

Anna Salwa, Magdalena Skrzela

## Analiza wpływu czynników zewnętrznych na występowanie zmian morfologicznych w przypadkach śmierci z wychłodzenia

Analysis of the impact of external factors on the occurrence of morphological lesions in cases of death from hypothermia

Z Koła Naukowego STN przy Katedrze Medycyny Sądowej  
Uniwersytetu Jagiellońskiego Collegium Medicum  
Kierownik Katedry: prof. dr hab. M. Kłys  
Opiekun Koła Naukowego: dr T. Konopka

Celem pracy było określenie częstości występowania makroskopowych zmian morfologicznych, typowych dla śmierci z hipotermii oraz wykazanie ich korelacji z takimi czynnikami, jak poziom alkoholu we krwi, temperatura powietrza, wiek czy ilość warstw odzieży. Analizę przeprowadzono na podstawie protokołów z sekcji zwłok 124 osób zmarłych wskutek wychłodzenia, wykonanych w latach 1995-2009. Nie stwierdzono korelacji między ilością nadżerek a poziomem alkoholu we krwi i w moczu. Wykazano natomiast powiązanie ilości nadżerek z liczbą warstw odzieży (im więcej warstw odzieży tym więcej nadżerek). Dodatnia korelacja może świadczyć o zwiększonym odczuwaniu zimna przez te osoby i związaną z tym bardziej intensywną reakcją skurczową naczyń w błonie śluzowej żołądka.

The objective of this study was to determine the prevalence of macroscopic morphological lesions typical of death from hypothermia and to show their correlation with such factors as blood alcohol level, air temperature, age and number of layers of clothing. The analysis was performed based on protocols of autopsies performed in the years 1995-2009. The sample comprised 124 persons with a diagnosis of death from hypothermia. The results showed no correlation between the number of gastric erosions and the level of alcohol in blood or urine. However, an association was demonstrated between the presence of erosions and the number of layers of clothing. A positive correlation may

indicate an increased sensation of cold by such persons and the resultant more intense vascular constriction response occurring in the gastric mucosa.

Słowa kluczowe:

wychłodzenie, nadżerki krwotoczne

Key words:

hypothermia, gastric erosions

### WSTĘP

Przyjmuje się, że człowiek jest w stanie hipotermii, kiedy jego wewnętrzna temperatura jest niższa niż 35°C. Śmierć z jej powodu nie musi wystąpić przy temperaturze zewnętrznej poniżej 0°C, lecz również w temperaturze przekraczającej 8°C, jeśli dotyczy to osób podatnych. Stopień wrażliwości na niską temperaturę jest cechą osobniczą. Szczególnie podatne na wychłodzenie są niemowlęta i osoby w podeszłym wieku. Dotyczy to również ludzi z zaburzeniami świadomości po nadużyciu alkoholu, środków odurzających lub po doznanym urazie czaszkowo-mózgowym. Typowymi morfologicznymi makroskopowymi zmianami zauważalnymi w badaniu sekcyjnym są odmrożenia, będące wynikiem zaburzeń w mikrokrążeniu pod wpływem bardzo niskiej temperatury, występujące przeważnie w temperaturach poniżej 0°C. W błonie śluzowej żołądka można zauważyć ostre nadżerki krwotoczne związane z działaniem czynnika stresogenego (zimnem), który wpływa na równowagę

hormonalną ustroju. Wylewy krwawe w mięśniach biodrowo-lędźwiowych są dosyć swoistą cechą, lecz występującą rzadko [1, 2, 3, 11].

