

## **Ungewöhnliche Befunde in einem Fall von Unterkühlung\*, \*\***

**B. Madea und M. Oehmichen**

Institut für Rechtsmedizin der Universität zu Köln, Melatengürtel 60–62, D-5000 Köln 30,  
Bundesrepublik Deutschland

### **Unusual findings in a case of fatal hypothermia**

**Summary.** Suicide was initiated by several incisions in the skin; the resulting hypovolemia resulted in fatal hypothermia. The unusual autopsy findings in this case due to hypothermia were focal hemorrhages and necrosis of the pancreas and hemorrhagic infarction of the descending colon. The pathophysiological relevance of the autopsy and histological findings are discussed.

**Key word:** Hypothermia, unusual findings

**Zusammenfassung.** Im Verlauf eines durch nicht tiefgreifende Schnittverletzungen und dadurch bedingter Hypovolämie eingeleiteten Suizides entwickelte sich eine letale Unterkühlung. Als ungewöhnliche Sektionsbefunde ergaben sich neben unterkühlungstypischen Befunden vor allem eine Pancreasblutung und fokale Nekrosen und eine hämorrhagische Infarzierung des Colon descendens. Die Einordnung dieser Befunde in die Pathophysiologie des Unterkühlungstodes wird diskutiert.

**Schlüsselwort:** Unterkühlung, ungewöhnliche Befunde

### **Einleitung**

Übereinstimmend werden als diagnostisch verlässliche morphologische Veränderungen bei Tod durch Unterkühlung Hautrötung und Schwellung an totenfleckfreien Körperabschnitten über Gelenken, im Gesicht und an den Ohren

\* Herrn Professor Dr. G. Dotzauer zum 75. Geburtstag gewidmet

\*\* Auszugsweise vorgetragen auf der 19. Jahrestagung des Nord- und Westdeutschen Arbeitskreises der Deutschen Gesellschaft für Rechtsmedizin in Essen am 06. und 07. Mai 1988

*Sonderdruckanfrage an:* B. Madea

sowie hämorrhagische Schleimhauterosion des Magens (Wischnewsky-Flecken) angesehen (Ignatowsky 1901; Keferstein 1893; Meixner 1932; Tidow 1943; Gillner und Waltz 1971; Hirvonen 1976, 1977, 1987; Unterendorfer 1977; Coe 1984; Simon und Müller 1971; Trube-Becker 1967; Schneider und Klug 1980, Schneider und Wessel 1987). Die Frequenz dieser Befunde in verschiedenen Untersuchungsserien schwankt indessen erheblich. In vielen Fällen wird daher bei morphologisch weitgehend unauffälligem Befund die Sektionsdiagnose „Unterkühlung“ lediglich eine Vermutungs- bzw. Ausschlußdiagnose sein, die sich an Umständen und Auffindungssituationen des Einzelfalls ausrichtet (Dirnhofer und Sigrist 1979; Trube-Becker 1967).

Im folgenden soll über besondere Befunde eines Todesfalls durch Unterkühlung berichtet und auf die insbesondere im englischsprachigen Schrifttum (Gordon et al. 1988; Knight 1987; Polson et al. 1985; Simpson und Knight 1985; Mant 1984) diskutierten Pankreasveränderungen bei Unterkühlung hingewiesen werden.

## Kasuistik

### *Umstände*

Die 58jährige W. K. wurde am 24.11.1987 um 18.45 Uhr in der Küche ihrer Wohnung vollständig bekleidet auf dem Bauch in einer Blutlache liegend von ihrem Lebensgefährten vorgefunden. Auf Berührung habe sie noch reagiert. Bei Eintreffen des Notarztes um 19.00 Uhr sei die Betroffene bewußtlos gewesen. Unter den Augen des Notarztes habe sich ein Atem- und Kreislaufstillstand entwickelt. Der Notarzt habe nach 30 Min erfolgloser Reanimation den Tod festgestellt.

