

소아의 말초정맥 확보에서
VeinViewer[®]의 효용성

연세대학교 대학원
의 학 과
김 민 정

소아의 말초정맥 확보에서
VeinViewer[®]의 효용성

지도교수 김 승 호

이 논문을 석사 학위논문으로 제출함

2011 년 12 월

연세대학교 대학원

의 학 과

김 민 정

김민정의 석사 학위논문을 인준함

심사위원 _____인

심사위원 _____인

심사위원 _____인

연세대학교 대학원

2011 년 12 월

감사의 글

응급의학과 의사로서 고민하고 스스로를 키워나갈 수 있도록 길을 열어주신 연세대학교 응급의학교실 김승호 교수님께 감사 드립니다. 그리고 논문 진행에 열정으로 지도해 주신 정성필 교수님과 이영목 교수님, 부족한 저를 변함없이 믿어주시고 사랑으로 감싸주시는 이한식 교수님께 깊은 감사의 말씀을 드립니다. 마지막으로 제자들의 의견에 항상 귀 기울여 주시는 박인철 교수님, 박유석 교수님께도 감사 드립니다.

늘 묵묵히 저를 도와주시는 사랑하는 부모님과 바쁜 아내를 이해해 주고 엄마의 역할을 함께해 주는 나의 남편 박준민, 밝고 건강하고 자라준 아들 박시언과 이 기쁨을 함께 하였으면 합니다.

저자 씬

차례

국문요약	1
I. 서론	3
II. 재료 및 방법	6
1. 연구기간 및 대상	6
2. 참여 간호사 모집	7
3. 연구 프로토콜	7
4. 자료 수집	9
5. 간호사 설문	10
6. 통계 분석 방법	10
III. 결과	11
1. 실험군과 대조군의 환자 비교	11
2. 일차시도 성공률과 시술 소요시간	14
3. DIVA score와 주관적인 난이도 평가의 비교	17
4. 간호사 설문	19
IV. 고찰	21
V. 결론	25
참고문헌	26
ABSTRACT	29

그림 차례

Figure 1. Flow chart of patients enrolled and allocated to each group. 11

Figure 2. Comparison of the first attempt success rate according to difficulty of intravenous access between the VeinViewer[®] group and the control group. 15

Figure 3. DIVA (difficult intravenous access) score and subjective difficulty. 17

Figure 4. Receiver operating characteristic curve for DIVA (difficult intravenous access) score in the control group. 18

표 차례

Table 1. DIVA (difficult intravenous access) score.	8
Table 2. Patient demographics and characteristics.	12
Table 3. Comparison of procedural time between the VeinViewer [®] group and the control group.	16
Table 4. Nurse questionnaire (n=12).	20

국문요약

소아의 말초정맥 확보에서 VeinViewer[®]의 효용성

소아의 혈관은 작고 피부 아래 깊이 위치하여 소아 환자의 말초혈관 확보는 숙련된 의료진에게도 부담스러운 기술이다. VeinViewer[®](Luminetx Corporation, Memphis, TN, USA)는 근적외선을 이용하여 혈관의 주행을 피부 위에 보여주는 장비로 본 연구에서는 VeinViewer[®]가 소아의 말초정맥 확보에 도움이 되는지 또한 어떤 환자에게 도움이 되는지 알아보고자 한다.

2011년 4월부터 5월까지 두 달 동안 연세대학교 의료원 강남세브란스병원 소아병동에 입원한 1개월 이상 16세 미만의 말초정맥 확보를 필요로 하는 소아 환자를 대상으로 무작위 대조시험 연구를 하였다. 기술 전 difficult intravenous access (DIVA) score를 측정하여 말초정맥 확보의 난이도를 평가한 뒤 VeinViewer[®] 군과 control 군으로 배정하였다. 양 군의 일차시도 성공률과 기술 소요시간을 비교하였다. 또한 난이도에 따라 VeinViewer[®]의 효과에 차이가 있는지 확인하였다.

총 111명의 소아가 VeinViewer[®] 군에 54명, control 군에 57명으로 배정되었다. 전체 소아 환자의 일차시도 성공률은 69.4%였고, VeinViewer[®] 군은 77.2%, control 군은 66.7%로 양 군 간에 유의한 차이를 보이지 않았다. 하지만 DIVA score 4점 이상의 어려운 환자에서는 control 군의 일차시도 성공률은 25.0%인 것에 비해 VeinViewer[®] 군은 58.3%로 높았다. 기술

소요시간을 비교해 보았을 때, VeinViewer[®] 군의 중앙값 (사분위수)은 46 (30, 59)초, control 군은 50 (28, 95)초로 통계적으로 유의하지 않았다.

VeinViewer[®]는 말초혈관 확보가 어려울 것으로 예상되는 소아에게 효과적임을 확인하였다.

핵심되는 말 : 소아, 말초정맥 확보, 난이도, 일차시도 성공률

소아의 말초정맥 확보에서 VeinViewer[®]의 효용성

<지도교수 김승호>

연세대학교 대학원 의학과

김민정

I. 서론

입원을 요하는 소아 환자들은 대부분 수액치료나 약물 투여를 위해 말초정맥 확보를 하게 된다. 영아나 유아 환자의 말초혈관은 크기가 작고 피하지방 깊숙이 위치해 있기 때문에 잘 보이지 않고 만져지지 않는 경우가 많다. 또한 시술 시 협조가 잘 이루어지지 않아 숙련된 의료진이라 하더라도 부담스러운 시술이다. 기존 연구에 따르면 일차 시도에서 도관삽입에 성공하는 경우는 49%~79%로 환자 일인당 평균 2회의 시도가 이루어지게 되는데, 혈관이 깊이 있어 위치를 찾기 어렵거나 꼬여있는 경우, 2세 미만의 영유아, 만성 질환으로 인해 이전에 수 차례 도관삽입을 받은 과거력, 환아가 협조가 안 되는 경우 등이 성공률을 더욱 낮아지게 하는 요인들로 알려져 있다¹⁻⁴. 시술 과정에서 소아들은 통증과 공포를 느끼게 되고 첫 시도에서 실패하는 경우 보호자들이 더욱 예민해 지기 때문에 시술자의 부담은 가중된다. 또한 여러 차례 실패할수록 혈관과 주변 조직이 손상되어 이후의 시도에서 성공할 확률은 더욱 낮아지고 수액요법이나 혈관 내 약물 투여

가 지연된다.

