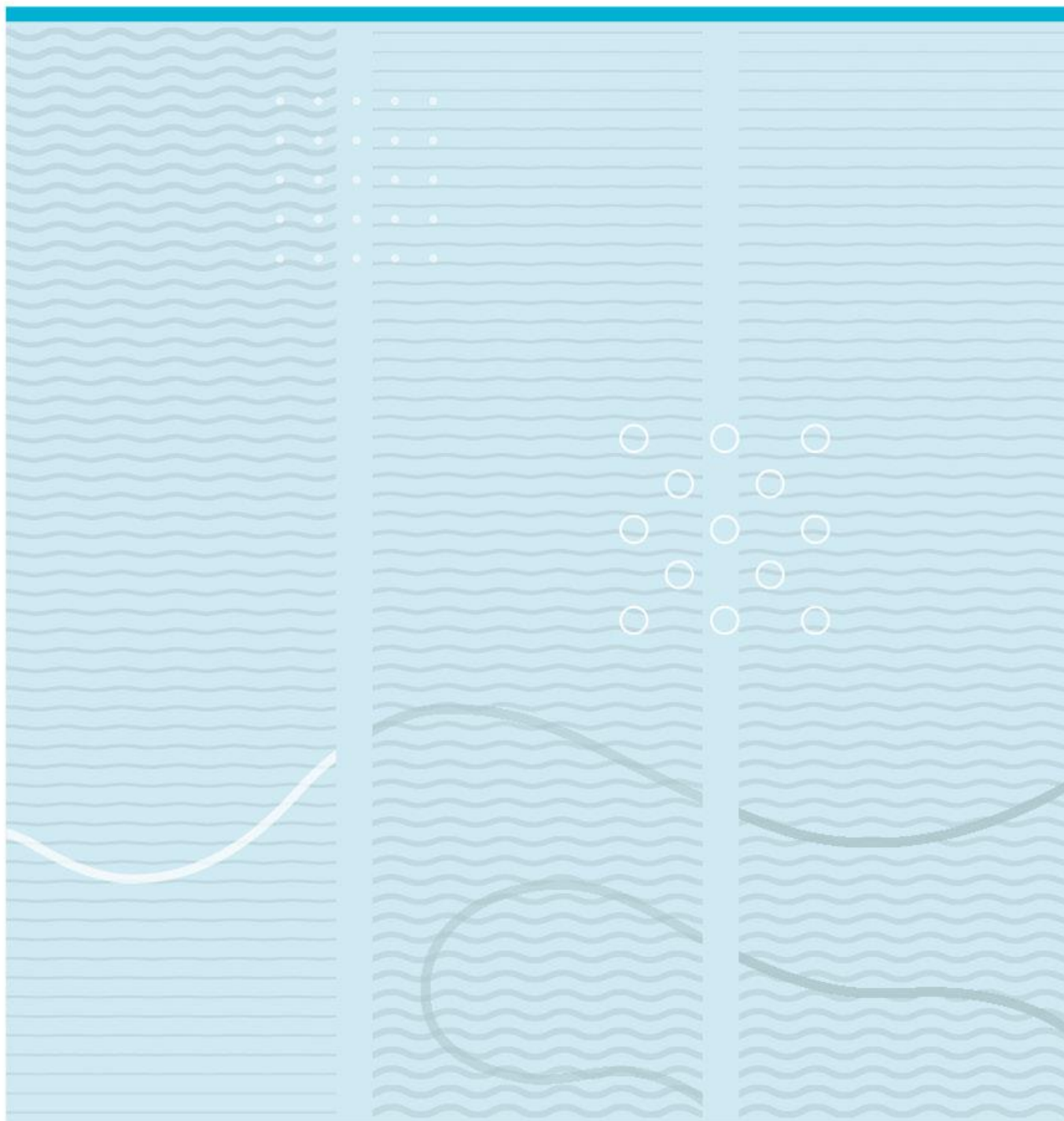


Anders Kroken og Einar Fossli

Termiske hudskader ved aktiv ekstern oppvarming- et scoping review



Universitetet i Sørøst-Norge
Fakultet for helse- og sosialvitenskap
Institutt for sykepleie- og helsevitenskap
Postboks 235
3603 Kongsberg

Antall ord: 15 843

Veileder: Fiona M. Flynn

<http://www.usn.no>

Denne avhandlingen representerer 30 studiepoeng

© 2022 Anders Kroken & Einar Fossli

Sammendrag

Introduksjon: På verdensbasis dør årlig flere tusen mennesker av primær hypotermi og et ukjent antall av sekundær hypotermi. Hypotermi er et problem peroperativt, med påvirket morbiditet og mortalitet. Prehospitalt representerer intubasjon en signifikant risiko for hypotermi. Det har derfor vært et økende fokus på forebygging og behandling av hypotermi.

Hensikt: Hensikten med avhandlingen har vært å frembringe en oversikt over, og kunnskap om, brannskader som komplikasjon til aktiv ekstern oppvarming ved forebygging og behandling av hypotermi intrahospitalt og prehospitalt.

Metode: Studien ble gjennomført som et scoping review av 15 caserapporter etter søk i databasene Medline, Embase og CINAHL (2000-2022). Totalt 22 kasuistikker er systematisk gjennomgått i henhold til anbefalt dataanalyse ved scoping review.

Funn: Av totalt 22 pasienter var syv spedbarn, syv var barn og åtte var voksne. Seks av pasientene var hunkjønn. Enkelte pasienter hadde alvorlig komorbiditet. Tretten av pasientene fikk påført brannskade med konveksjonsvarmere. Åtte av pasientene fikk skade etter feilbruk eller improvisasjon. I tolv av tilfellene ble det gitt generell anestesi. 15 av pasientene fikk skader på ekstremiteter. Ingen av pasientene omkom, men 16 av totalt 22 pasienter fikk 2. og/eller 3. grads forbrenning.

Konklusjon: Basert på 15 caserapporter med 22 pasienter kan det se ut som spedbarn og barn er spesielt utsatt for termisk hudskade ved aktiv ekstern oppvarming. Hudens varmetoleranse, pasienters manglende mulighet til å kommunisere smerte, apparatfeil og feilbruk av utstyr er faktorer som trolig er relatert til skadene. Helsepersonell bør bruke medisinsk godkjent varmeutstyr og følge brukerveiledningene. Det bør vurderes om termiske dermale skader bør bli beskrevet som en risiko ved aktiv ekstern oppvarming i aktuelle retningsgivende dokumenter. Det er et behov for økt kunnskap og forståelse gjennom videre forskning.

Abstract

Introduction: Globally several thousand die every year from primary hypothermia, and an unknown number die from secondary hypothermia. Hypothermia is a problem perioperatively, affecting morbidity and mortality rates. Prehospital intubation also represents a significant risk of hypothermia. There is therefore an increasing focus on prevention and treatment of hypothermia.

Purpose: The purpose of the thesis has been to provide an overview of, and knowledge about, burn injuries resulting from active external heating in the prevention and treatment of intra-hospital and pre-hospital hypothermia.

Method: A scoping review of the literature in the Medline, Embase and CINAHL databases was carried out (2000-2022). A total of 22 cases in 15 case reports were systematically analyzed according to recommendations for scoping reviews.

Findings: Of a total of 22 cases, seven of the patients were infants, seven children and eight adults. Six of the patients were female and some patients had serious comorbidities. Twelve of the patients suffered burns from convection heaters. Eight of the patients were injured owing to misuse or improvisation. In twelve of the cases, general anesthesia was administered. 15 of the patients suffered injuries to their extremities. None of the patients died, but 16 of the 22 patients suffered 2nd and/or 3rd degree burns.

Conclusion: Based on 15 case reports with 22 patients, it appears that children and infants are particularly susceptible to thermal skin damage from active external heating. The skin's heat tolerance, the patient's inability to communicate pain, device faults and misuse of equipment are factors that are probably related to the injuries. Healthcare personnel should use medically approved heating equipment and follow the user instructions. A further consideration is whether thermal dermal damage should be described as a risk of active external heating in relevant guidelines. There is a need for increased knowledge and understanding through further research.

Innholdsfortegnelse

INNHALDSFORTEGNELSE	5
1 INNLEDNING	7
2 BAKGRUNN	9
2.1 PASIENTSKADER, PASIENTSIKKERHET OG ANESTESISYKEPLEIE	9
2.2 KROPPENS VARMEUTVEKSLING	11
2.3 HYPOTERMI	12
2.4 FOREBYGGING OG BEHANDLING AV HYPOTERMI	17
2.4.1 <i>Aktiv ekstern oppvarming</i>	19
2.5 HUDEN	21
2.6 BRANNSKADER	22
3 METODE	25
3.1 UTVALG/INKLUSJONSKRITERIER	29
3.2 DATAINNSAMLING	30
3.3 DATAANALYSE	33
3.4 VALIDITET OG RELIABILITET	35
3.5 FORSKNINGSETISKE VURDERINGER	36
4 FUNN	37
4.1 DEMOGRAFI OG KONTEKST	40
4.2 BRANNSKADER	42
5 DISKUSJON	48
5.1 BARN OG SPEDBARN	50
5.2 HUDPERFUSJON	51
5.3 APPARATBRUK OG PRODUKTDESIGN	53
5.4 IMPROVISASJON OG FEIL BRUK	55
5.5 BEGRENSET PASIENTTILGANG OG KOMMUNIKASJON	60
5.6 FOREBYGGENDE TILTAK	62
5.7 METODEDISKUSJON	66
6 KONKLUSJON	69
7 LITTERATURLISTE	71
8 OVERSIKT OVER TABELLER OG FIGURER	78
9 VEDLEGG	79
9.1 VEDLEGG 1: COVIDENCE – QUALITY ASSESSMENT TEMPLATE	79

9.2	VEDLEGG 2: RETROSPEKTIV STUDIE AV ZHANG ET AL. (2009) SAMMENLIGNET MED DET INKLUDERTE	
	MATERIALET I OPPGAVEN	80

1 Innledning

Det er kritisk for menneskets fysiologi å vedlikeholde normal kjernetemperatur. I verdenssammenheng dør det årlig flere tusen av primær hypotermi og et ukjent antall av sekundær hypotermi (Paal et al., 2022). Peroperativt har opptil 20% av pasientene hypotermi og postoperativt er opp til 60-90% av pasientene hypotermi (Mendonça et al., 2019). Blant alvorlig skadde traumepasienter er opp til 2/3 av pasientene hypotermi (Perlman et al., 2016). For traumepasienter er det vist at prehospitalet intubasjon medfører en signifikant risiko for hypotermi (Lapostolle et al., 2012). Aktiv ekstern oppvarming kan brukes forebyggende (Butterworth, 2018; Sessler, 2016) eller som behandling av hypotermi (Perlman et al., 2016; Paal et al., 2022). Det er utarbeidet nasjonale retningslinjer for håndtering av aksidentell hypotermi (Thomassen et al., 2016), og i sjekklisten «trygg kirurgi» er hypotermi og eventuelle tiltak mot dette nevnt i alle tre fasene hvor sjekklisten brukes (Nørgaard et al., 2016). Ingen av disse dokumentene beskriver imidlertid at den aktive oppvarmingen kan ha uønskede effekter eller bivirkninger.

Pasientskader er en betydelig belastning for pasient, pårørende og helsepersonell, og det er et økt satsingsområde å forebygge slike skader (Helsedirektoratet, 2022). Det finnes lite oppsummert forskning og primærforskning som behandler bivirkninger som brannskader etter oppvarming, og det er behov for videre forskning (Kunnskapssenteret, 2014). Vi vet ut fra flere kliniske erfaringer og caserapporter at aktiv oppvarming i noen tilfeller har medført til dels alvorlige pasientskader. Samtidig er det vanskelig å finne publikasjoner av evidensbasert litteratur som sammenfatter slike skader. Med dette bakteppet ønsket vi å søke bredt etter det som er skrevet, rapportert, dokumentert og publisert om temaet.

Anestesisykepleieren overvåker ofte pasienten under kirurgi og undersøkelser som krever ulike former for anestesi og må forholde seg til utfordringer med hypotermi under transport og behandling prehospitalet (Anestesisykepleierne NSF, 2022). Varmebehandling av pasienter i anestesi krever ekstra påpasselighet (Kunnskapssenteret, 2014). Det er derfor naturlig at anestesisykepleiere som

yrkesgruppe har særlig omtanke for farene og bivirkningene som kan komme av dette elementet i pasientomsorgen.

Problemstillingen ble:

«Hva sier litteraturen om termiske hudskader ved aktiv ekstern oppvarming som forebygging og behandling av hypotermi?»

2 Bakgrunn

Dette kapittelet vil først omhandle pasientskader sett opp imot pasientsikkerhet og anestesisykepleie. Videre vil det omhandle kroppens varmeutveksling og hypotermieffekter, for så å beskrive metoder for aktiv oppvarming, hudens funksjon og brannskader.

2.1 Pasientskader, pasientsikkerhet og anestesisykepleie

Anestesisykepleiere skal utøve en praksis som fremmer helse og forebygger sykdom (Norsk Sykepleierforbund, 2019). Behandlingen skal gjøres på en forsvarlig og omsorgsfull måte i henhold til kravene for behandling og pleie i helsepersonelloven (Helsepersonelloven, 2018). Velgjørhetsprinsippet sier at man skal redde liv og lindre lidelse. Ikke skade-prinsippet sier at man ikke må påføre pasienten unødig skade (Beauchamp & Childress, 2001). En pasientskade defineres som følger: "Utilsiktet fysisk skade som har oppstått som et resultat av medisinsk behandling eller som behandlingen har bidratt til, som krever ytterligere overvåking, behandling eller sykehusinnleggelse, eller som har dødelig utgang" (Helsedirektoratet, 2022, s. 6).

En systematisk review og metaanalyse som involverte 337 025 pasienter i tidsrommet 2000 til 2019, viste at omtrent en av 20 pasienter får pasientskader. Omtrent 12% av pasientskadene som var mulige å forebygge, var alvorlige eller førte til dødsfall. Skadene som var mulig å forebygge var vanligere ved intensivbehandling og kirurgi (Panagioti et al., 2019). I 2021 oppsto det pasientskader ved 12,8% av somatiske sykehusopphold i Norge. Pasientskader er en stor belastning for pasienter, pårørende og helsepersonell og utgjør ca. 15% av de totale sykehuskostandene (Helsedirektoratet, 2022). Legemiddelrelaterte skader, postoperative sårinfeksjoner, urinveisinfeksjoner og andre infeksjoner var de hyppigste rapporterte skadetyper i 2021. Skadetyper relatert til kirurgi utgjør 4,4% av alle sykehusopphold i 2021. Det er en tydelig anbefaling at helseforetakene og sykehusene setter fokus på skadene som oppstår ved kirurgi, og vurderer om det er forbedringspotensiale (Pasientsikkerhetsprogrammet, 2021).

Det er en signifikant nedgang i antall lettere pasientskader fra 2012 til 2021, mens skader som krever mer livreddende behandling har en svak nedadgående trend. Det er derimot en svak økning av skader som førte til forlenget sykehusopphold. Nasjonal handlingsplan for pasientsikkerhet og kvalitetsforbedring 2019-2023 har som målsetting å redusere omfanget av pasientskader (Helsedirektoratet, 2022). Innføring av evidensbaserte kompenserende strategier spesifikt for å forebygge pasientskader, kan føre til store kvalitetsforbedringer i medisinsk behandling og trolig redusere kostnadene betydelig (Panagioti et al., 2019).

Meldeordningen ved Nasjonalt Kunnskapssenter ble opprettet 1. juli 2012 (Kunnskapssenteret, 2014). Fra 15. mai 2019 ble ordningen overført til Helsedirektoratet (Helsedirektoratet, 2016). Kunnskapssenteret (2014) viser til at helsepersonell hadde sendt inn 36 meldinger til Meldeordningen om pasienter som har blitt påført brannskader ved bruk av ulike midler til lokal oppvarming som risposer og varmekasser. Kunnskapssenteret understreker at lokal varmebehandling av pasienter med nedsatt sensibilitet på grunn av fysisk eller mental sykdom, anestesi eller behandling krever ekstra påpasselighet.

Uavhengig av arbeidsplattform, prehospitalt eller intrahospitalt, kan anestesisykepleieren komme i situasjoner der det er nødvendig å behandle og forebygge hypotermi med ekstern aktiv oppvarming, slik det er anbefalt (Butterworth, 2018; Lapostolle et al., 2012; Paal et al., 2022; Sessler, 2016; Søreide, 2014; Thomassen et al., 2016). Å unngå hypotermi er sentralt i utøvelse av anestesisykepleie og er beskrevet i grunnlagsdokumentet for anestesisykepleiere (Anestesisykepleierne NSF, 2022, s. 19): «...anestesisykepleieren skal bruke adekvat utstyr til kropps-, væske-, og blodoppvarming». Norsk Standard for anestesi beskriver at temperaturmåling hos alle pasienter skal vurderes, og at tiltak iverksettes når det er fare for temperaturavvik (ALNSF & NAF, 2016).

2.2 Kroppens varmeutveksling

Varmeutveksling mellom kroppens overflate og omgivelsene bestemmes av de samme fysiske lovene som gjelder for varmeutvikling mellom døde gjenstander. I henhold til naturloven om termoregulering vil varme alltid gå fra et objekt med høy temperatur til et objekt med lav temperatur. Dersom det er temperaturforskjell mellom et gitt objekt og nærliggende objekter, vil varmeoverføring skje inntil de når likevekt.

Varmeutveksling kan reduseres, men ikke elimineres. Ved stråling, ledning og strømming transporteres varme fra et varmere til et kaldere sted (Kosiński et al., 2022). Kroppen har tre mekanismer for å utveksle varme. Det skjer gjennom varmestråling (radiation), varmeledning (conduction) og varmestrømming (convection).

Varmestråling (radiation): Alle gjenstander sender ut varme i form av infrarøde stråler. Vi sender ut og tar imot varme fra alle gjenstander rundt oss. Om vi tar imot eller avgir varme er avhengig om det er huden eller gjenstanden som er varmest. Dersom vi krøller oss sammen reduseres varmetapet ved varmestråling fordi tilgjengelig kroppsoverflate reduseres. Hos en naken person som er i et rom på 21°C, foregår omtrent 60% av varmetapet ved varmestråling (Brodal et al., 1996).

Varmeledning (conduction): Varmeenergien overføres direkte fra molekyl til molekyl når molekylene støter mot hverandre. Molekylenes egenbevegelse (varmeenergi) øker ved stigende temperatur. Normalt er det forholdsvis lite varme som tapes eller vinnes gjennom ledning. Samtidig leder vann varme ca. 20 ganger bedre enn luft (Brodal et al., 1996).

Varmestrømming (convection): Luftbevegelser påvirker kroppens varmeutveksling med omgivelsene. Varm luft er lettere enn kald luft og stiger opp. Når det er vind, erstattes det oppvarmede luftlaget inntil kroppen hurtigere med ny luft enn når luften står stille, og varmetapet øker (Brodal et al., 1996). Både varmeledning og varmestrømming krever direkte kontakt for varmeutveksling (Kosiński et al., 2022).

Både varmeledning og varmestrømning krever direkte kontakt for varmeutveksling (Kosiński et al., 2022). Fordamping (evaporation) er også en vesentlig måte å avgi varme på, særlig for operasjonspasientene. Når vann fordamper, går det fra væske til gass. Fordamping krever energi i form av varme. Fordamping skjer fra operasjonssår, hudoverflaten, luftveiene og munnhulen. Totalt taper vi ca. 0,6-1 l vann via fordamping hvert døgn, avhengig av omgivelsens temperatur og fuktighet. Dette vanntapet er obligatorisk og kan ikke reguleres for å holde kroppsvarmen stabil. Dersom svetten renner eller tørkes bort, får det liten betydning for temperaturreguleringen. Det er først når svetten fordamper fra huden at kroppen taper varme og avkjøles. Dersom luftens innhold av vanndamp er høy, skjer fordampingen langsommere (Brodal et al., 1996).

Luften beveger seg fritt rundt nakne kropp, som gjør at varmeledning i kombinasjon med varmestrømning blir betydelig. Klær reduserer utskiftingen av luften nær kroppen, og dermed varmetapet. Klær som brukes i typiske arktiske strøk reduserer varmetapet med ca. 1/6 av varmetapet fra en naken kropp. Dersom klærne blir våte, reduseres klærnes isolerende evne fordi vann leder varme bedre enn luft (Brodal et al., 1996).

Varmeutvekslingen starter i de ytterste lagene av huden inn i øvre dermis. Dette er koblet til en rekke fysiologiske prosesser sammen med utveksling av strålevarme fra stratum corneum til det ytre miljøet. Blodperfusjonen er også avgjørende for å regulere den termiske likevekten i huden (Martin & Falder, 2017).

2.3 Hypotermi

Hypotermi defineres som en utilsiktet kjernetemperatur $<35^{\circ}\text{C}$ (Paal et al., 2022; Søreide, 2014) og $<36^{\circ}\text{C}$ for peroperativ hypotermi (Yoo et al., 2021). Primær aksidentell hypotermi rammer ellers friske grunnet kuldeeksponering. Sekundær hypotermi oppstår grunnet sykdom, forgiftninger eller traumer (Paal et al., 2022).

Skadde og intoksikerte pasienter kjøles fort, også i omgivelser som ikke blir definert som kalde. Preventive tiltak er viktige for å unngå hypotermi hos syke og skadde pasienter (Paal et al., 2022). Det er vanlig å dele hypotermi inn i tre stadier (se tabell 1).

Tabell 1: Hypotermi stadier. Fritt etter Paal et al (2022)

Stadie:	Kjernetemperatur:	Kliniske funn:
Mild hypotermi	32-35°C	Bevisst, skjelvinger
Moderat hypotermi	28-32°C	Nedsatt bevissthet, kan ha skjelvinger
Alvorlig hypotermi	<28°C	Bevisstløs, har vitale tegn
	<24°C	Tilsynelatende død; vitale tegn er redusert

I Europa brukes også et såkalt «Swiss-system» for å klinisk klassifisere hypotermi (se tabell 2) (Deslarzes et al., 2016).

Tabell 2: "Swiss-system" (Deslarzes et al., 2016).

Stadie:	Kliniske funn:	Kjernetemperatur:
Mild hypotermi (HT I)	Normal mental status med skjelvinger	32-35°C
Moderat hypotermi (HT II)	Endret mental status uten skjelvinger	28-32°C
Alvorlig (HT III)		24-28°C
Alvorlig (HT IV)	Tilsynelatende død	13,7-28°C
Død (HT V)	Død	<9-13,7°C

En svakhet ved «Swiss-systemet» er at enkelte har skjelvinger helt ned til 30°C. I tillegg kan vitale tegn og andre tegn på liv være synlig til under 24°C. En analyse av publiserte case viser høy forekomst av overlappende kjernetemperatur gjennom flere stadier og at i mange tilfeller overestimeres temperaturen ved bruk av «Swiss-systemet» (Deslarzes et al., 2016).