In der Küche lagen auf dem Boden mehrere Messer. Als Blutungsquelle vermutete der Notarzt eine Durchtrennung der rechten Ellenbeugenarterie bei entsprechenden Hautdurchtrennungen der rechten Ellenbeuge (die Betroffene war Linkshänderin). Da die Blutlache bereits teilweise angetrocknet gewesen sei, vermutete der Notarzt eine Schnittbeibringung 2 bis 3 Std vor seinem Eintreffen.

Die Betroffene wurde am Morgen des 23.11.1987 letztmals lebend gesehen. Am Morgen des 24.11.1987 konnte der Lebensgefährte sie trotz mehrerer Versuche telefonisch nicht erreichen. Seit dem 22.11.1987 war – nach Auskunft des Hauseigentümers – die Heizung in der Wohnung ausgefallen (bei Außentemperaturen von etwa 8°C).

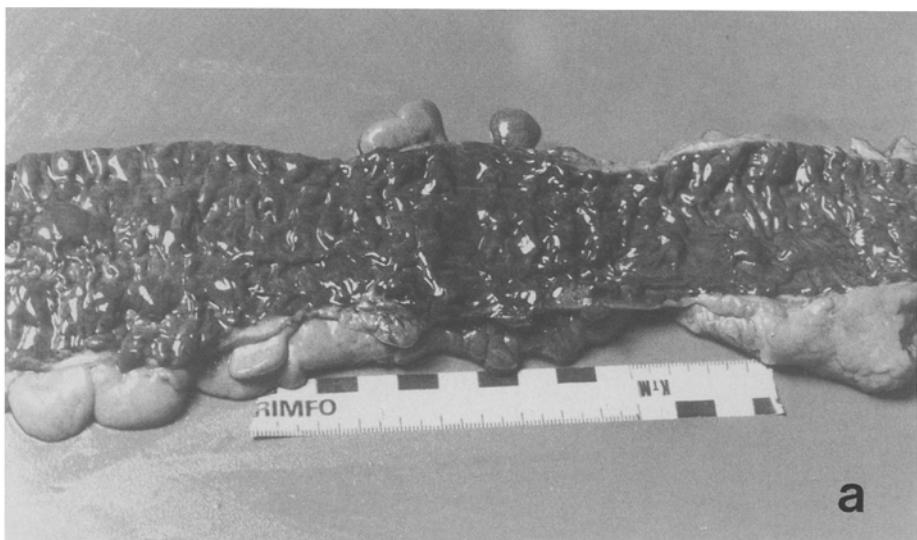
Nur wenige Tage zuvor hatte Frau W. K. ihr Testament aufgesetzt und ihrer Schwester gegenüber geäußert, „daß sie keinen Ausweg mehr wisse.“ Seit kurzer Zeit stand sie wegen schwerer Angstzustände in ambulanter psychiatrischer Behandlung.

### *Sektionsbefunde*

Hautdurchtrennung und mehrfache Probierschnitte der rechten Ellenbeuge. Oberhautanritzung der linken Ellenbeuge sowie des rechten Handgelenks beugeseitig. Durchtrennung der V. cubitalis rechts mit Thrombosierung beider Stümpfe. Ankerbung des rechten M. brachioradialis. Arterien und Nerven der Ellenbeuge unversehrt. Nur mäßiggradige Ausdehnung und Intensität der Totenflecke, jedoch kein ausgesprochenes Hervortreten der Organeigenfarbe parenchymatöser Organe.

Blau-livide Hautverfärbungen im nicht-hypostatischen Bereich über den Kniescheiben beidseits, den Außenknöcheln beider Sprunggelenke sowie dem Wadenbeinköpfchen rechts, keine Unterblutungen.

