

Wischnewski Spots는 저체온증에서만 발견되는가?

노민규¹ · 이상한²

¹경북대학교 수사과학대학원

²경북대학교 의과대학 법의학교실

Are Wischnewski Spots Found Only in Hypothermia?

Min Kyu Noh¹, SangHan Lee²

¹Graduate School of Forensic and Investigative Science, Kyungpook National University, Daegu, Korea, ²Department of Forensic Medicine, School of Medicine, Kyungpook National University, Daegu, Korea

Wischnewski spots (WS) are multiple black spots observed in the gastric mucosa at autopsy that are considered a reliable and important feature of hypothermia. Nonetheless, the frequency of WS varies widely. WS were discovered in 20 cases out of 3,493 autopsies (0.57%) conducted between 2001 and 2017 in the Department of Forensic Medicine of the School of Medicine, Kyungpook National University in Korea. This study aimed to investigate the distribution and size of WS in these cases and analyze the respective causes of death. Nine cases that occurred in winter were the same as the nine cases with hypothermia as the cause of death or contributory cause. The post-mortem blood alcohol test was positive in eight cases, with acute or chronic alcoholism determined as the cause of death in two of these cases. There were two cases of acute poisoning by pesticides. Putrefaction was noted in six cases (30%). WS presented in various sizes ranging from pinpoint to more than 5 mm in diameter, and the number of WS varied from 5 to 100. WS distribution was diffuse in four cases (20%) and localized in 13 cases (65%). Microscopic examination showed brown to black pigmentation but no neutrophil infiltration or vital reactions in the WS. Thus, WS are associated with hypothermia and are considered post-mortem alterations with variable appearance, size, and distribution. Hypothermia is an exclusive diagnosis at autopsy that should result from a combined assessment of toxicological tests, circumstance of death, and autopsy findings.

Key Words: Wischnewski spots; Hypothermia; Autopsy

Received: January 30, 2019
Revised: February 16, 2019
Accepted: February 22, 2019

Correspondence to

SangHan Lee
Department of Forensic Medicine,
School of Medicine, Kyungpook
National University, 680
Gukchaebosang-ro, Jung-gu, Daegu
41944, Korea
Tel: +82-53-420-4887
Fax: +82-53-422-4712
E-mail: sanghan1@knu.ac.kr

서 론

1895년 러시아의 Wischnewski는 저체온으로 인한 사망에서 위 점막의 다발성 흑점을 발견하고 Wischnewski spots (WS)이라고 명명하였고, 발견된 흑점은 표재성 출혈 손상[1]

으로 정의하였다. 저체온으로 사망한 사람의 위 점막에서 특한 5-100개의 출혈점이 나타났고, 흑점들은 대부분 타원형으로 발견되었으며 크기는 0.5-1.0 cm였고, 흑점들은 밀집되어 있거나 1-2 인치 떨어져 있는 모습을 보이기도 하였고, 위 점막의 표면보다 약간 높게 보이며, 위 점막에서 쉽게

분리될 수 있다[1]. WS는 저체온증의 병리학적 증상으로 간주되지는 않지만 저체온증에서 신뢰할 수 있는 특징으로 받아들여지고 있다[2-6]. 저체온증에서 WS의 발견 빈도는 다양하다. Wischnewski는 91%의 발견 빈도를 보고하였지만, 다른 연구들에서는 40%-91%로 발견되기도 하였다[4,5]. Hirvonen [6]은 연구한 사례의 절반에서만 관찰되어 희소하고 불규칙하다고 보고하였다. WS 발견 빈도의 변화는 사망 상황, 차가운 자극에 대한 노출 기간, 저온 스트레스에 대한 개인의 반응 및 위 점막의 취약성에 크게 좌우될 수 있다[4,6,7]. WS의 발생 원인은 분명하지 않지만, 미세순환장애, 조직 아민의 침범, 헤모글로빈의 파괴 및 허혈 재관류 손상이 원인으로 생각되었다[2,4,7-9]. 저온 스트레스로 WS가 발생하는지 여부는 불분명하다. 이 연관성을 테스트하기 위해 여러 종류의 설치류 모델이 개발되었으며, 여러 시스템과 실험으로 스트레스가 WS 발생에 중요한 역할을 한다는 것을 알게 되었다[10].