Hypotermi kan føre til negativ effekt på blodets koagulasjonsevne (Butterworth, 2018; Sessler, 2016; Sun et al., 2015), endret cardiac output og endret oksygenbehov (Butterworth, 2018; Perlman et al., 2016; Sessler, 2016), kirurgiske sårinfeksjoner (Butterworth, 2018; Sun et al., 2015), endret farmakokinetikk med ofte forlengede medikamenteffekter (Butterworth, 2018; Lott et al., 2021; Sessler, 2016; Sun et al., 2015), forlenget postoperative forløp, og pasienter kan føle seg termisk utilpass (Sessler, 2016; Sun et al., 2015). Selv mild hypotermi har vist å kunne gi uheldige effekter på morbiditet og mortalitet (Mendonça et al., 2019; Sessler, 2016). Det er betydelig økt risiko for hjertestans om pasientens kjernetemperatur er $<28^{\circ}\text{C}$, pasienten har ventrikulære arytmier og/eller det systoliske blodtrykket er $<90\text{ mmHg}$ (Paal et al., 2016).

Det er vesentlig å skille på aksidentell (primær) hypotermi og sekundær hypotermi. Pasienter med aksidentell hypotermi har bedre outcome enn traumepasienter som utsettes for sekundær hypotermi. Pasienter med aksidentell hypotermi har overlevd temperaturer langt under 20°C , mens traumepasienter som utsettes for hypo- eller hypertermi både sivilt og militært har betydelig dårligere overlevelse (Søreide, 2014).

Primær aksidentell hypotermi

Primær aksidentell hypotermi kan oppstå ved at ellers friske blir eksponert for kalde omgivelser og/eller sekundært til nedsatt evne til termoregulering. Kjente risikofaktorer for hypotermi er høy alder, medikament- og alkoholmisbruk, endret bevissthetsnivå eller kontakt med element som øker varmetapet (for eksempel snø og vann) (Centers for Disease Control and Prevention (CDC), 2005). Gjennomsnittsalderen for hypoterme som omkommer er 52 år og over 70% er menn. Mortaliteten er stigende med økende alder (Stares & Kosatsky, 2015). Hjemløse, særlig de som er påvirket av alkohol og/eller medikamenter, er utsatt for hypotermi (Paal et al., 2022).

Barn og voksne med lav kroppsmasseindeks er utsatt for hypotermi grunnet stor kroppsoverflate i forhold til vekt. Mild og moderat hypotermi kan oppstå i moderat og kaldt klima hele året. Naturkatastrofer er også en risikofaktor. Alvorlig hypotermi er

mest vanlig i kalde klima fjellområder. Predisponerende faktorer inkluderer våte og kalde omgivelser, utmattelse og stor høyde med hypoksi (Paal et al., 2022).

Sekundær hypotermi

Opp til 2/3 av alvorlig skadde traumepasienter er hypoterme. Hypotermi øker mortaliteten og morbiditeten hos traumepasientene (Perlman et al., 2016). Alvorlig skadde traumepasienter er utsatt for å få “lethal triad of trauma” med acidose, hypotermi og koagulopati med påfølgende høy mortalitet (Søreide, 2014). En retrospektiv studie over 10 år med ca. 15000 pasienter viste at mortaliteten hos traumepasienter som ankom akuttmottaket med kroppstemperatur på 33°C var på 32,4%. Hos pasienter med kroppstemperatur på 36°C, var mortaliteten på 9% (Weuster et al., 2016). Utfordringen med studien er at siden hypotermi ofte sees hos alvorlig skadde pasienter, er det vanskelig å anslå om mortaliteten er assosiert med hypotermi eller skaden i seg selv. Andre studier viser at mortaliteten for traumepasienter stiger fra 10-41% for normoterme til 29-100% for hypoterme (Hurrie et al., 2020). Det er gjort en retrospektiv studie fra Tyskland der traumepasienter fra fjellområder ble sammenlignet pasienter fra mer bynære områder. 57% av pasientene fra fjellområdene hadde hypotermi ($\leq 35^{\circ}\text{C}$) sammenlignet med 17,6% fra den bynære gruppen ved ankomst sykehus. Det var ingen forskjell i mortalitet mellom gruppene (Rauch et al., 2018).

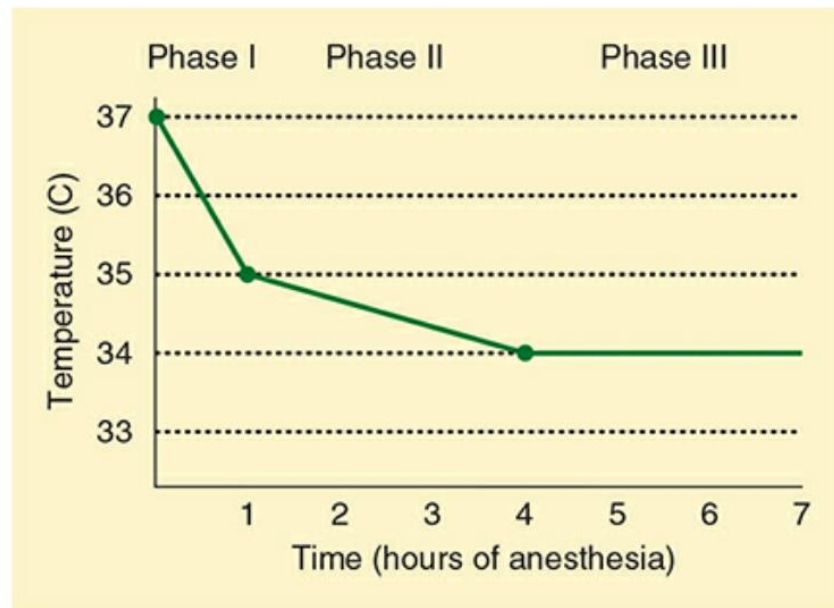
Det er flere faktorer som kan føre til hypotermi etter skader. Eksponering for kalde omgivelser er en utfordring. Enkelte pasienter blir hypoterme som en konsekvens av blødningssjokk, og behandlingstiltak som iverksettes kan bidra til hypotermiutvikling. Dette kan være infusjon av kalde væsker og blodprodukter eller anestesimedikamenter som påvirker termoreguleringen negativt (Søreide, 2014).

Det kan være flere faktorer hos pasienten som kan bidra til sekundær hypotermi. Noen av disse årsakene er oppsummert i tabell 3.

Tabell 3: Sekundær hypotermi (fritt etter Paal (2022))

Nedsatt termoregulering	Nedsatt varmeproduksjon	Økt varmetap
<i>Sentralnervesystem svikt:</i>	<i>Endokrin svikt:</i>	<i>Dermatologisk sykdom:</i>
Anorexia nervosa	Ketoacidose	Brannskader
Hjerneslag	Hypoadrenalisme	Indusert vasodilatasjon
Traumatisk hjerneskade	Lactacidose	Medikamenter og toksiner
Hypotalamus svikt		
Metabolsk forstyrrelse	<i>Svekket energi:</i>	<i>Iatrogen:</i>
Neoplasme	Ekstremt fysisk arbeid	Plutselige fødsler
Parkinson sykdom	Hypoglykemi	Kalde infusjoner
Farmakologiske effekter	Feilernæring	Heteslag behandling
Blødning eller iskemi		
Forgiftninger	<i>Nevromuskulær svekkelse</i>	<i>Andre assosierte tilstander:</i>
	Svært høy alder	Carsinomatose
<i>Perifer svikt:</i>	Nedsatt evne til skjelling	Hjerte-lunge sykdom
Akutt spinalskade	Innaktivitet	Store infeksjoner
Perifer nevropati		Multitraume
		Sirkulasjonssvikt

Hypotermi kan være et perioperativt problem som ikke er erkjent. Opptil 20% av pasientene får påvist hypotermi postoperativt (Abba, 2021; Mendonça et al., 2019). Inhalasjonsmedikamenter og flere intravenøse anestesimedikamenter kan bidra til hypotermiutvikling (Sessler, 2016; Søreide, 2014). Dersom det ikke gjøres aktiv oppvarming av pasienter i generell anestesi, vil kjernetemperaturen falle 1-2°C den første timen (fase I). Temperaturfallet fortsetter (fase II) de neste timene før temperaturen eventuelt når «steady state» (fase III). I fase III vil varmeproduksjonen være lik varmetapet (se figur 1) (Butterworth, 2018). Hypotermi under anestesi har blitt assosiert med økt mortalitet. Postoperativ skjelling kan øke oksygenforbruket betydelig og har vært korrelert med akutt koronart syndrom (Butterworth, 2018; Sun



Figur 1: Ufrivillig hypotermi under generell anestesi (Butterworth, 2018).

et al., 2015). Det er imidlertid uklart hvilken rolle mild hypotermi har for akutt koronart syndrom under anestesi. Sjansen for peroperativ hypotermi under anestesi øker ved høy pasientalder, abdominalkirurgi, langvarig kirurgi og kalde operasjonsstuer. Den metabolske varmeproduksjonen reduseres med ca. 30% hos anesteserte pasienter (Sessler, 2016).

Lapostolle et al. (2012) har vist i en multisenter, prospektiv og åpen observasjonsstudie fra London, at anesteserte pasienter prehospitalt har signifikant lavere kroppstemperatur enn ikke-anesteserte pasienter. Det var signifikant mindre sjanse for hypotermi om pasientens kroppstemperatur ble monitorert på skadestedet, infunderte væsker var oppvarmede og pasienten ikke ble avkledd og/eller hadde hodeskade.

2.4 Forebygging og behandling av hypotermi

Det er grunn til å tro at den beste behandlingen for å unngå komplikasjoner av hypotermi er å vedlikeholde normotermi pre-, per- og postoperativt. Samtidig kan pasienter som er aktivt forvarmet før innledning av anestesi være utsatt for

redistribusjons hypotermi (varmen går fra sentralt til perifert vev) den første timen ved generell anestesi. Passive oppvarmingstiltak bør etableres hos operasjonspasienter. Et enkelt lag med tøy reduserer varmetapet med ca. 30 % ved temperaturer som er vanlige på operasjonsstuer. Dette vil grovt sett kunne kompensere for reduksjonen i metabolsk varmeproduksjon. Det gir liten effekt å legge på flere lag med isolasjon, da tre lag med tøy kun halverer varmetapet (Sessler, 2016).

Det er situasjoner intrahospitalt eller prehospitalt der pasienter som allerede er blitt hypotermie må behandles. Etter at pasienten eventuelt er tatt ut av et kaldt element vil ikke nedkjølingen nødvendigvis avta. Det kan skje en redistribusjon av varmt blod sentralt mot kaldere blod perifert. Konduksjon vil også føre til at varmt blod føres til kaldere kroppsvev. Skjelvinger kan være redusert eller fraværende hos pasienter som er utslitte, sederte eller kritisk syke. Dette vil føre til et raskere fall i kroppstemperatur. Med en slik utvikling er det svært vanskelig for pasienten å etablere normotermi spontant uten aktivt tilført varme. Andre faktorer som kan bidra til videre nedkjøling er svette, nedsatt bevissthet, tynt lag med klær, ikke tildekket hode og sparsomt med subkutan fettvev (Paal et al., 2022).

Redningskollaps kan beskrives som at pasienten får hjertestans under forflytning. Antatte risikofaktorer for redningskollaps er intervensjoner som sentralvenøs kateterisering, biokjemiske endringer og mest av alt store brå bevegelser. Enkelte pasienter kan få hjertestans av såkalt afterdrop (videre nedkjøling etter at aktiv varme er etablert). Det antas at årsaken til afterdrop kan være at kaldt perifert vev blir sirkulert igjen (Paal et al., 2022). Afterdrop har vært beskrevet som en betydelig risiko for pasienter som får aktiv ekstern oppvarming prehospitalt, noe som ikke er vitenskapelig påvist (Mydske & Thomassen, 2020). Sjansen for hjertestans er uansett svært liten hos pasienter med aksidentell hypotermi med kjernetemperatur $>30^{\circ}\text{C}$ (Paal et al., 2022). ERC guideline (Lott et al., 2021) og de norske retningslinjene for behandling av aksidentell hypotermi (Thomassen et al., 2016) gir føringer og understreker viktigheten av aktiv oppvarming, og anbefaler at det startes aktiv ekstern oppvarming av alle hypotermie.

Ekstern behandling av hypotermi kan være passiv eller som en kombinasjon av passiv og aktiv (Thomassen et al., 2016). Aktiv oppvarming kan være intern eller ekstern. Ved aktiv ekstern oppvarming brukes en varmeproduserende kilde utenfor kroppen. De mest brukte interne metodene er peritoneal og/eller pleural lavage og ekstrakorporal membran oksygenering (ECMO). ECMO har revolusjonert behandlingen av pasienter med hypotermisk hjertestans med overlevelse opp mot 100% (Paal et al., 2016).

2.4.1 Aktiv ekstern oppvarming

Paal et al. (2016) anbefaler at aktiv oppvarming startes sentralt på pasientens kropp. Det er forskjellige innretninger som kan brukes til aktiv ekstern oppvarming av pasienten. De vanligste produktene på markedet er elektriske varmetepper, konveksjonsvarme (John et al., 2014; Paal et al., 2016), kjemiske varmetepper og varmepakninger, forbrenning av kull, varmeflasker (Paal et al., 2016), vannfylte madrasser, «Circulating water garments», radiatorvarmer, elektriske varmepads, termiske utvekslingskammer og «Circulating sleeve» (John et al., 2014).

Prehospitalt er det vanlig å benytte elektriske varmetepper, kjemiske varmetepper og pakninger, forbrenning av kull og varmeflasker med varmt vann. Alle disse innretningene er anbefalt brukt i Norge i henhold til nasjonal faglig retningslinje for håndtering av aksidentell hypotermi (Thomassen et al., 2016). Selv i land med kaldt klima er kun 1/3 av bakkeambulansene satt opp med utstyr for aktiv ekstern oppvarming. I 1993 ble det utgitt et spørreskjema til 41 fjellrednings-organisasjons-team. De ble spurt om hvilken type protokoll de brukte for å behandle hypotermie. 46% brukte kjemiske varmepads, 39% brukte kropp til kropp oppvarming og 32% brukte varmeflasker med varmt vann som ble lagt på brystet (Hamilton & Paton, 1996).

Varmeflasker får en overflatetemperatur som er avhengig av temperaturen på det tilsatte vannet. Legevakthåndboken (u.å.) anbefaler at vannet i varmeflasker ikke er varmere enn 37-39°C om de skal brukes til oppvarming etter forfrysninger. Der

understrekes det at ved forfrysninger vil pasienten trolig ha nedsatt sensibilitet og redusert evne til å føle smerte, og er derfor utsatt for å få brannskader.

Kjemiske varmpakninger oppnår ofte en temperatur på ca. 50°C. Det brukes ofte et tøyestykke mellom produktet og huden for å unngå hudskader (Lundgren et al., 2009). En benktest som Dutta et al. (2019) gjennomførte, viste at kjemiske varmpakninger når temperaturer opp til 47°C. De tørre varmpakningene og varmeteppe (Ready Heat®) som ble testet varte i ca. åtte timer, men ble ikke varmere enn 40°C. Brooks og Deakan (2017) har vist at en oksygenkonsentrasjon i omgivelsene på 24% dobler forbrenningseffekten sammenlignet med oksygenkonsentrasjon på 21%, og en oksygenkonsentrasjon på 30% øker forbrenningen 10 ganger. Dette fører til at temperaturen i varmpakningen vil stige dersom oksygenkonsentrasjonen øker. Luftaktiverte kjemiske varmpakninger bruker en eksoterm kjemisk reaksjon av raskt oksiderende jern for å danne varme. Plassering av disse produktene i et hyperbart oksygenmiljø øker tilførselen av oksidant betraktelig og øker dermed reaksjonshastigheten og maksimal temperatur. Hastigheten av hvor varmt produktet blir, styres av mengden jern og oksygen som er tilgjengelig for å reagere (Raleigh et al., 2005). Raleigh et al. (2005) gjennomførte benktester der de endret omgivelsestemperaturen og/eller oksygenkonsentrasjonen og målte deretter temperaturen på produktene. Som tabell 4 viser, er det mulig å oppnå svært høye temperaturer på slike produkter om trykket og/eller oksygennivået endres.

Tabell 4: Luftaktiverte varmere (Raleigh et al., 2005):

Table 1 Temperatures attained by air-activated chemical warmers under normal, hyperoxic and hyperbaric conditions				
	1 atm abs Air	3 atm abs AIR	1 atm abs >95% Oxygen	3 atm abs >95% Oxygen
ThermaCare™ Heat Wraps	48.9°C 120°F	55.5°C 132°F	90.0°C 194°F	110.5°C 231°F
Playtex™ Heat Therapy	51.1°C 124°F	53.8°C 129°F	85.5°C 186°F	124.4°C 256°F
Heat Factory® Warm Packs	44.4°C 112°F	36.1°C 97°F	96.1°C 205°F	130.5°C 267°F

Intrahospitalt er det mange forskjellige innretninger som kan brukes for å motvirke hypotermi. Det kan være nødvendig å ta hensyn til operasjonsteknikk,

brukervennlighet, pasientleie og intravenøs tilgang når valg av innretning skal tas. Konveksjonsvarmer, elektriske varmeteppe, sirkulerende vann og negativtrykkoppvarmings utstyr er noen av alternativene (John et al., 2014). Bruk av konveksjonsvarmer og ledningsvarmere kan være effektive hypotermiiltak. Intravenøse væsker bør være tempererte, og det er en fordel å kjøre lavflow ved gassanestesi (Maizels & Hovind, 2011).

Bair Hugger® er et eksempel på en mye anvendt konveksjonsvarmer. Den fungerer ved at varmeenheten kobles til et varmeteppe via en fleksibel slange. Varm luft blir generert i varmeenheten og strømmes gjennom slangen fra varmeenheten og inn i teppet. Avhengig av modell, er teppet plassert rundt, på eller under pasienten. Små perforeringer i teppet gjør at den varme luften spres over pasienten (*3M Bair Hugger 775 Operator's Manual / ManualsLib*, u.å.). Bair Hugger® kan stilles inn på 43°C ($\pm 2.8^{\circ}\text{C}$) (Austin et al., 2021; Chung et al., 2012; Kafrouni & Fadel, 2016; Siddik-Sayyid et al., 2008).

2.5 Huden

Huden er det største organet til mennesket og veier ca. 15% av den totale kroppsvekten. Huden har som oppgave å beskytte kroppen mot ytre påvirkning. Huden består av tre lag; epidermis (på toppen), dermis (i midten) og hypodermis (i bunnen). Huden ivaretar flere vitale funksjoner ved å beskytte mot ekstern fysisk, biologisk og kjemisk påvirkning (Kanitakis, 2002).

Epidermis består av flerlaget keratinisert plateepitel (stratum corneum). Epidermis har en tykkelse på ca. 0,1 mm. Der hudslitasjen er størst kan den være 1 mm eller mer. Epidermis fornyer seg kontinuerlig ved at basalcellene stadig deler seg og skyver eldre celler mot overflaten. I cellene som skyves mot overflaten, avleires proteinet keratin. Til slutt blir de helt fylt av keratin og dør. De ytterste cellene består av døde forhornete celler. Keratin er viktig for hudens beskyttende funksjon. Epidermis mangler blodårer og ernæres ved diffusjon. Det keratiniserte plateepitelet har en livsviktig oppgave med

å hindre fordamping og inntrengen av mikroorganismer. Dette laget er tynnere og mindre utviklet hos premature enn hos fullbårne nyfødte og voksne (Ludriksone et al., 2014; Maayan-Metzger et al., 2004). Dette fører til høyt vanntap og inntrenging av mikroorganismer med påfølgende høy morbiditet og mortalitet (Maayan-Metzger et al., 2004). Epidermis hos nyfødte har redusert tykkelse, mindre keratinisert plateepitel og økt pH sammenlignet med voksne. Dette har konsekvenser for epidermale barrierefunksjoner, vanninntrenging og homeostase (Ludriksone et al., 2014).

Dermis ligger under epidermis, er 0,5-3 mm tykk og består av fibret bindevev, blodårer, lymfeårer, flytende vev, nervevev, hårsekker, glatt muskulatur tilknyttet hårsekkene, talgkjertler og svettekjertler. Blodsirkulasjonen i dermis er avgjørende for kroppens temperaturregulering (Brodal et al., 1996).

Hypodermis representerer det dypeste laget av huden og består hovedsakelig av fettvev. Dette laget spiller en viktig rolle i termoreguleringen, isolasjon, lagring av energi og som beskyttelse mot mekanisk påvirkning (Kanitakis, 2002).

2.6 Brannskader

Brannskader kan defineres som en irreversibel nekrose av øverste dermis-lag som oppstår når temperaturen i dermis overskrider 44°C (Moritz & Henriques, 1947). Klassifiseringen og forståelsen av brannskader bygger på den basale forståelsen av hudanatomen. Samtidig kan brannskader affisere alle organsystemer.

Alvorligheten av brannskaden er relatert til det totale kroppsoverflateområdet som er affisert (%TBSA) og hvor dyp skaden er (Martin & Falder, 2017). Alvorlige brannskader er assosiert med betydelig immunologisk og inflammatorisk respons, metabolske endringer og sirkulasjons distribusjon-sjokk som kan være vanskelige å behandle og kan føre til multiorgansvikt (Jeschke et al., 2020). Prognostisk er pasientens alder viktig. Disse faktorene vil kunne predikere morbiditet, mortalitet og tid til tilheling av skaden (Martin & Falder, 2017).

Flere terminologier er brukt i litteraturen for å beskrive brannskader og dette kan være forvirrende. Termisk skade kun på epidermis anses vanligvis ikke for å være en ekte forbrenning, men omtales likevel som en epidermal forbrenning (overfladisk eller 1. grads forbrenning). Slike skader gir minimal strukturell skade og ingen blemmer. Dette er ikke noe mer enn et erytem, men kan oppleves smertefullt. Skadene reparerer seg som regel selv i løpet av få dager. Eksempel på en slik skade er solforbrenning (Martin & Falder, 2017).