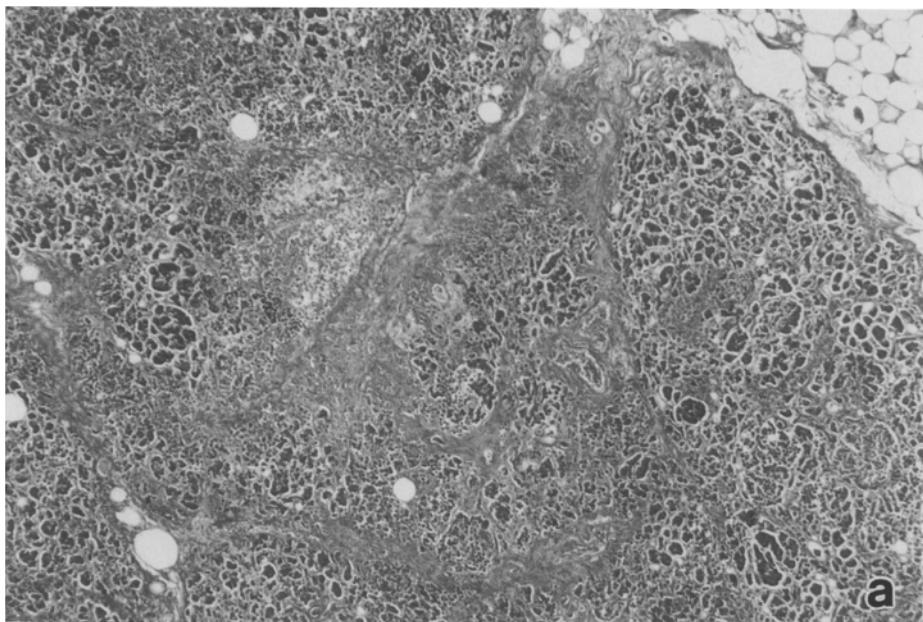
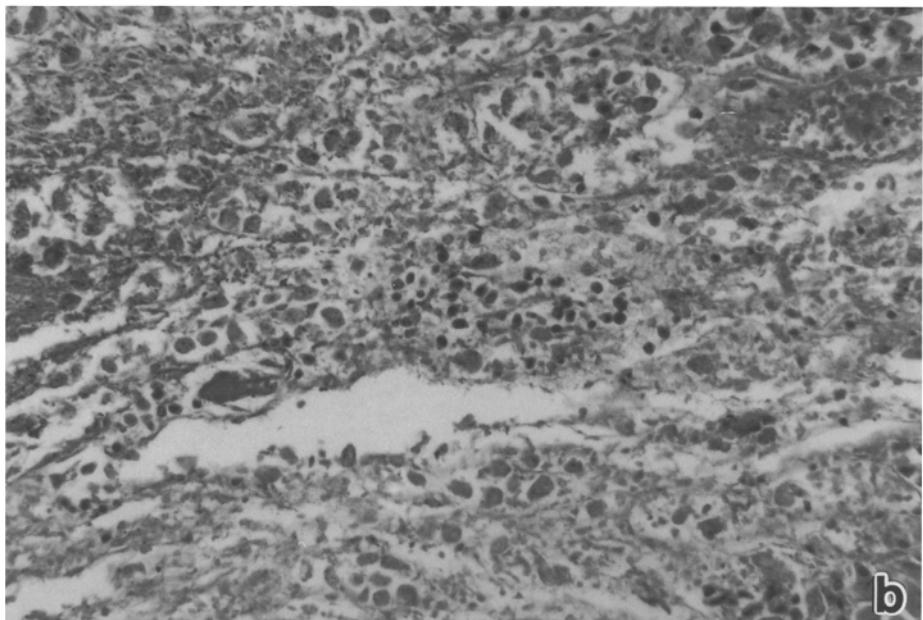
Zahlreiche Wischnewsky-Flecken der Magenschleimhaut. Mehrfach kleinherdige Einblutungen des Pankreasparenchyms sowie Unterblutungen der Gangschleimhaut.



**Abb. 1a, b.** Hämorrhagische Infarzierung eines über 20 cm langen Segmentes des Colon descendens bei Thrombose vor allem submuköser Venen (b = Goldner,  $\times 30$ )

Hämorrhagische Infarzierung eines Anteils des Colon descendens (Abb. 1a). Keine Psoasblutungen.

Alte Infarktnarbe der Herzkammerscheidewand-Vorderwand links bei mehrfacher, höhergradig lichtungseinengender Koronarsklerose. Herdförmig intensive, nicht streifenförmige, subendokardiale Blutungen in der Ausflußbahn der linken Herzkammer, unmittelbar subaortal. Ausgeprägtes Lungenödem.

