

증례

## 전자담배 용액의 피하 주사에 의한 급성 니코틴 중독 1례

연세대학교 의과대학 응급의학교실

최지운 · 고동률 · 유제성 · 정성필

### A Case Report of Acute Nicotine Poisoning from Subcutaneous Injection of Nicotine Solution for Electronic Cigarette

Jiun Choi, M.D., Dong Ryul Ko, M.D., Je Sung You, M.D., Sung Phil Chung, M.D.

Department of Emergency Medicine, Yonsei University College of Medicine, Seoul, Korea

Nicotine-poisoning related to the electronic cigarettes (e-cigarette) is increasing worldwide. Moreover, the American Association of Poison Control Centers has advised the public to use caution with e-cigarette devices and highly concentrated liquid nicotine after a surge in related poisonings. We report here the first case of nicotine poisoning from self-injected e-cigarette fluid in Korea.

A 17-year-old male patient subcutaneously injected himself with 0.5 ml of nicotine solution for an electronic cigarette via the dorsum of his hand, after which he complained of nausea, vomiting, dizziness and dyspnea. His vital signs were within the normal range, but his mental status was drowsy. He was admitted for observation and the symptoms disappeared the following day. Sinus bradycardia with a rate of 45/min was observed on the third hospital day, but improved after 6 hours. He was discharged without complications.

**Key Words:** Poisoning, Nicotine, Electronic cigarette

## 서론

흡연은 여러 질병의 위험 인자일 뿐만 아니라, 간접 흡연으로 인한 피해를 주게 되므로 사회적으로 규제가 강화되고 있다. 국내에서도 금연을 권장하는 다양한 정책들이 시행되고 있으며, 금연 보조를 위한 약물이나 대체제가 개발되고 있다. 담배 연기에는 니코틴뿐만 아니라 타르, 일산화탄소 등 4,700여 가지의 유해성분이 포함되어 있다고

한다. 이러한 유해물질의 흡수를 줄이고 순수하게 니코틴만을 흡입할 수 있도록 개발된 것이 전자담배이다<sup>1,2)</sup>.

전자담배는 2003년 중국에서 개발되어 국내에는 2007년부터 수입 판매되고 있다. 국내의 전자담배 수입량은 갈수록 증가하고 있는데, 2008년에 비하여 2011년에는 수입량이 3배 이상 증가되었다<sup>3)</sup>. 외국에서도 전자담배의 사용이 증가하는 추세이다<sup>4)</sup>. 전자담배는 정제된 순수한 니코틴을 기화 장치를 통해 흡입하므로 금연 보조용 의료제품으로 봐야 한다는 의견도 있으나, 세계보건기구에서는 인체를 대상으로 한 안전성 검증이 필요하다고 지적하였다<sup>5)</sup>. 정제된 니코틴 용액을 쉽게 구매할 수 있게 되면서 전자담배에 사용하는 니코틴 원액의 중독 사례가 발생하고 있다<sup>6)</sup>. 국내에서는 자살 목적의 니코틴 원액 중독에 대한 법의학적인 증례 보고<sup>6)</sup>가 있었으나, 니코틴 원액으로 인한 급성 니코틴 중독에 대한 보고는 없었다. 이에 저자들은 전자담배의 니코틴 원액을 피하 주사하여 발생한 중독 사례를 경험하였기에 보고하는 바이다.

책임저자: 정 성 필  
서울특별시 강남구 언주로 211 강남세브란스병원  
연세대학교 의과대학 응급의학교실  
Tel: 02) 2019-3030, Fax: 02) 2019-4820  
E-mail: emstar@yuhs.ac

