

Widersprüchliche Auffassungen zur Erstmassnahme bei thermischen Verletzungen (tV)

Zusammenfassung

In der Schweiz müssen jährlich durchschnittlich 300 Kinder < 4 Jahren wegen thermischer Verletzungen (tV) hospitalisiert werden.

- 1) Bei tV wird seit Jahrzehnten weltweit als Erstmassnahme empfohlen: „Primär die Tiefe und die Ausdehnung der Brandwunde vermindern“. Dazu ist sofort und lang dauernd mit fliessend kaltem Wasser zu kühlen (Kalt-Wasser-Therapie = KWT). Dies ist auch die Empfehlung im e-book „Kinderärztliche Hinweise für Eltern“ [1]. Allerdings sind Studien zur Präzisierung von Einzelheiten der KWT wünschenswert.
- 2) Neuerdings behaupten jedoch deutsche Gesellschaften in Leitlinien [2,3] „Primär ist Hypothermie zu vermeiden“. KWT wirke nur analgetisch (schmerzlindernd), aber begünstige schädliche Hypothermie (Unterkühlung). Deshalb: *Bei Kleinkindern, Säuglingen und Neugeborenen ist auf KWT zu verzichten. Bei thermischen Verletzungen im Bereich des Körperstamms und am Kopf ist von einer Kühlung abzusehen.*

Empfehlung 1) bzw. der Nutzen von KWT ist belegt. Wird im deutschen Sprachraum wegen Empfehlung 2) aus übertriebener Sorge vor Hypothermie KWT nicht oder weniger konsequent angewandt, hat dies für hunderte von Kindern < 4 Jahren mehr Schmerzen, längere Spitalaufenthalte, häufigere operative Transplantationen so wie mehr bzw. ausgedehntere Narben zur Folge.

A) Grundsätzliches zu thermischen Verletzungen (tV)

A1) Was man unter tV versteht

tV sind Verletzungen durch Temperaturen, welche die Regulationsfähigkeit der Haut überfordern. Dies kann durch heisse Flüssigkeiten (Verbrühung), Dämpfe oder Gase, heisse Stoffe oder Kontaktflächen, Flammeneinwirkung und Explosionen, Strahlung von Wärmelampen oder der Sonne, elektrischen Strom oder Reibung entstehen. Chemische Noxen (Säuren oder Laugen) können ähnliche Schädigungen verursachen.

A2) Folgen der tV

Es kommt am Ort der tV zu einer Gewebeschädigung und zu einer entzündlichen Reaktion.

- **Lokal entscheidend ist die Tiefe der Gewebeschädigung:** Betrifft diese nur die obersten Schichten der Haut (Epidermis), heilt die Wunde folgenlos aus. Betrifft sie aber auch tiefere Schichten (Lederhaut = Dermis oder gar die Unterhaut = Subcutis), führt dies zu Narbenbildung, welche die Funktion von Gelenken beeinträchtigen und ästhetisch störend sein kann. tV bei Kindern können Operationen bis ins Erwachsenenalter nach sich ziehen.
- **Für den Gesamtorganismus entscheidend ist die Ausdehnung der tV und damit der entzündlichen Reaktion.** Je ausgedehnter die entzündliche Reaktion,
 - desto mehr Ödem wird gebildet und damit dem Kreislauf Flüssigkeit entzogen und desto eher droht ein Kreislaufkollaps und Organschäden bei ihrer Minderdurchblutung,

◦ und desto mehr schädliche Stoffwechselprodukte gelangen in den übrigen Körper und stören die Blutgerinnung, das Immunsystem und anderes mehr.

Fazit 1: *Prioritär sind alle Massnahmen, welche Tiefe und Ausdehnung einer tV vermindern. Sie sind umso wichtiger, je ausgedehnter die tV Verletzung ist.*

• **Noch nach 3 Jahren nachweisbare Folgen von tV bei Kindern.**

Schwere tV von > 30% Körperoberfläche führen bei Kindern zu einer auch noch nach 3 Jahren nachweisbaren hypermetabolischen und hyperinflammatorischen Reaktion [4]. Ähnliche Folgen werden auch bei leichteren tV 3 Jahre nach dem Unfall berichtet [5]. Ob KWT auch gegen diese Folgen wirkt, ist noch nicht geklärt.

