

Ofkæling í óbyggðum

Mat og meðferð á vettvangi og sérhæfð meðferð í byggð

Sóley Guðmundsdóttir

LOKAVERKEFNI TIL BS PRÓFS
Í HJÚKRUNARFRÆÐI (12 EININGAR)

LEIÐBEINANDI: Ásta Steinunn Thoroddsen, dósent

JÚNÍ 2011



HJÚKRUNARFRÆÐIDEILD
HÁSKÓLI ÍSLANDS

Þakkarorð

Ég vil byrja á því að þakka leiðbeinanda mínum, Ástu Thoroddsen, fyrir kennsluna, ráðleggingarnar og hvatninguna við skrif verkefnisins. Þá vil ég þakka Á. Hjördísi Kristinsdóttur, hjúkrunarfræðingi á Slysa- og bráðadeild Landspítala, fyrir óeigingjarna aðstoð og hjálp við heimildaleit.

Þá vil ég þakka fjölskyldu minni og vinum fyrir ómetanlegan stuðning og þolinmæði í gegnum námið. Að lokum vil ég þakka félögum mínum í Flugbjörgunarsveitinni í Reykjavík fyrir að vekja áhuga minn á efninu og samneytið á fjöllum í kulda og vosbúð gegnum tíðina.

Útdráttur

Ofkæling er alvarlegt líkamlegt ástand sem getur leitt til lífshættulegra vandamála og jafnvel dauða. Áhugi fólks á útivist og vetraríþróttum hefur aukist síðustu ár svo þeim sem verða fyrir barðinu á ofkælingu hefur fjölgað. Markmiðið með þessari samantekt var að skoða lífeðlisfræðileg viðbrögð líkamans við vægri, meðal- og alvarlegri ofkælingu og rannsóknir á öruggum og árangursríkum upphitunarmeðferðum, bæði á vettvangi í óbyggðum sem og á sjúkrahúsum. Gerð var ítarleg leit á veraldarvefnum og í helstu gagnagrunnum á bókasafni Landspítala um málefnið. Rannsóknir sýna að mögulegt sé að hita vægt ofkælda sjúklinga upp á árangursríkan hátt á vettvangi með óvirkum aðferðum, s.s. með því að flytja þá í skjól eða einangra frá kulda. Þá er skjálfti, sem er til staðar hjá ofkældum sjúklingum með kjarnhita yfir 30°C, ákaflega mikilvægur vegna hitans sem hann framleiðir. Alvarlega ofkælda sjúklinga þarf að hita upp með virkum aðferðum, s.s. með hitateppum eða hitablæstri og í ljósi alvarleika lífeðlisfræðilegs ástands þeirra er mikilvægt að þeir komist í sérhæfða aðstoð í byggð sem fyrst. Þá sýna rannsóknir að lífslíkur og horfur ofkældra sjúklinga til lengri tíma eru góðar ef þeir verða ekki fyrir súrefnisskortum. Fyrirbygging og forvarnir eru besta meðferðin við ofkælingu og eru hjúkrunarfræðingar, menntunar sinnar vegna, í kjöraðstöðu til að sinna því starfi.

Lykilorð: ofkæling, skjálfti, upphitun.

Abstract

Hypothermia is a serious physical condition that can lead to life-threatening situations and even death. As interest in outdoor activities and winter sports has grown in recent years, cases of hypothermia have increased. The purpose of this paper is to examine physiological reactions to mild, moderate and severe accidental hypothermia and review safe and effective treatments, both on the ground in the wilderness and in hospitals. This topic was thoroughly researched on the Internet and in major databases in the library of Landspítali. Research shows that it is possible to rewarm a mild hypothermic patient on the ground in the wilderness effectively with passive methods, such as by transferring them to a shelter or isolating them from the cold. Shivering is extremely important because of the heat it produces and is present in hypothermic patients with core temperature over 30°C. Severe hypothermic patients must be rewarmed with active methods such as electric heat blankets and forced air rewarming. Due to the severity of their physiological state it is important to transfer them to a hospital as soon as possible. Additionally, studies show that survival and long time prognosis is excellent in those whom no hypoxic event precedes hypothermia. Prevention is the best treatment and nurses are in virtue of their education ideal to perform the job.