외국의 연구에서는 WS의 발견 빈도와 발생 원인에 대해 활발한 논의가 이루어지고 있지만, 국내 연구에서는 발견 빈도조차 논의되지 못하고 있다. 이에 본 연구는 부검으로 확인된 WS의 사례를 조사하여 저체온증의 진단에 신뢰할 수 있는 특징이 될 수 있는지, 어떤 사망상황에서 발견되고, 사망원인은 무엇으로 진단되며, 저체온증 이외의 사망원인에 따라 발견될 수 있는 특징이 있는지 확인해 보고자 한다. 또한 WS의 크기나 모양에 차이가 있는지도 알아보고자 한다.

재료 및 방법

2001년부터 2017년까지 약 17년간 경북대학교 의과대학 법의학교실에서 실시한 총 3,493건의 법의부검 중 WS가 발견된 20건의 부검 사례를 대상으로 조사하였다. 경북대학교 의과대학 법의학교실은 대구지방경찰청, 대구 인근 지역을 관할하는 경북지방경찰청과 경남지방경찰청 산하 일부 경찰서, 그리고 대구교도소에서 의뢰하는 부검을 담당하였다. 2014년 경북 칠곡군에 국립과학수사연구원 대구과학수사연구소가 개설되면서 부검 건수는 격감하였고, 지금은 거의 부검이 없는 실정이다. 부검감정서, 부검 의뢰서의 경찰조사기록, 독물검사기록 및 부검 사진을 토대로 분석하였다. 변사자의 성별, 나이 등 일반적 특성과 발견 일시 및 장소, 사망 상황, 부패 여부, 약독물 검출 여부, 알코올 검출 여부, 사망원인을 분류하였다. WS의 발견은 부검기록지나 부검감정서의 구체적인 언급을 확인하였고, 부검 사진을 통해 WS의 분포나 크기, 모양을 재확인하였다.

결 과

1. WS가 발견된 사례의 일반적 특성

연도별로 2001년 2건(10%), 2002년 2건(10%), 2003년 1건(5%), 2005년 1건(5%), 2006년 1건(5%), 2008년 4건(20%), 2011년 3건(15%), 2013년 3건(15%), 2014년 1건(5%), 2017년 2건(10%)이 발견되었다. 월별로는 1월 4명, 2월 4명, 3월 1명, 4월 3명, 8월 1명, 9월 1명, 10월 1명, 11월 3명, 12월 1명이었다. 계절적으로는 봄(3-5월) 25%, 여름(6-8월) 5%, 가을(9-11월) 25%, 겨울(11-2월) 45%로 나타났다. 성별로는 남성이 14명(70%), 여성이 6명(30%)으로, 남성에서 더 많이 발견되었다. 연령대는 10대와 90대를 제외한 모든 연령에서 관찰되었고, 20대 1명(5%), 30대 4명(20%), 40대 3명(15%), 50대 6명(30%), 60대 1명(5%), 70대 3명(15%), 80대 2명(10%)이었다. 30대 중 1명은 외국인으로 인적사항이 명확하지 않아 경찰의 추정적인 신원으로 구분하였다.

2. WS가 발견된 사례에서의 사망원인 및 혈중 알코올, 약독물, 부패 관련성

WS이 발견된 20건의 부검사례별로 사망상황은 다음과 같다.

- 사례 1: 가을에 공원 화장실 옆 산에서 발견되었고, 주변에 살충제 빈병과 소주 빈병 하나가 있는 상태에서 행인에게 발견됨.
- 사례 2: 야외에서 발견되었으며, 전날 주위를 배회하는 것을 보았다는 목격자가 확인됨.
- 사례 3: 정신분열증 환자로 소재지 인근 야산에서 알몸으로 발견됨.
- 사례 4: 주취 상태로 머리에 피를 흘리며 쓰러진 것을 발견하고 병원에서 두피외상만 치료 후 집으로 귀가하여 사망함.
- 사례 5: 노숙자 행색으로 방한이 되지 않는 옷차림에 병원 야외 옥상 구석에서 발견됨.
- 사례 6: 당뇨병환자로 연락이 닿지 않은지 1주일 후 지인이 집안에서 사망한 것을 발견함.
- 사례 7: 당뇨병환자로 숙박시설 주인이 이상한 냄새가 난다는 이야기를 듣고 확인하여 사망한 채로 발견됨.
- 사례 8: 평소 음주문제로 가정불화를 겪었으며, 겨울에 주취 상태로 얇은 옷을 입고 나갔다가 집 앞에서 발견됨.
- 사례 9: 겨울에 치매 환자로 지인과 함께 이동하다가 길을 잃고 헤매다 논에서 사망한 채로 발견됨.
- 사례 10: 노숙자 행색으로 공사장 화장실에서 누운 상태로 발견되었고, 주변에 술병이 있었음.

