:161-70