Keywords: hypothermia, shivering, rewarming

Efnisyfirlit

Þakkarorð	iii
Útdráttur	iv
Abstract	v
Efnisyfirlit	vi
Listi yfir töflur	viii
Inngangur	1
Ofkæling	3
Flokkun á stigum ofkælingar	3
Lífeðlisfræði ofkælingar	4
Áhrif ofkælingar á helstu líffærakerfi	6
Skjálfti	8
Persónubundnir þættir í viðbrögðum við ofkælingu	10
„Afterdrop“	12
Líkamsmat og meðferðir við ofkælingu	13
Líkamsmat á vettvangi	14

Aðferðir til upphitunar ofkældra sjúklinga.....	16
Meðferð á vettvangi	17
Vægt ofkældir einstaklingar í óbyggðum.....	17
Meðal- og alvarlega ofkældir einstaklingar í óbyggðum	19
Endurlífgun og flutningur alvarlega ofkældra.....	20
Sérhæfð meðferð á sjúkrahúsum	21
Hlutverk hjúkrunarfræðinga.....	30
Hlutverk hjúkrunarfræðinga í óbyggðum og í samfélaginu	30
Hlutverk hjúkrunarfræðinga á sjúkrahúsum.....	30
Umráður.....	34
Lokaorð	37
Heimildaskrá	38

Listi yfir töflur

Tafla 1: Flokkun á stigum ofkælingar	4
Tafla 2: Yfirlit yfir rannsóknir á meðferðum ofkældra einstaklinga.....	25

Inngangur

Ofkæling af slysförum hefur verið talsvert lýðheilsu- og samfélagsvandamál, sem fylgt hefur mannum frá fyrstu tíð. Banvæn áhrif kulda og veðurfars á afkastagetu manna og heilsu hafa verið skjalfest gegnum aldirnar allt frá tímum Napóleons til dagsins í dag. Fjölmargir létu lífið af völdum ofkælingar á tímum George Washington árið 1777 þegar harðneskjulegur vetur skall á og um 200 þúsund manns létu lífið af völdum ofkælingar í síðari heimsstyrjöldinni. Með auknum áhuga á útivist, fjallamennsku og öðrum jaðaríþróttum hefur þeim fjölgað sem verða fyrir barðinu á ofkælingu og veikindum tengdum kulda og kælingu líkamans (Ulrich og Rathlev, 2004). Í rannsókn sem var gerð á umfangi og eðli slysa, veikinda og óhappa í óbyggðum voru helstu niðurstöður þær að nauðsynlegt sé að ferðalangar og þá einna helst fararstjórar í slíkum ferðum séu vel kunnugir og meðvitaðir um margbreytileika þeirra tilfella sem komið geta upp til að geta brugðist fljótt og vel við (McIntosh, Leemon, Visitacion, Schimelpfenig og Fosnocht, 2007).

Á Íslandi er yfirleitt ekki jafnkalt og í löndum á borð við Rússland og Kanada en hér á landi höfum við hins vegar vösbúð sem skilgreind er sem bleyta og kuldi saman, einkum vegna útivistar (Mörður Árnason, 2002). Aðstæður sem skapast í bleytu og vindi geta dregið úr áhrifum einangrunarfatnaðar og aukið hitatap um húð umtalsvert og þannig skapað banvænar aðstæður (Giesbrecht, 2001a).

Tilgangur þessa fræðilega yfirlits var að skoða helstu rannsóknir sem gerðar hafa verið á ofkælingu og upphitunarmeðferðum, bæði hvað varðar væga og alvarlega ofkælingu. Leitast verður við að svara eftirfarandi spurningum: Hver eru lífeðlisfræðileg viðbrögð líkamans við ofkælingu? Af hverju skelfur fólk þegar því er kalt? Hverjar eru mögulegar

upphitunarmeðferðir og er gerlegt að hita ofkælda sjúklinga upp í óbyggðum? Hvernig geta hjúkrunarfræðingar nýtt sér menntun sína bæði í starfi og með fyrirbyggjandi aðgerðum gegn ofkælingu?

