

Oppvarming av pasienter med aksidentell hypotermi ved hjelp av hjerte-lunge-maskin

KLINIKK OG FORSKNING

KATINKA FARBROT

PAUL HUSBY

Kirurgisk institutt
Universitetet i Bergen

KNUT S. ANDERSEN

Thoraxkirurgisk seksjon
Hjerteavdelingen

KETIL GRONG

Kirurgisk forskningslaboratorium
Universitetet i Bergen

MARIT FARSTAD

MAI-ELIN KOLLER

Anestesi- og intensivavdelingen
Haukeland Sykehus
5021 Bergen

Ulike kjerneoppvarmingsmetoder benyttes i behandlingen av pasienter med utilsiktet hypotermi. Denne studien oppsummerer våre erfaringer med bruk av hjerte-lunge-maskin til oppvarming av hypoterme pasienter med sirkulasjonssvikt eller -stans i perioden 1987 – 98.

23 pasienter utsatt for drukning (n = 15), skredulykke (n = 1) eller primær nedkjøling (n = 7) ble gjenoppvarmet ved hjelp av ekstrakorporal sirkulasjon med standardutstyr som benyttes ved åpen hjertekirurgi.

Ved innleggelsen var det, på bakgrunn av opplysninger fra skadestedet, mistanke om gjennomgått asfyksi i forbindelse med ulykken hos 13 av pasientene, mens asfyksi var usannsynlig hos de øvrige ti. I gruppen hvor asfyksi var mistenkt (n = 13), overlevde én pasient, mens seks av ti pasienter overlevde i gruppen hvor asfyksi var usannsynlig. Sikre markører som tidlig i behandlingen kan brukes for prognostiske vurderinger, ble ikke påvist.

I mangel av sikre prognostiske markører bør alle aksidentelt hypotermie pasienter med alvorlig sirkulasjonssvikt oppvarmes i hjerte-lunge-maskin før man tar stilling til videre behandlingsstrategi.

Utsiktet dyp hypotermi (kjernetemperatur < 28 °C) gir betydelige forstyrrelser i ulike organsystemer, som for eksempel sviktende kardiovaskulær og sentralnervøs funksjon. Tilstanden erkjennes ikke alltid. Selv ved rask diagnose og umiddelbar behandling synes dødeligheten fortsatt å være høy (1, 2). Forskjellige oppvarmingsmetoder benyttes, avhengig av graden av hypotermi, sirkulatorisk tilstand og lokalt tilgjengelige ressurser. Publiserte større samlematerialer omfatter som regel heterogene pasientgrupper med varierende grad av hypotermi hvor flere forskjellige oppvarmingsmetoder er blitt benyttet. Sammenliknende studier har vært forsøkt (3), men er vanskelig å gjennomføre og å tolke på grunn av lavt antall pasienter i hver enkelt gruppe og stor variasjon i klinisk tilstand ved innleggelse.

De fleste rapporter omtaler enkeltpasienter hvor behandlingen har vært vellykket. Negative resultater blir ofte ikke publisert. Enkelte forfattere angir ulike prognostiske markører. Ekstrem hyperkalemi og lav arteriell oksygentensjon ved innleggelse i sykehus er forbundet med dårlig prognose (3).

Ved dyp hypotermi er det i dag enighet om å bruke kjerneoppvarmingsmetoder (4 – 6). Bruk av ekstrakorporal sirkulasjon i oppvarmingen av pasienter med dyp aksidentell hypotermi synes å være den sikreste metoden, spesielt dersom det samtidig foreligger sirkulasjonssvikt eller -stans. Bruk av hjerte-lunge-maskin gir kontrollert og raskere oppvarming enn andre teknikker. Temperaturen kan heves med 8 – 10 OC/time. Metoden bidrar via hemodilusjon til bedret mikrosirkulasjon, samtidig som den gir mulighet for sirkulatorisk støtte ved sviktende hjertefunksjon i oppvarmingsfasen (7).