소아 환자의 말초혈관 도관삽입의 성공을 높이기 위한 연구는 크게 두 방향에서 진행되어 왔다. 하나는 소아의 심리적 또는 물리적 스트레스를 줄여주어 협조를 유도하고자 하는 방향이다. EMLA[®] (eutectic mixture of local anesthetics) 크림과 같은 국소마취제를 사용하여 통증을 줄여주기도 하고 시술 도중 만화경을 보게 하거나 좋아하는 음악을 틀어주는 식의 관심을 돌리는 방안들이 연구되었다⁵⁻⁷. 다른 방향은 도관삽입 시술에 도움이 되는 장비들의 효과를 확인하고자 하는 연구들이다. Transillumination 방법⁸⁻⁹과 VeinViewer[®] (Luminetx Corporation, Memphis, TN, USA)¹⁰⁻¹³는 말초혈관의 위치를 잘 보이게 하여 시술할 혈관을 선택하는 데에 도움을 주는 장비들이다. Vein-entry indicator devices (VEID[™]; Kiryat Weizmann Science Park, Ness-Ziona, Israel)¹⁴는 도관이 혈관 안에 정확하게 들어갔는지를 소리로 알려준다. 최근에는 중심정맥 도관삽입에 주로 이용해오던 초음파를 말초혈관 도관삽입에도 적용해 보려는 연구들도 시도되고 있다¹⁵⁻¹⁸. 이러한 방법들은 다양한 장단점을 지니고 있고, 환자의 특성에 따라 보조 장비가 도움이 될 수도, 그렇지 않을 수도 있기 때문에 아직 최적의 방법에 대해서는 결론을 내리지 못하고 있다.

VeinViewer[®]는 760 nm의 근적외선을 이용하여 피부상에 말초혈관의 위치를 비춰주는 장비로 2005년에 처음 개발되었다. 근적외선을 피부에 투과시키면 피부와 지방 조직은 근적외선을 흡수하지 않고 사방으로 흩뿌리는 반면 혈관 속의 헤모글로빈은 이를 흡수한다. VeinViewer[®]는 이러한 차이를 이차원의 영상으로 전환하여 혈관의 주행을 피부상에 보여준다. 근적외선은 화상을 일으킬 위험이 없고 시술자나 주변인의 눈에 해롭지 않다.

지금까지의 연구들에서 VeinViewer[®]가 일차시도 성공률을 높인다는

결과¹¹와 그렇지 않다는 결과^{10, 13}들이 혼재해 있어 아직 VeinViewer[®]의 효용성은 명확하게 입증되지 못한 상태이다. 혈관이 육안으로 잘 관찰되고 협조가 되는 나이의 소아에서는 아무런 장비의 도움 없이도 한 번에 도관삽입에 성공할 수 있을 것이다. 이러한 경우 새로운 장비를 사용하는 것 자체가 방해가 될 수도 있다. 반면 탈수 상태로 혈관이 잘 관찰되지 않는 환자나 만성 질환으로 인해 수 차례 도관삽입을 당하여 좋은 혈관들이 소진된 환자, 피하지방이 많아 혈관을 찾기 어려운 비만환자의 경우에는 VeinViewer[®]가 도움이 될 수 있으리라 기대해 볼 수 있다. 따라서 이 연구의 목적은 시술 전에 소아 환자의 말초혈관 도관삽입의 난이도를 예측하여 어떤 환자의 말초정맥 확보에 VeinViewer[®]가 도움이 되는지 알아보고자 한다.

II. 재료 및 방법

1. 연구기간 및 대상

연세대학교 의료원 강남세브란스병원의 소아 병동에 입원한 정맥 확보를 필요로 하는 소아 환자를 대상으로 무작위 대조시험을 시행하였다. 본 연구는 해당 병원 임상연구심의위원회의 승인을 받고 진행되었다. 연구에 참여한 모든 소아 환자의 보호자로부터 피험자 동의서를 받았고, 연구의 내용을 이해하고 의사표현을 할 수 있는 7세 이상 소아의 경우 소아용 설명문을 이용하여 설명한 후 동의서를 받았다. 연구에 참여한 모든 소아와 보호자들은 연구와 관련된 어떠한 보상이나 금전적 이득도 제공받지 않았다.

연구는 2011년 4월 1일부터 5월 30일까지 두 달간 1개월 이상 16세 미만의 소아 환자들을 대상으로 진행되었다. 평일 오전 6시부터 오후 6시까지의 연구자들이 참석 가능한 시간대에 진행되었고, 연구에 참여하기로 한 간호사가 담당하는 소아 환자들 가운데 주치의가 말초정맥 확보를 결정한 경우 해당 소아는 대상 환자로 등록되었다. 참여 간호사로부터 연락을 받은 연구자는 병동에서 소아와 보호자를 직접 만나 연구에 대해 설명하고 동의서를 받았다. 말초정맥 확보에는 수액 투여를 위한 도관삽입 뿐만 아니라 혈액 채취만을 위한 정맥 확보도 포함시켰고, 시술자의 기호에 따라 나비바늘(scalp needle)을 사용하는 것을 인정하였다. 입원 기간 동안 여러 차례 정맥 확보가 이루어지는 경우 한 환자가 여러 차례 연구에 등록되었다. 정맥 확보가 시급한 응급 상황이어서 시술 전 동의서를 받을 시간적 여유가 없는 경우는 연구 대상에서 제외시켰다. 또한 피부색으로 인한 영향을 배제하기 위해 백인과 흑인 소아는 포함시키지 않았다.