Í leit að svörum við þessum spurningum var gerð ítarleg leit á veraldarvefnum og í helstu gagnagrunnum á bókasafni Landspítala um málefnið. Þá voru rannsóknir fræðimanna á ofkælingu víða um heim skoðaðar. Í ljósi þess hve lífshættuleg alvarleg ofkæling er, hefur reynst erfitt að rannsaka efnið nema í afturvirkum rannsóknum (e. retrospective) þar sem sjúkrasögur sjúklinga, sem lent hafa í alvarlegri ofkælingu, eru skoðaðar. Rannsóknir á vægri ofkælingu eru bæði til sem tilraunir og afturvirkar rannsóknir, þótt erfitt geti reynst að fá sjálfboðaliða í slíkar tilraunir. Þar sem rannsóknarefnið er sjaldgæft í raunveruleikanum og erfitt í framkvæmd sem tilraunarefni, eru ekki til margar rannsóknir um það. Engu að síður fundust þónokkrar rannsóknir við heimildaleit, sem flestar voru framkvæmdar í Bandaríkjunum, Kanada og Austurríki, þaðan sem helstu sérfræðingar í þessum fræðum eru. Auk þess voru upplýsingar fengnar úr klínískum leiðbeiningum um ofkælingu frá Kanada, Bandaríkjunum og Íslandi við gerð úttektarinnar.

Ofkæling

Flokkun á stigum ofkælingar

Skilgreining á ofkælingu hefur tekið breytingum gegnum árin. Skilgreining Landlæknisembættisins á ofkælingu er: „Ofkæling kallast það ástand þegar kjarnhiti líkamans fellur niður fyrir 35°C, oftast vegna ytri umhverfisaðstæðna eða sjúkdóma. Alvarlegar starfstruflanir líffæra geta fylgt í kjölfarið með fjölda aukaverkana og hárrí dánartíðni“ (Anna Björg Aradóttir o.fl., 2006). Ofkæling er oftast skilgreind sem væg, meðal- og alvarleg ofkæling. Í **vægri** ofkælingu er kjarnhitastig einstaklings á bilinu 32-35°C. Hitastjórnun einstaklingsins er virk og hann skelfur. Ýmsir þættir fara að þróast hjá einstaklingnum eins og skortur á samhæfingu vöðva og fer hann að finna fyrir tilfinningaleysi og dofa í útlægum hreyfitaugum og málvöðvum. Í **meðal** ofkælingu fara varnarhættir líkamans að breyta og hitastjórnunin og skjálftinn að láta undan. Fyrstu einkenni um kælingu líkamans fara að koma fram, meðvitund einstaklingsins fer hratt versnandi og gáttaflökt (e. atrial fibrillation) og önnur hjartsláttaróregla fer að gera vart við sig. Í **alvarlegri** ofkælingu er einstaklingurinn án meðvitundar, hættur að skjálfa, sýru-basajafnvægi truflast og hjartað er viðkvæmt fyrir sleglaflökti (e. ventricular fibrillation), bæði sjálfsprottins og vegna harkalegrar meðhöndlunar. Dauði af völdum ofkælingar er yfirleitt vegna öndunarbílunar og hjartastopps (Giesbrecht, 2001a; Giesbrecht 2001b). Í töflu 1 má sjá flokkun á stigum ofkælingar. Síðustu ár hafa seinni tveir flokkarnir verið flokkaðir saman til einföldunar og hefur ofkælingin þá verið flokkuð í tvennt; væga ofkælingu og meðal/alvarlega ofkælingu. Klínísk merki þess að einstaklingur sé með **væga** ofkælingu eru þau að hann sé vakandi, lífsmörk ekki lækkuð, skjálfti til staðar (Copass o.fl., 2003) og húð hans köld og fól (Aslam o.fl., 2006). Merki þess

að einstaklingur sé með **meðal/alvarlega** ofkælingu eru þau að líkamshiti hans sé undir 32°C, hægur púls og/eða hæg öndun, breytt meðvitundarástand, þar á meðal hægt tal, minnkuð hugarstarfsemi og skortur á að sjúklingur bregðist við áreiti, bæði munnlegu og sársaukaáreiti. Að auki er enginn skjálfti til staðar þrátt fyrir mikinn kulda (Copass o.fl., 2003).

Tafla 1. Flokkun á stigum ofkælingar.

Flokkun ofkælingar	Kjarnhiti sjúklings	Geta sjúklings til endurhitunar án ytri upphitunar.	Klínískt mat
Engin ofkæling	Yfir 35°C		Hita- og kuldaskynjun óskert.
Væg	32-35°C	Góð	Skjálfti til staðar
			Líkamleg takmörkun: -fínhyfingar
Meðal	28-32°C	Takmörkuð	Skjálfti hættir undir 30°C. Meðvitund hrakar.
Alvarleg	Undir 28°C	Engin	Erfitt að greina lífsmörk. Mikil hætta á sleglaflökti (VF) vegna harkalegrar meðhöndlunar.
	Undir 25°C	Engin	Sjálfsprottið sleglaflökt (VF) Hjartastopp

Lífeðlisfræði ofkælingar

Hitastjórnun (e. thermoregulation) er hæfileiki líkamans til að halda líkamshitanum innan ákveðins sviðs, jafnvel þótt hitastigið í umhverfinu sé breytilegt. Ofkæling lýsir líkamsástandi þar sem kuldaáreitið (e. cold stress) er það yfirþyrmandi að hitastjórnun líkamans ræður ekki við það (Jurkovich, 2006). Talsverðar lífeðlisfræðilegar breytingar verða við kólnun líkamans og við ofkælingu sem hafa áhrif á getu hins ofkælda til að viðhalda samvægi (e. homeostasis).