A3) Statistische Angaben zur Häufigkeit thermischer Verletzungen bei Kindern < 4 Jahren

In der Schweiz mussten 2005-2021 jährlich durchschnittlich 300 Kinder < 4 Jahren wegen thermischer Verletzungen hospitalisiert werden [6] (siehe auch unten Anhang [*1]). Sperling [7] analysierte retrospektiv 212 Kinder von 0 bis 16 Jahren, welche 2004-2009 stationär in der Kinderchirurgie der Universität Würzburg behandelt worden sind. 75% bzw. 147 Fälle betrafen Verbürhungen, der Median lag bei 1.5 (!) Jahren, in 30 Fällen waren Säuglinge unter 12 Monaten betroffen.

B) Kalt-Wasser-Therapie (KWT)

B1) Was man unter KWT versteht

KWT ist das sofortige und lang dauernde Kühlen aller thermisch verletzten Körperteile mit fliessend kaltem Wasser unter Warmhaltung aller nicht betroffenen Regionen. Einzelheiten sind allerdings noch ungenügend geklärt bzw. nicht optimiert (Anhang [*2]).

B2) Der Nutzen der KWT bei Brandwunden wird belegt durch:

Nguyen NL. et al [8]. Sie analysierten den Nutzen von KWT bei 695 Kindern mit tV.

Kriterium: Notwendigkeit von Hauttransplantationen.

Ergebnis: Dank KWT waren 32% weniger Hauttransplantationen nötig.

Griffin B. Et al [9] verfassten 2022 eine bestätigende Übersicht.

Bracher D. [1]. Berichtet zwar nur Einzelbeobachtungen, die jedoch schwierig zu widerlegen sind, weil bei demselben Kind und Unfallhergang die einen Hautpartien gekühlt und andere gleichwertige durch Unachtsamkeit nicht gekühlt wurden (Anhang [*3]).

Wright E.H.et al [10] zeigen den Nutzen an einem Modell mit menschlicher Haut (Anhang [*4]).

Tiermodelle führe ich nicht an, weil rasierte Felle von Ratten, Kaninchen und Ziegen schlecht und die Haut von Schweinen nur mässig der Kinderhaut entsprechen. Zudem entsprechen Tiermodelle bezüglich des Verhältnisses zwischen Kern und Oberfläche nicht denjenigen bei menschlichen Säuglingen und Kleinkindern. Aber alle mir bekannten Tiermodelle zeigen einen Nutzen der KWT.

Fazit 2: *KWT vermindert Tiefe und Ausdehnung einer tV und erfüllt Fazit 1.*

Fazit 3: *Es ist unverständlich, wie die deutsche Leitlinie [1] der KWT nur eine analgetische Wirkung zuschreiben und dazu Nguyen [8] als Begründung anführen kann.*

C) Beurteilung der Schwere von thermischen Verletzungen

Um in Zentren für Schwer-Brandverletzte die Behandlung optimieren zu können, suchte man nach messbaren Kriterien für die Schwere der Verbrennung. Naheliegender wäre es, Ausdehnung und Tiefe der Brandwunde zu erfassen, was sich jedoch aus 3 Gründen als schwierig erwies:

- Meist zeigen sich bei demselben Patienten verschiedene Stadien mit fließenden Übergängen,
- die Tiefe der Verletzung ist nur mit teuren Lasergeräten messbar, Schätzungen sind ungenau, und
- die Wunden können noch während 3 bis 5 Tagen „nachtiefen“ [11].

Wie allgemein bei Verunfallten fand man auch bei thermisch Verletzten, dass Azidämie, Koagulopathie und Hypothermie als „tödliche Trias“ mit der Letalität korrelieren [12]; dies sind messbare Kriterien, aber Korrelation ist nicht automatisch Kausalität.