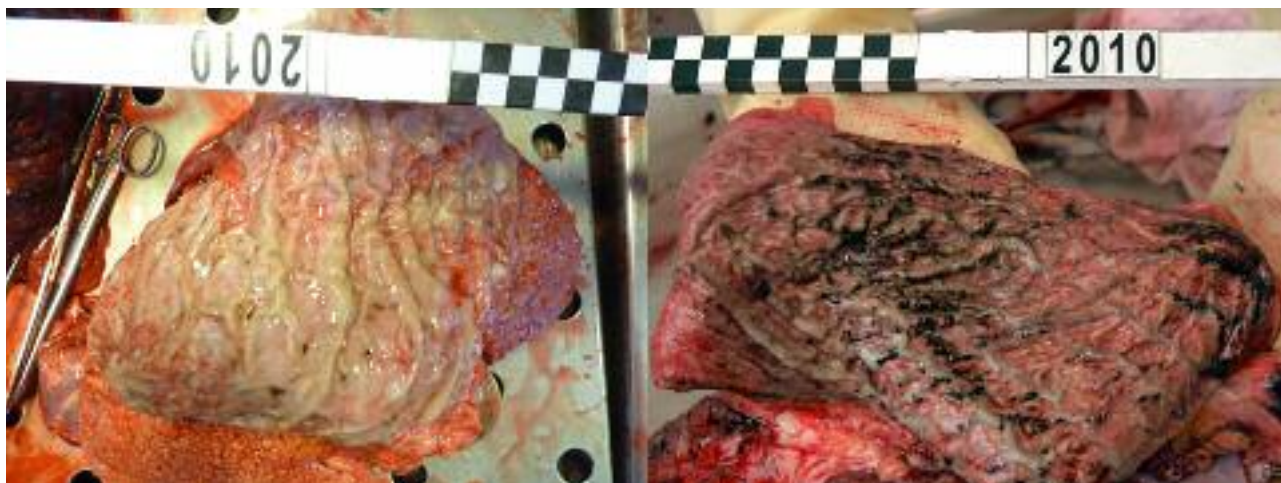
## CEL PRACY

Określenie korelacji pomiędzy ilością nadżerek w błonie śluzowej żołądka a czynnikami stwierdzanymi w przypadkach śmierci z wychłodzenia, mogącymi mieć wpływ na ich występowanie. Interpretacja częstości występowania tych zmian pod względem przydatności w praktyce sądowo-lekarskiej, w rozpoznawaniu tej przyczyny śmierci.

## MATERIAŁ I METODA

Analizę statystyczną przeprowadzono na podstawie danych z protokołów sekcji zwłok sporządzo-

nych w latach 1995-2009 przez Katedrę i Zakład Medycyny Sądowej CMUJ. Wybrano i poddano ocenie opisy sekcji 124 osób z rozpoznaniem końcowym śmierci z wychłodzenia. Podstawą rozpoznania była obecność zmian morfologicznych typowych dla śmierci z wychłodzenia, stwierdzonych u osób zmarłych przy niskiej temperaturze otoczenia, lub (zazwyczaj z mniejszym stopniem kategoriowości) śmierć w niskiej temperaturze otoczenia, przy jednoczesnym braku zmian narządowych mogących tłumaczyć zgon procesem chorobowym lub urazem. Analizowana baza zawierała w sobie statystycznie uszeregowane przypadki zgonów 22 kobiet i 102 mężczyzn. Analizy dokonano przy pomocy programu *Statistica 8.0* używając zakładek: macierze korelacji, regresja wieloraka i statystyki nieparametryczne.



Ryc. 1. Zdjęcie przedstawiające niewielką ilość nadżerek krwotocznych (po lewej) w porównaniu z ich dużą liczbą (po prawej).

Fig. 1. Image of a small number of hemorrhagic erosions in the stomach (left) as compared to a large number of erosions (right).