2. 참여 간호사 모집

연구에 앞서 소아 병동 간호사들 가운데 연구에 참여하기를 희망하는 간호사를 모집하였다. 소아 병동이나 소아 중환자실에 최소한 3년 이상의 경력을 가진 간호사들만을 대상으로 하였고 최근 3개월 사이에 휴직을 한 경우는 술기의 능숙함에 영향을 줄 것으로 생각하여 제외하였다. 참여하기로 한 모든 간호사들은 이 연구 이전에는 VeinViewer[®]를 사용해본 경험이 없었다. 연구를 시작하기 2주 전 본 연구자는 참여 간호사들에게 장비 사용법을 시연 교육하였고, 2주간의 적응기간을 두어 실제 소아 환자의 말초정맥 접근 시에 VeinViewer[®]를 사용해 보도록 하였다. 모든 참여 간호사들은 연구를 시작하기 전에 10명 이상의 소아 환자에서 VeinViewer[®]를 사용해 보았고 스스로 익숙해 졌다고 보고하였다.

3. 연구 프로토콜

모든 시술은 병동의 처치실에서 진행되었고, 시술하는 동안 처치실은 일반적인 자연광 정도의 실내 조명을 유지하였다. 시술하기 전 담당 간호사는 환자의 팔과 다리를 살펴보고 혈관 확보 난이도를 판단하였다. 난이도는 difficult intravenous access (DIVA) score라는 도구를 이용하여 평가 하였는데, 이는 2008년에 Kenneth 등¹이 615명의 소아 환자들을 대상으로 도관삽입의 성공에 영향을 줄 수 있는 인자들을 연구하여 고안한 어려운 도관삽입의 임상적 예측 도구이다. Table 1의 4가지 항목에 대해 평가한 점수를 모두 합산한 것이 DIVA score이다. 저자들은 DIVA score가 4점일 경우 일차시도 성공률이 50%라고 제시한 바 있다.

DIVA score의 4가지 항목 가운데 지혈대를 적용한 후 정맥이 보이는지(vein visible after tourniquet)와 만져지는지(vein palpable

after tourniquet)를 담당 간호사가 판단하여 알려주면 연구자는 이를 기록하였다. 나머지 두 요인인 나이와 미숙아의 과거력은 연구자가 의무기록을 통해 확인하였다. DIVA score와 별도로 간호사들은 자신의 경험을 토대로 난이도를 “상(difficult)/중(intermediate)/하(easy)”로 판단하였다.

Table 1. DIVA (difficult intravenous access) score¹.

Predictor Variable	Score		
Vein visible after tourniquet	Visible,0		Not visible,2
Vein palpable after tourniquet	Palpable,0		Not palpable,2
Age category	≥3 years old,0	1-2 years old,1	<1 year old,3
History of prematurity	Not premature,0		Premature,3

The sum of point values of the variables is the DIVA score (range, 0-10).

난이도를 평가한 후 해당 환자의 무작위 배정이 이루어졌다. 난수 발생기를 이용하여 control 군과 VeinViewer[®] 군으로 배정하였다. 난수를 적은 종이는 불투명한 봉투에 봉인되어 있다가 환자의 혈관 확보 난이도를 평가한 이후에 개봉되었다. VeinViewer[®] 군으로 배정된 환자들은 첫 번째 시도에서 VeinViewer[®]를 사용하였고, control 군에서는 장비의 도움 없이 시행하였다. 모든 환자의 첫 번째 시도는 담

당 간호사가 시행하였다. 실패한 경우 이후의 시도에서는 다른 간호사로 시술자를 변경할 수 있도록 허용하였고, VeinViewer[®] 사용 여부는 시술자의 결정에 따랐다. 이 때 시술자를 변경하는 경우 연구 참여와 무관한 간호사도 가능하도록 하였다.

4. 자료 수집

본 연구의 일차변수(primary end point)는 일차시도 성공률이다. 3 ml 이상의 혈액을 채취하거나 10 ml 이상의 수액을 주변 조직으로의 침투 없이 투여할 수 있을 때 성공으로 판단하였다. 바늘이 피부를 관통하게 되면 한번의 시도가 시작되는 것으로, 관통 횟수를 시도 횟수로 정의하였다. 일차시도에서 성공한 환자에 한하여 시술의 소요시간을 분석하였는데, 시간을 정확하게 측정하기 위해 시술 과정을 동영상으로 촬영하여 추후 분석하였다. 시술 소요시간은 지혈대를 감은 시점부터 일차시도 성공 확인까지로 정의하였다. 전체 소요시간을 지혈대를 묶으면서부터 피부를 찌를 때까지의 시간(준비시간), 피부를 찌른 이후 혈관 관통까지의 시간(시술시간), 혈관 관통에서부터 성공 확인까지의 시간(확인시간)으로 나누어 분석하였다.

그 외에 혈관 확보 성공과 관련된 항목들을 조사하였다. 과거 정맥 확보가 어려웠던 경험 여부와 최근 2주 이내의 시술 여부는 시술 전에 보호자를 통해 확인하였다. 성별, 나이, 키, 몸무게 등의 환자의 기초적인 정보와 사립체근육병증이나 저산소뇌손상, 경련 등의 반복적인 도관 삽입과 관련된 만성질환 여부는 의무기록을 통하여 확인하였다. 시술하는 동안 시술자, 사용한 도구(도관과 나비바늘), 시도 부위, 보호자 입회 여부를 기록하였다.

5. 간호사 설문

두 달 간의 데이터 수집을 종료한 시점에 참여 간호사들에게 VeinViewer[®] 장비의 장점과 단점, 도움이 되는 환자 특성에 대해 설문조사를 시행하였다. 연구 기간 동안 간호사들이 제시한 의견들을 토대로 설문 문항을 작성하였고, 각 문항에 대해 5단계의 리커트 척도(Likert scale)로 답하도록 하였다.