Ofkæling getur verið framkölluð (e. induced) viljandi sem lækandi meðferð eða getur átt sér stað fyrir slysi (e. accidental) (Aslam o.fl., 2006). Ofkæling getur því bæði verið gagnleg og skaðleg (Smith, Bland og Mullet, 2005). Við flokkun ofkælingar eingöngu eftir líkamshita er hún að auki flokkuð eftir orsök í fyrstu gráðu (e. primary) og annarrar gráðu (e. secondary) ofkælingu. Í fyrstu gráðu ofkælingu er hitastjórnun líkamans virk en kuldaáreitið er of yfirþyrmandi. Í annarrar gráðu ofkælingu veldur vægt eða miðlungs kuldaáreiti ofkælingu vegna lélegrar hitastjórnunar líkamans. Annarrar gráðu ofkæling getur verið afleiðing sjúkdóma, s.s. ofvirks skjaldkirtils, veikinda, s.s. kerfisbundinna sýkinga, áverka eða neyslu áfengis og lyfja (Peng og Bongard, 1999).

Kólnun líkamans byggist á ójafnvægi milli aukins hitataps og/eða minnkaðrar hitaframleiðslu (Giesbrecht, 2001a). Líkaminn verður fyrir hitatapi á fjóra vegu, með leiðni (e. conduction), streymi (e. convection), geislun (e. radiant) og uppgufun (e. evaporation) (Peng og Bongard, 1999). Hitatap með leiðni verður með beinni snertingu, t.d. við jörð. Hitatap með streymi verður með efnum á hreyfingu, s.s. vindi og vatni. Líkaminn sendir frá sér hita með geislun en getur einnig tekið við hita með geislun, t.d. frá sólarljósi. Við getum komið í veg fyrir geislun orku frá líkama, m.a. með einangrandi klæðnaði. Þá verður líkaminn einnig fyrir hitatapi með uppgufun en varmi tapast frá líkama þegar vatn gufar upp af blautri húð, s.s. í formi svita (Isaac, 2002; Isaac og Johnson, 2008). Hitatap getur aukist verulega með samspili kalds andrúmslofts, bleytu og vinds og þannig skapað banvænar aðstæður. Einangrun getur dregið úr hraða hitataps frá líkamanum. Einangrunin getur verið innri líkamsfita og hlífðarfatnaður. Aðstæður sem skapast í vosbúð geta minnkað einangrunarmátt hlífðarfatnaðar allt að 90% (Giesbrecht, 2001b).

Kuldaviðbragðið (e. cold response) er eðlilegt viðbragð sem byrjar löngu áður en kjarnhiti líkamans lækkar (Isaac & Johnson, 2008). Er það hluti af mótvægisviðbrögðum líkamans til að viðhalda kjarnhita (Isaac, 2002). Kuldaviðbragð felur meðal annars í sér skjálftaviðbragð, æðasamdrátt og aukin þvaglát vegna kulda (e. cold diuresis). Kjarni líkamans reynir að takmarka hitatap til umhverfisins á meðan skjálftaviðbragðið eykur hitaframleiðslu með virkni vöðvanna. Kuldaviðbragðið hvetur okkur til þess að halda á okkur hita með því að virkja meðvitund okkar um að líkamanum sé kalt þannig að við tökum ákvörðun um að t.d. fara í fleiri föt eða komast í skjól undan veðri (Isaac & Johnson, 2008).

Áhrif ofkælingar á helstu líffærakerfi

Líkamshita er fyrst og fremst stjórnað af undirstúku (e. hypothalamus) heilans, sem viðheldur honum á mjög þröngu bili í eðlilegum aðstæðum. Miðlægir viðtakar senda boð til undirstúku ef breyting verður á hita blóðsins. Þessir hitaviðtakar eru staðsettir víðs vegar í hálsslagæð (e. carotid artery), miðheila og afturhluta undirstúku. Undirstúkan fær einnig upplýsingar frá útlægum viðtækjum staðsettum í húðinni (Peng og Bongard, 1999).