**a****b**

**Abb. 2a, b.** Herdförmige Nekrose und leukozytäre Emigration des Pankreasparenchyms (a = HE,  $\times 30$ ; b = HE,  $\times 200$ )

*Todesursache.* Unterkühlung bei höhergradigem Blutverlust

*BAK:* 0,0%

*Aceton:* negativ

*Toxikologie:* Blut – Oxazepam in Spuren

Mageninhalt – 7 mg/l Promethazin, 0,44 mg/l Diazepam, 1,9 mg/l Oxazepam

#### *Wesentliche histologische Befunde*

Pankreas (Abb. 2a, b): herdförmig interstitielle Einblutungen sowie Einblutungen ins Parenchym. Herdförmig interstitielle leukozytäre Infiltration, herdförmige Parenchymnekrose.

Magen: mit hämatinisiertem Blut belegte Schleimhauterosionen, jedoch auch Schleimhautnekrosen ohne Blutungen. Leukozytäre Infiltration der Schleimhaut und der Muscularis mucosae.

Colon descendens (Abb. 1b): massive blutige Imbibition der Schleimhaut und Submucosa, teilweise bis in die Muscularis propria und Adventitia reichend, bei Thrombose vor allem submuköser Venen. Massive leukozytäre Infiltrationen aller Wandschichten.

Fleckförmige Hautrötungen (Unterkühlungsflecke): Blutstauung der Koriumgefäße und der subpapillären Kapillaren, jedoch keine Erythrozytenextravasationen.

M. brachioradialis rechts: herdförmige Muskelnekrose mit leukozytärer Infiltration.

V. cubitalis rechts: Thrombose der V. cubitalis, höhergradige leukozytäre Infiltration des Binde- und Fettgewebes.

*Gehirn:* einzelne hypoxische Nervenzelluntergänge.

Am 24. 11. 1987 wurde unmittelbar nach Einlieferung der Leiche ins Institut um 21.57 Uhr eine tiefe Rektaltemperatur von 26,6°C gemessen.

## Diskussion

Die Diagnose einer Hypothermie als Todesursache fußt auf:

- unterkühlungstypischen Befunden in Haut- und Magenschleimhaut
- fehlender anderer todesursächlicher Befunde
- der Temperaturmessung

Da Frau W.K. gegen 19.00 Uhr sicher noch gelebt hat, ist eine um 21.57 Uhr gemessene Rektaltemperatur von 26,6°C unter Berücksichtigung von Körpergewicht und Außentemperaturen nur durch vitale Unterkühlung zu erklären.<sup>1</sup> Offenbar geriet Frau W.K. infolge der Schnittverletzungen und dem dadurch bedingten Blutverlust in einen handlungsunfähigen Zustand, der letztendlich zum Tod durch Unterkühlung führte.

Der Fall wies morphologische Besonderheiten auf, die sich nicht durch eine vorbestehende Krankheit erklären lassen, sondern im Zusammenhang mit der Pathophysiologie des Unterkühlungstodes diskutiert werden sollen. Bei diesen morphologischen Veränderungen handelt es sich um herdförmige Pankreasblutungen, eine hämorrhagische Infarzierung des Colon descendens sowie histologische Befunde an der Magenschleimhaut.

#### *Pankreasblutung*

Bei den im englischsprachigen Schrifttum aufgeführten Pankreasbefunden bei Tod durch Unterkühlung handelt es sich offenbar um keine homogenen Verän-