투고일: 2016년 11월 22일 1차 심사일: 2016년 12월 1일  
게재 승인일: 2017년 1월 23일

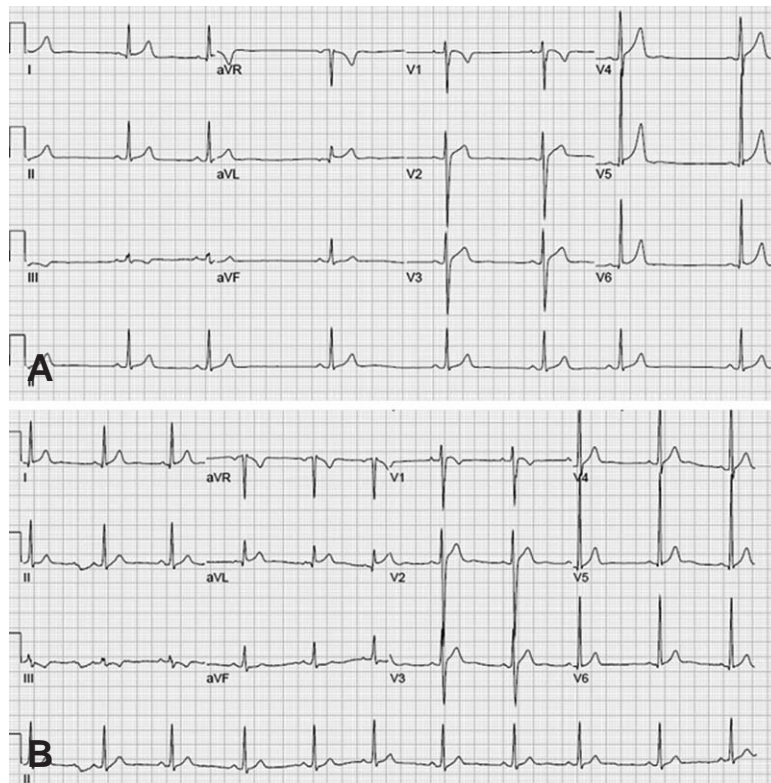
## 증례

17세 남자환자(키 165 cm, 몸무게 62 kg)는 이전 3년간 총 담배 한 보루를 핀 흡연력이 있었으며 내원 7개월 전부터 전자담배를 피웠다고 한다. 환자는 내원 2시간 반 전 농도 미상의 인터넷에서 구입한 니코틴 원액 0.5 ml를 1 ml 주사기를 이용하여 직접 왼쪽 손등에 주사하였다(Fig. 1). 119를 통해 본원에 내원하였을 당시 활력징후는 혈압 98/60 mmHg, 맥박 분당 68회, 호흡수 20회, 체온 36.2°C였으며 산소포화도 100%, Glasgow coma scale 15점으로 의식은 명료하였다.

내원 직후 시행한 일반혈액검사서 백혈구 19,530/ $\mu$ L(중성구 83.1%, 림프구 10.2%, 호산구 0.04%) 적혈구 15.9 g/dL, 혈소판 320,000/ $\mu$ L이었다. 면역혈청검사서 C반응성 단백질은 0.2 mg/L로 정상 수치를 보였다. 일반화학검사서 BUN 18.0 mg/dL, creatinine 0.96 mg/dL, glucose 137 mg/dL였으며 Na 135 mEq/L, K 4.2 mEq/L, Cl 101 mEq/L, tCO<sub>2</sub> 18 mEq/L 소견을 보였다. 이외의 일반화학검사 소견은 정상이었다. 동맥혈 검사서 pH 7.522, pCO<sub>2</sub> 22.0 mmHg, pO<sub>2</sub> 86.0 mmHg, Base excess -4.8 mmol/L, HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> 18.2 mmol/L이었다.



**Fig. 1.** The bottle of nicotine solution with syringe. The patient injected subcutaneously 0.5 ml nicotine solution for electronic cigarette on his dorsum of left hand.



**Fig. 2.** (A) The electrocardiogram showed sinus bradycardia with sinus arrhythmia (rate of 45/min) on 05:00 AM, 3<sup>rd</sup> hospital day. (B) The normalized electrocardiogram (normal sinus rhythm with rate of 63/min) restored from the bradycardia was revealed on 11:00 AM, 3<sup>rd</sup> hospital day.

심전도는 분당 61회의 정상동리듬을 보였다. 환자는 내원 당시 구역, 구토, 어지럼증, 숨참을 호소하였으며 니코틴 원액 주사 부위인 왼쪽 손등에 부종이 관찰되었다. 환자는 니코틴 원액을 정맥 주사하였다고 주장하였으나 주사 부위의 상태로 보아 피하주사 되었을 가능성이 높은 상태였다. 환자가 호소하는 구역, 구토 증상에 대하여 metoclopramide 10 mg, cimetidine 200 mg을 정맥주사 하였다. 내원 30분 후 환자는 졸린 모습을 보이며 질문에 적절한 대답을 하지 못하며 Glasgow coma scale는 13점으로 감소하였다. 주사부위의 감염 예방을 위하여 Unasyn (ampicillin+sulbactam) 750 mg 정맥주사를 시작하였다. 의식상태 및 증상에 대한 경과 관찰을 위하여 내원 3시간 반 경과 후 중환자실에 입원하였다.