Azidämie und Koagulopathie sind sowohl direkte Folgen der entzündlichen Reaktion und damit deren Intensität bzw. reflektieren die Schwere der tV, beeinflussen aber auch den Verlauf ungünstig. Bei der Hypothermie hingegen stellen sich mehrere Fragen:

D) Hypothermie

D1) Definition und Messung

Hypothermie wird nach der Neonatalperiode von Autor zu Autor unterschiedlich definiert. Für die einen beginnt sie schon bei 35.9°, für andere unter 35°, aber Temperaturen über 34.5° C werden von allen als leichte Hypothermie gewertet.

Nasopharyngeale und tympanische Messungen der Temperatur gelten als die Orte, welche dem Hypothalamus am nächsten sind. Rektale Messungen sind im Durchschnitt 0.2°C höher. Messen ist mit Ungenauigkeit verbunden. Fehler entstehen allgemein bei zu kurzer Einführung der Thermometer und bei tympanischer Messung durch Ohrpfropfen, bei rektaler durch Stuhl. Übliche elektronische Fiebermesser sind bis 32° geeicht. Als Quecksilberersatz eingeführte Gallium-Thermometer sind meist nur bis 35.5° geeicht.

D2) Wie kann es zur Hypothermie kommen?

Verschiedene Faktoren spielen eine Rolle, z.T. können diese auch gegensätzlich wirken:

- Die entzündliche Reaktion hat eine Hyperthermie zur Folge.
- Entzündete Haut gibt mehr Wärme ab, Verbände können kühlen oder die Wärme zurückhalten. .
- Medizinische Massnahmen können ursächlich sein.
 - Trop M. & Schiestl C.[11] berichten: *Nicht selten werden Kleinkinder mit einer verbrannten Körperoberfläche von zwischen 5–10% mit einer Körpertemperatur von weniger als 32°C in unsere Zentren aufgenommen.* Die Autoren halten ohne nähere Angaben KWT für ursächlich, **berichten jedoch nicht von einem „schlechten outcome“ oder gar einem letalen Ausgang.**
 - Lonnecker S. & Schoder V. [13] messen die Temperatur sofort nach der Aufnahme in den Schockraum bei 212 erwachsenen Patienten mit einer tV > 5% Körper-Ober-Fläche: Patienten ohne Narkose waren normotherm, nur die in Narkose intubierten Patienten waren hypotherm, KWT allein blieb ohne Einfluss auf die Körpertemperatur.
 - Hostler et al [14] finden eine schwache Korrelation zwischen tV (in Prozent Körperoberfläche) und Hypothermie, meinen aber, letztlich sei es unklar, ob Hypothermie Folge der tV, der Behandlung oder des Nichtverhütens von Wärmeverlust sei. (Siehe auch Anhang [*5].)
 - Alonso et al. [15] erwähnen die Zufuhr kühler, intravenöser Flüssigkeit als mögliche Ursache.
- Die Versorgung der Verletzten kann Hypothermie verhindern oder zulassen.

Fazit 4: *Hypothermie ist in erster Linie Folge der Versorgung und Behandlung des Verletzten. KWT kann zu Hypothermie führen, tut dies aber nicht mit dem ersten Wassertropfen, und das Bedecken der nicht betroffenen Körperteile wirkt ihr entgegen. Zudem ist mit dem Messen der Körpertemperatur ein rechtzeitiger Abbruch der KWT möglich.*

D3) Ist milde Hypothermie schädlich?

Induzierte Hypothermie wird bei Herzoperationen bei unter 20°C bis zu 40 Minuten als sicher erachtet [16] und nach erfolgreicher Reanimation „frühest möglich“ bei 32°-34° empfohlen [17]. Hypothermie ist also nicht grundsätzlich ungünstig, vorausgesetzt, es wird mit medizinischen Massnahmen (z.B. Blutverdünnung) möglichen negativen Effekten (Koagulopathie) entgegengewirkt.