<sup>1</sup> Auf den Wert einer Rektaltemperaturmessung zur Unterstützung bzw. Sicherung der Diagnose „Unterkühlung“ bei bekanntem Todeszeitpunkt weist auch Mant (1984) hin

derungen. Sano und Smith (1940) beschrieben bei 5 von 50 Patienten, die wegen verschiedener, maligner Neoplasien mit Hypothermie behandelt wurden, fokale bzw. diffuse Pankreatitiden. Emslie-Smith (1958) beschrieb gleichartige Veränderungen bei einem Patienten mit Myxödem, der an Unterkühlung starb. Duguid, Simpson und Stowers (1961) fanden unter 13 an Unterkühlung Verstorbenden 2mal eine hämorrhagische Pankreatitis, 3mal eine fokale Pankreatitis mit Fettgewebsnekrose. Die Abbildung 7 ihrer Publikation zeigt fokale Blutungen mit Parenchymnekrose. In 15 Fällen in ihrer Serie wurde die Serumamylase bestimmt, die in 11 Fällen erhöht war. Read et al. (1961) berichten über 2 Fälle von Unterkühlung: Ein überlebter Fall wies bei Krankenhausaufnahme bei einer Rektaltemperatur von 32,2°C einen Serumamylasewert von 1225 U/100 ml auf. Mit zunehmender Normalisierung der Körpertemperatur normalisierten sich auch die Serumamylasewerte. Der zweite letale Hypothermefall der gleichen Autoren wies neben herdförmigen Pankreasblutungen eine generalisierte Infiltration des Bindegewebes mit polymorphkernigen Leukozyten auf. Das Parenchym hingegen war intakt, es fanden sich keine Fettgewebsnekrosen.

Tierexperimentell konnten Fisher et al. (1957) diese Pankreasbefunde bei Hypothermie reproduzieren und fokale, nicht-hämorrhagische Pankreatitiden mit Fettgewebsnekrosen in 10% nachweisen.

Mant (1964) fand bei 6 mitgeteilten Unterkühlungsfällen Fettgewebsnekrosen des Pankreas unterschiedlichen Ausprägungsgrades. In einer weiteren Arbeit (Mant 1969) wird über makroskopisch sichtbare Pankreasveränderungen in 29 von 43 Unterkühlungsfällen berichtet: Es handelt sich um herdförmige Fettgewebsnekrosen bis zur hämorrhagischen Pankreatitis. In einem Übersichtsreferat von 1967 weist Mant auf die Variabilität der Pankreasveränderungen bei Unterkühlung hin und erwähnt in diesem Zusammenhang auch herdförmige Blutungen und herdförmige leukozytäre Infiltrationen.

Hirvonen (1976) verzeichnete Pankreasblutungen in 4 von 22 Unterkühlungsfällen (18%). Die geringere Häufigkeit gegenüber den Angaben von Mant erklärt er mit Unterschieden der Untersuchungskollekte: Bei Mant handelte es sich überwiegend um ältere Personen mit mäßiger, aber langdauernder Kälteexposition (1 bis 2 Tage), während es sich in seinem Material überwiegend um junge Leute mit kurzdauernder Kälteexposition bei sehr niedrigen Temperaturen handelt (Hirvonen 1976). Der eigene Fall ist hinsichtlich Lebensalter und Dauer der Kälteexposition dem Kollektiv von Mant vergleichbar.

Pathogenetisch ist nach Becker (1973) die Pankreatitis als Todesursache bzw. Komplikation bei Hypothermie einer Senkung des Zellstoffwechsels mit Verlust der gerichteten Zellpermeabilität der Azinusepithelien und konsekutiver Überflutung des Zytoplasmas mit Pankreasfermenten zuzuschreiben. Zu diskutieren ist ferner ein Gefäßspasmus mit konsekutiver Nekrose und Einblutung – ein Mechanismus, der ähnlich bei der Entstehung der Wischnewsky-Flecken (Büchner 1943) erwogen wird.

Die Abgrenzung „unterkühlungsassoziiert“ morphologischer Veränderungen des Pankreas von Autolyseherden hat sich insbesondere an der Verteilung der Autolysefoci und dem Vorhandensein reaktiver Veränderungen auszurichten: Die Autolyseherde halten sich nicht an die Grenzen anatomischer Grundeinheiten, sie zeigen eine unscharfe Begrenzung nach der Umgebung

(Becker 1973). Ihr folgen keine reaktiven Veränderungen, z. B. in Form leukozytärer Infiltration. Die interstitiellen als auch an herdförmige Parenchymnekrosen angrenzenden leukozytären Infiltrationen erlaubten im eigenen Fall die Abgrenzung der Nekrose von Autolyseherden. Autolytische Veränderungen waren – dies wird auch von Mant (1967, 1969, 1984) als Charakteristikum von Unterkühlungstodesfällen angeführt – nur gering ausgeprägt.