입원 2일째 전일 지속적으로 호소하던 구역, 구토 증세 호전되었으며 특이 증세 호소하지 않았고 의식상태는 명료하였다. 주사 부위의 부종은 더 심해졌으나 감염의 징후는 관찰되지 않았다. 일반혈액검사에서 백혈구 12,520/ $\mu$ L로 전일에 비해 호전되었으며 일반화학검사에서 전해질 불균형 및 저혈당 소견은 없었다. 심전도는 분당 74회의 정상 동율동 소견을 보였다. 증상 없고 검사 결과 좋아져 중환자실에서 일반병실로 전실하였다. 정신과 협진 진행하였으며 환자는 자살사고는 부인하며 스트레스 및 호기심에 의한 행동이었다고 주장하였다. 정신과에서는 자기 파괴적인 행동으로 입원치료를 권고하였으나 환아 및 보호자 거절하여 외래에서 추적관찰 및 치료를 진행하기로 하였다.

입원 3일째 특이 증세 호소하지 않았고 손등의 주사부위 부종도 호전되는 추세를 보였다. 일반혈액검사에서 백혈구 6,720/ $\mu$ L로 정상 범위를 회복하였으며 일반화학검사에서도 특이 이상 소견은 보이지 않았다. 오전 05시에 촬영한 심전도에서 분당 45회의 느린 맥 소견이 관찰되었으나(Fig. 2A), 관련된 증상을 보이지 않아 처치 없이 경과 관찰 하였다. 오전 11시 촬영한 심전도에서 분당 63회의 정상동율동 소견을 보이며(Fig. 2B) 증상 전혀 없는 상태로 정상 퇴원하였다.

## 고 찰

저자들은 이번 증례보고를 통해 전자담배용 니코틴 원액을 피하주사하여 발생한 급성 니코틴 중독 사례를 보고하였다. 비록 특별한 치료 없이 관찰하는 도중 회복이 되었으나, 정맥으로 주사되었으면 심각한 위해가 초래되었을 가능성이 있다.

니코틴의 임상적 효과는 농도에 따라 차이를 보일 수 있

다. 저농도 혹은 노출 시간이 짧은 경우니코틴은 중추 신경계, 자율 신경계 및 체세포 운동 신경 섬유에서 니코틴 수용체를 자극하여 구역, 구토, 두통, 어지럼증, 창백함, 빈맥, 빈호흡 혈압 상승 등의 교감 신경질 자극 증상을 유발할 수 있다. 고농도 및 오랜 시간 니코틴에 노출되면 궁극적으로 니코틴 수용체의 봉쇄를 유발하여 부정맥, 느린맥, 저혈압, 경련, 의식 변화, 호흡근 마비로 인한 호흡부전 등의 부교감신경항진 증세 및 신경근 차단 증세를 보일 수 있다<sup>7)</sup>. 본 증례의 환자는 빠른 증상으로 구토, 구역, 빈맥, 빈호흡, 어지럼증, 의식 변화 소견을 보였고 느린 증상으로 내원 35시간 후에 느린 맥을 보였다. 니코틴 저농도에서 나타날 수 있는 구역, 구토, 빈호흡, 어지럼증의 증세는 내원 12시간 이내에 완전히 호전되었다. 니코틴 고농도에서 나타날 수 있는 의식 변화소견과 느린맥 소견을 보였으며 의식 변화는 3시간 후에 호전되어 명료한 의식을 회복하였고 느린 맥 소견은 동반된 증상이 없었으며 발현한지 6시간 후에 소실 되었다. 의식변화와 느린 맥은 환자가 주사한 니코틴 의 체내 농도가 고 농도일 가능성을 시사한다. Sommerfeld 등<sup>8)</sup>이 보고한 증례에서는 혈청 니코틴, 코티닌 농도와 증상을 함께 보고하였다. 하지만 본 증례에서는 본원에서 니코틴 혈청 농도 측정이 불가하여 혈청 니코틴 농도와 증상을 비교할 수 없는 한계가 있다.