Akzidentelle Hypothermie hat Nachteile [14, 15], aber es ist nicht klar, ab welchem Grad an Hypothermie diese auftreten und wie schwerwiegend diese je nach Tiefe der Hypothermie sind.

In der Schweiz wurde KWT während Jahrzehnten instruiert, ist in der Bevölkerung verankert und wird weiterhin angewandt; die neue deutsche Leitlinie [2] beginnt erst und nur in der Deutschschweiz beachtet zu werden (siehe E). Trotzdem ist in der Zeitspanne 2005–2021 die Letalität bei 5'313 wegen tV hospitalisierter **Kindern < 4 Jahren mit 0.17% Todesfällen um den Faktor 16 tiefer** als bei den 17'056 > 17 Jährigen mit 466 = 2.7% letalen Folgen. (Anhang [*1]. Siehe auch die oben unter D2) erwähnte Arbeit von [11], in welcher trotz Temperaturen von weniger als 32°C bei der Aufnahme **nicht von einem „schlechten outcome“ oder gar einem letalen Ausgang** berichtet wird. Auch Hostler [14] findet eine Tendenz zu weniger Todesfällen bei Kinder < 4 Jahren als bei Personen > 70 Jahren. Wäre Hypothermie dermassen gefährlich, müssten andere Zahlen vorliegen.

D4) Keine Studien zum Nutzen der KWT und Risiken der milden Hypothermie

Die Leitlinie [2] ist in Überarbeitung. Laut [18] soll indessen auch in der überarbeiteten Form der Leitlinie unverändert KWT bei < 4 Jährigen nur zur Analgesie, nur an den Extremitäten und auch dort nur bei tV <5% empfohlen werden, ohne dass Literatur zu einer Nutzen-Risiko-Analyse beigebracht wird. In der zitierten, retrospektiv Literatur (Anhang [*5]) wird ausschliesslich versucht, das Gewicht des Faktors Hypothermie in der Korrelationen zu Letalität zu bestimmen. Nochmals: Korrelation ist nicht automatisch Kausalität. Zudem wird ein „generell schlechterer Outcome“ behauptet, aber es wird nicht präzisiert, worin dieser besteht und wie häufig er ist.

*Fazit 5: Der Nutzen der KWT ist belegt. Es ist richtig, auf die Gefahr der Hypothermie hinzuweisen, aber nicht, sie zu überwerten. Der Schaden einer **milden** Hypothermie ist keineswegs bewiesen. Zudem kann der Unterkühlung entgegen gewirkt und die Körpertemperatur gemessen werden, und die Letalität von tV scheint bei Kindern < 4 Jahren tiefer als bei Erwachsenen. Den < 4 Jährigen den Nutzen der KWT vorzuenthalten führt zu mehr Schmerzen, längeren Spitalaufenthalten, häufigeren operativen Transplantationen und mehr bzw. ausgedehnteren Narben. Beim gegenwärtigen Wissensstand scheint mir die deutsche Leitlinie vorschnell gefasst worden zu sein.*

E) Rezeption der deutschen Leitlinie in der Schweiz

Das Swiss Medical Forum (SMF) ist die offizielle Fortbildungszeitschrift der Verbindung der Schweizer Ärztinnen und Ärzte. Sie veröffentlichte 2016 ein „Update für die Basisversorgung“ der Klinik für Plastische Chirurgie und Handchirurgie des Universitäts - Spitals Zürich [21], welches die deutsche Leitlinie inhaltlich übernahm ohne sie zu zitieren; die Neuerung wurde als „*grössten Paradigmenwechsel in der Frühversorgung von Brandverletzungen*“ bezeichnet.

Die Redaktion des SMF lehnte es 2022 ab, meine abweichende Meinung zu publizieren.

Die kinderchirurgische Universitätsklinik Basel schult die Notärzte und die Eltern Kleinkinder nicht zu kühlen.

Die kinderchirurgische Universitätsklinik Bern empfiehlt

- Verletzungen bis 10% KOF möglichst rasch während 2-5 Minuten mit handwarmen Wasser kühlen
- **Keine Kühlung** bei Verletzungen > 10% KOF, sowie bei Säuglingen, auch nicht mit Hydrogel.