- 사례 11: 동남아시아 계통의 외국인으로, 겨울에 팔공산 바위틈새에서 신음소리를 내고 끄꽂대는 것을 발견, 후송 중 사망.
- 사례 12: 방 입구에 쓰러진 것을 가족이 발견하여 병원으로 후송하였으나 사망.
- 사례 13: 보행자 교통사고로 뺑소니 당하였다가 사망하여 발견됨.
- 사례 14: 신병을 비판하여 남편과 술을 마신 후 주취 상태로 집 밖으로 나가 익사체로 발견됨.
- 사례 15: 고속도로 회차로에 앉아있는 것을 발견하여 병원으로 후송하였으나 사망. 병원도착 당시 체온이 35°C 이하로 확인됨.
- 사례 16: 사이비교주로 집안에 사망한지 오래된 시체가 발견되고, 부패된 채 방안에 쓰러져 있었음.
- 사례 17: 하반신 마비상태에 당뇨 환자로, 다리 아래 교각 옆에서 사망한 채로 발견되었으며, 살충제와 소주병이 함께 발견됨.
- 사례 18: 교도소 송치 후 당뇨 합병증이 심해져 병원으로 후송 후 치료 중 폐렴으로 사망함.
- 사례 19: 평소 지병으로 여러 가지 약을 복용 중이었고,

집안 화장실에서 부패되어 발견됨.

- 사례 20: 알코올 중독 증세로 집안에서 사망한 채로 아들이 발견하였음.

사망원인은 주사인(major cause of death)과 기여사인(contributory cause)에서 저체온증이 주사인이 되었던 경우 4건(20%), 기여사인이 되었던 경우 5건(25%)으로 저체온증과 연관이 된 것은 총 9건(45%)이었다. 기타 주사인에서 알코올 중독 1건(5%), 약독물 중독 2건(10%), 관상동맥경화증 3건(15%)이고, 고혈압성 뇌실질내출혈 2건(10%), 폐렴 1건(5%), 간경변증 1건(5%), 보행자 교통사고 1건(5%) 등 모두 11건(55%)으로 나타났다. 혈중 알코올이 검출된 경우는 8건(40%)이고, 검출되지 않은 경우는 10건(50%)이었다. 혈중 알코올의 정도가 0.05% 미만, 0.01% 미만은 검출되지 않은 것으로 표시하였다. 혈중 알코올이 검출된 경우는 8건(40%)이지만, 이 중 급성 알코올 중독 및 만성 알코올중독이 사인으로 분류된 것은 2건(10%)이었다. 약독물이 발견된 경우는 2건(10%)으로 살충제 성분인 deltamethrin과 permethrin이 확인되었고, 사망원인으로 판단하였다. 약독물이 발견되지 않은 경우는 16건(80%)이었다. 사망상황과 관련하여 독물검사 결과가 필요하지 않거나 사인 판단에 중요한 영향을 미치

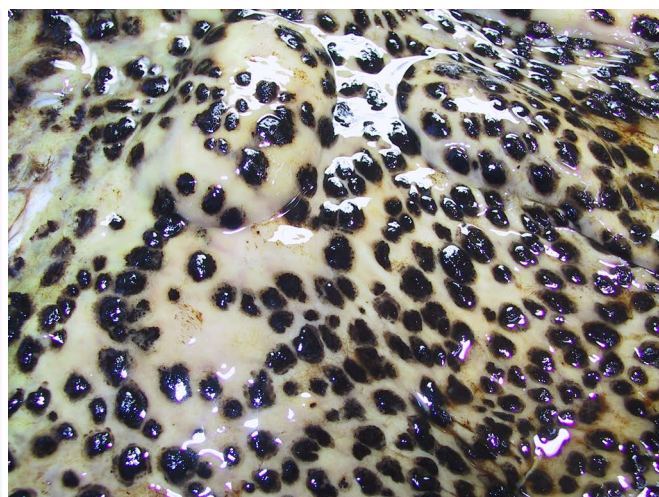
Table 1. Reviews of cases in which Wischnewski spots were found during the autopsy