En termisk skade som går ned til dermis (2. grads forbrenning) kan klassifiseres som overfladisk eller dyp (Martin & Falder, 2017). Blemmer er typisk for 2. grads forbrenninger (Gupta et al., 2021). Repareringen av slike skader må skje fra bunnen av, slik at de basale lagene av keratinocytter kan gjenopprettes. Slike skader er veldig smertefulle og produserer mye eksudat. Med adekvat behandling vil 2. grads forbrenninger som regel repareres innen 14 dager med minimal arrdannelse (Martin & Falder, 2017).

En brannskade som går gjennom hele dermis kan klassifiseres som subdermal, fullhudskade eller 3. / 4. grads forbrenning. Reparasjonen er langsom og kompliseres med betydelige arrvev. Det er ofte nødvendig med kirurgisk eksisjon og rekonstruksjon for å reparere skaden (Martin & Falder, 2017).

Brannskade kan oppstå av friksjon, kulde, varme, stråling, kjemisk påvirkning eller fra elektriske kilder. Den vanligste årsaken er fra varme væsker, faste stoffer eller brann. Brannskader kan ha flere årsaker assosiert med forskjellige fysiologiske og patofysiologiske responser. En flamme vil umiddelbart gi en dyp skade, mens skålding med varmt vann eller damp ofte blir mer overfladisk på grunn av rask fortynning av kilden og energien. Elektriske skader kan gi betydelig større skader enn hva som er synlig på huden. Kulde kan gi termiske skader. Frostskader har forskjellige mekanismer inkludert direkte celledskade fra krystallisering av vann i vevet og indirekte fra ischemi og reperfusjon (Martin & Falder, 2017).

Brannskader og varmetoleranse er en kompleks interaksjon av en fysisk varmevekslingsprosess og potensialet for fysiologisk tilpasning (Ng & Chua, 2002). Dybden av brannskaden er ofte et mål på alvorlighetsgraden. Det er flere forhold som avgjør dybden av brannskaden. Temperatur på kilden og varigheten av eksponeringen av denne blir beskrevet som «tid-temperatur forholdet». Dette ble først beskrevet av Moritz og Henriques i 1947 (Martin & Falder, 2017). Gjennom dyreforsøk med gris påviste de at irreversibel celledskade på huden kan oppstå dersom huden eksponeres for 44°C eller høyere over 6 t eller mer. Dette oppsto uavhengig av hvor mye press som utøvdes mot huden (Moritz & Henriques, 1947). Termisk skade er observert hos de fleste celletyper om temperaturen når ~43°C. Det er bred enighet mellom in vitro og in vivo studier som omhandler brannskader. Smertepersepsjonen oppstår rett over 43°C hos mennesker, men dette er ikke validert for barn. En patologisk brannskade, definert som irreversibel skade øverst på dermis, oppstår når basallaget av epidermis når 44°C. For overfladiske brannskader vil forekomsten av skaden øke logaritmisk med en lineær økning av temperaturen (Martin & Falder, 2017).

En eksponering over 2 sekunder med 65°C varme vil føre til brannskade (Brooks & Deakin, 2017). Hvor dyp skaden blir er også avhengig av hudens tykkelse, blodgjennomstrømming og nedkjøling av skaden. I huden til voksne mennesker er det vist at det foreligger et tid-temperaturforhold for overfladiske forbrenninger. Dybden av brannskaden vil i forhold til tid-temperaturforholdet variere etter anatomisk plassering i henhold til hudtykkelse, blodstrøm og avkjøling etter forbrenning. Det er svakere kliniske bevis for en tid-temperatur-relasjon for dype eller subdermale brannskader (Martin & Falder, 2017).

3 Metode

«Kunnskapsbasert praksis har siden midten av nittitallet fått stadig større plass i helsefagene. Det handler om å basere praksis på den til enhver tid beste tilgjengelige forskningsbaserte kunnskapen, erfaringsbasert kunnskap, og pasientens ønsker og behov i en gitt situasjon» (Strømme, 2019, s. 1). Helsepersonell er forpliktet til å holde seg oppdatert om forskning og utvikling innenfor sitt fagfelt. Med et stadig økende volum av forskningsartikler er det krevende for den enkelte å lese og ta inn all informasjon som blir gjort tilgjengelig. Ved å lese kun en eller få artikler om et tema, kan vedkommende få et feilaktig bilde av situasjonen (Aveyard, 2019). Volumet av tilgjengelig forskningslitteratur har økt vesentlig de siste årene, og dermed har litteraturstudier blitt mer og mer vanlig for å formidle gyldig kunnskap til praksisfeltet (Khalil et al., 2016).

Egne erfaringer som anestesisykepleiere på anestesiydeling og i prehospitalt arbeid har trigget interessen for problemstillingen i oppgaven, og gjort oss nysgjerrige på hva som er publisert tidligere. Sollesnes (2006) hevder at trinnene i kunnskapsbasert praksis starter med refleksjon over egen praksis, og at man på bakgrunn av refleksjon over egen praksis kan formulere spørsmål. Problemstillinger er av en slik karakter at det er naturlig å skaffe en oversikt over relevant tilgjengelig litteratur.

Litteraturstudier er nyttige idet de oppsummerer og presenterer en analyse av tilgjengelig litteratur om et gitt tema. Systematisk review blir omtalt som en omfattende studie og tolkning av forskningslitteratur knyttet til et bestemt emne. Ved gjennomføring av en slik studie identifiseres et forskningsspørsmål, som forsøkes besvart ved å søke etter, vurdere og analysere relevant litteratur gjennom en systematisk tilnærming. Litteraturstudier er egne forskningsmetoder som følger anerkjente trinn i forskningsprosessen. På den måten vil ny innsikt bli dannet, manglende kunnskap på det aktuelle feltet oppdages, og behovet for ytterligere forskning identifiseres. Indikasjonene for å gjøre et systematisk review kan være å bekrefte eller avkrefte om nåværende praksis er basert på fakta, og klarlegge

kvaliteten på faktaene. Videre kan designet påpeke variasjoner i praksis, og klarlegge om disse variasjonene kommer av ulikt faktagrunnlag (Aveyard, 2019).

Preliminære søk viste at det gjennom flere case-serier og caserapporter er dokumentert at aktiv ekstern oppvarming kan gi brannskader på hud. Enkelte av disse skadene var alvorlige 2. og 3. grads forbrenninger som fikk store konsekvenser for pasientene. Det var likevel vanskelig å finne vitenskapelige artikler som egnet seg for et klassisk systematisk litteratur review. Arksey og O'Malley (2005) hevder imidlertid metodene for å sette sammen data fra litteraturstudier har utviklet seg og blitt mer spesifikke med hensyn til hvilken kunnskap man søker, og flere særegne review-metoder er identifisert. Scoping review er en slik, relativt ny metode. Aveyard (2019) hevder at mens et systematisk review fokuserer på veldefinerte forskningsspørsmål med forhåndsdefinerte forskningsdesign, vil et scoping review ta for seg bredere tema, hvor flere ulike forskningsdesign kan inngå. Selv om en ikke kan gjennomføre en full systematisk litteraturstudie, er det allikevel mulig å etterstrebe en systematisk tilnærming. Loke et al. (2007) hevder systematisk evaluering av nye eller sjeldne bivirkninger kan kreve kohort, casekontroll, tverrsnittstudier og case-serier studiedesign. Etter diskusjon med veileder ble vi derfor enige om å gjennomføre et scoping review med fokus på caserapporter. I det inkluderte materiale er det derfor bare caserapporter.

Garg et al. (2016) hevder caserapporter defineres som en detaljert rapport der individuelle aspekter om eksponering, symptomer, tegn, intervensjoner og utfall presenteres. Det har blitt forslått at en rapport med mer enn fire case skal defineres som case-serier. Caserapporter er hierarkisk rangert på laveste evidensnivå. Samtidig kan de inneholde viktig informasjon med hensyn til sjeldne hendelser og betraktes som anekdotiske bevis. Dette kan stimulere til nye hypoteser og legge grunnlag for ny forskning. Caserapporter kan også formidle viktig informasjon som ikke er etisk forsvarlig å reprodusere ved prospektive studier eller andre metoder, samt påvise sjeldne bivirkninger. Beskrivelser av akkumulerte bivirkninger kan samles internasjonalt. Dette kan føre til utarbeidelse av retningslinjer eller advarsler for bruk. Både effekten og antallet som påføres bivirkningene er viktig å beskrive.

Et scoping review er nyttig for å undersøke og påpeke tilgjengelig evidens innenfor et spesifikt fagfelt og for å identifisere og analysere mulige kunnskapshull (Z. Munn et al., 2018). Metoden er deskriptiv og designet for å kartlegge litteratur rundt et spesielt emne (Sargeant & O'Connor, 2020). Det grunnleggende for scoping review er å søke «bredt og dypt». Formålet er å kartlegge hva slags kunnskap som er tilgjengelig og presentere den gjennom «mapping or charting the data» (A. E. Munn, 2020). Metoden kan gi større og bredere oversikt over kunnskap om emnet som er beskrevet. Både publisert, ikke publisert og såkalt «grey litterature» (Z. Munn et al., 2018). Hensikten og indikasjonen for å gjøre et scoping review kan være å:

- Identifisere tilgjengelige fakta på et gitt felt kunnskap (Lockwood et al., 2019; Z. Munn et al., 2018).
- Avklare konsept og definisjoner i litteraturen (Z. Munn et al., 2018).
- Finne ut hvordan forskning er gjort på et gitt emne eller felt (Lockwood et al., 2019; Z. Munn et al., 2018).
- Være et forarbeid til en systematisk review (Lockwood et al., 2019; Z. Munn et al., 2018).
- Avklare arbeidsdefinisjoner og/eller kontekstuelle grenser for et emne (Lockwood et al., 2019).
- Identifisere og analysere hull i kunnskap (Lockwood et al., 2019; Z. Munn et al., 2018).

Et scoping review ønsker å presentere en oversikt over alt materiale som er gjennomgått (Arksey & O'Malley, 2005). Lockwood et al. (2019) og Arksey og O'Malley (2005) hevder dataene ikke skal «syntetisere» bevis fra forskjellige studier eller samle funn fra forskjellige studier. Forskningsdesignet legger ikke opp til å vurdere kvaliteten på bevis og kan da følgelig ikke avgjøre om studiene viser robuste og generaliserbare funn. Khalil et al. (2016) hevder at grunnet fraværet av en metodisk kvalitetsvurdering kan det være vanskelig å komme med anbefalinger for praksis. Det kan derimot resultere i forslag, basert på konklusjonen. De hevder imidlertid at klare spesifikke anbefalinger for fremtidig forskning basert på identifiserte kunnskapshull skal presenteres, og avhengig av mål og fokus kan konklusjonene ha relevans for praksis.

Presentasjonen av dataene som samles i et scoping review kan presenteres med flere tabeller og utfyllende tekst. Visuelle fremstillinger er effektive og bør vurderes. Dette kan særlig ha sin plass der konseptet eller konteksten er vid eller har flere karakteriske trekk. Dataene kan presenteres med fargekoder for å visuelt separere dataene for populasjonen, konseptet eller kategorier som er identifisert i arbeidet. Data i et scoping review er generelt beskrivende og kan inkludere frekvenser, tendenser og indikasjoner på konsepter, eller aspekter ved populasjonskarakteristikker eller kontekst (Lockwood et al., 2019; A. E. Munn, 2020).

Når resultatene er sammenstilt, bør konklusjonene fra hver enkelt studie tas hensyn til. Konklusjonen bør være i samsvar med studiens forskningsspørsmål. Som ved all forskning bør mulige og kjente skjevheter (bias) identifiseres og subjektive avgjørelser gjøres rede for (Arksey & O'Malley, 2005). Z. Munn et al. (2018) hevder imidlertid at en slik kritisk vurdering ikke er obligatorisk, men at det er en mulighet for at forskere kan vurdere arbeidet i forhold til eventuelle skjevheter (bias).

Både Arksey og O'Malley (2005) og Z. Munn et al. (2018) beskriver et rammeverk for gjennomføringen av et scoping review. Rammeverket består av fem trinn: identifisere forskningsspørsmål, identifisere relevante studier, utvelgelse av studier, kartlegge data og samle, oppsummere og presentere resultatene. Disse trinnene underbygger rigiditet, reproduserbarhet og reliabilitet i metoden.

Til å identifisere forskningsspørsmålet nærmere, brukte vi verktøyet PICO. PICO er en forkortelse for elementer som ofte vil være med i et forskningsspørsmål. Disse elementene er population, intervention, comparison og outcome. PICO gir struktur og klargjør spørsmålet for litteratursøk, utvelgelse og kritisk vurdering av litteraturen (Helsebiblioteket, u.å.).

For å klargjøre forskningsspørsmålet tydeligere før litteratursøk, ble derfor følgende elementer satt inn i et PICO-skjema (se tabell5).

Tabell 5: PICO skjema

	Patient/problem: (Hvem/hva handler det om, hvilken setting?)	Intervention/ Exposure (Hvilke tiltak/ eksponering undersøkes?)	Comparison (evt. Alternative tiltak)	Outcome (Hvilke resultat / utfall er av interesse?)
Emneord	<ul style="list-style-type: none"> - Aksidentell hypotermi - Hypotermi 	<ul style="list-style-type: none"> - Aktiv ekstern oppvarming uten feedback 	<ul style="list-style-type: none"> - Aktiv ekstern oppvarming med feedback 	<ul style="list-style-type: none"> - Termiske hudskader

Forskningsspørsmålet vårt ble:

«Hva sier fagfellevurderte artikler om termiske hudskader ved aktiv ekstern oppvarming?»

3.1 Utvalg/inklusionskriterier

Når forskningsspørsmålet er formulert skal kunnskap identifiseres gjennom litteratursøk. Khalil et al. (2016) omtaler PCC (participants, concept og context) som et vesentlig grunnlag for å identifisere relevante studier i det nevnte fem-trinns rammeverket. I tabell 6 fremkommer det i hvilken populasjon, konsept og kontekst forskningsspørsmålet skal forstås, og dermed hvilke artikler og andre arbeider som kan bli inkludert.

Tabell 6: Inklusjon og eksklusjonskriterier

	Inklusjonskriterier	Eksklusjonskriterier
Participants	<ul style="list-style-type: none"> • Alle pasienter som blir utsatt for aktiv oppvarming. • Pasienter og forskningsobjekter prehospitalt og intrahospitalt inkludert operasjonspasienter. • Alle kjønn, alle aldre. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pasienter som bare har fått passiv oppvarming. • Dyreforsøk.
Concept	<ul style="list-style-type: none"> • Profylaktisk eller korrigerende behandling ved bruk av aktiv ekstern oppvarming ved hypotermi i kontekst med termiske dermale hudskader. 	<ul style="list-style-type: none"> • Ikke aktiv intern oppvarming.
Context	<ul style="list-style-type: none"> • Termiske dermale brannskader i kontekst med aktiv ekstern oppvarming av pasienter og forsøkspersoner. • Fagfellevurderte artikler, publisert på engelsk eller skandinaviske språk de siste 25 årene. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pasienter som har fått kuldeskader med påfølgende oppvarming. • Brannskade som er oppstått av stråling og/eller kjemisk påvirkning. • Pasienter med dermale infeksjoner.

3.2 Datainnsamling

Datainnsamlingen ble gjennomført fra juli til oktober 2022. Ut fra innledende diskusjoner, basert på kliniske erfaringer kom vi frem til følgende problemstilling: «Hvilke metoder for aktiv ekstern oppvarming gir brannskader på hud, og hvordan kan

valg og justering av metode forebygge dette?». Med dette utgangspunktet jobbet vi videre med teoridelen og dataanalysen. Underveis så vi at det var vanskelig å utelate hypotermi-begrepet i problemstillingen da begrepet er sentralt for hvilken kontekst vi ønsket å undersøke problemstillingen i. Den endelige problemstillingen ble derfor: «Hva sier litteraturen om termiske hudskader ved aktiv ekstern oppvarming som forebygging og behandling av hypotermi?».

Identifisering av relevante studier ble gjort ved å sette opp en søkematrise i henhold til hvordan Aveyard (2019) anbefaler å organisere et litteratursøk. Ved hjelp av verktøyene PICO og PCC ble det i samarbeid med bibliotekar gjort et litteratursøk i databasene CHINAL, Medline og Embase. Søkeordene, kombinasjoner av disse og antall treff kommer frem i tabell 7.

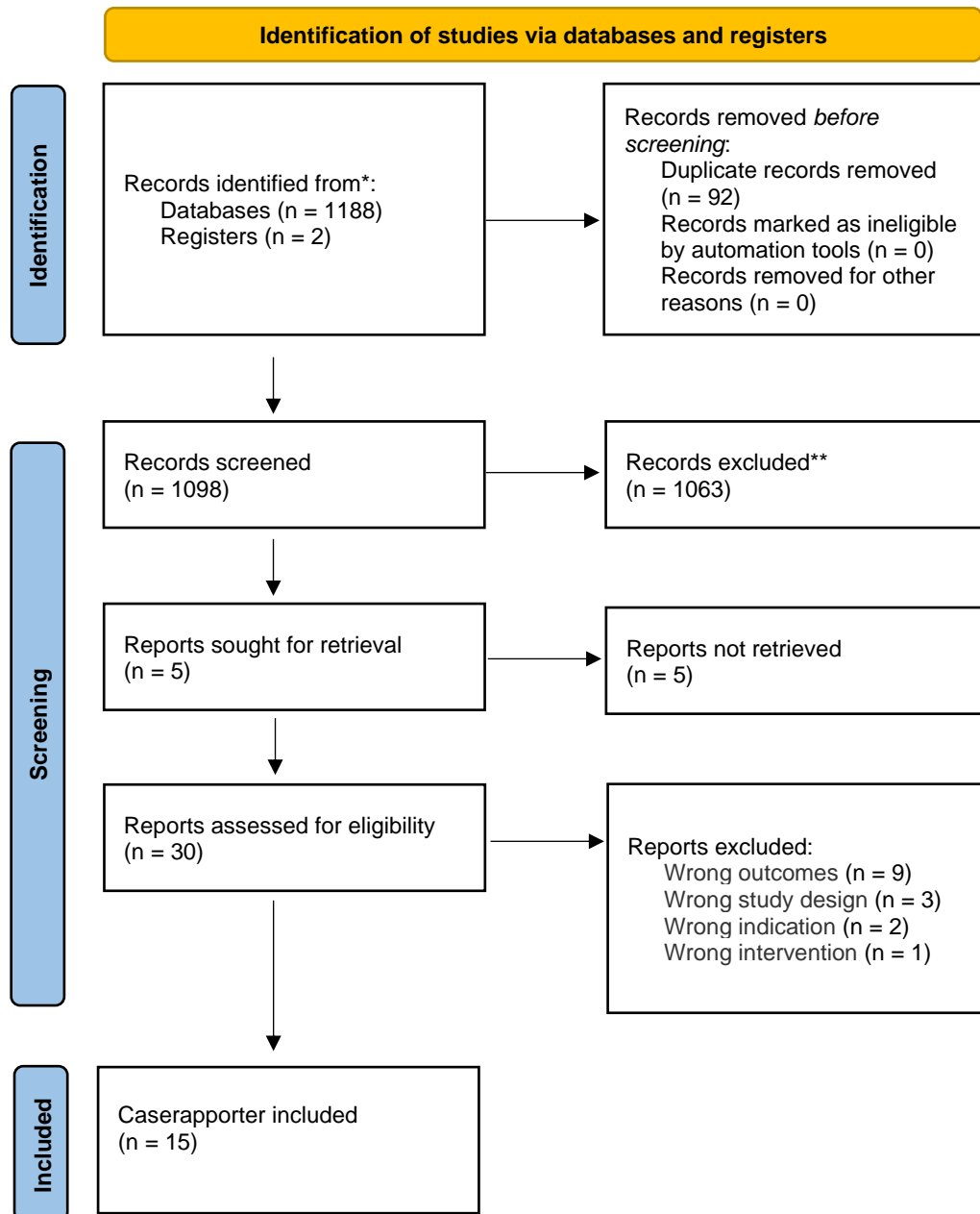
Tabell 7: Gjennomført strukturert databasesøk

	Søkeord	Chinal	Medline	Embase
	Dato for gjennomført søk	25.10.22	25.10.22	25.10.22
1	Active external heating	4	2	3
2	Active external reheating	0	2	0
3	Active rewarming	56	87	111
4	Active external rewarming	9	26	29
5	Rewarming	1542	5242	14712
6	forced air rewarm*	5	11	13
7	complication*	738,640	3366724	2692488
8	Overheating	176	7906	37481
9	injur*	359,393	1330710	1548810
10	burn*	65,647	134039	151963
11	iatrogenic*	9,954	43935	52877
12	1 OR 2 OR 3 OR 4 OR 5 OR 6	1,544	5243	14714
13	7 OR 8 OR 9 OR 10 OR 11 OR 12	1,070,677	4480711	4069097
14	12 AND 13	581	2070	4333
15	case*	808659	52663338	2018145
16	14 AND 15	84	550	556

De inkluderte artiklene ble funnet i databasene som beskrevet over. I tillegg kommer tre artikler som ble funnet ved gjennomlesing av litteraturlister.

For å organisere funnene i litteratursøket brukte vi programmet Covidence (*Covidence - Literature review management*, u.å.). Dette programmet hjelper til med å systematisere utvalget av relevante artikler fra litteratursøket, samt organiserer den videre gjennomgangen av litteraturen som inkluderes. Søkeresultatet, i alt 1190 artikler, ble importert til programmet i RIS format. Programmet identifiserte duplikater slik at disse kunne ekskluderes. Utvalget ble slik snevret inn til 1098 artikler. Videre ble alle titler og abstract gjennomlest og screenet for videre inklusjon. Programmet blindet begge forfatterne i gjennomgangen av artiklene før resultatet ble sammenholdt. Der det var diskrepans i vurderingen, diskuterte forfatterne og ble enige om hvilke artikler som skulle inkluderes eller ekskluderes.

Denne prosessen resulterte i at 35 artikler ble inkludert til helhetlig gjennomlesning («full text review»). Artiklene ble kategorisert på samme måte som i «title and abstract screening». Til slutt ble totalt 15 caserapporter inkludert (se figur 2).



Figur 2: PRISMA skjema. Inspirert av Page et al. (2021).

3.3 Dataanalyse

Dataanalysen av de 15 inkluderte artiklene ble metodisk gjennomgått ved bruk av «Extraction» i Covidence. Dette innebærer å gjøre en kvalitetsvurdering av artikkelen, samt å trekke ut data om den enkelte artikkel og dens innhold.