## WYNIKI

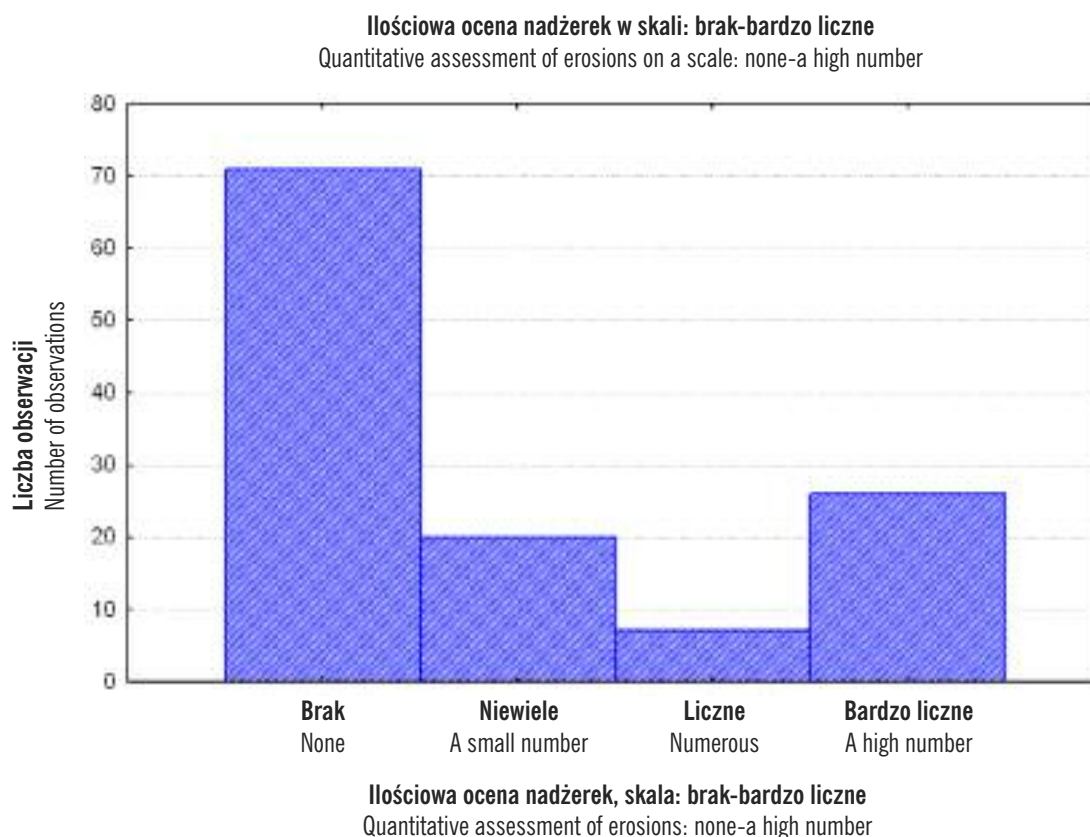
W opracowywaniu bazy danych wykorzystano dane z dokumentacji sekcyjnej na temat ilości nadżerek w żołądku, które zostały opisane przez obducentów z użyciem takich określeń jak niewiele, dużo, bardzo dużo itp. Kategorie te zostały przekwalifikowane na odpowiednią wartość liczbową

(brak-0; niewiele-1; dużo lub liczne-2; bardzo dużo-3) w celu oceny statystycznej. Dane odnośnie temperatury powietrza w czasie zgonu zostały pobrane z analiz przedstawionych na stronie internetowej [www.weatheronline.pl](http://www.weatheronline.pl). Poziomy alkoholu we krwi i moczu oraz dane na temat odzieży były wyszukiwane w raportach sekcyjnych. Odnośnie ilości warstw odzieży zostały przyjęte następujące

zasady ich przeliczania: buty, skarpetki i nakrycia głowy nie były brane pod uwagę; w przypadku bezdomnych koc został uznany jako dodatkowa warstwa; bielizna również nie była brana pod uwagę jeśli nie chroniła znacznej powierzchni ciała; grubość warstwy odzieży została uśredniona, tak aby miała ona wartość izolacyjną typowego swetra np. grube kurtki były liczone jako 1,5 a podkoszulki 0,5. Całkowita ilość warstw odzieży zakłada, że jednostkową wartością referencyjną jest grubość i powierzchnia typowego swetra, czyli osoba mająca na sobie sweter i spodnie jest liczona jako 2 (liczymy osobno sweter i spodnie).