Case No.	Sex	Age (yr)	Month	Cause of death (+contribute cause)	Alcohol (%)	Putrefaction
1	F	76	Oct	Deltamethrin intoxication	0.085	×
2	M	86	Nov	Pneumonia due to COPD+hypothermia	0.010	×
3	M	41	Feb	Hypothermia+CoAs	0.038	○
4	F	42	Sep	Acute and chronic alcoholism	0.296	×
5	M	32	Jan	Hypothermia+CoAs	Negative	○
6	M	30	Apr	Hypertensive ICH	Negative	×
7	M	54	Feb	Liver cirrhosis+DM	Negative	○
8	F	32	Jan	Hypothermia	0.18	×
9	F	82	Jan	Hypothermia	0.01	○
10	M	44	Feb	Acute alcoholism+hypothermia	0.41	○
11	M	30	Feb	Metastatic gastric cancer+hypothermia	Negative	×
12	M	58	Apr	Hypertensive ICH	Negative	×
13	M	52	Nov	Blunt head trauma (pedestrian, in TA)	NA	×
14	F	28	Dec	Drowning+hypothermia	0.173	×
15	M	52	Jan	Chronic alcoholism+hypothermia	0.100	×
16	F	70	Mar	CoAs	Negative	×
17	M	74	Aug	Acute permethrin intoxication	0.013	×
18	M	56	Apr	Bronchopneumonia due to DM	NA	×
19	M	64	Nov	CoAs	0.109	○
20	M	57	Apr	CoAs+chronic alcoholism	Negative	×

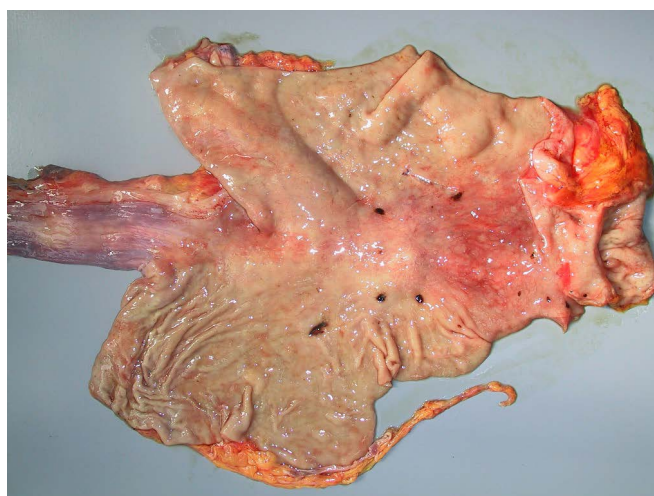
COPD, chronic obstructive pulmonary disease; CoAs, coronary atherosclerosis; ICH, intracerebral hemorrhage; DM, diabetes mellitus; TA, traffic accident; NA, not available.



A



B



C



D



E



F

Fig. 1. Wischnewski spots (WS) of gastric mucosa. (A, B) Gross appearance of the stomach of case No. 6 (large sized WS). (C, D) Gross appearance of the stomach of case No. 2 (medium sized WS). (E, F) Gross appearance of the stomach of case No. 1 (pinpoint to small sized WS).

지 아니하는 사례 13은 국립과학수사연구소에서 결과를 회신 받지 못하였고, 사례 18의 경우 검사를 의뢰하지 않았다. 부패가 되어 있었던 경우는 6건(30%)이었다. 부패는 부검감정서에 언급된 내용이 있는 경우만 포함시켰고 부검사진을 통해 확인하였다(Table 1).