Demgegenüber blieb und bleibt man in der Romandie bei KWT: Interne Weisungen Genf
Refroidissement : eau du robinet froide (20 min dans la première heure). Lausanne *15 minutes sous eau de 15 degrés, ne pas enlever les habits.* ohne Einschränkung für Kinder < 4 Jahren bzw. Baby.

Gibt man im Januar 2023 auf Google „Verbrennungen behandeln-Universitätsspital Zürich“ ein, so wird zur Erstbehandlung nicht Stellung genommen. Hingegen wird unter *Hautstigma (eine Initiative am Kinderspital Zürich) Erstmassnahmen am Unfallort „max. 10 min unter Wasser (20°) halten“* empfohlen, und zwar ohne Alterseinschränkung.

Im Vereinigten Königreich wird KWT während 20 Minuten empfohlen [9, 22,23].

Anhänge

[*1] **Angaben des schweizerische Bundesamtes für Statistik:** [6]

Zahl stationäre Fälle mit Haupt- oder Nebendiagnosen ICD Klassifizierung T20-T32:

Altersklasse	Hospitalisierte & Todesfälle	2017	2018	2019	2020	2021	
00-04	Hospitalisiert	357	305	316	317	261	
	Todesfall vor 31. Tag	0	0	0	0	0	
	Todesfall ab 31. Tag	0	0	0	0	0	
05-16	Hospitalisiert	131	145	134	131	149	
	Todesfall vor 31. Tag	2	0	0	0	0	
	Todesfall ab 31. Tag	0	0	0	0	0	
17+	Hospitalisiert	1084	1212	1146	1195	1327	
	Todesfall vor 31. Tag	18	24	21	25	28	
	Todesfall ab 31. Tag	5	0	5	2	3	
		2011	2012	2013	2014	2015	2016
00-04	Hospitalisiert	338	339	365	338	281	328
	Todesfall vor 31. Tag	1	0	0	1	1	0
	Todesfall ab 31. Tag	0	0	1	1	0	0
05-16	Hospitalisiert	176	157	149	126	115	111
	Todesfall vor 31. Tag	0	0	0	0	0	0
	Todesfall ab 31. Tag	0	0	0	0	0	0
17+	Hospitalisiert	1061	1093	1068	1059	1153	1149
	Todesfall vor 31. Tag	29	26	32	20	18	26
	Todesfall ab 31. Tag	6	4	6	2	3	3
		2005	2006	2007	2008	2009	2010
00-04	Hospitalisiert	262	265	276	343	326	296
	Todesfall vor 31. Tag	0	0	1	0	1	0
	Todesfall ab 31. Tag	0	0	0	1	0	1
05-16	Hospitalisiert	126	107	128	124	129	122
	Todesfall vor 31. Tag	0	0	0	0	0	0
	Todesfall ab 31. Tag	0	0	0	0	0	0
17+	Hospitalisiert	835	872	933	918	971	980
	Todesfall vor 31. Tag	30	23	20	29	15	17
	Todesfall ab 31. Tag	2	4	7	7	3	3

Das BFS gibt aus Gründen des Datenschutzes nicht bekannt, in welchem Spital es zu Todesfällen gekommen ist. Es ist daher nicht möglich zu überprüfen, ob die Todesfälle im Kleinkindalter überhaupt bei Verbrühungen nach KWT aufgetreten oder ob sie Folge von ausgedehnten tV durch Brände sind, ob vorbestehende Krankheiten eine Rolle spielten oder ob es just deshalb zu Todesfällen kam, weil keine KWT angewandt und die Brandwunde damit tiefer und ausgedehnter war.