6. 통계 분석 방법

목표 피험자의 수는 이전 연구¹¹를 토대로 일차시도 성공률의 30%의 차이를 유의하다고 판단하고 0.05의 유의수준과 0.8의 검정력, 탈락률 10%를 가정하여 총 84명으로 산출되었다. 통계분석방법은 양 군의 환자들의 일반적인 특징과 혈관 확보와 관련된 요인들, 일차시도 성공률을 비교하기 위해 카이제곱검정을 사용하였고, 시술자의 간호 경력이 일차시도 성공률에 미칠 영향을 보정하기 위해 로지스틱 회귀분석을 시행하였다. 양 군의 시술 소요시간은 Mann-Whitney U test로 분석하여 중앙값과 사분위수로 보여주었다. DIVA score와 간호사들의 난이도 판단 사이의 연관성을 보기 위해 Kendall' s tau b 상관 계수를 구하였다. VeinViewer[®]를 사용하지 않은 control 군에서의 DIVA score의 일차시도 성공 예측력을 확인하기 위해 수신자 동작 특성 곡선(ROC, receiver operating characteristic) 분석을 시행하였다. p 값이 0.05 미만일 때 통계학적으로 유의한 것으로 판정하였고, 분석은 SPSS software, Window 12.0 version (SPSS Inc., Chicago, IL, USA)을 사용하였다.

Ⅲ. 결과

1. 실험군과 대조군의 환자 비교

연구기간 동안 총 128명의 환자가 연구에 등록되었다. 이 가운데 환자 15명의 보호자들이 연구에 참여하기를 거부하였고 2명의 경우 주치의가 도관 삽입 결정을 취소하여 제외되었다. 최종적으로 111명의 환자가 연구에 포함되어 VeinViewer[®] 군에 54명, control 군에 57명으로 배정되었다(Figure 1).

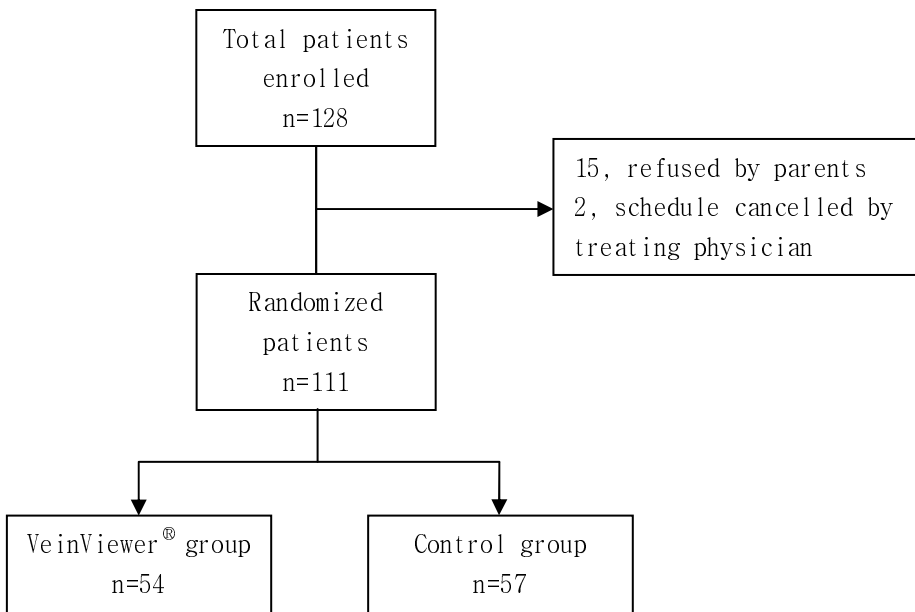


Figure 1. Flow chart of patients enrolled and allocated to each group.

환자들의 일반적인 특성을 비교하였다(Table 2). 전체 연구 대상 소아 환자의 나이는 그 중앙값(사분위수)이 2.7 (1.4, 6.2)세였다. 양군의 소아의 나이나 성별, 비만도, 만성질환 여부, 최근 2주 이내의 정맥 확보 시도 여부, 어려웠던 과거력 여부는 서로 비슷하였다. DIVA score와 간호사들이 예상한 난이도, 시술 도구, 시술자의 간호경력 등은 양 군 간에 유의한 차이를 보이지 않았다.

Table 2. Patient demographics and characteristics.

Variables	VeinViewer [®] group (n=54,%)	Control group (n=57,%)	<i>p</i> -value
Sex			0.901
Male	30 (55.6)	31 (54.4)	
Female	24 (44.4)	26 (45.6)	
Age			0.477
<1 yr	8 (14.8)	9 (15.8)	
1-2 yr	17 (31.5)	24 (42.1)	
3-6 yr	17 (31.5)	17 (29.8)	
≥7 yr	12 (22.2)	7 (12.3)	
BMI ¹			0.413
<18.5	38 (70.4)	46 (80.7)	
18.5-24.9	14 (25.9)	9 (15.8)	
≥25.0	2 (3.7)	2 (3.5)	
Delivery type			0.109
NSVD ²	31 (57.4)	41 (71.9)	
Caesarean section	23 (42.6)	16 (28.1)	
Chronic disease	12 (22.2)	13 (22.8)	0.941

History of recent access	36 (66.7)	42 (73.7)	0.419
History of difficult access	26 (48.1)	24 (42.1)	0.522
DIVA ³ score			0.314
0-3	30 (55.6)	37 (64.9)	
4-10	24 (44.4)	20 (35.1)	
Subjective difficulty			0.070
Easy	17 (31.5)	19 (33.3)	
Intermediate	9 (16.7)	19 (33.3)	
Difficult	28 (51.9)	19 (33.3)	
Access tool			0.065
Catheter	48 (88.9)	43 (75.4)	
Scalp needle	6 (11.1)	14 (24.6)	
Access site of first attempt			0.390
Upper extremities	50 (92.6)	50 (87.7)	
Lower extremities	4 (7.4)	7 (12.3)	
Nursing experience ⁴			0.902
<5 yr	17 (31.5)	18 (31.6)	
5-9 yr	19 (35.2)	18 (31.6)	
≥10 yr	18 (33.3)	21 (36.8)	
Parental attendance	29 (53.7)	24 (42.1)	0.221