3. WS의 크기 및 개수에 따른 분류

WS가 발견된 20건의 부검 중 17건은 부검사진을 통해 확인할 수 있었지만, 3건은 자료를 확인할 수 없어 제외하였다. 17건에 대한 WS의 크기 및 개수를 분류하여 정리하였다. WS의 크기는 동일한 크기로 나타나는 경우보다 점부터 5 mm 이상까지 다양한 크기로 혼재되어 나타났다(Fig. 1). 개별적인 건수에 대해 1 mm 미만의 점상으로 나타난 것부터 1-4 mm의 중간 크기, 5 mm 이상의 큰 것까지 대, 중, 소로 구분하여 크기가 우세하게 많은 것을 대문자로 표시하고 적은 것을 소문자로 표시하여 구분하였다. WS의 개수가 10개 이하인 경우 3건(15%), 10-50개 8건(40%), 50개 이상 6건(30%)으로 나타났다. 위 점막에 분포되어 있는 정도를 구분하면 미만성 4건(20%), 국소성 13건(65%)이었다(Table 2).

4. WS의 조직학적 검사

WS가 발견된 위 점막에 대해 파라핀 블록을 제작하고

hematoxylin and eosin 염색을 하여 광학현미경으로 관찰하였다. 관찰한 결과 신선한 red blood cell (RBC)은 관찰되지 않았고, 갈색 내지 흑색으로 색소침착만 있었다. 갈색 내지 흑색으로 색소가 침착된 세포 주위에 중성백혈구의 침윤은 없었다. 위 점막에 분포된 림프구와 형질세포는 단순 위염의 소견으로 판단하였다(Fig. 2).

고 찰

저체온증은 체온이 35°C 이하가 될 때 발생한다. 일반적으로 심부 체온이 30°C 이하(28°C 이하)가 되면 체온 조절 기능이 완전히 정지하게 되며[11], 주변의 기온에 의해 체열이 방산되는 정도가 체내의 열 생산에 비하여 과도하여 사망에 이르게 된다[12]. 저체온증으로 사망하였을 때 시체소견은 선흥색 시반을 보이며, 사후 경과시간에 비해 체온이 현저하게 낮아진다. 그리고 위 점막에서 WS를 볼 수 있다. 변사자의 사망 시 주변 환경이 저온에 노출되어 있던 상황이고, 저체온증을 제외한 다른 사망원인이 배제되어야 하며, 시체가 발견된 조건과 상황을 종합적으로 고려하여 저체온증으로 진단할 수 있다[3,12-18].

저체온증에서 WS의 발견 빈도는 다양하다. Wischniewski는 처음 91%의 발견 빈도를 보고하였지만, 다른 연구들에서는 40%-91%로 발견되었다[4,5]. 경북대학교 의과대학 법의학고실에서 2001년부터 2017년까지 17년간 총 3,493건

Table 2. Characteristics of Wischniewski spots according to the size, count, distribution, and classification of size in 17 autopsy cases

Case No.	Size (mm)	Count	Distribution	Classification of size
1	Pin point-3	Many	Diffuse	Small+medium+large
2	2-3	5-10	Localized	Medium+large
3	Pinpoint	20-30	Localized	Small
4	Pin point-2	Many	Localized	Small+medium
5	1-2	5-10	Localized	Medium
6	3-5	Many	Diffuse	Large+medium
7	1-2	50-70	Diffuse	Medium
8	1-3	50-70	Localized	Medium+small
9	2-3	5-10	Localized	Medium
10	1-2	20-30	Localized	Medium+small
11	1-3	20-30	Localized	Medium+small
14	Pin point	30-50	Localized	Small
15	2-3	10-20	Localized	Medium+small
16	1-2	10-20	Localized	Medium+small
17	1-5	20-30	Localized	Medium+large+small
19	Pin point-3	30-50	Localized	Medium+small
20	1-2	50-100	Diffuse	Small

Case 12, 13, and 18 are excluded. Large character in the field of classification of size means major size of Wischniewski spots.