니코틴은 호흡기, 점막, 피부, 장을 통하여 흡수된다. 니코틴은 약염기(pH 8.0)로 염기성 환경에서 흡수가 촉진된다. 경구를 통한 니코틴 중독 시 일반적으로 나타나는 구토 증상에 의하여 흡수가 억제 된다. 니코틴이 흡수되어 혈중에 분포 시 80-90%는 간에서 니코틴 대사체인 코티닌(cotinine)으로 대사된다. 니코틴의 2-35%는 대사되지 않고 소변으로 배출된다. 니코틴의 반감기는 1-4시간이며 흡연 등의 니코틴에 반복적인 노출 시 반감기는 더 짧아진다. 코티닌의 반감기는 20시간이다<sup>7)</sup>. 경피적 니코틴 패치 부착시에는 니코틴 반감기가 다른 경로에 의한 노출에 비하여 길다. 니코틴은 빠르게 대사되므로 대부분의 가벼운 증상만 나타나는 환자의 경우 12시간 이내에 완전히 회복된다. 니코틴 패치 부착은 중요한 예외이다. 피부가 니코틴의 저장소 역할을 하여 패치 제거 후에도 지속적인 흡수가 이뤄지기 때문이다<sup>7)</sup>. 본 증례의 환자는 본인이 직접 정맥에 니코틴 원액을 주사하였다고 주장하였으나 주사부위의 부종이 있으며 0.5-4시간 내에 나타나는 느린 증상인 느린 맥이 내원 35시간 후에 발생한 것으로 보아 정맥 주사가 아닌 피하 주사되었을 가능성이 높은 것으로 보인다.

급성 니코틴 중독은 가벼운 증상의 경우 수시간 경과관찰 후 퇴원 가능하다. 일반적으로 나타나는 구토 증세 자체가 경구 중독에서 니코틴의 흡수를 억제 할 수 있으나

역지로 구토를 유발하는 것은 위험할 수 있다. 니코틴 함유 물질의 다량의 경구 중독이 있을 때 즉시 위 세척을 하는 것이 도움이 된다. 활성탄 사용이 니코틴의 장내 흡수를 억제하나 흡인의 위험이 있어 구토, 경련, 의식저하가 있는 환자에게 사용하는 것은 자제 하여야 한다. 니코틴 중독에 해독제는 없으며 급성 중독의 치료는 증상에 대한 대증적이고 보존적인 치료이다. 의식저하가 심하거나 호흡억제가 심한 경우 기도 삽관이 필요하고 느린 맥과 침 흘림이 심한 경우 아트로핀을 사용할 수 있으며 경련 시에는 벤조디아제핀을 사용할 수 있다<sup>7)</sup>. 본 증례의 환자에서는 의식 저하가 있었으나 GCS 13점으로 심하지 않고 3시간 이내에 호전되었고 느린 맥은 내원 3일째 나타나 증상 없이 6시간 내에 호전되어 아트로핀을 사용하지 않았다. 환자는 보존적인 치료 후 호전되어 퇴원하였다. 피하 경로에 의한 니코틴 중독 시 니코틴의 짧은 반감기에 의하여 초기에 증상이 없어지는 것과 다르게 증상이 지연되어 나타날 수 있으므로 주의하여야 한다.

외국에서 니코틴 원액에 의한 중독은 지속적으로 증가하고 있다<sup>9)</sup>. 하지만 니코틴 원액의 신체 주사에 의한 급성 니코틴 중독은 외국의 사례에서도 드물다. PubMed를 통한 검색에서 니코틴 원액에 의한 중독 사례 10건(Table