Ofkæling getur haft víðtæk lífeðlisfræðileg áhrif á hjarta- og æðakerfið, öndunarfærakerfið, taugakerfið, þvagfærakerfið og önnur líffærakerfi líkamans. Súrefnisþörf líkamans eykst töluvert hjá einstaklingum með væga ofkælingu (Peng og Bongard, 1999). Rannsóknir hafa sýnt að lækkun líkamshita um $0,3^{\circ}\text{C}$ eykur súrefnisþörf um 7%. Aukin lækkun líkamshita um $1,2^{\circ}\text{C}$ getur leitt til allt að 92% aukinnar súrefnisþarfar (Tsuei og Kearney, 2004). Með aukinni hitaframleiðslu líkamans eykst súrefnisþörf líkamans um allt að 109-468% með skjálfta (Peng og Bongard, 1999). Þessi aukna súrefnisþörf líkamans leiðir til aukinnar öndunartíðni sjúklings (e. tachypnea) (Tsuei og Kearney, 2004). Hjá alvarlega

ofkældum sjúklingum lækkar öndunartíðnin vegna áhrifa ofkælingar á mænukylfu (e. medulla) heilans þar sem stjórnstöð öndunar er (Peng og Bongard, 1999). Alvarlega ofkældir sjúklingar geta endað í öndunarstoppi (e. apena) (Tsuei og Kearney, 2004) en það sést yfirleitt bara hjá sjúklingum með kjarnhitastig undir 24°C (Peng og Bongard, 1999).

Í vægri ofkælingu dragast æðarnar saman (e. vasoconstriction) til að viðhalda kjarnhita líkamans. Útfall hjarta (e. cardiac output) eykst, hjartsláttartíðni eykst og blóðþrýstingur hækkar (Ulrich og Rathlev, 2004). Í meðal og alvarlegri ofkælingu eru hjartsláttartruflanir ekki óalgengar, s.s gáttaflökt (e. atrial fibrillation) og sleglaflökt (e. ventricular fibrillation). Að auki veldur ofkæling því að súrefni á erfiðara með að losna frá hemoglóbíni til vefja og veldur því skertri dreifingu súrefnis. Þar sem súrefnisþörf eykst í ofkælingu getur þessi skerta dreifing súrefnis verið lífshættuleg (Tsuei og Kearney, 2004).

Aukin þvaglát í kulda verða vegna æðasamdráttar í útlimum líkamans og er blóðinu þannig beint að miðlægum hluta líkamans, kjarnanum (Ulrich og Rathlev, 2004). Þegar blóðflæðinu er beint frá útlimum og inn að kjarna líkamans minnkar hitatap út í umhverfið (Isaac, 2002). Samfara því eykst blóðflæði til nýrna og þvagútskilnaður verður meiri. Aukin þvaglát vegna ofkælingar geta leitt til vökvataps (Ulrich og Rathlev, 2004) og þessi aukni útskilnaður um nýru tengdur ofkælingu getur leitt til umtalsverðs taps á vökva í æðakerfi (Giesbrecht, 2001a). Þegar líkaminn hitnar og blóðflæðið er aukið til útlima getur þessu mikli þvagútskilnaður í ofkælingunni leitt til lostsástands (McCullough og Arora, 2004). Rannsóknir sýna að hjá ofkældum sjúklingum sem þurfa að leggjast inn á gjörgæsludeild er starfsemi nýrna skert hjá 40% sjúklinganna (Aslam o. fl., 2006).

Ofkæling getur haft mikil áhrif á taugakerfið þar sem blóðflæði heilans er mjög næmt fyrir breytingum á kjarnhitastigi. Lækkun líkamshita um 1°C getur valdið 6-7% skerðingu á blóðflæði og leitt til ruglástands einstaklingsins, skertrar dómgreindar og breyttrar meðvitundar. Eftir því sem kjarnhitastig einstaklingsins lækkar fer meðvitund og taugaviðbrögðum hrakandi. Alvarlega ofkældir sjúklingar enda meðvitundarlausir og taugaviðbrögð ljósopa (e. pupillary reflex) eru ekki til staðar. Meðvitundarstig einstaklinga í alvarlegri ofkælingu og lítil eða engin taugaviðbrögð ljósopa geta látið einstaklinginn líta út fyrir að vera látinn (Tsuei og Kearney, 2004).