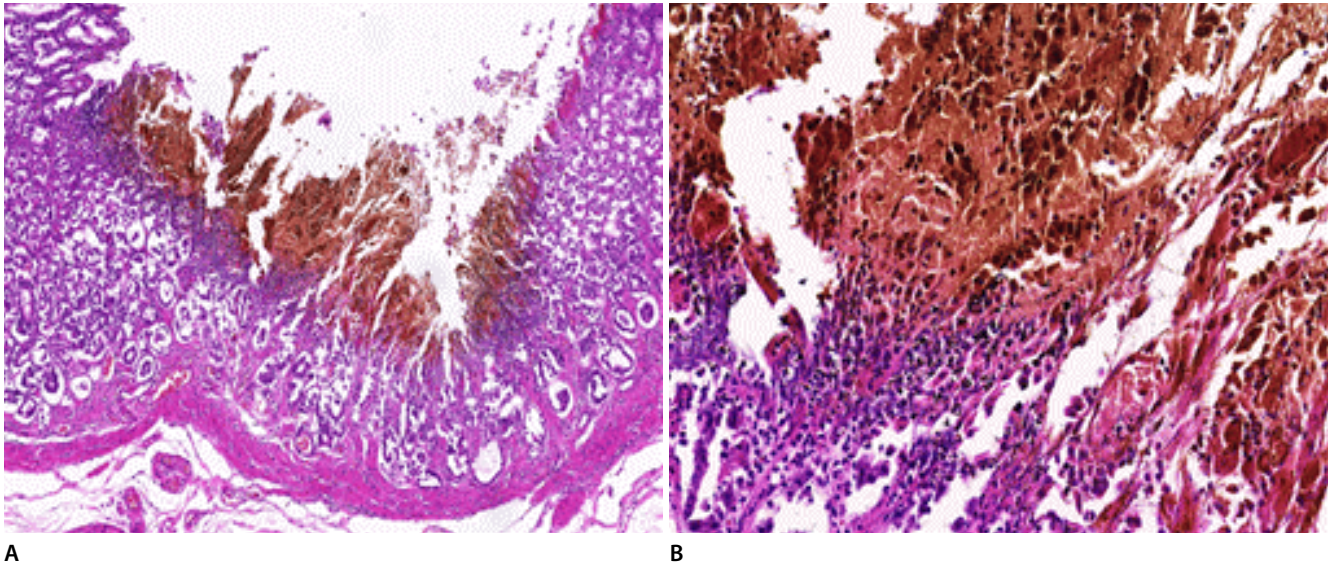


Fig. 2. H&E stain of gastric mucosa of case No. 2. The brown to black pigmentation is shown, but there is no neutrophil infiltration (A, $\times 40$; B, $\times 200$).

의 부검에서 WS가 확인된 것은 겨우 20건으로, 전체 부검의 0.57% 밖에 되지 않았다. WS가 발견된 20건에서의 일반적 특성을 보면 남성에서 여성보다 높게 나타났고, 평균연령이 52.7세, 모든 연령에서 고르게 분포하여 특이점은 없었다. 다만, 변사자가 발견된, 혹은 추정 사망시간을 중심으로 계절별로 구분하였을 때 겨울(11월-2월)이 45%로 가장 높은 비율로 나타났다. 저체온증이 반드시 영하의 날씨에 노출되어야만 발생하는 것은 아니지만, 저온에 노출될 수 있는 환경에서 더 빈도가 높게 발견되었다. 하지만 사례 17의 경우에는 8월에 사망하였고, 경찰조서에 발견당일 폭염주의보가 발령되었다는 내용을 볼 때 저체온 환경에 노출된 경우가 아니라도 다른 요인에 의한 발생 가능성도 고려해 보아야 할 것이다.

주사인에서 저체온증으로 진단된 경우는 4건, 기여사인으로 저체온증이 포함된 경우는 5건으로, 저체온증이 주사인이나 기여사인으로 사망에 관련된 것으로 판단한 경우는 총 9건으로 45%의 비율이었다. 다른 사망원인으로는 급성 약물 중독 2건, 고혈압성 뇌실질내출혈 2건, 관상동맥질환 3건, 폐렴 1건, 간경변증 1건 등 순수하게 질병에 의한 사망도 있었고, 급성 알코올 중독과 외상성 뇌손상도 1건 있었다. 저체온증이 아니어도 병사나 다른 외인사에서도 55% 발견되었다는 것은 의미가 크다고 생각한다. 외국의 연구에서는 사인이 저체온증으로 진단되었지만, WS가 발견되지 않는 경우는 추측이지만 온도가 떨어지는 정도, 저체온 환경에 노출된 시기 및 일반, 국소 조직의 고유한 반응이 있었을 것으로 제안되었다 [4,6,7]. 본 연구에서 저체온증으로 사망원인이 판단된 사례들을 모두 분석하였으면 더 좋았을 것이지만, 부검하는 의사의 특성에 따라서는 사인 판단에 있어 기여사인에 대한 고려