«Data Extraction Template» er en mal for registrering av formaliteter ved hver artikkel, samt en registrering av de intervensjoner og funn som ble beskrevet i artikkelen. Formaliteter som forfatter, tittel, DOI-nummer, utgivelsesår, opphavsland, type studie og interessekonflikter blir registrert her. Videre ble hensikten med studien, studiedesign, intervensjoner og hovedfunn registrert. Demografiske data, komorbiditet, indikasjon for aktiv ekstern oppvarming, oppvarmingsmetode, bevissthetsnivå, temperatur angitt på oppvarmingsapparat, skadeområde på kroppen og dybde og utbredelse av brannskaden ble også registrert. Denne prosessen ble gjort der begge forfatterne var blindet for hverandre. Senere ble registreringene sammenholdt, og forfatterne ble enige om det endelige resultatet. Khalil et al. (2016) hevder at å ekstrahere data gjennom et scoping review er å kartlegge resultatene og bør gjøres logisk med en deskriptiv summering. Kartleggingstabeller eller skjemaer kan brukes ved at kjerneinformasjon sett i forhold til problemstillingen tas med.

Ved å bruke kartleggingstabeller ble det lettere å finne aktuell informasjonen fra hver artikkel og sammenligne de inkluderte artiklene (se tabell 8). Det ble på denne måten mulig å sortere etter ulike kategorier som demografiske data, indikasjon for aktiv oppvarming, type oppvarming, bevissthet eller anestesimetode, brannskadegrad og eventuelt pasientskade av brannskaden. Bildene av de ulike skadene knyttes til tabellen, slik at de ulike skadene kan ses i kombinasjon med de ulike kategoriene. Case rapportene inneholder også betraktninger og anbefalinger fra de inkluderte artiklene. Disse ble systematisert, da det var flere som hadde sammenfallende betraktninger. Khalil et al. (2016) hevder at når resultatene er samlet, bør konklusjonene fra hver enkelt studie ekstraheres. Konklusjonene bør stemme over ens med problemstillingen. Konklusjonen kan gi klare, spesifikke anbefalinger for fremtidig forskning basert på at kunnskapshull identifiseres.

I arbeidet med å vurdere kvaliteten på artiklene ble det brukt et verktøy fra Joanna Briggs Institute (A. E. Munn, 2020). Dette er en sjekkliste utviklet for en systematisk vurdering av caserapporter. A. E. Munn (2020) hevder at alle systematiske review inneholder en prosess med kritisk gjennomgang av forskningsgrunnlaget. Dette for å vurdere den metodologiske kvaliteten på studien og i hvilken grad forfatterne har tatt i

betraktning mulighetene for bias i design, gjennomføring og analyse. Alle inkluderte artikler skal vurderes rigid av to kritikere. Resultatet av denne vurderingen kan brukes i syntese og tolking av resultatene i studien.

Sjekklisten fra Joanna Briggs Institute (A. E. Munn, 2020) ble importert til analyseprogrammet under "Quality assessment template." Denne malen for kvalitetsvurdering er mulig å tilpasse slik at den passer studien som skal gjennomføres (se vedlegg nr. 1). Den aktuelle sjekklisten er knyttet til vurdering av caserapporter og case-serier og egnet seg godt for det aktuelle studiedesignet.

3.4 Validitet og reliabilitet

Validitet kan oversettes med gyldighet, og referer til i hvilken grad instrumentet måler hva det er tenkt å måle. Det er viktig for evaluering av metodene som brukes til å måle variablene. Studiene skal være sanne og fri for skjevheter (bias) (Helsebiblioteket, u.å.). Reliabilitet kan forstås som pålitelighet eller nøyaktighet, stabilitet i målingene, eller konsistens (Svartdal, 2020). Et scoping review forsøker å danne en omfattende oversikt over tilgjengelige data, snarere enn en kvantitativ eller kvalitativ datasyntese. Det er vanligvis ikke nødvendig å foreta metodologiske risikovurderinger om kildene har bias. Et scoping review presenterer og beskriver, heller enn å sammenligne statistikk eller kvalitative data (Peters et al., 2021). Likevel vil en rigorøs og strukturell gjennomføring av selve scoping reviewet gjøre det reproduserbart og dermed styrke reliabiliteten. Validiteten styrkes gjennom et godt begrunnet forskningsspørsmål som er ytterligere klargjort gjennom et PICO-skjema (A. E. Munn, 2020).

Et problem for litteraturstudier generelt er publikasjonsbias, og det kan være spesielt vanskelig å måle blant caserapporter ettersom det er mindre sannsynlighet for at forskere rapporterer om tiltak som ikke virker eller går galt (Song et al., 2018).

3.5 Forskningsetiske vurderinger

Kvalitativ forskning skal vurderes annerledes enn naturvitenskaplig forskning, men det reduserer ikke kravet til kvalitet og kompetanse. Holdningene til forskeren, som kanskje ikke forbindes med forskning, kan få konsekvenser for hvordan forskningsdata blir presentert og hvordan informantene blir ivaretatt. Denne kompetansen kan være vanskelig for utenforstående, som ikke er kjent med faget, å vurdere (Ruyter, 2007). Arbeidet med caserapporter og case-serier innebærer et ansvar i å ikke tilegne casene en annen betydning. Selv ved erkjennelsen av at dette er en risiko, vil det trolig være en utfordring å påpeke alle aspekter som påvirker våre holdninger, som igjen kan påvirke arbeidet.

Dokumentanalysen gir noen utfordringer. Det finnes ingen nøytral eller objektiv tolkning av menneskelige handlinger og ytringer, samtidig er det enkelte fallgruver forskeren bør forsøke å unngå. Handlinger og ytringer, som inngår i konteksten, bør gjøres rede for. En analyse som er gjennomarbeidet og veldokumentert, er det som skiller den vitenskapelige tilnærmingen fra overfladiske påstander. Forskeren må være åpen om sine metoder og gjøre arbeidet tilgjengelig for kritikk (De Nasjonale forskningsetiske komiteene, 2019).

Når en presenterer caserapporter beskrives pasienten inngående. Det brukes ofte fotografier for å beskrive situasjonen. Pasientanonymiteten må ivaretas ved at ingen navn, bilder eller andre beskrivelser gjør at pasienten kan identifisere. Det er også viktig at pasienten gir sitt samtykke til publiseringen. Dersom pasienten dør, må samtykke innhentes fra pårørende (Garg et al., 2016). Dette kan vi ikke med sikkerhet vite er gjort i de inkluderte case rapportene.

4 Funn

Kapittelet tar for seg hvilke funn som er gjort i de inkluderte 15 case rapportene.

Beskrivelsene er ikke uttømmende. Faktorer som kan sette lys på, og som gir verdi i å gi svar på problemstillingen, er fremstilt. Totalt er det beskrivelser av 22 pasienter som har fått ulik grad av termiske hudskader etter aktiv oppvarming.

I tabell 8 er det utarbeidet en sammenfatning av caserapportene som er inkludert. De enkelte pasientkasuistikker er kodet med farge for å presisere alvorlighetsgraden av skadene. Grønn farge illustrer 1. grads forbrenning, gul farge illustrer 2. grads forbrenning og rød farge illustrer 3. grads forbrenning. Tabellen er organisert alfabetisk etter forfatter.

Tabell 8: Oversikt over inkluderte caserapporter.

Forfatter / Land	Alder / Kjønn	Komorbiditet / Kompliserende faktorer	Indikasjon for aktiv ekstern oppvarming	Type oppvarming	Bevissthet / anestesi	Pasientskade	Brannskade grad / %TBSA / Affisert område
Austin et al. (2021) / USA	3 år / Jente	Frisk	Strabisme operasjon	Konveksjonsvarmer (Bair Paws®) 44°C innstilt i 30 min	Generell anestesi	Ukjent	2. Under-ekstremitet
Chung et al. (2012) / Sør-Korea	37 år / Kvinne	Diabetes type II i 5 år	Artroskopi av kne	Konveksjonsvarmer (43°C) - feilbruk i 30 min	Epidural anestesi (Th10)	Kirurgi, 12 dagers sårbehandling	2. Abdomen
Dewar et al. (2004) / Australia	2 år / Gutt	Ukjent	Tannbehandling (10-15 minutt)	Elektrisk varme-madrass. Feil på utstyret	Ukjent	Sår-bandasje uten oppfølging	1. Høyre over-ekstremitet
	9 år / Gutt	Ukjent	Tannbehandling (90 minutt)	Elektrisk varme-madrass. Feil på utstyret	Ukjent	Kirurgisk behandlingskrevende	3. Høyre over-ekstremitet
	10 år / Jente	Ukjent	Tannbehandling (60 min)	Elektrisk varme-madrass. Feil på utstyret	Ukjent	Kirurgisk behandlingskrevende	3. Høyre over-ekstremitet
Gali et al (Gali et al., 2003) / USA	67 år / Kvinne	Sluttstadiet av leversykdom, hypo-albuminemi /	Levertransplantasjon (6:5t).	Vannvarme-madrass (temperatur ikke angitt)	Generell anestesi	Uten kjent pasientskade. Siste kontroll 20 dager PO.	2. Ryggen

		15 min hypotensjon peroperativt					
Giesbrecht og Walpoth (2019) / Sveits og Canada	9 år / Gutt	Ukjent	Drukning (21°C), HLR, varme - Hjerte lunge maskin	Varme-pakning på torso (temperatur ikke angitt)	Hjerte- stans	Hospitalisert i 68 d. Gjennomgikk flere kirurgiske inngrep	3. Abdomen
	Voksen / Mann	Ukjent	Pilot studie (2:35t)	Negativt-trykk oppvarming (42-46°C)	Våken	Uten pasientskade, borte etter en uke	1. Ve. arm
	Voksen / Mann	Ukjent	Pilot studie. Varmet opp med kullvarmer på brystet	Kullvarmer (HEATPAC) (temperatur og tid ikke angitt)	Våken	Oppfølging i to uker, uten pasientskade	2. Hals
Ishikawa et al. (2021) / Japan	74 år / Mann	Ukjent	Perforet appendicitt, Hypoterm (27,3°C), Påvirket sirkulasjon	Vannopp- varming, varme iv væsker, infrarød varmelampe (1t.)	Bevisstløs	Hospitalisert i 295 d. Oppfølging i tre år. Betydelig arrvev. Behov for hjemme- sykepleie en gang i uken	3. / 5% Abdomen
Kafrouni og Fadel (2016) / Libanon	11 år / Gutt	Ingen signifikant medisinsk historie	Omskjæring	Konveksjonsvar- mer (Bair Hugger®) 43°C innstilt i 15 min	Generell anestesi	Ingen behandling eller pasientskade	1. Torso / hals / over- ekstremitet
Pham og Ravanfar (2014) / Tyskland	64 år / Mann	Kardiomyo- pati og fedme (BMI 32,9)	Ukjent kirurgisk prosedyre	Konveksjons- varmer (tid og temperatur ikke angitt)	Generell anestesi	Uten pasientskade	2. Under- Ekstremitet er
Siddik- Sayyid et al. (2008) / Libanon	23 d / Gutt	Hirschprung sykdom i colon sigmoideum	Colostomi (6 t.)	Konveksjons- varmer (Bair Hugger®) 43°C innstilt i 6 t	Generell anestesi	Antibiotika- behandling noen dager uten pasientskade	2. Ve over- ekstremitet
	35 d / Gutt	Cyanotisk hjertesvikt med singel ventrikel og transposisjon av de store arteriene, pulmonal	Pulmonary artery banding	Konveksjons- varmer (Bair Hugger®) 43°C innstilt i 1:30t	Generell anestesi	Antibiotika- behandling noen dager uten pasientskade	2. Ve under- ekstremitet

		hypertensjon. Vasoaktive og inotrop medisinering					
	3 d / Jente	Cyanotisk hjertesvikt med tricoid atresi, hypoplastisk høyre ventrikkel. Vasoaktive og inotrop medisinering / Vasoaktive medi- kament per og postoperativ, transfundert peroperativt	Høyre modifisert Blalock- Taussig Shunt (115 min)	Konveksjons- varmer (Bair Hugger®) 43°C	Generell anestesi	Antibiotika- behandling noen dager uten pasientskade	2. Ve under- ekstremitet
Siddik- Sayyid et al. (2010) / Libanon	57 år / Mann	Ingen signifikant medisinsk historie	Elektiv colon- reseksjon (3t)	Konveksjons- varmer (Bair Hugger®) Innstilt på 43°C og intravenøs væskevarmer	Generell anestesi	Ingen. Nesten fullstendig tilbakegang etter 24 t	1. / 5% Ve. over ektremitet
Stewart og Harban (2012) / UK	5 mnd / Gutt	Ukjent	Biopsi av spinal tumor (1:50 t)	Konveksjons- varmer (Bair Hugger®) 43°C innstilt	Generell anestesi	Uten pasientskade, borte etter 6 t	1. Under- ekstremitet
	10 mnd / Gutt	Ukjent	Sårskift etter sternotomy.	Konveksjons- varmer (Bair Hugger®) 43°C innstilt	Generell anestesi	Uten pasientskade, borte etter 12 t	1. Under- ekstremitet
Truell et al. (2000) / USA	3 år / Gutt	Transposisjon av store arterier. Medisinert for medfødt hjertesvikt. / (192 min bypastid, cross clamp i 85 min)	Anatomisk korreksjon av transposisjon	Konveksjons- varmer – medium temperatur	Generell anestesi	Hospitalisert i 4 dager. Uten kjent pasientskade	3. Under- ekstremitet
Uzun et al (2010) / Tyrkia	64 år / Mann	Diabetes type II i 12 år	Koronar bypass	Konveksjons- varmer (Bair Hugger®)	Våken (post- operativt)	3 mnd med sår- behandling	3. Under- ekstremitet

		Koronar- sykdom		Improvisert bruk med 40- 43°C i 2 t			
Yu og Park (2010) / Korea	2 t / Jente	Frisk / Mulig økt trykk mot hud	Takypnø, kald etter fødsel	Varmeflaske på 40,2°C i 30 min	Våken - nyfødt	Behandling i 64 dager. Betydelig arrvev	3. / 15% Ryggen
Zuokumor (2004) / USA	79 år / Mann	Ukjent / Angivelig økt trykk mot hud	Hofteprotese (4t)	Konveksjons- varmer (Bair Hugger®) med ukjent temperatur / Improvisert med varm IV pose	Generell anestesi	Ukjent	3. / 2% Ve aksille

4.1 Demografi og kontekst

Sju (32%) av pasientene var spedbarn (<1 år) (Siddik-Sayyid et al., 2008; Stewart & Harban, 2012; Yu & Park, 2010), sju (32%) var barn (2-11 år) (Austin et al., 2021; Dewar et al., 2004; Giesbrecht & Walpoth, 2019; Kafrouni & Fadel, 2016; Truell et al., 2000), og åtte (36%) var voksne (37-79 år) (Chung et al., 2012; Gali et al., 2003; Giesbrecht & Walpoth, 2019; Ishikawa et al., 2021; Pham & Ravanfar, 2014; Siddik-Sayyid et al., 2010; Uzun et al., 2010; Zuokumor, 2004). Seks (27%) av 22 pasienter var hunkjønn (Austin et al., 2021; Chung et al., 2012; Dewar et al., 2004; Siddik-Sayyid et al., 2008; Yu & Park, 2010).

For ni av pasientene er det ikke angitt om de var friske eller hadde noen form for komorbiditet (Dewar et al., 2004; Giesbrecht & Walpoth, 2019; Ishikawa et al., 2021; Stewart & Harban, 2012; Zuokumor, 2004). Tre av spedbarna hadde medfødt hjertesvikt (Siddik-Sayyid et al., 2008; Truell et al., 2000). To pasienter hadde diabetes type II (Chung et al., 2012; Uzun et al., 2010). En pasient var oppgitt å ha koronarsykdom (Uzun et al., 2010), og en pasient hadde kardiomyopati (Pham & Ravanfar, 2014). En pasient var i sluttstadiet av leversykdom og fikk utført levertransplantasjon (Gali et al., 2003). Et av spedbarna hadde Hirschprung sykdom i colon sigmoideum (Siddik-Sayyid et al., 2008). Et av barna fikk hjerte-lunge-redning når

den aktuelle hudskaden ble påført (Giesbrecht & Walpoth, 2019). Tre pasienter var angitt å ikke ha signifikante sykdommer da den aktuelle hudskaden inntraff (Kafrouni & Fadel, 2016; Siddik-Sayyid et al., 2010; Yu & Park, 2010).

Årsaken til at pasientene fikk aktiv oppvarming er hovedsakelig kirurgi/anestesi hos 17 (77%) pasienter (Austin et al., 2021; Chung et al., 2012; Dewar et al., 2004; Gali et al., 2003; Kafrouni & Fadel, 2016; Pham & Ravanfar, 2014; Siddik-Sayyid et al., 2008, 2010; Truell et al., 2000; Zuokumor, 2004). Tre pasienter fikk aktiv ekstern oppvarming etter hypotermi (Giesbrecht & Walpoth, 2019; Ishikawa et al., 2021) og to var deltagere i pilotstudier (Giesbrecht & Walpoth, 2019) (se tabell 7). En pasient fikk påført brannskaden under prehospital behandling med bruk av varmepakning (ukjent type) (Giesbrecht & Walpoth, 2019).

Tretten (59%) av pasientene fikk brannskaden påført av konveksjonsvarmere (Austin et al., 2021; Chung et al., 2012; Kafrouni & Fadel, 2016; Pham & Ravanfar, 2014; Siddik-Sayyid et al., 2008, 2010; Stewart & Harban, 2012; Truell et al., 2000; Uzun et al., 2010; Zuokumor, 2004). En av disse pasientene fikk skaden påført i kombinasjon med en oppvarmet intravenøspose (37°C) som ble plassert i aksillen til pasienten (Zuokumor, 2004). To andre pasienter ble påført skade da det var feilbruk og/eller improvisasjon med bruken av konveksjonsvarmere (Chung et al., 2012; Uzun et al., 2010).

Tre pasienter ble påført skade etter at det ble brudd på en elektrisk kabel i en varmemadrass (apparatfeil) (Dewar et al., 2004). En pasient ble påført hudskade etter å ha ligget på en vannvarmemadrass (Gali et al., 2003). En pasient ble påført brannskade etter å ha deltatt i en pilotstudie der man brukte kullvarmer. En pasient ble påført skade i en annen pilotstudie der han ble behandlet med negativt trykk oppvarming (Giesbrecht & Walpoth, 2019). En nyfødt fikk brannskader etter å ha fått aktiv varmebehandling med varmeflaske rett etter fødselen (Yu & Park, 2010). En pasient fikk brannskade etter feilbruk/improvisasjon av infrarød varmelampe (Ishikawa et al., 2021), og en pasient fikk brannskade etter å ha blitt behandlet med varmepakning (Giesbrecht & Walpoth, 2019).

I tretten (59%) av tilfellene i materialet der det er oppstått hudskader etter aktiv ekstern oppvarming er det gitt generell anestesi (Austin et al., 2021; Gali et al., 2003; Kafrouni & Fadel, 2016; Pham & Ravanfar, 2014; Siddik-Sayyid et al., 2008, 2010; Stewart & Harban, 2012; Truell et al., 2000; Zuokumor, 2004). I ytterligere tre tilfeller antar vi det er gitt generell anestesi (Dewar et al., 2004). En av pasientene fikk skaden under regionalanestesi (Chung et al., 2012). Fire (18%) av pasientene var våkne når de fikk skadene (Giesbrecht & Walpoth, 2019; Uzun et al., 2010; Yu & Park, 2010). To av disse fikk skadene under pilotstudier (Giesbrecht & Walpoth, 2019), og en var et nyfødt barn (Yu & Park, 2010) og har følgelig liten mulighet til å kommunisere smerte. En pasient med diabetes type II var våken, men hadde hatt epiduralanestesi peroperativt og fikk skaden påført postoperativt (Chung et al., 2012). Det er ikke angitt om epiduralanestesien ble kontinuert postoperativt.

Et barn hadde hjertestans når skaden ble påført (Giesbrecht & Walpoth, 2019), og en pasient var bevisstløs som følge av hypotermi (Ishikawa et al., 2021). Oppsummert hadde 18 (82%) av pasientene ikke mulighet til å kommunisere et eventuelt ubehag fra den aktive oppvarmingen.

4.2 Brannskader

Det var varierende utbredelse av brannskadene etter aktiv ekstern oppvarming. Alle skadene er gradert i forhold til hvor dype de var, samtidig er det bare angitt skadeutbredelse for fire pasienter (18%). De skadene som har angitt utbredelse er 2-15% TBSA (Ishikawa et al., 2021; Siddik-Sayyid et al., 2010; Yu & Park, 2010; Zuokumor, 2004). Den mest alvorlige skaden var en 3. grads forbrenning på 15 % av kroppen (Yu & Park, 2010).

Seks (27%) av pasientene fikk 1. grads forbrenning (Dewar et al., 2004; Giesbrecht & Walpoth, 2019; Kafrouni & Fadel, 2016; Siddik-Sayyid et al., 2010; Stewart & Harban, 2012), åtte (36%) pasienter hadde 2. grads forbrenning (Austin et al., 2021; Chung et al., 2012; Gali et al., 2003; Giesbrecht & Walpoth, 2019; Pham & Ravanfar, 2014; Siddik-Sayyid et al., 2008) og åtte (36%) pasienter hadde 3. grads forbrenning (Dewar

et al., 2004; Giesbrecht & Walpoth, 2019; Ishikawa et al., 2021; Uzun et al., 2010; Yu & Park, 2010; Zuokumor, 2004). De fleste omtalte brannskadene er illustrert i figur 4. Ekstremitetene til pasientene var skadet hos 15 (68%) pasienter (Austin et al., 2021; Dewar et al., 2004; Giesbrecht & Walpoth, 2019; Kafrouni & Fadel, 2016; Pham & Ravanfar, 2014; Siddik-Sayyid et al., 2008, 2010; Stewart & Harban, 2012; Truell et al., 2000; Uzun et al., 2010). En av disse hadde også 1. grads forbrenning på torso og hals (Kafrouni & Fadel, 2016). Tre (13%) pasienter hadde skader på abdomen (Chung et al., 2012; Giesbrecht & Walpoth, 2019; Ishikawa et al., 2021). To (9%) pasienter hadde skade på rygg (Gali et al., 2003; Yu & Park, 2010). To (9%) pasienter hadde skade på hals (Giesbrecht & Walpoth, 2019; Kafrouni & Fadel, 2016).

Termiske dermale skader etter aktiv oppvarming



Figur 2: Termiske dermale skader etter aktiv ekstern oppvarming.