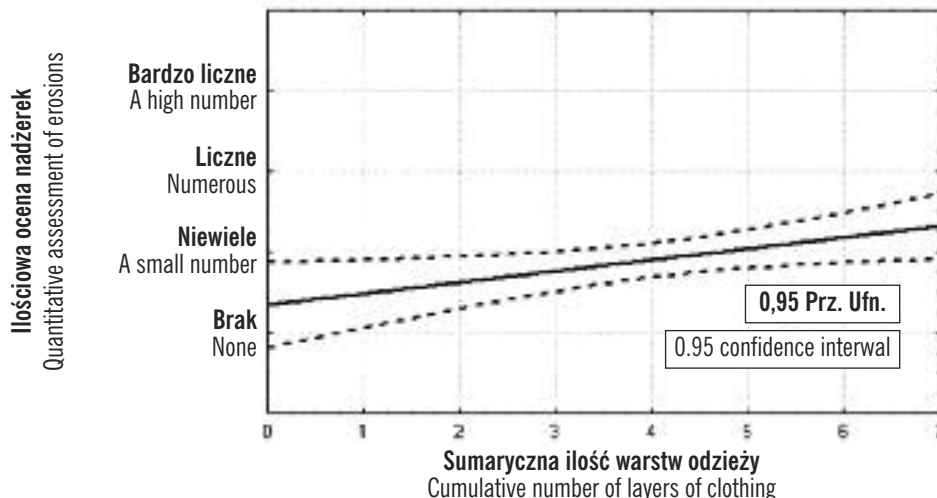
Nadżerki krwotoczne w żołądku zaobserwowano w 43% przypadków zgonów z powodu wychłodzenia. Natomiast inne zmiany występowały u znacznie mniejszej liczby osób: odmrożenia w rejonie stawów kolanowych u 2,4% i wylewy krwawe w mięśniach biodrowo-lędźwiowych u 1,6%.

W analizie statystycznej nie wykryto żadnej korelacji pomiędzy ilością nadżerek a wiekiem, płcią, poziomem alkoholu w krwi, temperaturą powietrza w czasie okresu agonicznego czy posiadaniem mokrego ubrania w trakcie wychładzania. Wykazano natomiast dodatnią zależność liniową w związku z ilością warstw odzieży, którą miała na sobie dana osoba.



Ryc. 2. Histogram oceny częstości występowania nadżerek krwotocznych błony śluzowej żołądka.  
Fig. 2. Histogram evaluation of the incidence of hemorrhagic erosions of the gastric mucosa.

**Wykres rozrzutu: sumaryczna ilość odzieży w porównaniu z ilościową oceną nadżerek**  
 Scatterplot the total amount of clothing compared with a quantitative assessment of erosion



Ryc. 3. Wykres obrazujący zależność między liczbą warstw odzieży a ilością nadżerek krwotocznych w żołądku.

Fig. 3. Graph showing the relationship between the number of layers of clothing and the number of hemorrhagic erosions in the stomach.

Tabela 1. Statystyczna ocena zależności pomiędzy liczebnością nadżerek w żołądku a czynnikami mierzonymi.

Table 1. Statistical evaluation of the relationship between the number of erosions in the stomach and the investigated factors.