1) 중 7건은 경구복용<sup>8,10-15)</sup>, 2건은 정맥주사<sup>8,16)</sup>에 의한 중독 그리고 1건은 경로 미상이나 경구 복용으로 추정할 수 있었다<sup>17)</sup>. 피하 주사에 의한 증례 보고는 검색되지 않았다. 경구 복용 증례의 경우 2건에서 환자가 사망하였다. Chen 등<sup>10)</sup>이 보고한 증례에서 환자는 30 mL의 니코틴 용액(농도 100 mg/mL)를 경구복용 한 채 심정지 상태로 발견되었다. 구조대 현장 도착하여 10분간의 심폐소생술 이후 자발 순환 회복되어 병원으로 이송되었다. 중환자실로 입원하여 경과관찰 하였으나 경련 지속되며 뇌 자기공명영상에서 좋지 않은 예후 예상되어 병실로 전실되어 3일째 사망하였다. Bartschat 등<sup>11)</sup>이 보고한 증례에서 환자는 심정지 상태로 발견되어 부검 및 독성 분석이 시행되었으며 위 내용물에서 니코틴 3950 mg이 확인되었다. 이후 보호자가 니코틴 원액(농도 72 mg/mL) 3병 150 mL가 비어 있는 것을 확인하였다. 정맥주사에 의한 경우는 1건에서 환자가 사망하였다. Thornton 등<sup>16)</sup>에 의한 증례 보고에서 환자는 미상의 양의 니코틴 원액을 스스로 정맥주사한 채 심정지 상태로 발견되었다. 구조대에 의하여 심폐소생술 시작되었으며 병원 도착 당시 동열동 리듬이 확인되었고 3차병원으로 전원되어 저체온치료 시행하였으나 입원 5일째 뇌사 판정되었다. Hua 등<sup>1)</sup>에 의하면 전자 담배의 사

**Table 1.** Case reports involving nicotine liquid intoxication.

Patient Demographics	Route	Fluid info volume/ (concentration)	Intake time (Before hospital)	Symptom	Outcome
21/F <sup>[8]</sup>	oral	30 ml (12 mg/mL)	1.5 h ago	nausea, vomiting, pale skin, confusion, hypotension	discharged after 40 h
32/M <sup>[8]</sup>	IV	4 mL (32 mg/mL)	unspecified	unconsciousness (GCS 3), bradypnea	discharged after 24 h
24/F <sup>[10]</sup>	oral	30 mL (100 mg/mL)	unspecified	cardiac arrest	expired after 3 d
34/M <sup>[11]</sup>	oral	150 mL (72 mg/mL)	unspecified	the patient was found lifeless	Autopsy and toxicological analysis were performed. Gastric content revealed nicotine concentration.
30 mon/F <sup>[12]</sup>	oral	minimal	unspecified	vomiting	All clinical observations were normal
27/M <sup>[13]</sup>	oral	420 mg	1 h ago	vomiting	discharged after 30 h
24/M <sup>[14]</sup>	oral	180 mg	0.5 h ago	nausea, vomiting	recovered after 3 h
10mon/M <sup>[15]</sup>	oral	minimal (18 mg/mL)	unspecified	vomiting, tachycardia, truncal ataxia	recovered after 6 h.
29/M <sup>[16]</sup>	IV	unspecified	unspecified	cardiac arrest	expired after 5 d
2/F <sup>[17]</sup>	unspecified (may be by oral route)	15 mL (24 mg/mL)	1 h ago	vomiting, irritability, purple discoloration of lip and mouth	On arrival in hospital, the symptoms were resolved

용은 건강한 사람에게 좋지 않은 영향을 미칠 뿐만 아니라 기존의 질병을 악화시킬수 있다고 한다. 또한 검색된 증례 보고와 같이 니코틴 원액 중독은 저혈압, 무의식 뿐만 아니라 심정지의 심각한 증상을 일으킬 수 있다.

검색된 사례 중 2건은 소아에서 사고로 복용한 경우이다<sup>15,17</sup>. 미국의 Morris 등<sup>18</sup>에 의하면 5세 이하의 전자담배 원액의 중독 비율이 2010년 21%에서 2012년 39%로 증가하였다고 한다. 또한 전자담배 온라인 소매 사이트 중 59%에서만 니코틴 독성에 대한 경고가 있었으며 14%에서만 어린이에게 안전한 뚜껑을 사용하였다. 현재 미국에서 시판되는 니코틴 원액의 라벨의 표기나 어린이에게 안전한 포장에 대한 규제가 없다<sup>18</sup>. 본 증례의 환자가 사용한 니코틴 원액의 경우 라벨에 농도나 안전에 대한 표기가 전혀 없었으며, 어린이를 대상으로한 안전 포장이 되어있지 않은 것을 확인할 수 있었다(Fig. 1). 국내에서 니코틴 액의 안전 표기 및 포장에 대한 논의가 필요할 것이다.