1. grads forbrenning

Pasientene med 1. grads forbrenning var alle hannkjønn. Det var to voksne og fire barn/spedbarn. Indikasjonen for aktiv oppvarming var kirurgi/anestesi for fem av seks pasienter. En voksen skiller seg ut ved at han var deltager i en pilotstudie og var våken. Fem av seks pasienter fikk aktiv oppvarming med konveksjonsvarmer (Dewar et al., 2004; Giesbrecht & Walpoth, 2019; Kafrouni & Fadel, 2016; Siddik-Sayyid et al., 2010; Stewart & Harban, 2012). En pasient fikk skader etter brudd på kabelen til en elektrisk varmemadrass (Dewar et al., 2004), og en fikk skader etter negativ-trykk-oppvarming (pilotstudie) (Giesbrecht & Walpoth, 2019). Varigheten av varmepåføringen varierte fra ti minutter til tre timer (Dewar et al., 2004; Giesbrecht & Walpoth, 2019; Kafrouni & Fadel, 2016; Siddik-Sayyid et al., 2010; Stewart & Harban, 2012). To pasienter fikk skader på underekstremiteter (Stewart & Harban, 2012), og fire fikk skader på overekstremitet/torso/hals (Dewar et al., 2004; Giesbrecht & Walpoth, 2019; Kafrouni & Fadel, 2016; Siddik-Sayyid et al., 2010). Alle skadene reparerte seg selv i løpet av noen få dager, og det var ikke oppgitt at noen av pasientene med 1. grads forbrenning fikk signifikant pasientskade av aktiv ekstern oppvarming (Dewar et al., 2004; Giesbrecht & Walpoth, 2019; Kafrouni & Fadel, 2016; Siddik-Sayyid et al., 2010; Stewart & Harban, 2012).

2. grads forbrenning

Pasientene med 2. grads forbrenning var fire hunkjønn og fire hannkjønn. Fire var voksne og fire var barn/spedbarn (Austin et al., 2021; Chung et al., 2012; Gali et al., 2003; Giesbrecht & Walpoth, 2019; Pham & Ravanfar, 2014; Siddik-Sayyid et al., 2008). Seks av åtte pasienter hadde alvorlig komorbiditet (Chung et al., 2012; Gali et al., 2003; Pham & Ravanfar, 2014; Siddik-Sayyid et al., 2008). To av spedbarna hadde komorbiditet som påvirket sirkulasjonen, og disse ble også behandlet med vasoaktive og vasokonstringerende medikamenter. Et barn ble transfundert peroperativt (Siddik-Sayyid et al., 2008). En pasient hadde alvorlig leversykdom (Gali et al., 2003), og en pasient hadde kardiomyopati og fedme (BMI 32) (Pham & Ravanfar, 2014). Indikasjonen for oppvarmingen var kirurgi for sju pasienter (Austin et al., 2021; Chung et al., 2012; Gali et al., 2003; Pham & Ravanfar, 2014; Siddik-Sayyid et al., 2008) og pilotstudie for en (Giesbrecht & Walpoth, 2019). En pasient var våken (deltager i

pilotstudie), en fikk regionalanestesi og de resterende fikk generell anestesi (Austin et al., 2021; Chung et al., 2012; Gali et al., 2003; Giesbrecht & Walpoth, 2019; Pham & Ravanfar, 2014; Siddik-Sayyid et al., 2008). Seks pasienter fikk behandling med konveksjonsvarme (Chung et al., 2012; Ishikawa et al., 2021; Pham & Ravanfar, 2014; Siddik-Sayyid et al., 2008). Det var improvisert eller feil bruk ved aktiv oppvarming hos en pasient der varm luft ble blåst direkte mot pasientens hud, uten bruk av varmeteppe (Chung et al., 2012). En pasient fikk behandling med vannvarmemadrass (temperatur ikke angitt) (Gali et al., 2003), og en fikk, som en del av en pilotstudie, behandling med kullvarmer (temperatur ikke angitt) (Giesbrecht & Walpoth, 2019). Skadene var på underekstremiteter for tre pasienter (Austin et al., 2021; Pham & Ravanfar, 2014; Siddik-Sayyid et al., 2008) og hals, rygg og abdomen for de resterende pasientene (Chung et al., 2012; Gali et al., 2003; Giesbrecht & Walpoth, 2019; Siddik-Sayyid et al., 2008).

Det er ikke angitt grad av behandling/pasientskade for en av pasientene (Austin et al., 2021). En pasient er angitt å ikke ha fått pasientskade (Giesbrecht & Walpoth, 2019), mens det for de resterende pasientene var ulik grad av sårbehandling (inkludert kirurgisk behandling) i opptil 20 dager etter at skaden inntraff. Ingen av disse pasientene er oppgitt å ha fått varige mén (Chung et al., 2012; Gali et al., 2003; Pham & Ravanfar, 2014; Siddik-Sayyid et al., 2008).

3. grads forbrenning

Pasientene med 3. grads forbrenning var fem hannkjønn og tre hunkjønn. Fire av pasientene var barn/spedbarn og fire var voksne (Dewar et al., 2004; Giesbrecht & Walpoth, 2019; Ishikawa et al., 2021; Truell et al., 2000; Uzun et al., 2010; Yu & Park, 2010; Zuokumor, 2004). For 5 av pasientene er det ukjent hvilken komorbiditet de hadde (Dewar et al., 2004; Giesbrecht & Walpoth, 2019; Ishikawa et al., 2021; Zuokumor, 2004). En pasient er angitt å være tidligere frisk (nyfødt) (Yu & Park, 2010), en pasient hadde hjertesvikt (Truell et al., 2000) og en pasient hadde koronarsykdom og diabetes type II (Uzun et al., 2010). To av pasientene har hatt mulig økt trykk mot huden der varmen ble applisert. En av disse var et nyfødt fullbåret barn som var takypneisk og kald (ukjent temperatur) og fikk behandling med varmeflaske (Uzun et

al., 2010; Yu & Park, 2010). Et av spedbarna ble operert for transposisjon og hadde en bypasstid på 192 minutter og aortaklemme på i 85 minutter (Truell et al., 2000). En gutt var utsatt for primær hypotermi med påfølgende hjertestans (Giesbrecht & Walpoth, 2019). En eldre pasient hadde perforert appendicitt og var hypoterm (27°C). Han var bevisstløs og hadde påvirket sirkulasjon (Ishikawa et al., 2021). Indikasjonen for å starte aktiv oppvarming var anestesi/kirurgi hos fem av pasientene (Dewar et al., 2004; Truell et al., 2000; Zuokumor, 2004). De tre andre pasientene fikk aktiv ekstern oppvarming som behandling for hypotermi (Giesbrecht & Walpoth, 2019; Ishikawa et al., 2021; Yu & Park, 2010). Tre av pasientene ble behandlet med konveksjonsvarmer (Dewar et al., 2004; Truell et al., 2000; Uzun et al., 2010). En av disse skadene kom der en konveksjonsvarmer ble kombinert med at det ble lagt en varm iv pose (37°C) i aksillen (Zuokumor, 2004). En annen skade kom etter at konveksjonsvarmeren ble brukt til å blåse luft direkte på pasientens hud (Uzun et al., 2010). For den siste pasienten som ble behandlet med konveksjonsvarmer er det ikke angitt hva slags temperaturinnstilling som ble brukt eller hvor lenge den ble brukt. Men pasienten hadde alvorlig komorbiditet og hadde avstengt sirkulasjon til deler av kroppen under kirurgien (Truell et al., 2000). To av pasientene som ble behandlet med elektrisk varmemadrass fikk skader grunnet brudd på en varmekabel i produktet (apparatfeil) (Dewar et al., 2004).

Ingen av pasientene i de aktuelle case rapportene omkom grunnet skader etter aktiv oppvarming, men flere ble påført alvorlige skader (Dewar et al., 2004; Giesbrecht & Walpoth, 2019; Ishikawa et al., 2021; Uzun et al., 2010; Yu & Park, 2010).

5 Diskusjon

Dette kapittelet inneholder en kritisk gjennomgang og diskusjon av resultatene fra de inkluderte artiklene, sett opp mot teoribakgrunnen, funnene som er gjort og metoden som er anvendt.

Oppsummert er aktiv oppvarming anbefalt for å behandle primær aksidentell og sekundær hypotermi (Lott et al., 2021; Paal et al., 2022; Thomassen et al., 2016). Det er også anbefalt som hypotermiprofylakse for pasienter under anestesi og kirurgi (Butterworth, 2018).

Det er beskrevet 15 caserapporter med 22 pasienter, der 55% av pasientene er barn eller spedbarn (Austin et al., 2021; Dewar et al., 2004; Giesbrecht & Walpoth, 2019; Kafrouni & Fadel, 2016; Siddik-Sayyid et al., 2008; Stewart & Harban, 2012; Truell et al., 2000; Yu & Park, 2010). Hos 73% av pasientene er det beskrevet brannskader med 2. og/eller 3. grads forbrenninger (Chung et al., 2012; Dewar et al., 2004; Gali et al., 2003; Giesbrecht & Walpoth, 2019; Ishikawa et al., 2021; Pham & Ravanfar, 2014; Siddik-Sayyid et al., 2008; Truell et al., 2000; Uzun et al., 2010; Zuokumor, 2004).

Pasientene med 3. grads forbrenning har blitt eksponert for utstyr med apparatfeil (Dewar et al., 2004) og improviserte prosedyrer eller feilbruk (Ishikawa et al., 2021; Uzun et al., 2010; Zuokumor, 2004). En treåring med alvorlig hjertesvikt fikk 2. og 3. grads forbrenning ved bruk av konveksjonsvarmer under hjertekirurgi (Truell et al., 2000). En nyfødt fikk 3. grads forbrenning ved bruk av varmemflaske (Yu & Park, 2010).

Seks av pasientene med 2. grads forbrenning fikk behandling med konveksjonsvarmere (Austin et al., 2021; Pham & Ravanfar, 2014; Siddik-Sayyid et al., 2008, 2010). To pasienter fikk skade av feilbruk, improvisasjon eller utprøving (Chung et al., 2012; Giesbrecht & Walpoth, 2019) og en ved bruk av varmemadrass (Gali et al., 2003). Skaden hos en pasient ble påført prehospitalt med varmepakning (Giesbrecht & Walpoth, 2019). Det er hovedsakelig konveksjonsvarmere som er benyttet alene eller som en del av den aktive oppvarmingen (Austin et al., 2021; Chung et al., 2012;

Kafrouni & Fadel, 2016; Pham & Ravanfar, 2014; Siddik-Sayyid et al., 2008, 2010; Stewart & Harban, 2012; Truell et al., 2000; Uzun et al., 2010; Zuokumor, 2004).

Zhang et al. (2009) har publisert et «letter to editor» med beskrivelse av 34 pasientcaser der pasientene iatrogen har blitt påført brannskader. De beskriver alvorlige fullhudskader med opptil 6,4% TBSA til mindre alvorlige tilfeller. 44 % av tilfellene var forårsaket av varmekasser. Studien er dessverre imidlertid svakt beskrevet og har nedsatt reliabilitet og validitet.

I de 36 hendelsene som er rapportert til Meldeordningen er det fire spedbarn og 32 voksne. Alle spedbarna fikk skader etter hæl-oppvarming, ofte med improviserte metoder som vannfylte hansker. De voksne fikk skader ved bruk av varme risposer, varmekasser, konveksjonsvarmere og andre metoder (Kunnskapssenteret, 2014). Det er ikke angitt demografiske data utover dette. Disse dataene har noen likhetstrekk med dataene som Zhang et al. (2009) omhandler. I begge gruppene ser det ut til at utstrakt bruk av varmekasser var årsak til brannskadene.

Å sammenligne inkluderte caserapporter som er publisert over en 22 års periode med et retrospektivt materiale fra en klinikk over 5 år, sammen med skader innmeldt i Meldeordningen, kan være metodisk utfordrende. Men det er interessant å se likheten mellom demografiske data over alder og kjønn. I arbeidet til Zhang et al. (2009) er det dessverre ikke angitt annet enn gjennomsnittsalder. Vi kjenner derfor ikke til andelen barn og spedbarn i dette materialet. Samtidig er fordeling av alvorlighetsgraden av skadene relativt lik funnene i denne studien. Disse dataene er viktige for å forstå kompleksiteten i utviklingen av skadene (se vedlegg nr. 2). Det er viktig å identifisere hvilke grupper som er affisert for å kunne gjøre noe med utfordringene (Garg et al., 2016; Loke et al., 2007). Prevalensundersøkelser bør gjennomføres for å se på sammenhengen mellom aktiv ekstern oppvarming og termiske dermale skader.

Det publiserte materialet som er inkludert i denne oppgaven er relativt sparsommelig, og spenner over en relativt lang periode (2000-2021). Det er ikke usannsynlig at metodene og apparatene som brukes i dag er av bedre kvalitet, da kravene til

medisinsk utstyr stadig er skjerpet. Til tross for dette finnes det også caserapporter om alvorlige skader av nyere dato.

5.1 Barn og spedbarn

Barn og spedbarn utgjør hele 64% av de 22 pasientene som er inkludert i det aktuelle materialet. Flere av barna var alvorlig syke med påvirket sirkulasjon (Giesbrecht & Walpoth, 2019; Siddik-Sayyid et al., 2008; Truell et al., 2000), men også helt friske barn ble påført skader (Austin et al., 2021; Kafrouni & Fadel, 2016; Stewart & Harban, 2012). Et viktig aspekt er spedbarns evne til å tolerere påført varme. Barn under ett år har signifikant større mulighet for brannskader (Nguyen et al., 2008). De har tynnere hud og vil raskere kunne få dype brannskader ved samme temperaturpåvirkning sammenlignet med voksne. For at barn som har ca. 70% tynnere hud i forhold til voksne, skal få fullhudskade, må de utsettes for 93°C over 2,8 sekunder eller 63°C over 21 sekunder. For at voksne skal få fullhudskade, må de utsettes for 93°C over 4,6 sekunder eller 63°C over 31 sekunder (Raleigh et al., 2005).

Det er svakere evidens for sammenhengen mellom «tid-temperatur forholdet» og dype, subdermale brannskader, fullhudskader og brannskader hos barn, og slike datasammenligninger som presenteres bør brukes med forsiktighet. Kvalitativ observasjon indikerer at huden til et nyfødt eller lite barn er annerledes; den beskrives ofte som mykere og mer skjør. Imidlertid er det lite kvantitative data for å støtte disse observasjonene (Martin & Falder, 2017). Hudsirkulasjonen hos nyfødte kan bli forstyrret av en ubalanse mellom den autonome vaskulære reguleringen og vasodilatasjon (Yu & Park, 2010). Martin og Falder (2017) hevder barnas hud er så vesentlig forskjellig fra voksnes hud at det er vanskelig å ekstrapolere kunnskap om voksen hud over på barns. Som beskrevet har flere av apparatene temperaturinnstillinger som ligger tett opp mot hva som er grensen for når hudskader vil oppstå hos voksne (44°C). For anestesisykepleieren er det viktig å ha kunnskap om forskjellene mellom hudens varmetoleranse for barn og voksne ved påført varme. Selv friske barn som får profylaktisk behandling med konveksjonsvarmere har blitt påført 1. og 2. grads forbrenning (Austin et al., 2021; Kafrouni & Fadel, 2016; Stewart & Harban,

2012). Man kan stille spørsmål om apparaturen er godt nok tilpasset barna, eller om barna blir eksponert for apparatur som er testet og designet for bruk på voksne? Martin og Falder (2017) hevder øvre temperaturgrenser bør justeres ned 3-4°C for barn sammenlignet med voksne for å gi de tilstrekkelig beskyttelse. Det er trolig grunn til å være svært forsiktig med å benytte apparater for aktiv ekstern oppvarming med samme varme for barn, som benyttes for voksne.

Det mest alvorlige tilfellet som er beskrevet blant de inkluderte barna var en nyfødt jente som fikk 3. grads forbrenning på 15% TBSA etter å ha hatt en varmekflaske liggende inntil ryggen i 30 minutter (Yu & Park, 2010). Etter fødselen var jenta takypneisk og kald (ukjent temperatur). Til tross for at overflatetemperaturen på varmekflasken ikke var høyere 41°C, ble det betydelig skade. Det fremkommer ikke hvor høyt trykk varmekflasken hadde mot huden. En vanlig varmekflaske en relativt høy vekt sett i forhold til barnets vekt (3,4 kg). Det er en mulighet for at barnet hadde noe redusert lokal sirkulasjon grunnet trykket mot huden. Økt trykk kan trolig øke risikoen for at slik skade oppstår (Giesbrecht & Walpoth, 2019; Zuokumor, 2004). Det er ikke angitt når og hvordan temperaturen på denne varmekflasken er målt. Dette er vesentlig informasjon som vil være umulig å reproducere og som er en betydelig svakhet ved case rapporten til Yu og Park (2010).

5.2 Hudperfusjon

Flere av forfatterne av det inkluderte materialet fremhever økt risiko for brannskader når pasientens hudperfusjon er nedsatt (Giesbrecht & Walpoth, 2019; Ishikawa et al., 2021; Siddik-Sayyid et al., 2008; Truell et al., 2000). Når det er oppnådd likebalanse eller temperaturen er høyere enn kjernetemperaturen, vil blodsirkulasjonen trekke varme fra det forbrente området (Petrofsky et al., 2010). Blodgjennomstrømmingen har betydning for hvor dyp brannskaden blir (Martin & Falder, 2017). Medikamentelt indusert vasokonstriksjon kan trolig bidra til redusert hudperfusjon som kan påvirke evnen huden har til å tolerere varmen (Truell et al., 2000; Zuokumor, 2004). Det er to voksne pasienter i det inkluderte materialet med hjerte-karsykdommer og to pasienter med diabetes (Chung et al., 2012; Uzun et al., 2010). Disse kan ha risiko for

polynevropati (Nøkleby & Berg, 2005) som kan bidra til redusert hudperfusjon. Samtidig er barn med medfødte hjertefeil kanskje særlig utsatt (Siddik-Sayyid et al., 2008; Truell et al., 2000). Sparsomt med subkutant fettvev kan disponere for hypotermi (Paal et al., 2022), som kanskje kan påvirke varmetoleransen? Som beskrevet tidligere, ser det ut til at barn er særlig utsatt for varmeskader, og trolig spesielt om det benyttes apparatur i varmeområder som er på eller over terskelen på hva som vurderes som trygt for voksne. Det kan se ut som at barn med medfødte hjertefeil har flere utfordringer, og dermed gjør dem spesielt sårbare for å få brannskader etter aktiv ekstern oppvarming under kirurgi. Flere av disse barna har blitt aktivt kjølt ned peroperativt og varmet opp igjen med aktiv ekstern oppvarming, som eksempelvis beskrevet av Truell et al. (2000).

Når hypotermi inntreffer, vil en av beskyttelsesmekanismene til kroppen være kraftig vasokonstriksjon for å redusere varmeledningen og minimere eksponeringen av kald hud til omgivelsene (Paal et al., 2022). Vasokonstriksjonen aktiveres oftest rundt 34,5°C (Sessler, 2016), men er vist i nyere forsøk å være betydelig alt ved 0,5°C fall i kjernetemperatur (Hodges et al., 2019). En studie fra Frankrike viste at 14% av traumepasientene var hypotermie ved ankomst sykehus. Den viktigste årsaken til hypotermi for disse pasientene var alvorlighetsgraden av skaden de ble påført (Lapostolle et al., 2012). Andre studier tyder på at opp til 2/3 av alvorlig skadde traumepasienter er hypotermie (Perlman et al., 2016). Det kan således være en betydelig andel av pasienter med sekundær hypotermi som kan ha påvirket hudperfusjon av skaden de er påført, men også som en respons på vasokonstriksjon grunnet hypotermi.

Hudperfusjonen kan også lokalt bli redusert ved at det utøves et ekstra høyt trykk på bestemte steder (Giesbrecht & Walpoth, 2019; Zuokumor, 2004). Dette ser ut til kanskje å ha hatt en betydning for skadene som Zuokumor (2004) og Yu og Park (2010) beskriver, og denne problemstillingen bør være gjenstand for videre forskning.

Kroppens naturlige respons på hypotermi er vasokonstriksjon og skjelving, mens både regional og generell anestesi vil føre til vasodilatasjon. Anestesimedikamentene

reduserer sirkulasjonssystemets kompensasjonsmekanismer (vasokonstriksjon), men også skjelvingen. Skjelving er vesentlig for kroppens termoregulering (Butterworth, 2018; Sessler, 2016). Velger anestesipersonell å bruke anestesimedikamenter må de være bevisst konsekvensen av dette, og iverksette tiltak for unngå hypotermi (Butterworth, 2018). Prehospital anesthesi hos traumepasienter er vist å gi signifikant lavere kjernetemperatur sammenlignet med ikke anesteserte traumepasienter (Søreide, 2014). Forebygging er viktig i streben mot hypotermi (Paal et al., 2022; Søreide, 2014) og er trolig viktigere jo mer sårbar og utsatt pasienten er for hypotermi.

Anestesisykepleieren må være bevisst hudperfusjonen til pasienten. Valg av aktiv oppvarmingsmetode og varigheten av behandlingen vil trolig kunne ha betydning for sannsynligheten for brannskade. Sammenhengen mellom risiko for brannskader og nedsatt hudperfusjon er sparsomt beskrevet, og det kan være hensiktsmessig å utforske dette temaet grundigere.

5.3 Apparatbruk og produktdesign

Enkelte apparater som benyttes til oppvarming har en feedback loop. Med feedback loop menes et tilbakemeldingssystem der temperaturen måles distalt i apparatet, for så å gi feedback til styringsenheten slik at temperaturen kan justeres til innstillingen som er valgt. Dewar et al. (2004) og Giesbrecht og Walpoth (2019) hevder en slik feedback loop vil være gunstig for å oppnå ønsket temperatur.

Gali et. al. (2003) beskriver imidlertid en skade som oppstod hos en kvinne (67 år) under levertransplantasjon. Pasienten ble plassert på en forvarmet ThermoWrap®, hvor temperert vann sirkulerte i lakenet. Det er ikke oppgitt innstilt eller målt temperatur. Temperatursensoren som ga feedback til apparatet, ble plassert i øsofagus. Pasienten hadde alvorlig leversvikt med hypoalbuminemi, og operasjonen varte i seks og en halv time. Pasienten var hypotensiv i 15 minutter under kirurgien. Det var ingen indikasjon på apparatfeil. Pasienten ble trolig påført 2. grads forbrenning på ryggen over midtre sacrum området og tilsvarende ved thorax.