Ved Haukeland Sykehus har vi siden 1987 rutinemessig brukt hjerte-lunge-maskin for oppvarming av hypotermie pasienter med sirkulasjonssvikt og -stans. I denne perioden har vi ikke hatt helt klare retningslinjer for når slik behandling skulle iverksettes. Denne artikkelen representerer derfor en retrospektiv gjennomgang av vårt pasientmateriale fra en definert tidsperiode og resultatene av behandlingen av slike pasienter i sykehuset.

Materiale og metoder

I perioden 1987 – 98 ble 23 hypoterme pasienter oppvarmet med ekstrakorporal sirkulasjon med hjerte-lunge-maskin. Data og opplysninger som danner grunnlaget for klassifikasjon for den enkelte pasienten er innhentet retrospektivt fra tilgjengelige opplysninger i transportjournal og sykehusjournal (anestesijournal, operasjonsbeskrivelse, laboratoriedatabase). For flere av variablene (blodprøver) er dataene ukomplette (analyse ikke rekvirert).

Data er registrert i en Access database og analysert med statistikkpakken Minitab (10.1). Kontinuerlige variabler er undersøkt for normalfordeling med Kolmogorov-Smirnovs test samt Barlettts test for homogen varians mellom grupper. Der disse betingelsene ikke er oppfylt ($p < 0,05$), angis data som median (første/tredje kvartil), normalfordelte data angis med middelverdi (95 % konfidensintervall). Gruppeforskjeller er undersøkt med t-test eller Mann-Whitneys test mellom to grupper for henholdsvis normalfordelte og ikke-normalfordelte data. Gruppeforskjeller for nominelle data er undersøkt med khikvadrattest. Der variablene var tilgjengelige for alle pasienter, er det også gjennomført multiple regresjonsanalyser. For alle analysene er signifikansnivå satt til $p < 0,05$.

Resultater

Pasientmaterialet består av 23 pasienter, seks kvinner og 17 menn, i alderen 2 – 76 år (tab 1). 15 av pasientene ble funnet i vann, en ble gravd frem fra et snørås og sju ble funnet på land. Data for hvor lenge pasientene hadde vært eksponert for nedkjøling er usikre, og rapporteres derfor ikke. På skadestedet ble det av redningsmannskaper diagnostisert inadekvat respirasjon og sirkulasjon hos 21 av 23 pasienter. Disse ble intubert og gitt avansert hjerte-lunge-redning før og under transport til sykehus. De fleste pasientene ($n = 21$) ble transportert med luftambulans eller ambulans fra skadestedet direkte til Haukeland Sykehus. To pasienter ble overført med luftambulans fra annet sykehus. Kun noen få av pasientene ble gitt syre-base-korreksjon før og under transport.

Tabell 1

Karakteristika for 23 hypoterme pasienter oppvarmet med ekstrakorporal sirkulasjon. For alder er oppgitt median (første kvartil; tredje kvartil) (spredning)

	Antall
Alder (år)	26,6
	(3,9; 49,6) (2,2 – 76,3)
Kjønn (kvinne/ mann)	6/17

<i>Hendelse</i>	
Saltvann	8
Ferskvann	7
Snøskred	1
På land	7
Antatt asfyksi (ja/nei)	13/10
Hjerte-lunge-redning før/under transport (ja/nei)	21/2

Ut fra opplysningene som var tilgjengelige da avgjørelsen om å iverksette ekstrakorporal oppvarming ble tatt, kan man ut fra transportjournal og innkomstjournal retrospektivt anta at 13 av pasientene (gl 57 %) hadde eller kunne ha vært utsatt for asfyksi før eller i forbindelse med nedkjølingen.

Ved ankomst Haukeland Sykehus fant man ved EKG-undersøkelse bradyarytmi hos fire pasienter, og 19 pasienter hadde asystoli (tab 2). Dyp rektal temperatur varierte fra 17,3 °C til 31,0 °C, med et gjennomsnitt for gruppen som helhet på 23,3 °C (21,9 – 25,7 °C). Det ble etter innleggelse anlagt sentralvenøs og arteriell tilgang. Arteriell syre-base-status ved innkomst viste en kombinert respiratorisk og metabolsk acidose, som ble forsøkt korrigert mot nivå 7,15 – 7,20 (tab 2). Under pågående hjerte-lunge-redning ble pasientene brakt direkte til operasjonsavdelingen. For materialet som helhet var total tid brukt på hjerte-lunge-redning før start av ekstrakorporal sirkulasjon 145 minutter (112 – 178 minutter).