Dane opisywane w stosunku do liczebności nadżerek krwotocznych Data described in relation to number of hemorrhagic gastric erosions	Korelacja liniowa (współczynnik Pearsona). Wytłuszczone zostały wsp. korelacji istotne przy $p < 0,05$ Linear correlation (Pearson's coefficient) Correlation coefficients significant at $p < 0.05$ are given in bold font	Korelacja nieparametryczna (wsp. Spearmana). Wytłuszczone zostały wsp. korelacji istotne przy $p < 0,05$ Non-parametric correlation (Spearman's coefficient) Correlation coefficients significant at $p < 0.05$ are given in bold font
Ilość warstw odzieży Number of clothing layers	<b>0,21</b>	<b>0,213521</b>
Wiek Age	0,03	0,012425
Płeć Gender	-0,17	-0,164972
Poziom alkoholu w krwi Blood alcohol level	0,01	0,063106
Temperatura powietrza minimalna Minimum air temperature	0,11	0,111363
Mokra odzież Wet clothing	0,14	0,087546

## DYSKUSJA

Patomechanizm powstawania nadżerek krwotocznych w żołądku u zmarłych z powodu hipotermii polega na zadziałaniu czynnika stresogennego jakim jest niska temperatura, który oddziałując na oś hormonalną podwzgórze-przysadka-nadnercza zaburza równowagę hormonalną ustroju. Badania eksperymentalne na szczurach ukazały przebieg tego procesu. W reakcji na zimno następuje pobudzenie wydzielania katecholamin, które powodując skurcz naczyń prowadzą do niedokrwienia błony śluzowej żołądka. Dodatkowo przy pobudzaniu osi podwzgórze-przysadka-nadnercza występuje wzrost kortyzolu, który najprawdopodobniej poprzez receptor  $\alpha 2$  również wywołuje skurcz naczyń w błonie podśluzowej. Na podobnej zasadzie działa angiotensyna II poprzez receptor AT1. Następnie w reakcji na niedokrwienie następuje wyrzut histaminy z komórek tucznych przekładając się na wzrost wydzielania kwasu żołądkowego z komórek okładzinowych i zwiększoną przepuszczalność naczyń. Wszystkie te czynniki prowadzą do uszkodzenia błony śluzowej z następowym wynaczynieniem krwi do nadżerek [4, 5, 6, 7, 10, 12, 13, 14].

Wniosek wynikający z przeprowadzonych badań statystycznych, o dodatniej zależności między ilością nadżerek a liczbą warstw odzieży, można próbować tłumaczyć następująco: nadżerki występują w korelacji z ilością warstw odzieży, ponieważ osoby te wykazywały szczególną osobniczą wrażliwość na niską temperaturę. W związku z czym zachodziła u nich bardziej intensywna reakcja stresowa na zimno, a przy tym skurcz naczyń w żołądku powodujący niedokrwienie błony śluzowej.

Próbując tłumaczyć powód zaistnienia właśnie takiej zależności trzeba wziąć pod uwagę szybkość

wychładzania. Zauważono, że przy temperaturze powyżej 10° C przy powolnym wychładzaniu organizmu dochodzi do powstawania nadżerek z powodu długiego okresu działania katecholamin do momentu śmierci [2, 3]. Jednak z opracowanej bazy danych wynika, że temperatura nie była skorelowana z ilością ostrych nadżerek w żołądku. Jednak maksymalna temperatura otoczenia wśród przypadków z bazy danych wynosiła 7° C. Również mokra odzież, która znacząco przyspiesza szybkość wychładzania, nie wykazywała widocznej korelacji z wynikami. To skłania do stwierdzenia, że szybkość spadku temperatury ciała nie jest tutaj pierwszoplanową cechą. Powyższe wyniki skłoniły nas do odrzucenia tezy, jakoby bardzo powolne wychładzanie modulowało na tyle wydzielanie hormonów stresowych, aby wywołać nadżerki krwotoczne. Odrzucono również hipotezę stwierdzającą, że za patomechanizm może odpowiadać bardzo szybka zmiana temperatury zewnętrznej i w związku z tym duży wzrost katecholamin i kortykosteroidów powodujący nagłą reakcję skurczową naczyń w ścianie żołądka [6, 7].