## 결 론

최근 전자 담배의 사용 증가하고 있으며, 그만큼 쉽게 니코틴 원액에 접근할 수 있게 되었다. 또한 금연의 수요가 많아 짐에 따라 니코틴 원액에 의한 소아 중독 사례가 지도 보고 되고 있는 추세이다. 본 증례에서 환자는 니코틴 중독 고농도에서 보일 수 있는 의식 변화와 느린 맥 소견이 보였으나 회복되어 퇴원하였다. 하지만 니코틴 중독은 심정지까지 이를 수 있으며 독성학을 다루는 임상 의는 니코틴 중독에 대한 관심과 주의를 가져야 할 뿐만 아니라 니코틴 원액의 안전 표기 및 포장에 대한 정책 논의가 필요할 것으로 보인다.

## 참고문헌

- Hua M, Talbot P. Potential health effects of electronic cigarettes: A systematic review of case reports. *Prev Med Rep* 2016;4:169-78.
- Cooke A, Ferguson J, Bulkhi A, Casale TB. The Electronic Cigarette: The Good, the Bad, and the Ugly. *J Allergy Clin Immunol Pract* 2015;3(4):498-505.
- Lee S, Kimm H, Yun JE, Jee SH. Public health challenges of electronic cigarettes in South Korea. *J Prev Med Public Health* 2011;44(6):235-41.
- Breland A, Soule E, Lopez A, Ramoa C, El-Hellani A, Eissenberg T. Electronic cigarettes: what are they and what do they do? *Ann NY Acad Sci* 2016:1-26.
- Miller A. Nicotine poisoning increase due to e-cigarettes. *CMAJ* 2014;186(10):e367.
- Jun YJ, Kim HJ, Park SH. Suicidal death by nicotine poisoning. *Korean J Leg Med* 2014;38:167-70.
- Soghoian S. Nicotine. In: Hoffman RS, Howland MA, Lewin N, Nelson LS, Goldfrank LR, editors. *Goldfrank's Toxicologic Emergencies*. 10th ed. New York; McGraw Hill; 2015. p1138-43.
- Sommerfeld K, Lukasik-Glebocka M, Kulza M, Druzdza A, Panienski P, Florek E et al. Intravenous and oral suicidal e-liquid poisonings with confirmed nicotine and cotinine concentrations. *Forensic Sci Int* 2016:e15-e20.
- Ordonez JE, Kleinschmidt KC, Forrester MB. Electronic cigarette exposures reported to Texas poison centers. *Nicotine Tob Res* 2015;17(2):209-11.
- Chen BC, Bright SB, Trivedi AR, Valento M. Death following intentional ingestion of e-liquid. *Clin Toxicol (Phila)* 2015;53(9):914-6.
- Bartschat S, Mercer-Chamlmers-Bender K, Beike J, Rothschild MA, Jubner M. Not only smoking is deadly: fatal ingestion of e-juice-a case report. *Int J Legal Med* 2015;129(3):481-6.
- Gupta S, Gandhi A, Manikonda R. Accidental nicotine liquid ingestion: emerging paediatric problem. *Arch Dis Child* 2014;99(12):1149.
- Schipper EM, de Graaff LC, Koch BC, Brkic Z, Wilms EB, Almsa J, Schuit SC. A new challenge: suicide attempt using nicotine filling for electronic cigarettes. *Br J Clin Pharmacol* 2014;78(6):1469-71.
- Eberlein CK, Frieling H, Kohnlein T, Hillemacher T, Bleich S. Suicide attempt by poisoning using nicotine liquid for use in electronic cigarettes. *Am J Psychiatry* 2014; 171(8):891.
- Bassett RA, Osterhoudt K, Brabazon T. Nicotine poisoning in an infant. *N Engl J Med* 2014;370(23):2249-50.
- Thornton SL, Oller L, Sawyer T. Fatal intravenous injection of electronic nicotine delivery system refilling solution. *J Med Toxicol* 2014;10:202-4.
- Gill N, Sangha G, Poonai N, Lim R. E-cigarette liquid nicotine ingestion in a child: Case report and discussion. *CJEM* 2015;17(6):699-703.
- Morris DS, Fiala SC. Online electronic cigarette retailers can do more to prevent accidental poisonings. *Tob Control* 2015;24(4):415-6.