¹Body mass index

²Normal spontaneous vaginal delivery

³Difficult intravenous access

⁴Sum of years experience working in the pediatric ward or intensive care unit

2. 일차시도 성공률과 시술 소요시간

전체 환자 111명 가운데 77명(69.4%)의 환자에서 일차시도에서 정맥 확보에 성공하였다. 양 군의 일차시도 성공률은 VeinViewer[®] 군에서 77.2%, control 군에서 66.7%로 통계적으로 유의한 차이는 없었다($p=0.526$). 환자의 난이도에 따른 성공률 차이를 알아보기 위해 DIVA score 4점을 기준으로 전체 환자를 두 군으로 나누어 비교하였다(Figure 2). DIVA score 3점 이하의 쉬운 환자에서의 일차시도 성공률은 양 군 간에 유의한 차이를 보이지 않았다($p=0.485$). DIVA score 4점 이상의 어려운 환자에서 VeinViewer[®] 군의 일차시도 성공률이 58.3%인 것에 비해 control 군은 25.0%로 낮았다($p=0.026$). 어려운 환자에서 VeinViewer[®] 사용 여부가 일차시도 성공에 미치는 영향은 시행 간호사들의 경력을 보정한 후에도 유의하게 관찰되었고($p=0.034$), 4.1배의 오즈비(odds ratio)를 보였다(95% CI, 1.148-15.369).

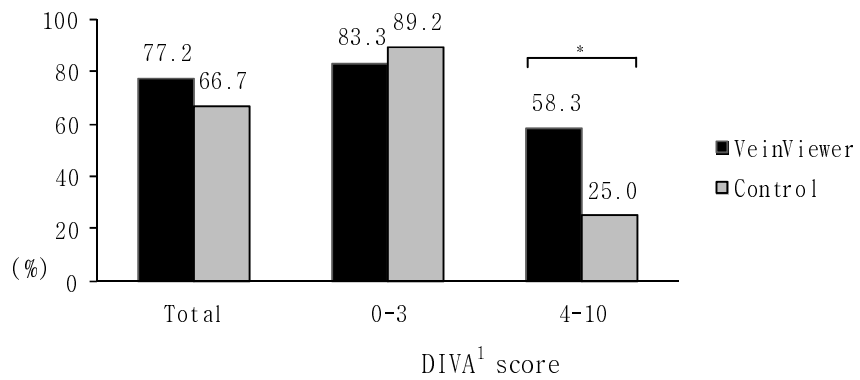


Figure 2. Comparison of the first attempt success rate according to difficulty of intravenous access between the VeinViewer[®] group and the control group.

¹Difficult intravenous access

* $p=0.026$

양 군의 일차시도 성공 환자들의 시술 소요시간을 비교하였다 (Table 3). 전체 소요시간의 중앙값(사분위수)은 VeinViewer[®] 군은 46 (30, 59)초, control 군은 50 (28, 95)초였다($p=0.096$). 전체 소요시간을 준비시간, 시술시간, 확인시간으로 나누어 분석해 보았을 때, 각 과정의 소요시간은 양 군 간에 차이는 통계적으로 유의하지 않았다.

Table 3. Comparison of procedural time¹ between the VeinViewer[®] group and the control group.

Difficulty by DIVA score	Time interval	VeinViewer [®] group	Control group	p-value
Easy (n=58)	Preparation	19 (12,38)	23 (14,48)	0.131
	Manipulation	5 (3,8)	5 (4,16)	0.512
	Confirmation	8 (6,13)	6 (3,12)	0.069
	Overall time	36 (27,49)	39 (26,85)	0.428
Difficult (n=19)	Preparation	34 (31,78)	73 (34,124)	0.130
	Manipulation	11 (9,15)	11 (11,34)	0.391
	Confirmation	9 (5,17)	11 (7,21)	0.444
	Overall time	56 (44,106)	92 (75,156)	0.056

¹ Time shown as median (IQR) in seconds

3. DIVA score와 주관적인 난이도 평가의 비교

Figure 3에서 시술 전 평가한 DIVA score와 간호사들이 주관적으로 평가한 난이도를 비교하여 보여주었다. 두 변수 간의 Kendall' s tau b 상관계수는 0.612였다($p < 0.001$).

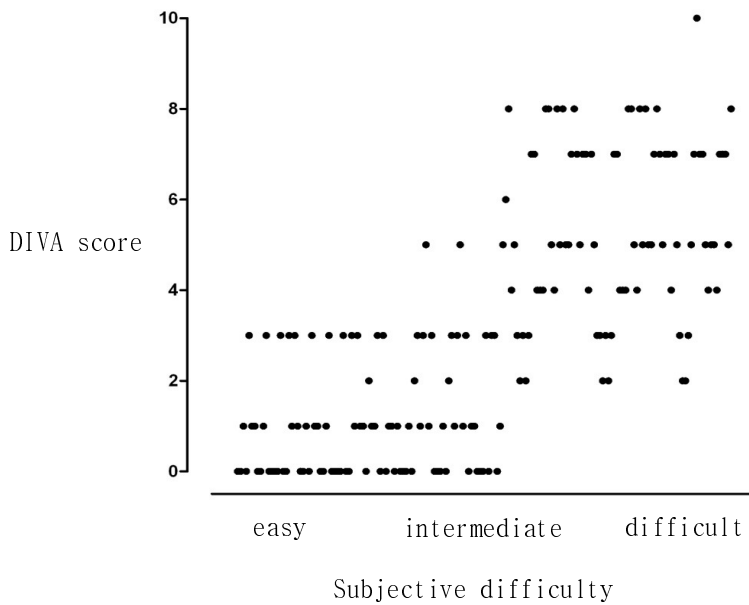


Figure 3. DIVA (difficult intravenous access) score and subjective difficulty.

Figure 4는 장비를 사용하지 않은 control 군에서 DIVA score의 일차 시도 성공 예측력을 확인하기 위해 시행한 수신자 동작 특성 곡선 분석 결과로 곡선하면적(AUC, area under the curve)은 0.805였다($p < 0.001$).