Tabell 2

Pasientkarakteristika for 23 pasienter ved ankomst til sykehus

	Middelverdi (95 % KI) eller median (første kvartil; tredje kvartil)	Spredning
<i>Kliniske opplysninger</i>		
Antall med bradyarytmi/asystoli	4/19	
Antall med intoksikasjon (ja/nei)	7/16	
Rektal temperatur (°C)	23,3 (21,9 – 24,7)	(17,3 – 31,0)
Tid brukt på hjerte-lunge-redning (min)	145 (112 – 178)	(0 – 270)
<i>Laboratorieresultater</i>		
p H (n = 22)	6,86 (6,75 – 6,97)	(6,40 – 7,23)
p O ₂ (a) (kPa) (n = 22)	18,4 (11,9 – 24,9)	(0,9 – 50,0)
p CO ₂ (a) (kPa) (n = 22)	7,1 (4,8; 15,6)	(4,0 – 39,2)
BE(a) (mmol/l) (n = 22)	- 22,3 (- 31,0; - 15,7)	(- 34,0 – 29,4)

s-Na (mmol/l) (n = 21)	138 (134 - 142)	(114 - 156)
s-K (mmol/l) (n = 21)	5,8 (4,5 - 7,1)	(2,4 - 12,5)
s-ASAT (U/l) (n = 14)	342 (155 - 529)	(55 - 1 063)
s-CK (U/l) (n = 14)	757 (343; 3 735)	(178 - 15 797)
s-LD (U/l) (n = 15)	1 432 (797 - 2 067)	(314 - 4 159)
s-laktat (mmol/l) (n = 9)	9,0 (3,1 - 14,9)	(1,7 - 22,5)

Anestesi ble gitt til samtlige pasienter intravenøst, med fentanyl, midazolam og pankuron i henhold til vekt, supplert med isofluraninhalasjon. Venøs og arteriell tilgang for ekstrakorporal sirkulasjon ble anlagt i lysken hos 18 pasienter og ved torakotomi med kanylering av høyre atrium og aorta ascendens hos fem pasienter. Pasientene ble deretter gradvis oppvarmet (gradient 5 oC) over 108 minutter (93 - 123 minutter). Etter oppvarming var fem pasienter (gl 22 %) fortsatt uten egen hjerterfunksjon eller i svær terapirefraktær kardiopulmonal svikt (tab 3). Behandling av disse ble avsluttet på operasjonsstuen. Ingen av de uavhengige innkomstvariablene – temperatur, hjerterytme, antatt asfyksi/ikke asfyksi og tid brukt på hjerte-lunge-redning – kunne ved regresjonsanalyser, alene eller i kombinasjon, med statistisk signifikans predikere om pasienten fikk gjenopprettet egen sirkulasjon eller ikke ($r^2 \leq 0,088$, $p > 0,5$).

Tabell 3

Resultater av behandlingen, 23 hypotermie pasienter oppvarmet med ekstrakorporal sirkulasjon. Antall eller median (første kvartil; tredje kvartil)

	Antall	Merknader
<i>Av hjerte-lunge-maskin</i>		
Ja	18	
Nei	5	Død pga. sviktende lunge-/hjerterfunksjon
<i>Utskrevet fra intensivavdeling</i>		
Ja	8	
Nei	10	<ul style="list-style-type: none"> • 4 døde av lunge-/hjertesvikt • 1 død av primær hjerneblødning • 5 døde av hypoksisk hjerneskade
<i>Utskrevet fra sykehuset</i>		
Ja	7	1 med betydelig hjerneskade
Nei	1	1 hjerrestans 5. dag, gjenopplivet, hjernedød 8. dag
<i>Liggedøgn (dager)</i>		

Levende	9 (7; 13)	
Døde	1 (1; 2)	p < 0,001 (vs. "levende")