를 하지 않는 의사도 있기 때문에 저체온증의 진단에 한계가 있으며, 일률적으로 저체온증으로 사망하였다고 판단하는 것도 한계는 있어, 단순히 위 점막에서 나타난 WS 사례만을 연구 대상으로 한 것이다. 저체온증 이외의 사인에서 위 점막에 직접적으로 영향을 줄 수 있을 것이라고 생각되는 약독물과 알코올의 검출 유무에 대해 조사하였는데, 2건의 살충제에 의한 급성 약물 중독이 있었고, 혈중알코올 농도에서 0.05% 이상 유의한 결과가 나온 것은 6건 밖에 되지 않았다. 약독물과 알코올이 위 점막에 손상을 줄 수는 있겠지만, WS와의 관련성에 대해서는 더 많은 사례를 통해 향후 연구할 가치가 있을 것으로 생각한다. 이처럼 저체온증 이외의 사인에서도 WS가 발견되고, 저체온증으로 진단될 수 없는 환경적인 요건에서도 발견되는 경우를 볼 때 WS가 저체온증에서 발견되는 특이점으로 보기는 어렵다고 생각한다. 물론 저체온증에서 WS가 발견되는 빈도가 상대적으로 더 높은 것은 사실이다. 당뇨병성 케톤산증에 의해서도 WS가 발생한다는 연구 결과도 있다 [19]. 본 연구에서의 사례 18은 당뇨병성 케톤산증이 진단된 경우다. 따라서 WS의 병인은 논쟁의 여지가 있으며, 저체온증의 표지자로서의 민감도와 특이도는 명확하게 결정짓기 어렵다고 생각한다.

WS의 분포에 있어서 Hirvonen [6]은 연구 사례의 절반에서만 관찰되었고, 희소하고 불규칙하다고 하였다. 본 연구에서 확인된 WS는 그 크기 및 개수도 다르고, 분포도 일정하지 않았다. 부검 사진을 통해 확인한 사례는 총 17건이었다. WS의 크기는 비슷하거나 동일한 크기로 나타나는 경우보다는 1 mm 미만의 점상으로 나타난 것부터 1-4 mm의 중간 크기, 5 mm 이상의 큰 것까지 다양하였다. WS의 개수는 10개 이

하인 경우 3건, 10-50개 8건, 50개 이상 6건이었다. 위 점막에서의 WS 분포는 미만성이 4건인데 비해 국소성이 13건으로 더 많았다.

Wischnewski는 WS를 위 점막의 표재성 출혈 손상에 의해 발생한 것이라고 정의하였지만[1], 위 점막 조직의 현미경적 검사에서 출혈에 의한 흔적인 신선한 RBC는 확인되지 않았고, 조직학적으로 중성백혈구의 침윤이나 부종 등 급성 염증 소견은 없었다. 단지 위 점막 바깥쪽이 갈색 내지는 검은색의 색소가 마치 착색이 된 듯한 양상을 보였다. 위 점막의 출혈이 검은색으로 변한 것이라면 사후 경과시간이 오래되어야 하고, 그렇다고 부패와 직접적인 연관성이 있다면 훨씬 더 많은 부패 시체에서 발견되어야 하는데, 이는 부패만으로 설명할 수는 없다. 본 연구에서 부패가 진행된 경우는 30%에 불과하였다. WS는 때때로 주변의 정상 점막보다 아래에 궤양처럼 나타나는데, 스트레스 궤양이더라도 궤양이라면 염증으로 인한 변화가 동반되어야 하지만 급성 염증의 증거는 없었다. 따라서 생전에 저온 스트레스로 생긴다고만은 할 수는 없을 것으로 생각한다. 동물 실험에서 저온 환경에 노출시켜 WS를 만든 모델도 있기는 하지만, 동물과 사람을 동일하게 비교하는 것도 무리는 있다고 생각한다. WS는 저체온증에 특이적으로 나타나는 것은 결코 아니다. 그럼에도 불구하고 저체온증의 진단에 상당히 중요한 의미를 부여하는 것도 사실이다. 향후 국내에서도 저체온증과 WS의 발견 빈도나 사망상황 등 데이터베이스를 구축하기 위한 기초자료로 활용되기를 바란다.