ThermoWrap® har kropps-temperatursensorer og en mikroprosessor som kontrollerer varmeeenheten. Det er tre temperatursensorer som gir feedback til mikroprosessoren. Temperatursensorene kan plasseres på hud, rektalt og øsofagalt (Gali et al., 2003). Det er interessant at ikke alle deler av kroppen der ThermoWrap® ble brukt førte til brannskade. Gali et al. (2003) konkluderer med at det trolig var en brannskade da pasienten klaget over brennende smerter på ryggen. De hevder det er vanskelig å bedømme om skaden har sammenheng med trykk og redusert hudperfusjon, varme eller en kombinasjon av disse to, men de mener det ikke var apparatfeil. Designet av apparatet er i så tilfelle ikke gunstig. Det var også en representant fra firmaet til stedet under bruk. Det taler for at det er mindre sannsynlig at det var brukerfeil som var årsaken til skaden.

Det er vanskelig å trekke noen klare slutninger basert på denne case rapporten, men anestesisykepleieren bør ha forståelse for hvordan apparatet er designet og på hvilket grunnlag det gir feedback til brukeren og apparatets styringsenhet. Dersom feedback-systemet utelukkende forholder seg til målt temperatur fra øsofagus, rektalt eller en temperatursensor som er plassert på huden, hvor det er liten risiko for varmeskader, er ikke produktet designet med feedback loop en god barriere mot termiske hudskader. Til sammenligning har Geratherm® et elektrisk varmeteppe der mikroprosessorer er plassert nær huden i produktet (*Geratherm Medical AG*, u.å.) Dette gir trolig et bedre mål på hudtemperaturen, sammenlignet med å måle kjernetemperaturen. Likevel kan det se ut som, et fellestrekk ved de fleste oppvarmingsmetoder og tekniske innretninger for dette er, at det ikke finnes et tilbakemeldingssystem som viser hva temperaturen er i kontaktflaten mellom pasienten og apparatet.

Dewar et al. (2004) beskriver 3 barn som alle fikk brannskader etter at de kom i kontakt med et område av en varmemadrass hvor det var brudd på en elektrisk varmekabel. Tiden barna ble eksponert for denne varmen kan synes å ha betydning. De to eldste barna ble eksponert i ca. 60-90 minutter og fikk 3. gradsforbrenning, mens barnet på 2 år ble eksponert i 15 minutter og fikk 1. gradsforbrenning. Varmen som ble påført ble vist i senere apparattester å ha «hot spot» varme på over 100°C.

Abraham et al. (2015) hevder at barn har betydelig tynnere hud sammenlignet med voksne, og at det tar 2,8 sekunder før et barn ville fått fullhudskade om det eksponeres for 93°C. Det må derfor antas at den skadde delen av varmemadrassen ikke har hatt direkte hudkontakt med barnet med 1. grads forbrenning over lengre tid.

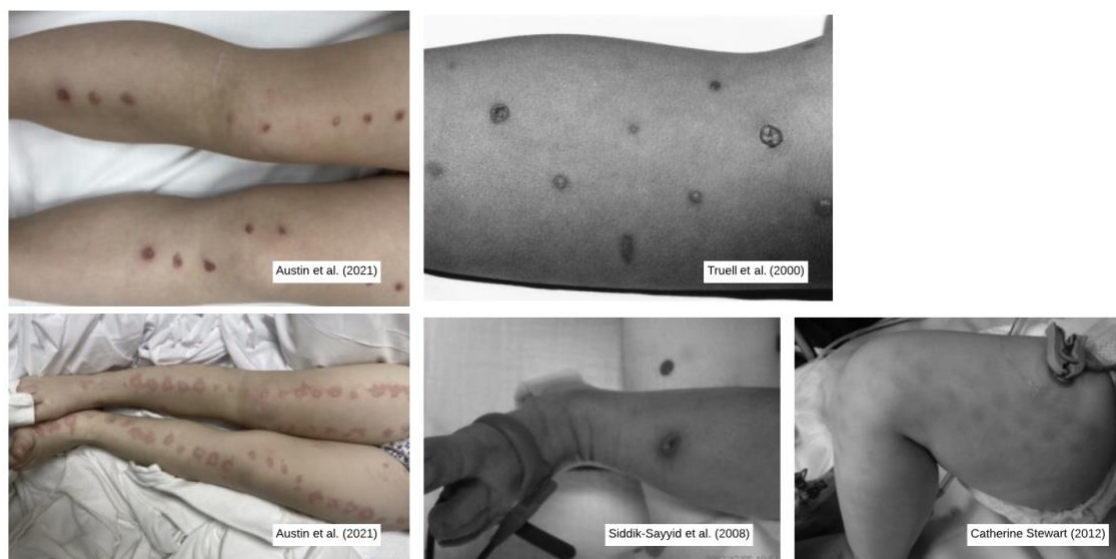
Det er betenkelig at et elektrisk medisinsk apparat fortsatt gir spenning i varmekablene, til tross for at det er skadet. Dette er typiske skader som er vanskelige for anestesisykepleieren å oppdage dersom det ikke varsles i en apparat-selvtest og pasienten har redusert mulighet til å kommunisere smerte. Dewar (2004) foreslår at det burde være mulig å lese av volt og motstand for å kunne forutse at det er brudd i den elektriske kretsen. Dette krever imidlertid at brukerne har kunnskap om volt og motstand og ser denne sammenhengen. Det vil trolig være mer hensiktsmessig om apparatets elektriske spenning brytes, om en slik apparatskade oppstår.

5.4 Improvisasjon og feil bruk

Improvisert og feil bruk av både medisinsk og ikke medisinsk apparatur på pasienter kan være risikabelt. Ikke tilgang til, og feil ved apparatur og utstyr, samt brukerfeil, er de vanligste årsakene til innmeldte uønskede hendelser knyttet til medisinsk teknisk utstyr (Saastad, 2013). Dette har også gitt seg utslag i innmeldte skader der det har blitt påført lokal varme på hud ved norske sykehus (Kunnskapssenteret, 2014). Under sammenfattes de hendelsene i det samlede materialet som naturlig kan kategoriseres som utfordringer med bruk av utstyret.

Siddik-Sayyid et al. (2008) beskriver tre spedbarn (<35d) som alle fikk 2. grads forbrenning etter å ha brukt konveksjonsvarmer (Bair Hugger®) med innstilt temperatur på $43 \pm 2,8^{\circ}\text{C}$. Studien beskriver peroperativt problemer med å vedlikeholde høy nok kjernetemperatur på de neonatale pasientene. Dette førte til at de brukte en «under body pediatric modell 555» og en «long pediatric 530» samtidig, på alle tre pasientene som er beskrevet i caserapporten. Skadene pasientene fikk var fordelt på forskjellige steder på ekstremitetene. Ut fra bildene ser disse skadene nokså

identiske ut med de andre skadene som er beskrevet etter bruk av konveksjonsvarmere (se figur 3).



Figur 3: Varmeskader ved bruk av konveksjonsvarmere

Dette styrker hypotesen om at varmeskadene påføres via de fabrikkerte perforerte åpningene i varmelakenene (Bair Hugger®), som også er beskrevet av Austin et al. (2021) og Truell et al. (2000).

Ettersom tre pasienter ble påført den samme type skaden, kan det være naturlig å spørre om det er en feil i temperaturreguleringen på apparatet på samme måte som Dewar et al. (2004) beskrev. Siddik-Sayyid et al. (2008) hevder at årsaken er oppsamling av varmluft som ikke får slippe ut gjennom varmelakenene og tildekkingen. De hevder denne effekten blir betydelig forsterket når to varmelaken kombineres samtidig. Dette, kombinert med kompromittert sirkulasjon hos de aktuelle pasientene, hevder Siddik-Sayyid et al. (2008) kan forklare brannskadene som oppsto.

Bair Hugger® oppgis å kunne levere varm luft opp til $43^{\circ}\text{C} \pm 2,8^{\circ}\text{C}$ (Siddik-Sayyid et al., 2008). Dette tilsier at produktet vil kunne levere opp til $45,8^{\circ}\text{C}$. Brannskader kan oppstå dersom temperaturen overstiger 44°C hos voksne (Martin & Falder, 2017;

Moritz & Henriques, 1947). Denne varmen vil kanskje ikke gjelde for hele varmelakenet, men vil trolig kunne overstige 44°C under de rette forutsetningene.

Anestesisykepleieren må være bevisst at tildekkingen gir dårligere observasjonsmulighet. Dette må tas hensyn til ved bruk av apparatur med så stor feilmargin i forhold til den innstilte temperaturen, og er særlig viktig når apparaturen benyttes på barn eller andre med økt risiko for varmeskader.

Zuokumor (2004) beskriver en pasient som fikk 3. grads forbrenning som omfattet 2% TBSA posteriort og inferiort i venstre aksille. Pasienten ble her behandlet med konveksjonsvarmer (ukjent temperatur innstilling) og en pose varm intravenøs væske (angivelig 37°C) inntullet i tøy og plassert i venstre aksille som støtte. Den 79 år gamle mannen ble operert for høyresidig hofteprotese og plassert i venstre sideleie. Operasjonen ble gjennomført i generell anestesi og med lumbar plexus blokade.

Zuokumor (2004) hevder den høye spesifikke varmekapasiteten til vann ($4.18 \text{ J} \cdot \text{g}^{-1} \cdot ^\circ\text{C}$) kan ha bidratt til at pasienten fikk brannskade. Det er imidlertid vanskelig å se at den høye spesifikke varmekapasiteten til vann kan ha like stor betydning dersom vannet ikke legger seg direkte mot pasientens hud. Vannet er i en inntullet intravenøspose, og det er dermed en betydelig barriere mellom huden og vannet. Det er også vanskelig å forstå at en temperatur som angivelig er den samme som normal kroppstemperatur faktisk skal påføre brannskade. Innstilt varme på konveksjonsvarmeren er ikke oppgitt. Siden pasienten var beskrevet som hypoterm og trengte påføring av aktiv varme, kan det antas at innstilt temperatur var over 37°C. Om dette stemmer vil i så fall intravenøsposen virke som en barriere mot varmen fra konveksjonsvarmeren frem til den eventuelt når samme temperatur.

Det er ikke tydelig beskrevet hvor lenge pasienten fikk aktiv ekstern oppvarming. Samtidig varte operasjonen i fire timer, og man kan anta varmen har blitt påført store deler av denne tiden. Det er usikkert om intravenøsposen etter hvert nådde likevekt i temperatur som varmen fra konveksjonsvarmeren. Som Zuokumor (2004) beskriver, ble den intravenøse posen satt under et relativt høyt trykk fra pasientens vekt. Det kan

derfor være nærliggende å tenke at dette er et trykksår eller en kombinasjon av trykksår og brannså.

Et trykksår kan defineres som «en avgrenset skade på huden og/eller det underliggende vev som er et resultat av trykk eller trykk i kombinasjon med skjærende krefter» (Holte et al., 2016, s. 2). Et trykksår kan oppstå innen 3-6 timer (Gefen, 2008). Det er uansett sannsynlig at huden i det affiserte område har hatt redusert sirkulasjon, noe som også vil kunne bidra til lettere å få brannskade. Bildet som er vedlagt caserapporten er av dårlig kvalitet, og det er derfor vanskelig å gjøre en god vurdering på bakgrunn av dette.

Sammenhengen mellom trykk mot huden, varmepåvirkning og utvikling av trykksår/brannskader er noe uklar. Gitt den høye varmekapasiteten til vann er det også uklart hvordan en fuktig hudoverflate vil påvirke risikoen for brannskader ved aktiv ekstern oppvarming. Dette bør undersøkes gjennom forskning.

Chung et al. (2012) beskriver en pasient på 37 år som fikk brannskade postoperativt etter å ha gjennomført en artroskopi i epiduralanestesi (nivå Th 10). Pasienten hadde hatt diabetes type II i 5 år. Postoperativt klaget pasienten på at hun var kald. Det ble da brukt konveksjonsvarmer (Bair Hugger®) uten varmelaken, der man blåste varm luft med temperaturinnstilling (43°C) direkte mot pasientens abdomen i 30 min. Pasientens abdomen fikk lesjoner med 2. grads forbrenning.

En liknende episode er beskrevet av Uzun et al. (2010) der en 64 år gammel mann med diabetes type II, som han hadde hatt de siste 12 årene, gjennomgikk koronar bypass operasjon. Postoperativt klaget han på at han var kald. Det ble brukt en konveksjonsvarmer med temperaturinnstilling på 40-43°C. Konveksjonsvarmeren var ikke tilkoblet varmelaken, og det ble blåst varm luft direkte mot huden på bena i nærmere 2 timer. Resultatet ble en 3. grads forbrenning på 12 x 5 cm på pasientens venstre ankel.

Anestesisykepleieren bør være bevisst utsatte områder som kan få nedsatt sirkulasjon, og særlig i kombinasjon med nedsatt sensibilitet eller evne til å kommunisere. Samtidig bør anestesisykepleieren være særlig bevisst en økt risiko for skader når det improviseres eller utstyret brukes på en annen måte enn det er designet for.

Ishikawa et al. (2021) beskriver en case rapport med en 74 år gammel mann som blir funnet hypoterm (27,3°C) hjemme. Han var bevisstløs med påvirket sirkulasjon. Intrahospitalt blir han varmet opp med vannbad av ekstremiteter, varme intravenøse væsker og infrarød varmelampe (Hanautherm®) på truncus i en time. Hanautherm® er kontraindisert for bruk på mennesker. Det er ikke beskrevet hvilken temperatur varmelampen hadde, og den var designet for å varme opp senger. Pasienten ble iatrogenet påført 3. grads forbrenning som ga 5% TBSA. Skaden fikk langvarige konsekvenser for pasienten. Han var hospitalisert i 295 døgn, fikk betydelig arrvev og hadde behov for hjemmesykepleie en gang i uken etter utskrivelse.

Brannskader er ikke bare somatisk utfordrende. Det påvirker også den mentale helsen og livskvaliteten til pasientene. Dette krever ofte betydelig med behandling og støtte selv etter at de fysiske sårene har grodd (Jeschke et al., 2020). Denne kasuistikken understreker alvoret helsearbeidere, inkludert anestesisykepleiere, har i å anvende metoder og bruke kunnskap for å unngå skade ved aktiv ekstern oppvarming. I og med at det var brukt varmelampe for å varme pasienten, kan en anta at det burde være enkelt å gjøre jevne og kontinuerlig visuelle observasjoner slik Giesbrecht og Walpoth (2019), Siddik-Sayyid et al. (2010) og Truell et al. (2000) argumenterer for. Pasienten som ble behandlet med den infrarøde varmelampen, ble behandlet i en time (Ishikawa et al., 2021). 2. og 3. grads forbrenning er også oppstått med behandling som har skjedd innen 30 min fra behandlingsstart (Austin et al., 2021; Yu & Park, 2010). Det er også beskrevet 1. grads forbrenninger som er oppstått innen 15 min (Kafrouni & Fadel, 2016). Hvor ofte huden som utsettes for aktiv ekstern oppvarming bør observeres, er trolig avhengig av mellom annet komorbiditet, aktuell medisinsk problemstilling, konteksten, varmekilden, plassering av varmekilden og tiden varmen skal påføres.

Giesbrecht og Walpoth (2019) beskriver to pasienter som begge var med på to ulike pilotstudier for aktiv ekstern oppvarming. Til tross for at de var våkne, ble de påført 1. og 2. grads forbrenning på henholdsvis hals og arm. Improviserte og ikke validerte metoder for aktiv ekstern oppvarming kan gi termiske hudskader og bør utføres med varsomhet og nøye overvåkning, selv på voksne, våkne pasienter.

5.5 Begrenset pasienttilgang og kommunikasjon

Giesbrecht et al. (2019) beskriver en 9 år gammel gutt med hypoterm hjerTESTANS som blir resuscitert i ambulanshelikopter i 110 minutter. Under denne transporten fikk han aktiv oppvarming med varmepakninger direkte på huden (anteriort på torso) i cirka 90 minutter. Han fikk 2. til 3. grads forbrenning på torso. Han trengte flere kirurgiske inngrep for behandling av brannskadene og var hospitalisert i 68 dager.

Det fremkommer ikke hva slags type varmepakning som er benyttet. Det er ikke uvanlig å benytte kjemiske varmepakninger som aktiveres ved tilgang til oksygen. Disse varmepakningene er praktiske i bruk prehospitalt (Hamilton & Paton, 1996), da de ikke trenger tilgang til ekstern energikilde. Temperaturen varmepakningene oppnår kan imidlertid bli høyere enn hva huden kan tåle uten å få skade, og særlig om de blir eksponert for høyere oksygenkonsentrasjoner (Brooks & Deakin, 2017; Dutta et al., 2019; Raleigh et al., 2005).

Anestesisykepleiere behandler ofte pasienter i kontekster der det kan være vanskelig å observere huden under produktet som gir aktiv varme. Slike situasjoner kan være under transport og behandling av pasienten utendørs i kaldt klima. Enhver åpning av tildekkingen i en slik kontekst vil føre til at oppvarmet luft skiftes ut med ny kald luft. Dette vil ha større negative konsekvenser for kjernetemperaturen enn om det gjøres inne i varme omgivelser, og vil gjøre oppvarmingen mindre effektiv (Giesbrecht & Walpoth, 2019). Anestesisykepleieren må ta bevisste valg om bruk av varmekilde, og hvor nær kroppen varmekilden skal plasseres. Tildekking av pasient under operasjon er en annen kontekst med redusert mulighet til å observere kontaktflaten mellom huden og apparaturen som gir varme (Siddik-Sayyid et al., 2008; Stewart & Harban, 2012).

Det er derfor viktig å spille på lag med resten av operasjonsteamet når oppvarmingen foregår over deler av kroppen anestesisykepleieren ikke har tilgang til, slik at flere har mulighet til å observere huden som er vanskelig tilgjengelig.

Stewart og Harban (2012) viser til at det kan være en økt risiko at varmen blir akkumulert og ikke slipper ut. Dette kan skje ved tett operasjonsdekking eller prehospitalt ved bruk av «Banak metoden», som er beskrevet av Thomassen et al. (2016), der den aktive varmen kanskje kan bli akkumulert. Er det mulig å oppnå brannskader selv om temperaturen ikke stiger over grenser som normalt assosieres med brannskader? Dette er imidlertid sparsomt beskrevet ellers i litteraturen. Det trengs mer forskning for å identifisere disse sammenhengene.

Risikoen for å overse brannskader vil trolig øke om anestesisykepleieren ikke har mulighet til å observere huden jevnlig (Giesbrecht & Walpoth, 2019; Siddik-Sayyid et al., 2008; Truell et al., 2000), apparatet ikke gir feedback (Giesbrecht & Walpoth, 2019) og/eller pasienten ikke kan gi uttrykk for eller føle smerte (Austin et al., 2021; Chung et al., 2012; Gali et al., 2003; Giesbrecht & Walpoth, 2019; Ishikawa et al., 2021; Kafrouni & Fadel, 2016; Pham & Ravanfar, 2014; Siddik-Sayyid et al., 2008, 2010; Stewart & Harban, 2012; Truell et al., 2000; Uzun et al., 2010; Zuokumor, 2004). Caserapporten til Gali et al. (2003) viser imidlertid at feedbacksystem fra apparaturen ikke er en garanti for å unngå brannskader. Det er vesentlig at apparaturen gir feedback fra områder der det er sannsynlig at skade kan oppstå.

Det er flere årsaker til at pasientene kan ha redusert evne eller mulighet til å kommunisere. Noen pasienter har komorbiditet som kan redusere evnen til å føle smerte. Det er to pasienter med diabetes som er beskrevet i det inkluderte materialet (Chung et al., 2012; Uzun et al., 2010). Cirka 44% av diabetespasientene i alderen 70-79 år har polyneuropati, hvor det mest klassiske symptomene er sensibilitetstap og smerter (Nøkleby & Berg, 2005). Det er også en rekke andre nevrologiske sykdommer og skader som kan påvirke pasientens evne til å kommunisere smerte. Generelt vil alle typer pasienter som har påvirket bevissthet ha varierende evne til å kommunisere

smerte. Dette innebærer naturlig nok også pasienter som får anestesi og sedasjon, slik Chung et al. (2012) hevder.

Smertepersepsjonen oppstår rett over 43°C hos mennesker. Dette er midlertid ikke validert for barn (Martin & Falder, 2017). Smerte er en viktig barriere for å unngå vevsskade. Fellestrekkene ved smertevoldende stimuli er at de ødelegger eller er nær ved å ødelegge kroppsvev (Brodal et al., 1996). Moderat og alvorlig hypotermi er i seg selv en risiko for redusert bevissthetsnivå. Skadde og intoksikerte pasienter kjøles fort, også i omgivelser som ikke blir definert som kalde (Paal et al., 2022). En andel av pasientene som trenger behandling for hypotermi vil ha redusert bevissthet med begrenset evne til å kommunisere smerte. Dette må anestesisykepleieren være bevisst i de preventive og aktive eksterne varmetiltak som iverksettes.

5.6 Forebyggende tiltak

Forfatterne av caserapportene hevder at dersom produsentens anbefalinger følges, vil trolig risikoen for å påføre pasienten brannskader ved aktiv ekstern oppvarming reduseres betraktelig (Chung et al., 2012; Giesbrecht & Walpoth, 2019; Kafrouni & Fadel, 2016; Siddik-Sayyid et al., 2008; Truell et al., 2000; Uzun et al., 2010). Konveksjonsvarmere bør bare brukes sammen med varmeteppe, etter produsentens anbefaling (Chung et al., 2012; Uzun et al., 2010).

Anestesisykepleieren er, som tidligere påpekt, sentral ved aktiv oppvarming for å forebygge og behandle hypotermi. Det er vesentlig å vurdere effekten av tiltakene anestesisykepleieren iverksetter opp imot eventuelle bivirkninger (Dewar et al., 2004; Gali et al., 2003). Som de innmeldte skadene i Meldeordningen (Kunnskapssenteret, 2014) og de inkluderte case rapportene er et eksempel på, har de fleste potente tiltak og behandlinger også en bakside. Derfor er det vesentlig at det finnes indikasjon før det iverksettes aktiv ekstern oppvarming. For flere av barna som ble utsatt for skader under profylaktisk aktiv oppvarming i det inkluderte materialet var indikasjonen i gråsonen, og kanskje feil, gitt den lave risikoen for hypotermi. Dewar et al. (2004) og Kafrouni og Fadel (2016) beskriver at kirurgien og varmetilførselen var ca. 15 minutter

ved inngrep som gir minimalt med varmetap utover hva anestesian i seg selv gir, om barnet er normalt tildekt. Iatrogen ble barna disponert for delhudskader. I begge disse tilfellene fikk barna 1. gradsforbrenning med ingen beskrevet varig pasientskade. Dette viser at anestesisykepleieren må være bevisst de intervensjonene som iverksettes, også når det kommer til oppvarming. Kunnskapssenteret anbefaler at det lages forsiktighetsregler i form av sjekklister for all bruk av lokal oppvarming av voksne (Kunnskapssenteret, 2014).