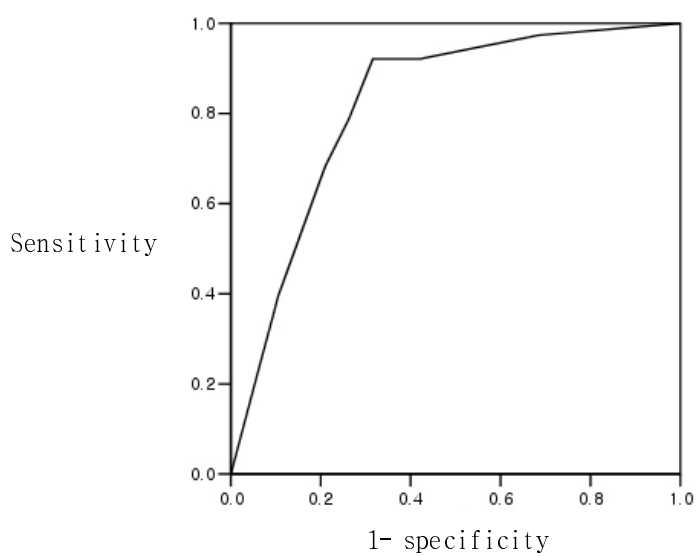


Figure 4. Receiver operating characteristic curve for DIVA (difficult intravenous access) score in the control group.

4. 간호사 설문

연구를 마친 후 시행한 간호사 설문 결과이다(Table 4). 설문 결과 75%의 간호사들이 통통하여 육안으로 혈관의 위치를 찾기 어려운 경우와 이전에 여러 차례 시술을 받아 적절한 혈관을 선택하기 어려운 경우 도움이 되었다고 하였다. 67%의 간호사들이 혈관이 확대되어 보이고 이차원 영상으로 인해 깊이를 가늠하기 어려운 점이 시술을 방해한다고 답하였고, 42%의 간호사들이 환아가 움직일 때 영상이 늦게 따라오는 점이 방해요소라는 것에 동의하였다. 향후 VeinViewer[®] 사용 의향에 대한 질문에서는 12명 가운데 11명의 간호사들이 모든 환자에게 VeinViewer[®]를 사용하기 보다는 어려울 것으로 예상되는 환자에서 첫 시도에서부터 사용하겠다고 답하였다.

Table 4. Nurse questionnaire (n=12).

Questions	Likert scale ¹				
	1	2	3	4	5
The VeinViewer [®] was helpful in patients					
who were so chubby that their veins were not visible to the naked eye.	0	2	1	7	2
who were so dehydrated that their veins were not visible with the naked eye.	0	2	4	6	0
who had no proper veins due to numerous prior injections.	1	1	1	6	3
whose veins were fragile and easily ruptured.	1	2	5	2	2
The VeinViewer [®] hampered the procedure because					
the vein was shown much larger than its actual size.	1	1	2	7	1
2-dimensional images made it difficult to guess the depth of the vein.	0	1	3	8	0
the motion of the image was delayed when the patient moved his or her extremities.	0	3	4	4	1
The VeinViewer [®] reduced the time spent searching for a proper vein.	0	1	5	3	3
The VeinViewer [®] improved the satisfaction of patients or their parents.	0	1	5	4	2
I would like to use the VeinViewer [®]					
on every patients at the first attempt.					0
at the first attempt in patients expected to have difficult veins.					11(92%)
After the first attempt has failed.					1(8%)

¹ 1=strongly disagree, 2=disagree, 3=neutral, 4=agree, 5=strongly agree

IV. 고찰

본 연구에서는 무작위 배정을 하기 전에 환자의 난이도를 평가하여 어떤 환자들에게 VeinViewer[®]가 도움이 되는지를 확인하고자 하였다. 연구 결과 시술 전 평가에서 쉬울 것으로 예상되는 환자에서는 VeinViewer[®]가 일차시도 성공률에 영향을 주지 못하는 반면, DIVA score 4점 이상의 어려울 것으로 예상되는 환자에서는 일차시도 성공률을 25.0%에서 58.3%로 33.3% 향상시켰다.

지금까지 VeinViewer[®]의 효과를 입증하고자 한 연구로는 전후비교 연구 하나와 두 개의 무작위대조연구가 있다. Hess¹¹의 전후비교연구에서는 VeinViewer[®]가 소아환자 도관삽입의 일차시도 성공률을 49%에서 80%로 향상시켰다고 발표하였지만, 다른 두 무작위 대조시험 연구에서는 유의한 효과를 보이지 못하였다^{10, 13}. 이 두 연구들은 응급실 환경에서 이루어졌고 난이도와 상관 없이 혈관 확보를 필요로 하는 전체 소아 환자들을 대상으로 하였다. 저자는 본 연구가 병동의 처치실이라는 응급실보다 안정된 환경에서 진행되었기 때문에 보조 장비의 효과나 장단점을 보다 명확하게 판단할 수 있으리라 기대하였는데, 기존 연구들과 마찬가지로 VeinViewer[®]가 전체 환자에서 효과적이지는 않음을 확인하였다. 앞의 두 연구에서 시술을 시행한 간호사들이 각각 30분과 1시간의 교육 과정을 거친 후 연구를 시작한 것에 비해 본 연구에서는 2주 동안 장비를 환자에게 사용해 보도록 함으로써 좀 더 장비에 익숙해진 상태에서 연구가 진행되어 시술자의 학습곡선으로 인한 혼란변수를 줄여줄 수 있었지만, 전체적인 결과에는 큰 차이를 보이지 않았다.

본 연구에서는 혈관 확보의 난이도를 판단하기 위해 DIVA score를 사용하였다. 기존의 혈관 확보가 어려운 환자들을 대상으로 한 연구들에서는 대부분 어려운 환자 군을 두 차례 또는 세 차례 시도에서