## WNIOSKI

1. W 53 przypadkach na 124 w badaniu sekcyjnym stwierdzono nadżerki krwotoczne w błonie śluzowej żołądka.

2. Wykazano dodatnią korelację między ilością nadżerek krwotocznych a liczbą warstw odzieży ( $p < 0,05$ ; współczynnik korelacji = 0,21).

3. Wylewy krwawe w mięśniach biodrowo-lędźwiowych i odmrożenia w rejonie stawów kolanowych występowały w statystycznie nieistotnym procencie.

## PIŚMIENNICTWO

1. Jankowski Z.: Śmierć z ochłodzenia. Część I. Podstawy fizjologii termoregulacji oraz patofizjologia i mechanizmy śmierci z ochłodzenia. Arch. Med. Sąd. Kryminol. 2002, 53(4): 313-322.

2. Jankowski Z.: Śmierć z ochłodzenia. Część II. Diagnostyka śmierci z ochłodzenia – przydatność spostrzeganych zmian morfologicznych makroskopowych i mikroskopowych. Arch. Med. Sąd. Kryminol. 2002, 53(4): 323-332.

3. Tsokos M.: Forensic Pathology Review. Tom 5. Humana Press. Totowa, NJ USA; 2008: 4-18.

4. Tsokos M., Rothschild M., Madea B., Rie M., Sperhake J.: Histological and Immunohistochemical Study of Wischnewsky Spots in Fatal Hypothermia. Am J Forensic Med Pathol. 2006, 27: 70-74.

5. Birchmeyer M. S., Krag M. E.: Wischnewski revisited. The diagnostic value of gastric mucosal ulcers in hypothermic deaths. Am J Forensic Med Pathol. 1989, 10: 28-30.

6. Yelken B., Dorman T., Erkasap S., Dundar E., Tandiverdi B.: Clonidine Pretreatment Inhibits Stress-Induced Gastric Ulcer in Rats. Anesth & Analg. 1999, 89: 159-162.

7. Bregonzio C., Armando I., Ando H., Jezova M., Baiardi G., Saavedra J. M.: Anti-inflammatory effects of angiotensin II AT1 receptor antagonism prevent stress-induced gastric injury. Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol. 2003, 285: 414-423.

8. Giesbrecht G. G.: Cold stress, near drowning

and accidental hypothermia: a review. Aviat Space Environ Med. 2000, 71: 733-752.

9. Ishikawa T., Yoshida C., Michiue T., Perdekamp M. G., Pollak S., Maeda H.: Immunohistochemistry of catecholamines in the hypothalamic-pituitary-adrenal system with special regard to fatal hypothermia and hyperthermia. Leg Med (Tokyo). 2010 May, 12: 121-127.

10. Aghayev E., Thali M. J., Jackowski C., Sonnenschein M., Dirnhofer R., Yen K.: MRI detects hemorrhages in the muscles of the back in hypothermia. Forensic Sci Int. 2008, 176 (2-3): 183-186 .

11. Nixdorf-Miller A., Hunsaker D. M., Hunsaker J. C. 3rd.: Hypothermia and hyperthermia medicolegal investigation of morbidity and mortality from exposure to environmental temperature extremes. Arch Pathol Lab Med. 2006 Sep; 130(9): 1297-1304.

12. Takada M., Kusano I., Yamamoto H., Shiraishi T., Yatani R., Haba K.: Wischnevsky's gastric lesions in accidental hypothermia. Am J Forensic Med Pathol. 1991 Dec; 12(4): 300-305.

13. Doberentz E., Preuss-Wössner J., Kuchelmeister K., Madea B.: Histological examination of the pituitary glands in cases of fatal hypothermia. Forensic Sci Int. 2011 Apr 15; 207 (1-3): 46-49.

14. Schäfer A. T., Kaufmann J. D.: What happens in freezing bodies? Experimental study of histological tissue change caused by freezing injuries. Forensic Sci Int. 1999 Jun 28; 102 (2-3): 149-158.

Adres do korespondencji:

e-mail: anna.salwa.05@gmail.com