### **Hämorrhagische Infarzierung des Colon descendens**

Die englischsprachige Literatur weist weiterhin (Coniam 1979; Polson et al. 1985) auf viszerale Infarzierungen beim Unterkühlungstod als Folge der gestörten Zirkulation und venöser Thrombosierungen hin. Als ungewöhnliche Manifestation fand sich im eigenen Fall eine ausgedehnte hämorrhagische Infarzierung des Colon descendens bei Thrombosierung kleiner intramuraler Venen, während die großen Venenstämme und die Arterien unauffällig waren. Hämorragische Infarzierungen des Gastrointestinaltraktes sind allgemein sehr selten (Williams 1971; Otto et al. 1976; Remmle 1984). Pathogenetisch lassen sie sich über eine Abwanderung des Wassers aus dem Blutgefäßsystem in die Peripherie, Verminderung der strömenden Blutmenge mit Anstieg von Hämatokrit und Viskosität, weiterer Strömungsverlangsamung durch Weitstellung der Venen mit konsekutiver Zusammenballung und Sludge-Bildung der Erythrozyten (Staemmler 1944; Kreyberg 1946; Fruehan 1960; Killian 1966, 1981; Ritter 1971; Klöss 1983; Kahle 1984) zwanglos in die Pathophysiologie des Unterkühlungstodes einordnen. Hämorragische Infarzierungen bei Thrombosierung abführender Venen wurden auch tierexperimentell am unterkühlten Rattenschwanz erzeugt (Staemmler 1944). Die hämorrhagische Infarzierung eines über 20 cm langen Segments des Colon descendens ordnen wir pathogenetisch in erster Linie den hämodynamischen Veränderungen beim Unterkühlungstod zu. Inwieweit der Blutverlust die hämorrhagische Infarzierung begünstigt hat, kann im einzelnen nicht quantifiziert werden. Ausdehnung und Intensität der Dickdarminfarzierung lassen jedoch einen Synergismus von Störungen der Mikrozirkulation durch Unterkühlung und Blutverlust vermuten.

### *Wischnewsky-Flecken*

Wischnewsky (1895) beschrieb als Unterkühlungsbefunde Erosionen der Magenschleimhaut, Krjukoff (1914) nennt hämorrhagische Erosionen. Unterschiedliche Angaben zur Inzidenz der Wischnewsky-Flecken bzw. zur Validität der Wischnewsky-Flecken als Unterkühlungsbefund führt bereits Krjukoff (1914) auf varrierende Befundzuordnungen zum gleichen Terminus zurück: Teilweise werden unter Wischnewsky-Flecken auch punktförmige Schleimhautblutungen (Dyrenfurth 1916) verstanden. Bereits 1896 führte Lacasagne aus, daß möglicherweise die Zahl der Erosionen auf die Dauer des Unterkühlungsprozesses schließen lasse. Arbeiten, die das Vorliegen bzw. den Ausprägungsgrad von Unterkühlungsbefunden auf die Geschwindigkeit des Abkühlungsprozesses beziehen, fehlen jedoch unseres Wissens bis heute. Der Ausprägungsgrad morphologischer Unterkühlungsbefunde des vorgestellten Falls lässt eine

lange Kälteexposition annehmen (maximal 36 Std.), was auch durch die vitalen Reaktionen der Weichteildurchtrennungen sowie die massiv leukozytar durchsetzte hämorragische Infarzierung des Colon descendens bewiesen wird. Dabei ist darauf hinzuweisen, daß vitale Reaktionen bei Kälte eine längere Manifestationszeit benötigen (Bode et al. 1980). Die Ätiologie der Magenschleimhauterosionen bei Hypothermie ist bis heute ungeklärt (Hirvonen 1977). Interessant ist eine Mitteilung Büchner's (1943), die sich im vorliegenden Fall bestätigt fand, daß den Erosionen „keilförmige infarktähnliche Schleimhautnekrosen mit schattenhaft erhaltenen und nur abgeblaßten Drüsenstrukturen zugrundeliegen“. Offenbar kommt es erst sekundär zu Einblutungen in diese Nekrosen.