실패한 환자로 정의하였다^{16, 19}. 첫 번째 시도에서 혈관 확보에 실패하는 경우 주변 조직이 손상되고 시술하기 적합한 혈관들이 소진됨으로 인해 이후의 시도에서는 성공하기가 더욱 어려워질 수 있다는 점에서 첫 시도에 성공하기 위한 노력이 필요하다. 만약 시술 전에 어려운 환자들을 구분할 수 있는 객관적인 지표가 있다면 미리 판단하여 보조 장비를 적용하거나 숙련된 의료진이 처음부터 시술함으로써 일차시도 성공률을 높일 수 있을 것이다. 비슷한 개념에서 기도확보 분야에서는 시술 전 어려운 기도를 예측하기 위한 Mallampati classification이나 LEMON criteria 등의 여러 지표들이 개발되어 있고, 어려운 기도가 예측될 때 따라야 할 알고리즘도 제시된 바 있다²⁰⁻²². 이처럼 소아 환자의 말초혈관 확보의 분야에서도 난이도를 판단하는 지표 개발을 활성화하고 그에 따른 가이드라인을 정립할 필요가 있다. DIVA score는 혈관 확보 시술 전 그 난이도를 객관적으로 예측하기 위한 도구로서 그 첫 번째 시도라 할 수 있다. 이후 한 연구에서 366명의 소아환자를 대상으로 DIVA score의 외적 타당도를 검증하였고, 곡선하면적을 0.72라 제시한바 있다²³. 본 연구에서 VeinViewer[®]를 사용하지 않은 환자 군에서의 DIVA score의 곡선하면적은 0.805로 일차시도 성공에 대한 높은 예측력을 보여주었다.

소아의 말초혈관의 도관 삽입에 가장 처음 보조 장비를 시도한 것은 1975년 Kuhns 등의 transillumination 방법이다²⁴. Transillumination 방법은 열로 인한 화상이 가장 큰 단점이었지만 Fiber optic light을 도입함으로써 화상의 위험은 없어졌다²⁵. Transillumination 방식의 최근의 기기인 Veinlite[®] (TransLite, Sugar Land, TX, USA)는 C자 모양의 기구를 시술 부위에 대면 링 가운데의 피부에 확장된 혈관을 보여준다⁹. 이 경우 장비를 시술 부위에 고정하여 잡고 있을 손 하나를 필요로 한다. 초음파를 이용하는 경우

도 마찬가지로 초음파 탐촉자를 시술 부위에서 잡아주어야 한다. 더욱이 초음파의 경우 접촉에 의한 감염의 위험이 있기 때문에 탐촉자를 멸균상태로 적용해야 하는 번거로움이 있다. 이에 비해 VeinViewer[®]는 스탠드 타입의 장비로서 시술자의 두 손을 모두 자유롭게 시술에만 전념할 수 있게 하며, 피부 30cm 상방에서 수직으로 피부에 근적외선을 비춰주는 방식으로 기계가 피부에 닿지 않기 때문에 감염의 위험을 증가시키지 않는다. 이러한 VeinViewer[®]의 사용 용이성은 다른 장비들보다 우월한 강점이라 할 수 있다. 가장 최근에 개발된 VeinViewer[®] Vision은 기존 장비에 비해 크기가 작아져 이동이 수월해졌고 시술 시 장비의 공간 차지에 따른 불편함도 줄어들었다. 하지만 본 연구를 진행하면서 몇몇 VeinViewer[®]의 단점들을 발견할 수 있었다. 혈관이 확대되어 보이는 것과 혈관이 위치한 깊이를 가늠하기 어려운 점, 시술 부위를 움직일 때 영상이 늦게 따라 오는 점들이다. 이는 오히려 시술에 방해가 될 수 있는 요소이기 때문에 DIVA score 0-3점의 쉬운 환자에서는 VeinViewer[®]를 사용한다고 해서 일차시도 성공률이 높아지지 않았고, 간호사들 또한 향후 장비 사용에 대한 질문에 대해 쉬울 것으로 예상되는 환자에서는 VeinViewer[®]를 처음부터 사용하지는 않겠다고 답하였다.

본 연구는 다음의 제한점을 가지고 있다. 첫째, 보호자 설명과 동의서를 받기 위해 연구자가 참여 가능한 시간에만 자료 수집이 이루어져 환자 수가 적었다. 특히 DIVA score 4점 이상의 어려운 환자가 44명으로 적어 그 안에서도 어떤 특성의 환자에게 더욱 VeinViewer[®]가 도움이 되는지의 분석은 불가능하였다. 둘째, 응급 상황이거나 환자의 상태가 불안정하여 즉각적인 혈관 확보가 필요한 경우 연구 대상에서 제외되었기 때문에 이러한 환자 군에서의 VeinViewer[®]의 역할은 확인할 수 없었다. 셋째, 본 연구의 두 번째 결과 변수는 시술 소

요시간이었는데 전체 환자를 대상으로 분석하지 못하고 일차시도에서 성공한 환자에 한하여 분석하였다. 일차시도에 실패한 이후의 프로토콜을 일정하게 정하지 못하였기 때문에 그 다음 시술까지의 시간이 환자에 따라 차이가 컸고, 이후의 시도에서는 시술자가 달라질 수 있었고 동시에 두 부위에서 시도하기도 하였으며 장비 사용 여부 또한 자유롭게 결정하였기 때문에 분석 대상에서 제외하였다. 넷째, 혈관 확보의 난이도를 DIVA score를 기준으로 판단하였는데, 관련 연구들이 충분히 이루어지지 않은 상황이어서 DIVA score를 표준 기준(gold standard)으로 삼아도 좋을 지에 대한 의문이 남는다. 마지막으로, VeinViewer[®] 사용 경험에 따른 영향을 줄여주기 위해 2주간의 적응 기간 후에 연구를 시작하였지만, 장비에 익숙해지기 위한 적절 기간에 대해서는 아직 입증된 바가 없어 하나의 혼란 변수로서의 가능성을 배제할 수 없다.

V. 결론

VeinViewer[®]는 혈관 확보가 어려울 것으로 예상되는 소아 환자에서의 일차시도 성공률을 향상시켰다.