Austin et al. (2021) og Pham og Ravanfar (2014) hevder at det peroperativt eller før oppvarmingen starter, kan være nyttig å gjøre en vurdering av pasientens hud. Dette kan være et godt utgangspunkt for å vurdere eventuell skade underveis ved aktiv oppvarming. Termiske hudskader kan være vanskelig å skille fra andre hudlidelser, og det kan så tvil om det er en termisk skade som er påført pasienten. Hvor vidt anestesisykepleieren alltid skal gjøre en hudvurdering vil være avhengig av konteksten. Men der situasjonen tillater det, vil det trolig være et godt utgangspunkt for å vurdere eventuelle bivirkninger av behandlingen.

En faktor forfattere av det inkluderte materialet argumenterer for er at det vil være risikoreduserende at ikke apparaturen leverer for høy varme (Dewar et al., 2004; Giesbrecht & Walpoth, 2019). Kafrouni og Fadel (2016) og Stewart og Harban (2012) hevder temperaturen ikke bør overskride 38°C, mens Giesbrecht og Walpoth (2019) hevder den ikke bør overskride 44°C.

Hos pasienter som er eller er utsatt for å bli hypoterme, bør temperaturen monitoreres jevnlig. Valg av målemetode må gjøres ut fra kontekst, og det er flere forskjellige målemetoder som kan anvendes. Ideelt sett bør temperaturen måles nærmest hjernen og hjertet for å få et mest mulig realistisk mål på kjernetemperaturen (Paal et al., 2022). Om ikke kjernetemperaturen kan måles, bør det gjøres en klinisk evaluering med bruk av «Swiss-systemet» (Deslarzes et al., 2016). Monitorering av kjernetemperatur gir utgangspunkt for hvordan anestesisykepleieren skal styre den aktive eksterne oppvarmingen. Preventive passive og aktive oppvarmingstiltak for å vedlikeholde kjernetemperaturen slik Butterworth (2018),

Sessler (Paal et al., 2022) og Søreide (2014) fremhever, bør gjøres på indikasjon. Er pasienten sårbar for å få brannskader av den aktive eksterne oppvarmingen, bør trolig tiltakene starte tidlig og kanskje med temperaturer på varmekilden mot huden som ikke er helt opp mot hudens varmetoleranse. Huden bør trolig både observeres visuelt og ved palpasjon. Det kan også vurderes om en temperatursensor bør plasseres på den mest utsatte plassen for å måle hudtemperatur. Dette må uansett ikke erstatte klinisk observasjon. Jevnlig observasjon og monitorering vil da styre om valgene som anestesisykepleieren har gjort kan kontinuieres, eller om tiltakene må justeres.

Andre tiltak kan være å bruke lavere temperatur på varmekilden. Dette kan også oppnås med å lage en barriere mellom varmekilden og huden. En slik barriere kan være et tøyestykke (Austin et al., 2021; Giesbrecht & Walpoth, 2019; Pham & Ravanfar, 2014; Truell et al., 2000). Barrieren vil føre til at varmestrømmingen mellom huden og varmekilden øker. Dette fører til at varm luft, som er lettere enn kald luft, vil stige opp (Brodal et al., 1996). Nasjonalt kunnskapssenter anbefaler at utstyr til lokal varmebehandling aldri overstiger 40°C og ikke bør brukes direkte mot hud, men pakkes inn i egnet materiale som frottéhåndklær (Kunnskapssenteret, 2014). Dersom en slik strategi brukes, vil den eksterne aktive oppvarmingen påføre mindre varme mot huden, men samtidig bli mindre effektiv. Produsentens anbefalinger vedrørende en slik barriere må her følges nøye (Giesbrecht & Walpoth, 2019). Huden bør jevnlig observeres under pågående behandling for å observere om det påføres termisk hudskade (Giesbrecht & Walpoth, 2019; Siddik-Sayyid et al., 2010; Truell et al., 2000). Dersom det oppstår brannskader, må tiltak for å redusere skaden vurderes. Dette kan innebære nedkjøling (Martin & Falder, 2017). Dette kan komme i konflikt med aktiv oppvarming av pasienten og må vurderes i hvert enkelt tilfelle.

Basert på oppsummering av funnene i vårt scoping review, vil tabell 9 gradere antatt risiko for at det kan oppstå termisk dermal skade i ulike settinger. Tabellen kan på den måten være med på å vise når anestesisykepleieren bør være ekstra årvåken og ha spesiell oppmerksomhet og iverksette tiltak.

Tabell 9: Antatt estimert risiko for brannskader ved aktiv ekstern oppvarming.

	Hypo- termi	Alder	Komorbiditet / kompliserende faktorer	Bevissthets / Nedsatt evne til å føle smerte	Anestesi	Tid	Varme påført hud	Kontekst
Høy	Alvorlig ¹ <28°C Lokal frost- skade ²	Prematur ³ Nyfødt ⁴	Sentral sirkulasjons- svikt ⁵ Lokal sirkulasjons- svikt	Bevisstløs ⁶	Generell anestesi ⁷	Flere timer ⁸	Voksne: >44°C Sped-barn: >40°C ⁹	Ikke mulighet til å observere og monitorere huden jevnlig Umulig å kommunisere verbalt
Middels	Moderat 28-32°C	Spedbarn ¹⁰ Barn Skrøpelige (eldre)	Diabetes nevropati ¹¹ Perifer vaso- konstriksjon ¹² Trykk mot hud ¹³ Nedsatt reaksjonsevne ¹⁴	Redusert GCS Etyl/medi- kament påvirkning ¹⁵	Regional anestesi ¹⁶ Lokal- anestesi Sedasjon		Akkumulert varme ¹⁷	Redusert lys Redusert tilgjengelighet Redusert evne til å kommunisere verbalt
Lav	Mild 32-35°C	Voksen	Frisk	Våken	Våken	Kort- varig	Barriere mellom huden og den aktive varmen	Tilrettelagt for verbal kommunikasjon Kan observere og monitorere huden jevnlig

¹ (Giesbrecht & Walpoth, 2019; Ishikawa et al., 2021)

² (Forfrysninger - Termiske skader - Legevakthåndboken, u.å.)

³ (Giesbrecht & Walpoth, 2019; Ishikawa et al., 2021; Truell et al., 2000)

⁴ (Yu & Park, 2010)

⁵ (Pham & Ravanfar, 2014; Siddik-Sayyid et al., 2008; Truell et al., 2000; Uzun et al., 2010)

⁶ (Giesbrecht & Walpoth, 2019; Ishikawa et al., 2021)

⁷ (Austin et al., 2021; Dewar et al., 2004; Gali et al., 2003; Kafrouni & Fadel, 2016; Pham & Ravanfar, 2014; Siddik-Sayyid et al., 2008, 2010; Stewart & Harban, 2012; Truell et al., 2000; Zuokumor, 2004)

⁸ (Gali et al., 2003)

⁹ Ikke verifisert (Yu & Park, 2010)

¹⁰ (Siddik-Sayyid et al., 2008; Stewart & Harban, 2012)

¹¹ (Chung et al., 2012; Uzun et al., 2010)

¹² (Siddik-Sayyid et al., 2008)

¹³ (Yu & Park, 2010; Zuokumor, 2004)

¹⁴ (Kunnskapssenteret, 2014)

¹⁵ (Lott et al., 2021)

¹⁶ (Chung et al., 2012)

¹⁷ Ikke verifisert (Siddik-Sayyid et al., 2008; Stewart & Harban, 2012)

5.7 Metodediskusjon

Til å svare på problemstillingen i oppgaven burde kanskje en metode som ga sterkere evidens enn et scoping review vært benyttet. Samtidig er forfatterne i skrivende stund ikke kjent med at det finnes arbeid av høy akademisk kvalitet som er publisert for å belyse temaet. Valget av metode ble styrt av at det var gjort lite forskning på feltet. Mulighetene til å sammenfatte tidligere forskning til ny valid vitenskap var derfor begrenset. Målet for oppgaven ble dermed å skaffe en oversikt over det som er dokumentert og publisert for å identifisere tilgjengelige fakta og hvordan forskning er gjort på feltet, samt å identifisere og analysere hull i kunnskap slik Z. Munn et al. (2018) beskriver. Caserapporter ble foretrukket da de kan beskrive bivirkninger av behandlingen som er vanskelig å finne i arbeid med høyere evidensnivå (Garg et al., 2016; Nambiema et al., 2021). Både metoden som er valgt, og rammen for oppgaven gir begrensninger for hvor dypt og grundig emnet kan utforskes. Den innsikten arbeidet likevel har gitt, tilsier at det er mer kunnskap å hente i praksisfeltet og litteraturen. Det er behov for å sikre at brannskader som bivirkning av hypotermiprofylakse og behandling unngås.

Styrker og svakheter

Fortrinnet ved et scoping review er oversikten det gir over tilgjengelig litteratur på området. Alle publikasjoner og nedtegninger om emnet kan inkluderes, uavhengig av anvendt forskningsmetode, vitenskapelig nivå eller plattform for publisering. Slik gir metoden en breddeoversikt, med varierende dybde i inkluderte publikasjoner. Når nettopp det er hensikten, er scoping review en god metode.

I denne oppgaven har det blitt presentert en oversikt over tilgjengelig litteratur om emnet. Dette er systematisk gjennomført med et datert søk, definert av utarbeidede inklusjons- og eksklusjonskriterier. Søkestrategien er tydelig dokumentert, noe som er vitalt for den vitenskapelige validiteten i et scoping review. Den inkluderte litteraturen er blindet og bearbeidet med et analyseprogram. Likeledes er caserapportene vurdert kvalitetsmessig ved hjelp av sjekkliste. Sjekklisten ble oversatt til norsk av oss, og

deretter ble det gjort en back-translation av engelskspråklig veileder for å redusere bias, slik A. E. Munn (2018) hevder det bør gjøres.

Det er laget oversikt over oppvarmingsmetoder, pasientkategorier, anestesimetoder og skader. Og viktigst; sammenhengen mellom disse. Det er selvfølgelig en fare for å misforstå budskapet forfatterne av case rapportene forsøker å kommunisere. Samtidig er bruken av bilder fra skader i klinisk praksis med på å styrke validiteten og reliabiliteten til arbeidet. På denne måten er det gjort «mapping or charting» av dataene (A. E. Munn, 2020).

Det er den liberale inkluderingen av alle ytringer og publikasjoner om et emne som er scoping reviewets styrke, som i et annet perspektiv kan ansees som svakheten. Ved å favne så bredt, med lave krav til akademisk nivå, vil metoden ikke kunne bidra til å hevde vitenskapelig evidens for de funn man gjør eller fremme konkrete anbefalinger for praksis. Likevel vil man kunne, basert på konklusjonene, fremme forslag til praksisfeltet (Khalil et al., 2016).

Denne oppgaven ble gjort som et scoping review av grunner som nevnt over, men at det ikke ble inkludert annet enn caserapporter må kunne sies å være en svakhet idet fortrinnene med metoden ikke fullt ut kommer til anvendelse. Med bare caserapporter til å belyse emnet kunne et alternativ vært å gjennomføre en systematisk review av caserapporter. Mot slutten av arbeidet med denne oppgaven har vi oppdaget litteratur som omhandler systematisk review av caserapporter. Nambienma et al. (2021) beskriver en protokoll for å inkludere caserapporter i systematiske reviewer i disipliner hvor caserapporter er normen.

I en kommentar i British journal of Dermatology “Systematic reviews of case reports and case series: from anecdote to evidence” peker forfatterne på at selv om caserapporter og case-serier er på laveste nivå vitenskapelig, byr de på viktig informasjon. Derfor kan systematiske review av slike rapporter bidra med gode supplement til forskningsbasert medisin, når de er gjennomføres med omhu (Naik & Abuabara, 2018).

Retrospektivt ville mulig en systematisk review av bare caserapporter være et bedre valg av metode i tilnærmingen til emnet. Om valget av metode hadde landet på systematisk review, er det likevel lite sannsynlig at funnene hadde blitt annerledes. Samtidig kunne metoden kanskje hatt et bedre vitenskapelig grunnlag for å komme med konkrete anbefalinger til praksisfeltet, snarere enn forslag til justering av rutiner. Videre kan man betrakte denne oppgaven som et forarbeid til nettopp en systematisk review, slik det også er beskrevet hos for eksempel A. E. Munn et al. (2020): «As a precursor to a systematic review.»

6 Konklusjon

Kvaliteten på inkluderte caserapporter er vurdert, og innholdet er ekstrahert og systematisert. Ulike faktorer, som bidrar til termiske dermale skader ved aktiv ekstern oppvarming, og sammenhenger mellom disse er forsøkt identifisert.

Pasientens komorbiditet, aktuell medisinsk utfordring, kontekst og behandling kan påvirke hudens varmetoleranse. Dette, samt pasientens evne til å kommunisere, føle smerte, reagere på og fysisk avverge smerte, er trolig risikofaktorer for brannskader. Barn og spedbarn ser ut til å være spesielt utsatt.

Anestesisykepleierens mulighet til å observere og monitorere hud- og kjernetemperatur kan antakelig påvirke hvordan oppvarmingen styres og hvor tidlig eventuell brannskade kan oppdages. Produsentens brukerveiledning bør følges, apparatets styrker og svakheter bør være kjent og apparatbruken bør være tilpasset kontekst og pasient. Produktdesign som kan være viktige barrierer mot brannskader er tilbakemeldingssystem, som viser aktuell temperatur mellom pasient og varmekilde, og at apparatet ikke gir skadelig høy varme ved apparatfeil. Varmen og tiden den blir påført, sett i forhold til hudens varmetoleranse, er formodentlig det som avgjør om det oppstår termisk dermal skade.

Metoden scoping review kan ikke gi konkrete anbefalinger til endringer av gjeldene rutiner. Det anbefales at anestesisykepleiere og annet relevant helsepersonell retter større fokus mot bivirkninger av aktiv ekstern oppvarming. Aktiv ekstern oppvarming bør ikke brukes ukritisk, kun på tydelige indikasjon. Det er trolig manglende kunnskap hos helsepersonell om sammenhengen mellom aktiv ekstern oppvarming og termiske dermale skader.

Det bør vurderes en revisjon av retningsgivende dokumenter, inkludert sjekklister, slik at farene for komplikasjoner og skader blir adressert sammen med anbefalingene om forebygging og behandling av hypotermi. Utvikling av utstyr til aktiv ekstern oppvarming bør gjennomføres i samarbeid med anestesisykepleiere og annet

helsepersonell for å finne effektive og trygge løsninger. Pasientskader bør meldes i Meldeordningen for pasientskader.

Innsikten dette scoping reviewet har gitt, tyder på at det er ytterligere kunnskap å hente, både i litteratur og fra praksis. Å se på problemstillinger knyttet til aktiv oppvarming fra ulike synsvinkler vil komme pasientene til gode. Mer forskning på området anbefales for å bekrefte, avkrefte, justere og utfylle kunnskapen.

7 Litteraturliste

- 3M Bair Hugger 775 Operator's Manual | ManualsLib. (u.å.). Hentet 14. november 2022, fra <https://www.manualslib.com/manual/1396806/3m-Bair-Hugger-775.html?page=111#manual>
- Abba, R. C. (2021). Perioperative hypothermia. *Revista chilena anestesia*, 50(1), 56–78. <https://doi.org/10.25237/REVCHILANESTV50N01-05>
- Abraham, J. P., Plourde, B., Vallez, L., Stark, J., & Diller, K. R. (2015). Estimating the time and temperature relationship for causation of deep-partial thickness skin burns. *Burns*, 41(8), 1741–1747. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2015.06.002>
- ALNSF & NAF. (2016). *Norsk Standard for anestesi 2016*. <https://www.legeforeningen.no/foreningsledd/fagmed/norsk-anestesiologisk-forening/dokumenter/standard-for-anestesi-i-norge/>
- Anestesisykepleierne NSF. (2022). *Grunnlagsdokument for anestesisykepleiere*. Oslo: Anestesisykepleierne NSF. <https://www.nsf.no/fg/anestesisykepleierne/fag-utdanning-og-forskning>
- Arksey, H., & O'Malley, L. (2005). Scoping studies: Towards a methodological framework. *International Journal of Social Research Methodology*, 8(1), 19–32. <https://doi.org/10.1080/1364557032000119616>
- Austin, B., Walterscheid, B., & Tarbox, M. (2021). Acute vesicular eruption postoperatively after use of a forced-air warming device. *Proc (Bayl Univ Med Cent)*, 34(3), 414–415. <https://doi.org/10.1080/08998280.2021.1877476>
- Aveyard, H. (2019). *Doing a literature review in health and social care: A practical guide* (4th ed.). Open University Press/ McGraw- Hill Education.
- Beauchamp, T. L., & Childress, J. F. (2001). *Principles of Biomedical Ethics*. Oxford University Press, Incorporated.
- Brodal, P., Dahl, H. A., & Fossum, S. (1996). *Menneskets anatomi og fysiologi*. Cappelen.
- Brooks, B., & Deakin, C. D. (2017). Relationship between oxygen concentration and temperature in an exothermic warming device. *Emergency Medicine Journal*, 34(7), 472–474. <https://doi.org/10.1136/emmermed-2016-206085>
- Butterworth, J. F. (2018). *Morgan and Mikhail's clinical anesthesiology* (Sixth edition.). McGraw Hill Education.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC). (2005). Hypothermia-related deaths—United States, 2003-2004. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*, 54(7), 173–175.
- Chung, K., Lee, S., Oh, S. C., Choi, J., & Cho, H. S. (2012). Thermal burn injury associated with a forced-air warming device. *Korean J Anesthesiol*, 62(4), 391–392. <https://doi.org/10.4097/kjae.2012.62.4.391>
- Covidence—Literature review management. (u.å.). Hentet 12. november 2022, fra https://get.covidence.org/literature-review?campaignid=18165361404&adgroupid=138405766737&gclid=Cj0KCQiApb2bBhDYARIsAChHC9sMm9SmHC2wDIO5cy3bLRD62mi02BeuE5cgC8DyaJgTj_1DCYSf6E4aAo

- De Nasjonale forskningsetiske komiteene. (2019). *Generelle forskningsetiske retningslinjer*. <https://www.forskningsetikk.no/retningslinjer/generelle/>
- Deslarzes, T., Rousson, V., Yersin, B., Durrer, B., & Pasquier, M. (2016). An evaluation of the Swiss staging model for hypothermia using case reports from the literature. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med*, 24(1), 16–16. <https://doi.org/10.1186/s13049-016-0210-y>
- Dewar, D. J., Fraser, J. F., Choo, K. L., & Kimble, R. M. (2004). Thermal injuries in three children caused by an electrical warming mattress. *BJA: British Journal of Anaesthesia*, 93(4), 586–589. <https://doi.org/10.1093/bja/aeh236>
- Dutta, R., Kulkarni, K., Steinman, A. M., Gardiner, P. F., McDonald, G. K., & Giesbrecht, G. G. (2019). Human Responses to 5 Heated Hypothermia Wrap Systems in a Cold Environment. *Wilderness Environ Med*, 30(2), 163–176. <https://doi.org/10.1016/j.wem.2019.02.006>
- Forfrysninger—Termiske skader—Legevakthåndboken. (u.å.). Hentet 1. desember 2022, fra https://lvh.no/skader/termiske_skader/forfrysninger
- Gali, B., Findlay, J. Y., & Plevak, D. J. (2003). Skin Injury with the Use of a Water Warming Device. *Anesthesiology*, 98(6), 1509–1510. <https://doi.org/10.1097/00000542-200306000-00032>
- Garg, R., Lakhan, S., & Dhanasekaran, A. (2016). *How to review a case report | Journal of Medical Case Reports | Full Text*. <https://jmedicalcasereports.biomedcentral.com/articles/10.1186/s13256-016-0853-3#citeas>
- Gefen, A. (2008). How much time does it take to get a pressure ulcer? Integrated evidence from human, animal, and in vitro studies. *Ostomy/Wound Management*, 54(10), 26–28, 30–35.
- Geratherm Medical AG. (u.å.). Hentet 20. november 2022, fra <https://pdf.medicalexpo.com/pdf/geratherm-medical-ag/patient-warming-system-unique-temp/70918-75128.html>
- Giesbrecht, G. G., & Walpoth, B. H. (2019). Risk of Burns During Active External Rewarming for Accidental Hypothermia. *Wilderness Environ Med*, 30(4), 431–436. <https://doi.org/10.1016/j.wem.2019.06.005>
- Gupta, S., Chittoria, R. K., Chavan, V., Aggarwal, A., Reddy, L. C., Mohan, P. B., Koliyath, S., & Pathan, I. (2021). Role of Burn Blister Fluid in Wound Healing. *J Cutan Aesthet Surg*, 14(3), 370–373. https://doi.org/10.4103/jcas.Jcas_90_19
- Hamilton, R. S., & Paton, B. C. (1996). The diagnosis and treatment of hypothermia by mountain rescue teams: A survey. *Wilderness & environmental medicine*, 7(1), 28–37. [https://doi.org/10.1580/1080-6032\(1996\)007\[0028:TDATOH\]2.3.CO;2](https://doi.org/10.1580/1080-6032(1996)007[0028:TDATOH]2.3.CO;2)
- Helsebiblioteket. (u.å.). Helsebiblioteket. Hentet 3. desember 2022, fra <https://www.helsebiblioteket.no/>
- Helsedirektoratet. (2016). *Meldeordningen etter § 3-3 i spesialisthelsetjenesteloven er avvirket*. Helsedirektoratet. <https://www.helsedirektoratet.no/tema/meld-uonsket-hendelse/meldeordningen-etter-3-3-i-spesialisthelsetjenesteloven>