#### *„Frostflecken“*

Die blau-lividen Hautverfärbungen in nicht-hypostatischen Arealen („Frostflecken“) dürfen offenbar nicht generell im Sinne von „Unterkühlungsblutungen“ angesprochen werden (Dirnhofer, Sigrist 1979), da sie makroskopisch und histologisch frei von Erythrozytenextravasationen sein können. Hirvonen (1977) erwähnt als uncharakteristische histologische Befunde an diesen Frostflecken Ödem und Hyperämie der Dermis mit gelegentlichen herdförmigen Infiltrationen von Entzündungszellen.

## Literatur

1. Becker V (1973) Bauchspeicheldrüse: In: Doerr W, Seifert G, Uehlinger E (Hrsg) Spezielle pathologische Anatomie. Bd. 6, Springer, Berlin Heidelberg New York
2. Bode G, Garbe G, Ick D (1980) Der Einfluß von Kälte bzw. Tod durch Erfrieren auf die frühen Wundheilungsvorgänge an Hautschnittwunden. Beitr Gerichtl Med 38:199–124
3. Büchner F (1943) Die Pathologie der Unterkühlung. Klin Wochenschr 22:89–92
4. Coniam SW (1979) Accidental hypothermia. Anaesthesist 34:250–256
5. Coe JI (1984) Hypothermia: Autopsy findings and vitreous glucose. J Forens Sci 29:289–395
6. Dirnhofer R, Sigrist Th (1979) Muskelblutungen im Körperkern – ein Zeichen vitaler Reaktion beim Tod durch Unterkühlung? Beitr Gerichtl Med 37:159–166
7. Duguid H, Simpson G, Stowers J (1961) Accidental hypothermia. Lancet 2:1213–1219
8. Dyrenfurth F (1916) Über den Wert zweier neuer Kennzeichen des Todes durch Kälteeinwirkung. Vijschr Gerichtl Med 51 (3F):234–241
9. Emslie-Smith D (1958) Accidental hypothermia. Lancet 2:492–495
10. Fisher ER, Fedor EJ, Fisher B (1957) Pathology and histochemical observations in experimental hypothermia. Arch Surg 75:817–827
11. Fruehan AE (1960) Accidental hypothermia. Arch Intern Med 106:218–229
12. Gillner E, Waltz H (1971) Zur Symptomatik des Erfrierens. Kriminal Forens Wiss 5:179–185
13. Gordon J, Shapiro HA, Berson SD (1988) Forensic medicine. A guide to principles, 3rd edn. Churchill Livingstone, Edinburgh London Melbourne New York
14. Hirvonen J (1976) Necropsy findings in fatal hypothermia cases. Forens Sci 8:155–164
15. Hirvonen J (1977) Local and systemic effects of accidental hypothermia. In: Tedeschi CG, Eckert WG, Tedeschi LG (eds) Forensic Medicine, vol 1, chapt 22, 758–774, WB Saunders Co, Philadelphia London Toronto
16. Hirvonen J, Huttunen P, Lapinlampi T (1987) The markers of hypothermia deaths. Abstract J Canad Soc Forens Sci 20:226