18 pasienter med gjenopprettet egen sirkulasjon ble overflyttet til intensivavdelingen. Her døde fire i løpet av første og andre postoperative døgn på grunn av terapieresistent kardiopulmonal svikt, en på grunn av primær hjerneblødning, som ikke var erkjent ved innkomst i sykehuset, og fem som følge av hypoksisk hjerneskade. Åtte pasienter ble overflyttet til sengeavdeling, sju av disse uten åpenbare sekveler, mens en hadde en betydelig hjerneskade. En pasient uten sekveler fikk her hjertestans femte postoperative døgn, ble gjenopplivet, fikk pacemaker på grunn av komplett atrioventrikulært blokk, men døde tre dager senere av hypoksisk hjerneskade som følge av den siste sirkulasjonsstansen. Median liggetid for pasientene som døde var 1 (1; 2) døgn.

Sju pasienter kunne utskrives fra sykehuset i live, seks uten påviselig men. En pasient hadde en betydelig hjerneskade. Median liggetid for pasientene som kunne utskrives i live var ni døgn (7 – 13 døgn).

For 12 av 16 pasienter (75 %) som døde kunne man retrospektivt anta at disse hadde vært utsatt for primær asfyksi i forbindelse med nedkjølingen, tilsvarende tall for pasienter som overlevde var en av sju (gl 14 %) (tab 4). Fire (gl 57 %) av pasientene som overlevde og 15 (gl 94 %) av pasientene som døde fikk påvist asystoli ved innkomst i sykehuset. For pasientene som ble utskrevet i live var den gjennomsnittlige tiden med hjerte-lunge-redning før etablering av ekstrakorporal sirkulasjon 82 minutter (17 – 147 minutter) og signifikant kortere enn for pasientene som døde, 172 minutter (137 – 207 minutter) (p < 0,01). For de øvrige variablene vises til tabell 4.

Tabell 4

Enkeltfaktorerens betydning for sluttresultat for 23 hypoterme pasienter oppvarmet med ekstrakorporal sirkulasjon. Antall pasienter eller median (første kvartil; tredje kvartil) eller middelvei (95 % konfidensintervall)

	Utskrevet i live (n = 7)	Døde (n = 16)	Signifikansnivå
<i>Asfyksi</i>			
Ja	1	12	p < 0,005
Nei	6	4	
<i>Kjønn</i>			
Kvinne	5	1	p < 0,005
Mann	2	15	
<i>Hjerterytme (EKG)</i>			
Bradarytmi	3	1	p < 0,05
Asystoli	4	15	

Tid brukt på hjerte-lunge-redning (min)	82 (17 – 147)	172 (137 – 207)	p < 0,01
Alder (år)	51 (17; 58)	11 (4; 38)	Ikke signifikant
Rektal temperatur (°C)	22,9 (20,8 – 25,0)	23,4 (21,5 – 25,3)	Ikke signifikant
<i>Intoksikasjon</i>			
Ja	4	3	Ikke signifikant
Nei	3	13	

På bakgrunn av resultatene i tabell 4 synes det som om antatt primær asfyksi eller ikke-asfyksi i forbindelse med nedkjøling er en viktig faktor som deler pasientmaterialet i to distinkte grupper hva gjelder sjansen for vellykket behandlingsresultat. Pasienter som antas å ha vært utsatt for primær asfyksi i forbindelse med sekundær nedkjøling, var som gruppe jevnt over yngre (mange barnedrukninger) enn pasienter som ble primært nedkjølt (tab 5). Samtlige 13 pasienter med primær asfyksi hadde asystoli ved ankomst i sykehuset. Disse hadde en mer uttalt metabolsk acidose enn pasientene som var primært nedkjølt. Serum-kaliumnivået var signifikant høyere, 7,0 mmol/l (4,9 – 9,1 mmol/l), hos pasienter med primær asfyksi enn hos pasienter som var primært nedkjølt, 4,5 mmol/l (3,4 – 5,6 mmol/l) (p = 0,036). For de øvrige variablene, henvises til tabell 5.