참고문헌

1. Yen K, Riegert A, Gorelick MH. Derivation of the DIVA score: a clinical prediction rule for the identification of children with difficult intravenous access. *Pediatr Emerg Care* 2008;24:143-7.
2. Jacobson AF, Winslow EH. Variables influencing intravenous catheter insertion difficulty and failure: an analysis of 339 intravenous catheter insertions. *Heart Lung* 2005;34:345-59.
3. Larsen P, Eldridge D, Brinkley J, Newton D, Goff D, Hartzog T, et al. Pediatric peripheral intravenous access: does nursing experience and competence really make a difference? *J Infus Nurs* 2010;33:226-35.
4. Lininger RA. Pediatric peripheral i.v. insertion success rates. *Pediatr Nurs* 2003;29:351-4.
5. Newbury C, Herd DW. Amethocaine versus EMLA for successful intravenous cannulation in a children's emergency department: a randomised controlled study. *Emerg Med J* 2009;26:487-91.
6. Tufekci FG, Celebioglu A, Kucukoglu S. Turkish children loved distraction: using kaleidoscope to reduce perceived pain during venipuncture. *J Clin Nurs* 2009;18:2180-6.
7. Arts SE, Abu-Saad HH, Champion GD, Crawford MR, Fisher RJ, Juniper KH, et al. Age-related response to lidocaine-prilocaine (EMLA) emulsion and effect of music distraction on the pain of intravenous cannulation. *Pediatrics* 1994;93:797-801.
8. Atalay H, Erbay H, Tomatir E, Serin S, Oner O. The use of transillumination for peripheral venous access in paediatric anaesthesia. *Eur J Anaesthesiol* 2005;22:317-8.

9. Katsogridakis YL, Seshadri R, Sullivan C, Waltzman ML. Veinlite transillumination in the pediatric emergency department: a therapeutic interventional trial. *Pediatr Emerg Care* 2008;24:83-8.
10. Perry AM, Caviness AC, Hsu DC. Efficacy of a Near-Infrared Light Device in Pediatric Intravenous Cannulation: A Randomized Controlled Trial. *Pediatr Emerg Care* 2010;27:5-10.
11. Hess HA. A biomedical device to improve pediatric vascular access success. *Pediatr Nurs* 2010;36:259-63.
12. Strehle EM. Making the invisible visible: near-infrared spectroscopy and phlebotomy in children. *Telemed J E Health* 2010;16:889-93.
13. Chapman LL, Sullivan B, Pacheco AL, Draleau CP, Becker BM. VeinViewer-assisted Intravenous Catheter Placement in a Pediatric Emergency Department. *Acad Emerg Med* 2011;18:966-71.
14. Simhi E, Kachko L, Bruckheimer E, Katz J. A vein entry indicator device for facilitating peripheral intravenous cannulation in children: a prospective, randomized, controlled trial. *Anesth Analg* 2008;107:1531-5.
15. Gregg SC, Murthi SB, Sisley AC, Stein DM, Scalea TM. Ultrasound-guided peripheral intravenous access in the intensive care unit. *J Crit Care* 2010;25:514-9.
16. Doniger SJ, Ishimine P, Fox JC, Kanegaye JT. Randomized controlled trial of ultrasound-guided peripheral intravenous catheter placement versus control techniques in difficult-access pediatric patients. *Pediatr Emerg Care* 2009;25:154-9.
17. Dargin JM, Rebholz CM, Lowenstein RA, Mitchell PM, Feldman JA.

- Ultrasonography-guided peripheral intravenous catheter survival in ED patients with difficult access. *Am J Emerg Med* 2010;28:1-7.
18. Witting MD, Schenkel SM, Lawner BJ, Euerle BD. Effects of vein width and depth on ultrasound-guided peripheral intravenous success rates. *J Emerg Med* 2010;39:70-5.
 19. Elia F, Ferrari G, Molino P, Converso M, De Filippi G, Milan A, et al. Standard-length catheters vs long catheters in ultrasound-guided peripheral vein cannulation. *Am J Emerg Med* 2011 Jun 22.
 20. Bindra A, Prabhakar H, Singh GP, Ali Z, Singhal V. Is the modified Mallampati test performed in supine position a reliable predictor of difficult tracheal intubation? *J Anesth* 2010;24:482-5.
 21. Soyuncu S, Eken C, Cete Y, Bektas F, Akcimen M. Determination of difficult intubation in the ED. *Am J Emerg Med* 2009;27:905-10.
 22. Frova G, Sorbello M. Algorithms for difficult airway management: a review. *Minerva Anesthesiol* 2009;75:201-9.
 23. Riker MW, Kennedy C, Winfrey BS, Yen K, Dowd MD. Validation and refinement of the difficult intravenous access score: a clinical prediction rule for identifying children with difficult intravenous access. *Acad Emerg Med* 2011;18:1129-34.
 24. Kuhns LR, Martin AJ, Gildersleeve S, Poznanski AK. Intense transillumination for infant venipuncture. *Radiology* 1975;116:734-5.
 25. John JM. Transillumination for vascular access: old concept, new technology. *Paediatr Anaesth* 2007;17:197-8.

ABSTRACT

Efficacy of the VeinViewer[®]
in pediatric peripheral venous access

Min Joung Kim

Department of Medicine
The Graduate School, Yonsei University

(Directed by Professor Seung Ho Kim)

Peripheral venous access in infants and children is technically challenging because their veins are small and located deep in the subcutaneous tissue which makes them difficult to palpate or visualize. The VeinViewer[®] (Luminetx Corporation, Memphis, TN, USA) is a near-infrared light device that delineates the running course of subcutaneous veins. In this study, we investigated whether the use of the VeinViewer[®] in children facilitated peripheral venous access, especially in difficult cases.

This study was a randomized, controlled trial of a convenience sample of pediatric patients between 1 month and

16 years old who required peripheral venous access in the pediatric ward. Prior to randomization, the difficult intravenous access (DIVA) score, four-variable clinical prediction rule for the first attempt success was estimated. We compared the first attempt success rates and procedural times between the VeinViewer[®] group and the control group.

We evaluated 111 patients: 54 in the VeinViewer[®] group and 57 in the control group. Patient demographics and factors related to the success of vein access were similar in both groups. The overall first attempt success rate was 69.4%: 77.2% in the VeinViewer[®] group and 66.7% in the control group, a difference that was not statistically significant. However, the first attempt success rate increased from 25.0% in the control group to 58.3% in the VeinViewer[®] group for difficult veins over the DIVA score 4 ($p=0.026$). There were no significant differences in procedural time between the two groups.

The VeinViewer[®] facilitated peripheral venous access for pediatric patients with difficult veins, which enhanced the first attempt success rate.

Key Words : child, peripheral catheterization, vascular access, near-infrared light