ORCID: SangHan Lee: <https://orcid.org/0000-0003-0390-3494>

Conflicts of Interest

No potential conflict of interest relevant to this article was reported.

References

- Birchmeyer MS, Mitchell EK. Wischnewski revisited: the diagnostic value of gastric mucosal ulcers in hypothermic deaths. *Am J Forensic Med Pathol* 1989;10:28-30.
- Sperhake JP, Rothschild M, Risse M, et al. Histomorphology of Wischnewsky spots: contribution to the forensic histopathology of fatal hypothermia. In: Oehmichen M, ed. *Hypothermia: clinical, pathomorphological and forensic features*. Lubeck: Schmidt-Romhild; 2004. p. 211-20.
- Turk EE. Hypothermia. *Forensic Sci Med Pathol* 2010;6:106-15.
- Madea B, Tsokos M, Preuss J. Death due to hypothermia: morphological findings, their pathogenesis and diagnostic value. In: Tsokos M, ed. *Forensic pathology review*, Vol. 5. Totowa: Humana Press; 2008. p. 3-21.
- Dettmeyer RB. Hypothermia. *Forensic histopathology: fundamentals and perspectives*. New York: Springer; 2011. p. 65-171.
- Hirvonen J. Necropsy findings in fatal hypothermia cases. *Forensic Sci* 1976;8:155-64.
- Wolf DA, Aronson JF, Rajaraman S, et al. Wischnewski ulcers and acute pancreatitis in two hospitalized patients with cirrhosis, portal vein thrombosis, and hypothermia. *J Forensic Sci* 1999;44:1082-5.
- Tsokos M, Rothschild MA, Madea B, et al. Histological and immunohistochemical study of Wischnewsky spots in fatal hypothermia. *Am J Forensic Med Pathol* 2006;27:70-4.
- Hirvonen J, Elfving R. Histamine and serotonin in the gastric erosions of rats dead from exposure to cold: a histochemical and quantitative study. *Z Rechtsmed* 1974;74:273-81.
- Bright F, Gilbert JD, Winskog C, et al. Additional risk factors for lethal hypothermia. *J Forensic Leg Med* 2013;20:595-7.
- Zhou C, Byard RW. Armanni-Ebstein phenomenon and hypothermia. *Forensic Sci Int* 2011;206:e82-4.
- Knight B. *Simpson's forensic medicine*. 11th ed. London: Arnold; 1997. p. 146-7.
- DiMaio DJ, DiMaio VJ. *Forensic pathology*. Boca Raton: CRC Press; 1993. p. 384-7.
- Hirvonen J. Systemic and local effects of hypothermia. In: Tedeschi CG, Eckert WG, Tedeschi LG, eds. *Forensic medicine*, Vol. 1. Philadelphia: W.B. Saunders Company; 1977. p. 758-74.
- Nixdorf-Miller A, Hunsaker DM, Hunsaker JC 3rd. Hypothermia and hyperthermia medicolegal investigation of morbidity and mortality from exposure to environmental temperature extremes. *Arch Pathol Lab Med* 2006;130:1297-304.
- Coe JL. Hypothermia: autopsy findings and vitreous glucose. *J Forensic Sci* 1984;29:389-95.
- Dolinak D, Matshes EW, Lew EO. Environmental injury. In: Dolinak D, Matshes EW, Lew EO, eds. *Forensic pathology: principles and practice*. Amsterdam: Elsevier Academic Press; 2005. p. 239-58.
- Mant AK. Autopsy diagnosis of accidental hypothermia. *J Forensic Med* 1969;16:126-9.
- Clark KH, Stoppacher R. Gastric mucosal petechial hemorrhages (Wischnewsky lesions), hypothermia, and diabetic ketoacidosis. *Am J Forensic Med Pathol* 2016;37:165-9.