Tabell 5

Innkomsdata for 13 pasienter med antatt primær asfyksi og ti pasienter med antatt primær hypotermi. Median (første kvartil; tredje kvartil) eller middelerdi (95 % konfidensintervall) eller antall

	Asfyksi (n =13)	Ikke asfyksi (n = 10)	Signifikansnivå
Alder (år)	4,0 (3,5; 20,9)	53,0 (32,5; 62,3)	p < 0,001
Tid brukt på hjerte-lunge-redning (min)	169 (132 – 206)	114 (50 – 178)	Ikke signifikant
Rektal temperatur (°C)	23,9 (21,6 – 26,2)	22,5 (20,7 – 24,3)	Ikke signifikant
<i>Hjerterytme (EKG)</i>			
Bradyarytmi	0	4	p < 0,025
Asystoli	13	6	
<i>Arteriell syre/base, n = 22 (12/10)</i>			
pH	6,73 (6,58 – 6,88)	7,03 (6,92 – 7,14)	p = 0,002
p O ₂ (a) (kPa)	16,7 (8,1 – 25,3)	20,5 (8,6 – 32,4)	Ikke signifikant
p CO ₂ (a) (kPa)	7,40 (4,38; 16,90)	7,1 (5,47; 9,50)	Ikke signifikant
BE(a) (mmol/l)	- 29,5 (- 36,7; - 24,7)	- 16,8 (- 19,4; - 13,8)	p = 0,004

Elektrolytter, n = 21 (11/10)			
s-Na (mmol/l)	140 (134 - 146)	135 (129 - 141)	Ikke signifikant
s-K (mmol/l)	7,0 (4,9 - 9,1)	4,5 (3,4 - 5,6)	p = 0,036
Enzymer, n = 14 (5/9)			
s-ASAT (U/l)	295 (188; 446)	173 (72; 446)	Ikke signifikant
s-CK (U/l)	754 (302; 8 278)	1818 (464; 4 065)	Ikke signifikant
s-LD (U/l)	1 178 (781; 2 705)	816 (581; 1 888)	Ikke signifikant

Ved multippel regresjonsanalyse av det endelige resultatet av behandlingen (levende/død) mot de valgte prediktorene (asfyksi/ikke asfyksi, temperatur, hjerterytme, tid brukt på hjerte-lunge-redning) fant vi at antakelse om asfyksi hadde en signifikant og negativ påvirkning på utfallet hva gjelder overlevelse (n = 23, r² = 0,318, p = 0,005), regresjonskoeffisient – 0,52 (95 % KI – 0,87 til – 0,18).

Diskusjon

Dødeligheten varierer betydelig i ulike studier av pasienter med aksidentell hypotermi (3, 7 – 9). Pasienter med hypotermi (<28 °C) har høy risiko for sirkulasjonsstans (10). Rask igangsetting av oppvarming er derfor påkrevd. Ulike kjerneoppvarmingsteknikker er tilgjengelige. Selv om publiserte kasuistikker presenterer enkeltstående tilfeller av vellykket behandlingsresultat ved bruk av teknikker som torakal (11) og peritoneal lavage (12), gir disse metodene en langsommere oppvarming enn den man kan oppnå ved bruk av hjerte-lunge-maskin. Det kreves derfor mer langvarig kardiopulmonal resuscitering, som igjen kan forårsake utilstrekkelig organperfusjon, spesielt under oppvarmingen, da de metabolske behov øker (13).

Bruk av ekstrakorporal oppvarming byr på fordeler i resuscitering av dypt hypotermie pasienter med sirkulasjonsstans, idet perfusjon og oksygenering kan garanteres under oppvarmingen. Mikrosirkulasjonen forbedres gjennom hemodilusjon. Ulike grader av kardial svikt i oppvarmingsfasen kan lettere håndteres (14). Det synes å være en fremtredende oppfatning at bruk av ekstrakorporal oppvarming er beste metoden, såfremt det ikke foreligger kontraindikasjoner relatert til andre ledsagende skader (5). Hos en av våre pasienter i ikke-asfyksigruppen ble det etter oppvarming påvist cerebral blødning som må antas å ha vært den utløsende faktor for nedkjølingen. Denne pasienten burde ikke vært oppvarmet ved bruk av ekstrakorporal sirkulasjon med fullheparinisering.