[*2] Unbefriedigend geklärte Einzelheiten zur KWT

- Besteht ein unterschiedlicher Nutzen der KWT je nach Art der tV (Verbrühung, Flamme, Oberflächenkontakt, Elektrizität) bzw. je nach Grad der einwirkenden Hitze?
Heutige Annahme: Nein.
- Ändert der Nutzen abhängig von der Latenz, mit welcher KWT einsetzt?
Heutige Annahme: Je rascher sie einsetzt, desto wirksamer ist KWT, aber es ist nicht bekannt, nach welcher Latenzzeit sie nichts mehr nützt.
- Wie lange soll KWT angewandt werden?
Heutige Annahme: Bis sich nach Unterbrechung die verletzte Haut nicht mehr rot färbt, aber nicht länger als 30 Minuten.
- Welche Temperatur des kühlenden Wassers ist optimal?
Heutige Annahme: 16° C optimal. Kein Eiswasser.
- Welcher Grad an Hypothermie darf in Kauf genommen werden?
Heutige Annahme: 35°C, eventuell tiefer.
- Studien zum Nutzen der KWT versus Gefahren der Hypothermie sind erwünscht, um der Bevölkerung evidente Empfehlungen geben zu können.

[*3] Einzelbeobachtungen, bei welchen bei demselben Kind und demselben Ereignis ein Teil der Haut ausgiebig und ein anderer Teil ungenügend (1) oder nicht (2) gekühlt wurde: [1]



(1) Das 15 Monate alte Kind hatte klassisch eine Tasse mit heissem Tee ergriffen und sich über Kinn, Hals und Rumpf geleert, die Mutter hat das Kind sofort 30 Minuten lang in der Badewanne geduscht, aber in der Aufregung immer ihre Hand an seine Seite gedrückt.
Ergebnis: Keine Brandwunde dort, wo das Wasser kühlte, aber Brandwunde dort, wo die Hand Kühlen verhinderte, obschon die Hand sicher kalt geworden ist und etwas Wasser unter die Hand floss.
Entsprechend Brandwunde 2a am Rand und 2b zentral unter den Hand.

- (2) Schulkinder bereiteten auf einem Spiel-Kochherd Suppe für ihre Puppen zu, aber auf dem Weg zu den Puppen leerte sich ein Kind die heiße Suppe auf den Unterschenkel. Die Mutter kühlte sofort und lange, und man sah am Unterschenkel nichts, aber über dem Knie zwei grosse Brandblasen, weil sie mit Kühlen zu wenig hoch angesetzt hatte.

[*4] Wright E.H.et al [10] Nutzen des Kühlens an einem Modell mit menschlicher Haut

Modell: Wird nach einer Brustentfernung (meist wegen eines Karzinoms) die Brust mit einem Hautlappen aus Bauchhaut rekonstruiert, muss der Hautlappen verkleinert werden. Auf diese „überschüssige“, aber während der 3 stündigen Operation durchblutete Haut wurde ein auf 70° erhitzter Kupferstab während 5, 7.5, 10 und bis 60 Sekunden gedrückt und nach 2 Minuten durch einen thermoelektrisch gesteuerten Metallblock von 16° während 20 Minuten gekühlt.

Das Modell entspricht also nicht einer Verbrühung, sondern eine Kontaktverletzung, und die Kühlung entspricht nicht der KWT. Trotzdem auch hier:

Resultat: Kühlung reduzierte Blasenbildung, Erythem und Ödeme der verbrannten Haut.

[*5] Für die Autoren der Leitlinie [2] massgebliche Literatur zu Hypothermie gemäss [18]

Alle Arbeiten [14, 15, 19 20]

- verzichten auf eine Analyse des Nutzens der KWT versus Risiken der Hypothermie,
- sondern analysieren nur retrospektiv anhand von meist unvollständigen Krankenakten die Korrelation zwischen Hypothermie und Letalität.

[14] Hostler. Von 13'289 zwischen im Zeitraum 2000- 2011 verletzten Patient:innen, wurden 12'097 erst 2013 ausgewertet bzw. publiziert. Davon waren 2'329 Kinder < 5 Jahre.