- Helsedirektoratet. (2022). *Pasientskader i Norge 2021—Målt med Global Trigger Tool*. Oslo: Helsedirektoratet (sist faglig oppdatert 29. august 2022, lest 05. desember 2022). <https://www.helsedirektoratet.no/rapporter/pasientskader-i-norge-2021-malt-med-global-trigger-tool>
- Helsepersonelloven. (2018). *Lov om helsepersonell m.v.* Helse- og omsorgsdepartementet. <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1999-07-02-64>
- Hodges, G. J., Ferguson, S. A. H., & Cheung, S. S. (2019). Glabrous and non-glabrous vascular responses to mild hypothermia. *Microvasc Res*, 121, 82–86. <https://doi.org/10.1016/j.mvr.2018.10.006>
- Holte, H. H., Underland, V., & Hafstad, E. (2016). Oppsummert forskning om forebygging av trykksår. En systematisk oversikt. *Systematic reviews on preventing pressure ulcers*.
- Hurrie, D. M. G., Hildebrand, E., Arnould, S. M., Plett, J., Bellan, D., Buchel, A., & Giesbrecht, G. (2020). Comparison of Electric Resistive Heating Pads and Forced-Air Warming for Pre-hospital Warming of Non-shivering Hypothermic Subjects. *Mil Med*, 185(1–2), e154–e161. <https://doi.org/10.1093/milmed/usz164>
- Ishikawa, K., Maeda, T., Hayashi, T., Shichinohe, R., Murao, N., Hojo, M., Ito, R., Osawa, M., Yamamoto, Y., & Funayama, E. (2021). Iatrogenic third-degree burn caused by off-label use of an infrared radiant heat lamp in a patient with accidental hypothermia. *Burns Open*, 5(1), 21–24. <https://dx.doi.org/10.1016/j.burnso.2020.09.001>
- Jeschke, M. G., van Baar, M. E., Choudhry, M. A., Chung, K. K., Gibran, N. S., & Logsetty, S. (2020). Burn injury. *Nature Reviews Disease Primers*, 6(1), 11. <https://doi.org/10.1038/s41572-020-0145-5>
- John, M., Ford, J., & Harper, M. (2014). Peri-operative warming devices: Performance and clinical application. *Anaesthesia*, 69(6), 623–638. <https://doi.org/10.1111/anae.12626>
- Kafrouni, H., & Fadel, Z. (2016). Thermal injury due to use of a forced air warming blanket during paediatric surgery. *Anaesth Crit Care Pain Med*, 35(2), 175–175. <https://doi.org/10.1016/j.accpm.2015.11.003>
- Kanitakis, J. (2002). Anatomy, histology and immunohistochemistry of normal human skin. *Eur J Dermatol*, 12(4), 390–399; quiz 400–401.
- Khalil, H., Peters, M., Godfrey, C. M., McInerney, P., Soares, C. B., & Parker, D. (2016). An Evidence-Based Approach to Scoping Reviews. *Worldviews on Evidence-Based Nursing*, 13(2), 118–123. <https://doi.org/10.1111/wvn.12144>
- Kosiński, S., Podsiadło, P., Darocha, T., Pasquier, M., Mendrala, K., Sanak, T., & Zafren, K. (2022). Prehospital Use of Ultrathin Reflective Foils. *Wilderness Environ Med*. <https://doi.org/10.1016/j.wem.2021.11.006>
- Kunnskapssenteret. (2014). *Varmetiltak kan gi brannskade—Notat fra Kunnskapssenteret*. https://www.helsedirektoratet.no/laeringsnotat/varmetiltak-kan-gi-brannskade/Varmetiltak%20kan%20gi%20brannskade.pdf/_/attachment/inline/17821d3e-0f76-4fde-9410-66534c687208:3ce4c5433de980dcf431857f7ff880e63bc6e723/Varmetiltak%20kan%20gi%20brannskade.pdf
- Lapostolle, F., Sebbah, J. L., Couvreur, J., Koch, F. X., Savary, D., Tazarourte, K., Egman, G.,

- Mzabi, L., Galinski, M., & Adnet, F. (2012). Risk factors for onset of hypothermia in trauma victims: The HypoTraum study. *Critical Care*, 16(4), R142.
<https://doi.org/10.1186/cc11449>
- Lockwood, C., dos Santos, K. B., & Pap, R. (2019). Practical Guidance for Knowledge Synthesis: Scoping Review Methods. *Asian nursing research*, 13(5), 287–294.
<https://doi.org/10.1016/j.anr.2019.11.002>
- Loke, Y. K., Price, D., Herxheimer, A., & Cochrane Adverse Effects Methods, G. (2007). Systematic reviews of adverse effects: Framework for a structured approach. *BMC Medical Research Methodology*, 7, 32–32. <https://doi.org/10.1186/1471-2288-7-32>
- Lott, C., Truhlář, A., Alfonzo, A., Barelli, A., González-Salvado, V., Hinkelbein, J., Nolan, J. P., Paal, P., Perkins, G. D., Thies, K.-C., Yeung, J., Zideman, D. A., Soar, J., Khalifa, G. E. A., Álvarez, E., Barelli, R., Bierens, J. J. L. M., Boettiger, B., Brattebø, G., ... Schmitz, J. (2021). European Resuscitation Council Guidelines 2021: Cardiac arrest in special circumstances. *Resuscitation*, 161, 152–219.
<https://doi.org/10.1016/j.resuscitation.2021.02.011>
- Ludriksone, L., Garcia Bartels, N., Kanti, V., Blume-Peytavi, U., & Kottner, J. (2014). Skin barrier function in infancy: A systematic review. *Arch Dermatol Res*, 306(7), 591–599.
<https://doi.org/10.1007/s00403-014-1458-6>
- Lundgren, J. P., Henriksson, O., Pretorius, T., Cahill, F., Bristow, G., Chochinov, A., Pretorius, A., Bjornstig, U., & Giesbrecht, G. G. (2009). Field Torso-Warming Modalities: A Comparative Study Using a Human Model. *Prehosp Emerg Care*, 13(3), 371–378.
<https://doi.org/10.1080/10903120902935348>
- Maizels, D., & Hovind, I. L. (2011). *Anestesisykepleie* (2. utg.). Akribe.
- Martin, N. A., & Falder, S. (2017). A review of the evidence for threshold of burn injury. *Burns*, 43(8), 1624–1639. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2017.04.003>
- Mendonça, F. T., Lucena, M. C. de, Quirino, R. S., Govêia, C. S., & Guimarães, G. M. N. (2019). Risk factors for postoperative hypothermia in the post-anesthetic care unit: A prospective prognostic pilot study. *Rev Bras Anesthesiol*, 69(2), 122–130.
<https://doi.org/10.1016/j.bjan.2018.10.001>
- Moritz, A. R., & Henriques, F. C. (1947). Studies of Thermal Injury: II. The Relative Importance of Time and Surface Temperature in the Causation of Cutaneous Burns. *Am J Pathol*, 23(5), 695–720.
- Munn, A. E. (2020). *JBIManual for Evidence Synthesis—JBIM Global Wiki*. <https://jbi-global-wiki.refined.site/space/MANUAL>
- Munn, Z., Peters, M. D. J., Stern, C., Tufanaru, C., McArthur, A., & Aromataris, E. (2018). Systematic review or scoping review? Guidance for authors when choosing between a systematic or scoping review approach. *BMC medical research methodology*, 18(1), 143–143. <https://doi.org/10.1186/s12874-018-0611-x>
- Mydske, S., & Thomassen, Ø. (2020). *Is prehospital use of active external warming dangerous for patients with accidental hypothermia: A systematic review*.
<https://doi.org/10.1186/s13049-020-00773-2>
- Maayan-Metzger, A., Yosipovitch, G., Hadad, E., & Sirota, L. (2004). Effect of Radiant Warmer

- on Transepidermal Water Loss (TEWL) and Skin Hydration in Preterm Infants. *Journal of Perinatology*, 24(6), 372–375. <https://doi.org/10.1038/sj.jp.7211107>
- Naik, H. b., & Abuabara, K. (2018). Systematic reviews of case reports and case series: From anecdote to evidence. *British Journal of Dermatology*, 178(2), 317–318. <https://doi.org/10.1111/bjd.16073>
- Nambiema, A., Sembajwe, G., Lam, J., Woodruff, T., Mandrioli, D., Chartres, N., Fadel, M., Le Guillou, A., Valter, R., Deguigne, M., Legeay, M., Bruneau, C., Le Roux, G., & Descatha, A. (2021). A Protocol for the Use of Case Reports/Studies and Case Series in Systematic Reviews for Clinical Toxicology. *Frontiers in Medicine*, 8. <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmed.2021.708380>
- Ng, E. Y., & Chua, L. T. (2002). Prediction of skin burn injury. Part 1: Numerical modelling. *Proc Inst Mech Eng H*, 216(3), 157–170. <https://doi.org/10.1243/0954411021536379>
- Nguyen, D. Q. A., Tobin, S., Dickson, W. A., & Potokar, T. S. (2008). Infants under 1 year of age have a significant risk of burn injury. *Burns*, 34(6), 863–867. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2007.11.011>
- Norsk Sykepleierforbund. (2019). *Yrkesetiske retningslinjer for sykepleiere*.
- Nøkleby, K., & Berg, T. J. (2005). Diabetic neuropathy—A clinical review. *Tidsskr Nor Laegeforen*, 125(12), 1646–1649.
- Nørgaard, A., Johnsen, R., & Marhaug, G. (2016). Bruk av WHO's sjekkliste for trygg kirurgi. *Tidsskrift for Den norske legeforening*. <https://doi.org/10.4045/tidsskr.14.1079>
- Panagioti, M., Khan, K., Keers, R. N., Abuzour, A., Phipps, D., Kontopantelis, E., Bower, P., Campbell, S., Haneef, R., Avery, A. J., & Ashcroft, D. M. (2019). Prevalence, severity, and nature of preventable patient harm across medical care settings: Systematic review and meta-analysis. *BMJ*, 366, l4185–l4185. <https://doi.org/10.1136/bmj.l4185>
- Pasientsikkerhetsprogrammet. (2021, april 15). *Omfanget av pasientskader ved somatiske sykehus*. Itryggehender. <https://www.itryggehender24-7.no/malinger/global-trigger-tool-gtt/omfanget-av-pasientskader-ved-somatiske-sykehus>
- Perlman, R., Callum, J., Laflamme, C., Tien, H., Nascimento, B., Beckett, A., & Alam, A. (2016). A recommended early goal-directed management guideline for the prevention of hypothermia-related transfusion, morbidity, and mortality in severely injured trauma patients. *Crit Care*, 20(1), 107–107. <https://doi.org/10.1186/s13054-016-1271-z>
- Peters, M. D. J., Marnie, C., Colquhoun, H., Garritty, C. M., Hempel, S., Horsley, T., Langlois, E. V., Lillie, E., O'Brien, K. K., Tunçalp, Özge, Wilson, M. G., Zarin, W., & Tricco, A. C. (2021). Scoping reviews: Reinforcing and advancing the methodology and application. *Systematic reviews*, 10(1), 1–263. <https://doi.org/10.1186/s13643-021-01821-3>
- Petrofsky, J., Paluso, D., Anderson, D., Swan, K., Yim, J. E., Murugesan, V., Chindam, T., Goraksh, N., Alshammari, F., Lee, H., Trivedi, M., Hudlikar, A. N., & Katrak, V. (2010). The contribution of skin blood flow in warming the skin after the application of local heat. *Med Eng Phys*, 33(3), 325–329. <https://doi.org/10.1016/j.medengphy.2010.10.018>
- Pham, A. K., & Ravanfar, P. (2014). Distinctive cutaneous findings due to a rare complication from a warming device. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 71(3), e76–

- e77. <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2014.02.009>
- Paal, P., Gordon, L., Strapazzon, G., Brodmann Maeder, M., Putzer, G., Walpoth, B., Wanscher, M., Brown, D., Holzer, M., Broessner, G., & Brugger, H. (2016). Accidental hypothermia-an update. *Scandinavian journal of trauma, resuscitation and emergency medicine*, 24(1). <https://doi.org/10.1186/s13049-016-0303-7>
- Paal, P., Pasquier, M., Darocha, T., Lechner, R., Kosinski, S., Wallner, B., Zafren, K., & Brugger, H. (2022). Accidental Hypothermia: 2021 Update. *Int J Environ Res Public Health*, 19(1). <https://doi.org/10.3390/ijerph19010501>
- Raleigh, G., Rivard, R., & Fabus, S. (2005). Air-activated chemical warming devices: Effects of oxygen and pressure. *Undersea Hyperb Med*, 32(6), 445–449.
- Rauch, S., Dal Cappello, T., Strapazzon, G., Palma, M., Bonsante, F., Gruber, E., Ströhle, M., Mair, P., & Brugger, H. (2018). Pre-hospital times and clinical characteristics of severe trauma patients: A comparison between mountain and urban/suburban areas. *Am J Emerg Med*, 36(10), 1749–1753. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2018.01.068>
- Ruyter, K. W. (2007). *Medisinsk og helsefaglig etikk* (2. utg.). Gyldendal akademisk. [https://www.nb.no/search?q=oaiid:"oai:nb.bibsys.no:990702070974702202"&mediatype=bøker](https://www.nb.no/search?q=oaiid:)
- Sargeant, J. M., & O'Connor, A. M. (2020). Scoping Reviews, Systematic Reviews, and Meta-Analysis: Applications in Veterinary Medicine. *Front Vet Sci*, 7, 11–11. <https://doi.org/10.3389/fvets.2020.00011>
- Sessler, D. I. (2016). Perioperative thermoregulation and heat balance. *Lancet*, 387(10038), 2655–2664. [https://doi.org/10.1016/s0140-6736\(15\)00981-2](https://doi.org/10.1016/s0140-6736(15)00981-2)
- Siddik-Sayyid, S. M., Abdallah, F. W., & Dahrouj, G. B. (2008). Thermal burns in three neonates associated with intraoperative use of Bair Hugger warming devices. *Paediatric Anaesthesia*, 18(4), 337–339. <https://dx.doi.org/10.1111/j.1460-9592.2008.02474.x>
- Siddik-Sayyid, S. M., Saasouh, W. A., Mallat, C. E., & Aouad, M. T. (2010). Thermal burn following combined use of forced air and fluid warming devices. *Anaesthesia*, 65(6), 654–655. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2044.2010.06362.x>
- Sollesnes, R. (2006). *Utfordringer med å implementere kunnskapsbasert praksis i helsefremmende arbeid*. Høgskolen i Bergen.
- Song, H., Lahood, N., & Mostaghimi, A. (2018). Intravenous immunoglobulin as adjunct therapy for refractory pyoderma gangrenosum: Systematic review of cases and case series. *British Journal of Dermatology*, 178(2), 363–368. <https://doi.org/10.1111/bjd.15850>
- Stares, J., & Kosatsky, T. (2015). Hypothermia as a cause of death in British Columbia, 1998–2012: A descriptive assessment. *CMAJ Open*, 3(4), E352–8. <https://doi.org/10.9778/cmajo.20150013>
- Stewart, C., & Harban, F. (2012). Thermal injuries from the use of a forced-air warming device. *Paediatr Anaesth*, 22(4), 414–415. <https://doi.org/10.1111/j.1460-9592.2012.03804.x>
- Strømme, H. (2019). Litteratursøking i kunnskapsbasert praksis og forskning. *Sykepleien*. <https://doi.org/10.4220/Sykepleienf.2019.61015>
- Sun, Z., Honar, H., Sessler, D. I., Dalton, J. E., Yang, D., Panjasawatwong, K., Deroee, A. F.,

- Salmasi, V., Saager, L., & Kurz, A. (2015). Intraoperative Core Temperature Patterns, Transfusion Requirement, and Hospital Duration in Patients Warmed with Forced Air. *Anesthesiology*, 122(2), 276–285. <https://doi.org/10.1097/aln.0000000000000551>
- Svartdal, F. (2020). Reliabilitet. I *Store Norske Leksikon*.
- Søreide, K. (2014). Clinical and translational aspects of hypothermia in major trauma patients: From pathophysiology to prevention, prognosis and potential preservation. *Injury*, 45(4), 647–654. <https://doi.org/10.1016/j.injury.2012.12.027>
- Saastad, E. (2013). *Uønskede hendelser knyttet til medisinsk-teknisk utstyr: Bd. Juni 2013*. Nasjonalt kunnskapssenter for helsetjenesten.
- Thomassen, Ø., Torkjel Tveita, Anders Mårvik Winnerkvist, Halvard Stave, T. G., Sven Christjar Skaiaa, Kenneth Steemers, Ingrid Kårstad, & Dag Uno Furuknapp. (2016). *Faglig retningslinje for håndtering av aksidentell hypotermi*. NKT - Traume.
- Truell, K. D., Bakerman, P. R., Teodori, M. F., & Maze, A. (2000). Third-degree burns due to intraoperative use of a Bair Hugger warming device. *The Annals of Thoracic Surgery*, 69(6), 1933–1934. [https://doi.org/10.1016/S0003-4975\(00\)01322-9](https://doi.org/10.1016/S0003-4975(00)01322-9)
- Uzun, G., Mutluoglu, M., Evinc, R., Ozdemir, Y., & Sen, H. (2010). Severe burn injury associated with misuse of forced-air warming device. *J Anesth*, 24(6), 980–981. <https://doi.org/10.1007/s00540-010-1031-1>
- Weuster, M., Brück, A., Lippross, S., Menzdorf, L., Fitschen-Oestern, S., Behrendt, P., Iden, T., Höcker, J., Lefering, R., Seekamp, A., & Klüter, T. (2016). Epidemiology of accidental hypothermia in polytrauma patients: An analysis of 15,230 patients of the TraumaRegister DGU. *J Trauma Acute Care Surg*, 81(5), 905–912. <https://doi.org/10.1097/ta.0000000000001220>
- Yoo, J. H., Ok, S. Y., Kim, S. H., Chung, J. W., Park, S. Y., Kim, M. G., Cho, H. B., Song, S. H., Cho, C. Y., & Oh, H. C. (2021). Efficacy of active forced air warming during induction of anesthesia to prevent inadvertent perioperative hypothermia in intraoperative warming patients: Comparison with passive warming, a randomized controlled trial. *Medicine*, 100(12), e25235. <https://doi.org/10.1097/md.00000000000025235>
- Yu, J. E., & Park, D. H. (2010). Full-thickness contact burn from a warming bottle in a Newborn. *Pediatric Dermatology*, 27(4), 404–406. <https://dx.doi.org/10.1111/j.1525-1470.2010.01181.x>
- Zhang, Y., Zeng, Y., Xin, G., & Zou, L. (2009). Iatrogenic burn: A retrospective study of 5 years. *J Burn Care Res*, 30(6), 1051–1051. <https://doi.org/10.1097/BCR.0b013e3181bfb8f7>
- Zuokumor, P. (2004). An unusual postoperative burn [4]. *Anaesthesia*, 59(5), 510. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2044.2004.03765.x>

8 Oversikt over tabeller og figurer

Tabell 1: Hypotermi stadier. Fritt etter Paal et al (2022).....	13
Tabell 2: "Swiss-system" (Deslarzes et al., 2016).....	13
Tabell 3: Sekundær hypotermi (fritt etter Paal (2022))	16
Tabell 4: Luftaktiverte varmere (Raleigh et al., 2005):	20
Tabell 5: PICO skjema	29
Tabell 6: Inklusjon og eksklusjonskriterier	30
Tabell 7: Gjennomført strukturert databasesøk	31
Tabell 8: Oversikt over inkluderte caserapporter.....	37
Tabell 9: Antatt estimert risiko for brannskader ved aktiv ekstern oppvarming.	65
Figur 1: Ufrivillig hypotermi under generell anestesi (Butterworth, 2018).	17
Figur 2: Termiske dermale skader etter aktiv ekstern oppvarming.....	44
Figur 3: Varmeskader ved bruk av konveksjonsvarmere	56

9 Vedlegg

9.1 Vedlegg 1: Covidence – Quality Assessment Template

Covidence #	Study ID	Title	Reviewer Name	1: Ble pasientens tilstand tydelig beskrevet og presentert som en tidslinje?	2: Ble pasientens tilstand tydelig beskrevet og presentert som en tidslinje?	3: Ble den kliniske tilstanden tydelig beskrevet i presentasjonen?	3: Ble den aktuelle tilstanden tydelig beskrevet i presentasjonen?	4: Ble diagnostiske metoder og resultater tydelig beskrevet?	5: Ble behandling(er) eller inngrep(er) tydelig beskrevet?	6: Ble den kliniske tilstanden tydelig beskrevet etter intervensjon?	6: Ble den kliniske tilstanden tydelig beskrevet?	7: Ble uønskede hendelser identifisert og beskrevet?	8: Går case-noten inn på læringsmål?	8: Går case-noten inn på læringsmål?
774	Isikawa 2021	Isotergic third-degree burn caused by off-label use of an infrared radiant heat lamp in a patient with accidental hypothermia	Consensus	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
773	Siddik-Sayid 2008	Thermal burns in three neonates associated with intraoperative use of Bair Hugger warming devices	Consensus	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
772	Ni 2010	Full-thickness contact burn from a warming bottle in a newborn	Consensus	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
771	Zuckmör 2004	An unusual postoperative burn [4]	Consensus	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
769	Twell 2000	Third-degree burns due to intraoperative use of a Bair Hugger warming device	Consensus	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
765	Pham 2014	Distinctive cutaneous findings due to a rare complication from a warming device	Consensus	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Uklart	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
764	Dewar 2004	Thermal injuries in three children caused by an electrical warming mattress.	Consensus	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
763	Siddik-Sayid 2010	Thermal burn following combined use of forced air and fluid warming devices.	Consensus	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
762	Uzun 2010	Severe burn injury associated with misuse of forced-air warming device.	Consensus	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
768	Kalfount 2016	Thermal injury due to use of a forced air warming blanket during paediatric surgery.	Consensus	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Uklart	Men skaden er trolig misforstått	Ja	Ja	Ja
765	Stewart 2012	Thermal injuries from the use of a forced-air warming device.	Consensus	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
754	Chung 2012	Thermal burn injury associated with a forced-air warming device.	Consensus	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
66	Gail 2003	Skin injury with the use of a water warming device.	Consensus	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
7	Austin 2021	Acute vesicular eruption postoperatively after use of a forced-air warming device.	Consensus	Ikke relevant	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja
5	Giesbrecht 2019	Risk of Burns During Active External Rewarming for Accidental Hypothermia.	Consensus	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

9.2 Vedlegg 2: Retrospektiv studie av Zhang et al. (2009)

sammenlignet med det inkluderte materialet i oppgaven

	Zhang et al. (2009)	Inkludert materiale
Studie	Retrospektivt over 5 år	Casereports over 22 år
Antall pasienter	34	22
Menn	22 (65%)	16 (73%)
Kvinner	12 (35%)	6 (27%)
Alder (gjennomsnitt)	21,68 ± 19,36 år	24,35 år
Ekstremitetsskader	19 (55%)	15 (68%)
<i>Forbrenningsgradering:</i>		
1. grads forbrenning	9 (26%)	6 (27%)
2. grads forbrenning	12 (31%)	8 (36%)
3. grads forbrenning	13 (38%)	8 (36%)
%TBSA	4,6 ± 1,8	Mangler data
Kirurgisk sårbehandling	19 (55%)	6 (27%)
Varmeflasker	15 (44%)	1 (4,5%)
Sår-reparasjons tid	7 d – 30 d	4 d - 295 d
Land	Kina	USA, Sør-Korea, Libanon, Australia, Canada, Sveits, Tyskland, UK og Tyrkia