Overlevelse etter hypotermi er korrelert til hypotermi-tid og alder under 40 år (15). I vårt materiale er eldste overlevende pasient 76 år. Lengste registrerte tid med isoelektrisk EKG hos overlevende pasient er i vårt materiale nærmere fire timer.

Økende erfaring med hypoterme pasienter har fristet enkelte forfattere til å definere potensielle prognostiske markører (16). Uttalt hyperkalemi og økning i s-ammoniakk-konsentrasjonen indikerer svær celledskade og er uttrykk for dårlig prognose (17). I vårt materiale så vi uttalt hyperkalemi hos kun to pasienter i asfyksigruppen. S-kalium ved innleggelse er ifølge våre erfaringer således en usikker parameter med tanke på å angi prognose/behandlingsutfall. Det er også hevdet at lav arteriell oksygentensjon ($pO_2(a)$) indikerer dårlig prognose (16). Laveste $pO_2(a) = 1,8$ kPa ble ved innleggelsestidspunkt funnet hos en pasient i ikke-asfyksigruppen som overlevde uten men. Den iskemiske toleranse ved opphevet sirkulasjon er betydelig økt under dyp hypotermi (18), og har sikkert bidratt til utfallet, til tross for ekstremt lav oksygentensjon.

Ledsagende medisinske sykdommer, langvarig kuldeeksponering og betydelig nedkjøling medfører dårlig prognose. Dette illustreres i vårt materiale ved to pasienter i ikke-asfyksigruppen som døde etter å ha blitt funnet ute vinterstid etter mer enn ti timers kuldeeksponering.

Lav innkomst-pH synes ifølge litteraturen å være et prognostisk dårlig tegn. Vårt materiale viser klare forskjeller i pH/BE for pasientene i asfyksigruppen og ikke-asfyksi-gruppen. Laveste pH hos overlevende pasient i vårt materiale var 6,69 (ikke-asfyksigruppen). Til sammenlikning var gjennomsnittlig pH i asfyksigruppen 6,73 (tab 5). Dette illustrerer kanskje noe av usikkerheten med bruk av pH som indikator på behandlingsutfallet. En mer systematisk prospektiv kartlegging av data fra dypt hypoterme pasienter vil kanskje bidra til sikrere angivelse av prognose tidligere i behandlingsforløpet.

I et økonomisk presset helsevesen vil man fra tid til annen høre kritiske røster vedrørende bruk av så kostbar behandlingssinnsats som det her er tale om, ofte med så magert resultat. Pasienter som ikke overlever, utgjør imidlertid en relativt liten og kortvarig belastning for sykehuset fordi situasjonen blir avklart i løpet av første til annet liggedøgn (tab 3).

Konklusjon

I mangel av sikre parametere for å forutsi behandlingsutfallet etter dyp hypotermi i så vel vårt materiale som i litteraturen for øvrig (15 – 17) bør fortsatt alle pasienter med uklar anamnese ved innleggelsestidspunktet tilbys oppvarming før man tar stilling til prognose og videre behandlingssinnsats.

Entydig anamnese med klar asfyksi i skadesammenheng er per dags dato kanskje det eneste som med rimelig stor sannsynlighet kan predikere et negativt behandlingsutfall. Derfor er primære drukningstilfeller ikke aktuelle for denne behandlingen.

Et godt utbygd luftambulansesystem vil raskt kunne overføre alvorlig hypoterme pasienter til regionsykehus for kontrollert oppvarming ved bruk av ekstrakorporal sirkulasjon, som er det beste alternativ ved dyp hypotermi, særlig ved samtidig sirkulasjonsstans eller -svikt.