Temperaturmessung bei 4'974 oral, 4'531 axillär, 1'007 unbekannt, 836 tympanisch, 628 rektal.
 Temperatur der Überlebenden median 36.7 (IQR 36.3 -37.0)
 der Verstorbenen 36.1 (35.0 – 36.7)
 Kein Unterschied im Carboxyhämoglobin zwischen 7'297 Normo- und 4'800 Hypothermen.
 11'652 überlebten, 445 (= 3.8%) starben im Spital, davon 310 hypo- und 135 normotherme,
 Insgesamt grosse Zurückhaltung der Autoren über die Bedeutung der Hypothermie und folglich
 Betonung, dass weitere Studien nötig seien.

- [15] Alonso. Von 168 zwischen 2010-2018 verletzten Patient:innen wurden 57 im Jahr 2019 publiziert. Vollständige Daten gab es bei 45. Messung der Temperatur axillär oder inguinal mit einem elektronischen Fieberthermometer.
 43 hypotherm $34.4^{\circ} \pm 2^{\circ}$; Alter 62 ± 19 ; %SCQP 30.2 ± 19.2 ; Exitus 16
 14 normotherm $36.7^{\circ} \pm 0.5^{\circ}$ 50 ± 17 ; 21.4 ± 10 ; 1
 %SCQP = Prozent tief verbrannte Körperoberfläche.
 d.h. nur 34% der Patienten wurden ausgewertet; 25.6% waren hypotherm, 8.4% normotherm;
 bei hohen 10.1% kam es zum Exitus, 9.4% waren hypotherm, 0.6% normotherm, aber die Hypothermen waren älter und hatten mehr tief verbrannte Körperoberfläche.
- [18] Ziegler Von 300 zwischen 1994-2007 verletzten Patient:innen mit tV > 15% Körperoberfläche wurden 141 im Jahr 2010 publiziert.
 Messen der Temperatur mit Blasenkatheter oder nasopharyngeal.
 45 schwer hypotherm (< 34.5°) 40 leicht hypotherm (34.5-35.9°) 56 normotherm.
 Hohe Letalität von 20% bzw. 28 der 141; davon 17 mit schwerer, 8 mit leicht Hypothermie und 3 Normothermen. Die Letalität war jedoch stark mit der Schwere der Verletzung und dem Alter assoziiert, und Hypothermie kein unabhängiger Faktor. KWT war nicht die Ursache von Hypothermie.
- [19] Singer. Von 1'215 zwischen 2008-2012 verletzten Patient:innen wurden 929 im Jahr 2019 publiziert. 914 waren normotherm, 15 hypotherm, 286 ohne Temperaturmessung.
 Temperaturmessung rektal oder oral (ohne Zahlen). Erstaunlich wenige Hypotherme, da Hypothermie als < 35.1° definiert. Kein Hypothermer hatte KWT, aber Hypothermie war häufig bei grossflächigen Verbrennungen und daher mit hoher Mortalität verbunden.

Literatur

- [1] Bracher D. e-book: Kinderärztliche Hinweise für Eltern <https://www.hinweisefuereltern.ch>
- [2] [https://www. AWMF S2k-Leitlinie 006-128](https://www.awmf.org/leitlinien/006-128): Behandlung thermischer Verletzungen im Kindesalter (Verbrennungen, Verbrühungen) Stand 04 /2015
- [3] <https://www.verbrennungsmedizin.de/leitlinien-erste-hilfe-brandverletzungen>; 2013
- [4] Jeschke M.G., Gauglitz G.G., Kulp G.A. Finnerty C.C., Williams F.N., Kraft R., Suman O.E., Mlcak R.P., Herndon D.N.: Long-term persistence of the pathophysiologic response to severe burn injury. PloS ONE 6, e21245 (2011)
- [5] Begum S., Johnson B.Z., Morillon A-C., Yang R., Bong S.W., Whiley L., Gray N., Fear V.S., Cuttle L., Holland A.J.A., Nicholson J.K., Wood F.M., Fear M.W. & Holmes E. Systemic long-term metabolic effects of acute non-severe paediatric burn injury
<https://doi.org/10.1038/s41598-022-16886-w>