17. Ignatowsky (1901) Über die Ursachen der Blutungen in der Schleimhaut des Magens beim Tode des Erfrierens. *Bote Gerichtl Med* 10: 1649
18. Kahle W, Burchard E (1984) Überleben in der Kälte: Entstehung allgemeiner Kälteschäden und therapeutische Maßnahmen. *Dtsch Ärztebl* 81: 3743–3748
19. Keferstein (1893) Leichenbefund beim Erfrierungstod. *Z Medizinalbeamte* 6: 201–208
20. Killian H (1966) Der Kälteunfall. Allgemeine Unterkühlung. *Dustri Verlag München*
21. Killian H (1981) Cold and frost injuries. Springer, Berlin Heidelberg New York
22. Klöss Th (1983) Pathophysiologie, Diagnose und Behandlung akzidenteller Unterkühlungen. I *Anästh Intensivmed* 24: 6–11. II *Anästh Intensivmed* 24: 43–50
23. Knight B (1987) Legal aspects of medical practice. 4th Ed, Churchill Livingstone, Edinburgh London Melbourne New York
24. Kreyberg L (1946) Tissue damage due to cold. *Lancet*, 338–340
25. Krjukoff A (1914) Beitrag zur Frage der Kennzeichen des Todes durch Erfrieren. *Vjschr Gerichtl Med* 47 (3F): 79–101
26. Lacasagne (1896) Mort par le froid. *La presse médicale*, zit n Krjukoff A 1914
27. Mant AK (1964) Some post-mortem observations in accidental hyperthermia. *Med Sci Law* 4: 44–46
28. Mant AK (1967) The pathology of hypothermia. In: Simpson K (eds) Modern trends in forensic medicine, vol 2, chapter 9, 224–232, Butterworths London
29. Mant AK (1969) Autopsy diagnosis of accidental hypothermia. *J Forens Med* 16: 126–129
30. Meixner K (1932) Ein Fall von Tod durch Erfrieren. *Dtsch Z Gerichtl Med* 18: 270–284
31. Otto HF, Wanke M, Zeitlhofer J (1976) Darm und Peritoneum. In: Doerr W, Seifert G, Uehlinger E (eds) Spezielle pathologische Anatomie, Bd. 2, Teil 2. Springer, Berlin Heidelberg New York
32. Polson L, Gee D, Knight B (1985) The essentials of forensic medicine. Pergamon Press, Oxford New York Sydney Paris Frankfurt
33. Read AE, Emslie-Smith D, Gough KR, Holmes R (1961) Pancreatitis and accidental hypothermia. *Lancet* 2: 1219–1221
34. Remmeli W (1984) Kolon und Rektum. In: Remmeli W (Hrsg) Pathologie, Bd 2, Kap 7, 359–509, Springer, Berlin Heidelberg New York
35. Ritter K, Heckmann K (1971) Experimentelle Untersuchungen zur Analyse der Herz-kreislauf-Mechanismen bei Unterkühlung. *Wehrmed* 9: 131–145
36. Sano ME, Smith CW (1940) Fifty post-mortem patients with cancer subjected to local or generalized refrigeration. *J Lab Clin Med* 26: 443
37. Schneider V, Klug E (1980) Tod durch Unterkühlung. *Z Rechtsmed* 86: 59–69
38. Schneider V, Wessel J (1987) Zum gehäuften Auftreten von Todesfällen an Unterkühlung bei überraschenden Kälteeinbrüchen. *Lebensvers Med* 39: 58–61
39. Simon A, Müller E (1971) Einige Aspekte zur Physiologie und Morphologie des Kälte-todes unter besonderer Berücksichtigung der sogenannten Kälteschilddrüse. *Kriminal Forens Wiss* 6: 131–138
40. Simpson K, Knight B (1985) Forensic medicine 9th Ed. Edward Arnold Ltd London
41. Staemmler M (1944) Die Erfrierung. Thieme, Leipzig
42. Mant AK (ed) (1984) Taylor's principles and practice of medical jurisprudence. 13th edn. Churchill Livingstone, Edinburgh London Melbourne New York
43. Tidow R (1943) Kälteschaden des Magendarmkanals unter besonderer Berücksichtigung der Abkühlung. *Münch Med Wschr* 90: 597–600
44. Trube-Becker E (1967) Zur Begutachtung beim Tod durch Unterkühlung. *Dtsch Z Gerichtl Med* 59: 211–227
45. Unter dorfer H (1977) Statistik und Morphologie des Unterkühlungstodes. *Ärzt Praxis* 29: 459–460
46. Williams LF (1971) Vascular insufficiency of the intestines. *Gastroenterology* 61: 757–777
47. Wischnewsky S (1895) Ein neues Kennzeichen des Todes durch Erfrieren. *Bote Gerichtl Med* 3, 12