LITTERATUR

1. Locher T, Walpoth B, Pfluger D, Althaus U. Akzidentelle Hypothermie in der Schweiz (1980 – 1987) – Kasuistik und prognostische Faktoren. *Schweiz Med Wochenschr* 1991; 121: 1020 – 8.
2. Kornberger E, Mair P. Important aspects in the treatment of severe accidental hypothermia: the Innsbruck experience. *J Neurosurg Anesthesiol* 1996; 8: 83 – 7.
3. Pillgram-Larsen J, Svennevig JL, Abdelnoor M, Fjeld NB, Semb G, Østerud A et al. Aksidentell hypotermi – risikofaktorer hos 29 pasienter med kroppstemperatur ≤ 30 °C. *Tidsskr Nor Lægeforen* 1991; 111: 180 – 3.
4. Leitz KH, Tsilimingas N, Güse HG, Meier P, Bachmann HJ. Unfall durch Ertrinken mit extremer Unterkühlung – Wiedererwärmung mittels extrakorporaler Zirkulation. *Chirurg* 1989; 60: 352 – 5.
5. Vretenar DF, Urschel JD, Parott JC, Unruh HW. Cardiopulmonary bypass resuscitation for accidental hypothermia. *Ann Thorac Surg* 1994; 58: 95 – 8.
6. Althaus U, Aeberhard P, Schüpbach P, Nachbur BH, Mühlemann W. Management of profound accidental hypothermia with cardiorespiratory arrest. *Ann Surg* 1982; 195: 492 – 5.
7. Walpoth BH, Walpoth-Aslan BN, Mattle HP, Radanov BP, Schroth G, Schaeffler L et al. Outcome of survivors of accidental deep hypothermia and circulatory arrest treated with extracorporeal blood warming. *N Engl J Med* 1997; 337: 1500 – 5.
8. Danzl DF, Pozos RS, Auerbach PS, Glazer S, Goetz W, Johnson E et al. Multicenter hypothermia survey. *Ann Emerg Med* 1987; 16: 1042 – 55.
9. Walpoth BH, Locher T, Leupi F, Schüpbach P, Mühlemann W, Althaus U. Accidental deep hypothermia with cardiopulmonary arrest: extracorporeal blood rewarming in 11 patients. *Eur J Cardiothorac Surg* 1990; 4: 390 – 3.
10. Mahajan SL, Myers TJ, Baldini MG. Disseminated intravascular coagulation during rewarming following hypothermia. *JAMA* 1981; 245: 2517 – 8.
11. Iversen RJ, Atkin SH, Jaker MA, Quadrel MA, Tortella BJ, Odom JW. Successful CPR in a severely hypothermic patient using continuous thoracostomy lavage. *Ann Emerg Med* 1990; 19: 1335 – 7.
12. Jessen K, Hagelsten JO. Peritoneal dialysis in the treatment of profound accidental hypothermia. *Aviat Space Environ Med* 1978; 49: 426 – 9.
13. Baumgartner FJ, Janusz MT, Jamieson WE, Winkler T, Burr LH, Vestrup JA. Cardiopulmonary bypass for resuscitation of patients with accidental hypothermia and cardiac arrest. *Can J Surg* 1992; 35: 184 – 7.

14. Husby P, Andersen KS, Owen-Falkenberg A, Steien E, Solheim J. Accidental hypothermia with cardiac arrest: complete recovery after prolonged resuscitation and rewarming by extracorporeal circulation. *Intensive Care Med* 1990; 16: 69 – 72.
 15. White D. Hypothermia: the Bellevue experience. *Ann Emerg Med* 1982; 11: 417 – 24.
 16. Hauty MG, Esrig BC, Hill JG, Long WB. Prognostic factors in severe accidental hypothermia, experience from the Mt Hood tragedy. *J Trauma* 1987; 27: 107 – 12.
 17. Scaller MD, Fisher AP, Perret CH. Hyperkalemia: a prognostic factor during acute severe hypothermia. *JAMA* 1990; 264: 1842 – 5.
 18. Siebke H, Breivik H, Rød T, Lind B. Survival after 40 minutes' submersion without cerebral sequelae. *Lancet* 1975; 1: 1275 – 7.
-

Publisert: 20. juni 2000. Tidsskr Nor Legeforen.

© Tidsskrift for Den norske legeforening 2026. Lastet ned fra tidsskriftet.no 24. juni 2026.