- [6] Stéphanie Riat-Schaffner; Collaboratrice scientifique; Département fédéral de l'Intérieur DFI Office Fédéral de la Statistique OFS. E-Mail vom 19. 01. 2023 an den Autoren D.B.
- [7] Sperling P.: Thermische Verletzungen im Kindesalter: Eine retrospektive Kohortenstudie von 212 Fällen. Dissertation 2012. Klinik und Poliklinik für Allgemein-, Viszeral-, Gefäß- und Kinderchirurgie der Universität Würzburg.
- [8] Nguyen NL, Gun RT, Sparnon AL, P. Ryan: The importance of immediate cooling – a case series of childhood burns in Vietnam. *Burns* 2002; 28;173-6.
- [9] B.Griffin, C.J. Cabilan, B. Ayoub, H.(Grace) Xu, T.Palmieri, R.Kimble, Y.Singer: The effect of 20 minutes cool running water first aid within three hours of thermal burn injury on patient outcomes: A systematic review and meta-analysis. *Australasian Emergency Care* 25 (2022) 367-276
- [10] Wright EH, Tyler M., Vojnovic B., Falte J., Harris E., Furniss D. Human model of burn injury that quantifies the benefit of cooling as a first aid measure. *Br.J.Surg.* 2019; 106 (11): 1472-79
- [11] Trop M. & Schiestl C. (2007). Erstversorgung und initiale Intensivtherapie von Verbrennungen bei Kindern. *Notfall + Rettungsmedizin* 10/2: 94-98.
- [12] P.B. Sherren, J. Hussey, R. Martin, T. Kundishora, M. Parker, B. Emerson: Lethal triad in severe burns. *Burns* 40 (2014) 1492-1496.]
- [13] Lonneck S., Schoder V. Hypothermie bei brandverletzten Patienten – Einflüsse der präklinischen Behandlung *Chirurg* 2001; 72:164–167
- [14] Hostler D., Weaver M.D., Ziembicki J.A., Kowger H.L., McEntire S.J., Rittenberg J.C., Callaway C.W., Patterson D.P., Corcos A.C. Admission Temperature and Survival in Patients Admitted to Burn Centers. *J Burn Care Res.* 2013; 34 (5): 498-506
- [15] Alonso-Fernandez J.M., Lorente-Gonzalez P., Pérez-Munguia L., Cartó-Manrique A.M., Penas-Raigoso M.C., Martin-Ferreira T. Analyse der Hypothermie in der Akutphase des Patienten mit schweren Verbrennungen: Pflegemassnahmen. *Epub* 2019 Oct 17. PMID 31629638
- [16] Gocol R., Hudziak D., Bis J., Mendrala K., Morkisz L., Podosiadlo P., Kosinski S., Piatek J., Darocha T.. The Role of Deep Hypothermia in Cardiac Surgery. *Int. J. Environ. Res. Public. Health.* 2021, 18, 7061, 1-14.
- [17] <https://www.eckpunkte.der.bundesärztekammer.für.die.reanimation.2010>
- [18] PD Dr. med. Ingo Königs; persönliche Mitteilung, E-Mail 11.11.2022
- [19] Ziegler B., Kenngott T., Fischer S., Hundeshagen G., Hartmann B., Horter J., Münzberg M., Kneser U., Hirche C.. Early hypothermia as risk factor in severely burned patients. *Burns* 2019 Dec; 45 (8): 1895-1900
- [20] Singer A.J., Taira B.R., Thode H.C.jr., McCormack J.E., Shapiro M., Aydin A., Lee C.. The association between hypothermia, prehospital cooling, and mortality in burn victims. *Acad Emerg Med.* 2019, April, 17(4): 456-9

- [21] Schneider M, Plock J.: Update für die Basisversorgung. Verbrennungen SMF 2016: 16 (43); 910-915
- [22] British Burn Association BBA-First-Aid-Guideline 24.9.19 First Aid Clinical Practice Guidelines
- [22] & BritishRedCross: Erste Hilfe für jemanden, der eine Verbrennung erleidet.
<https://www.redcross.org.uk/first-aid/learn-first-aid/burns#2>