Breytingar á elektrolytum í ofkælingu eru óútreiknanlegar. Í vægri ofkælingu má sjá lágt gildi kalíums í blóði (e. hypokalemia) en í alvarlegri ofkælingu er gildi kalíums mjög hátt í blóði (e. hyperkalemia) og er það háa gildi vegna frumudauða í líkamanum og nýrnabilunar. Hjartastopp ofkældra sjúklinga er yfirleitt afleiðing annarra þátta tengdri ofkælingu líkamans, s.s breytingu á sýru-basajafnvægi, lágu koltvísýringsmagni í blóði (e. hypocapnia) og háu gildi kalíums í blóði (e. hyperkalemia) (Aslam o. fl., 2006).

Ofkæling hefur áhrif á efnaskipti líkamans og virkni ensíma. Niðurbrot lyfja verður líka fyrir áhrifum ofkælingar þar sem niðurbrot þeirra er háð hitastigi. Mörg lyf geta því verið lengur í líkama ofkældra einstaklinga. Ofkæling lengir einnig helmingunartíma ýmissa algengra lyfja um allt að 40-50%, s.s. vöðvaslakandi lyfja og benzodiazepam-lyfja (Tsuei og Kearney, 2004).

Skjálfti

Þegar einstaklingur kemst í snertingu við kalt umhverfi eru fyrstu viðbrögð líkamans þau að varðveita og viðhalda hitanum í kjarna líkamans með mikilli örvun sympatíska taugakerfisins

sem kemur m.a. fram í skjálfta (Sessler, 2001). Þegar líkaminn kólnar skyndilega fer skjálftaviðbragð (e. shivering thermogenesis) líkamans í gang (Giesbrecht, 2001a). Skjálfti er virkilega öflugt viðbragð líkamans til hitaframleiðslu (Isaac & Johnson, 2008). Skjálfti samanstendur af ósjálfráðum, endurteknum og taktföstum vöðvasamdrætti. Skjálftinn getur byrjað um leið og snerting verður við kulda eða eftir nokkrar mínútur. Skjálftinn byrjar yfirleitt í vöðvum í búknum og dreifist svo út til útlimanna. Kraftur og umfang skjálftans fer eftir því hversu harkalegt kuldaáreitið (e. cold stress) er. Eftir því sem skjálftinn eykst og fleiri vöðvar vinna eykst heildarupptaka súrefnis. Grunnbrennsla líkamans þrefaldast yfirleitt í kuldaviðbrögðum sem eiga sér stað í köldu lofti en fjórfaldast yfirleitt eða meira í kuldaviðbrögðum í snertingu við kalt vatn (Headquarters, Department of the Army, 2005). Talið er að skjálfti geti aukið grunnbrennslu (e. resting metabolic rate) fimm- til sexfalt (Giesbrecht, 2001a). Skjálfti krefst gífurlegrar orku, einungis það að vera úti heilan dag í köldu loftslagi getur krafist allt að 6000 he. (Isaac & Johnson, 2008). Skjálfti getur varað í 4-6 klukkutíma áður en hann fer að dvína, þ.e.a.s. ef stig ofkælingarinnar fellur ekki úr vægri ofkælingu í meðal eða alvarlega ofkælingu. Í langvarandi snertingu við hið kalda umhverfi minnkar hitaframleiðslan, þ.e. skjálftinn og getan til hreyfingar og kjarninn kólnar. Í ljós hefur komið að líkamleg uppgjöf og stöðugt neikvætt orkujafnvægi í líkamanum ræður því hvort líkaminn standist og þoli mikinn kulda (Giesbrecht, 2001a). Skjálftinn heldur áfram þangað til kjarnhitinn lækkar niður fyrir 30°C eða þar til glúkósabirgðir líkamans eru uppunar. Ef einstaklingur er ekki lengur fær um að skjálfa og er enn berskjaldaður gagnvart kalda umhverfinu, mun kjarnhitastig hans lækka hratt (Haman, 2006).

Persónubundnir þættir í viðbrögðum við ofkælingu

Mjög breytilegt er hvernig fólk bregst við kulda og skipta persónubundnir þættir miklu þar um. Mismunandi er milli hvers og eins hver hæfileikinn er til að viðhalda eðlilegu hitastigi líkamans. Einstaklingsbundnir þættir sem geta haft áhrif á viðbrögð við kulda eru m.a. líkamshlutfall og fituprósentu, kyn, aldur, líkamleg hreysti, líkamleg þreyta, líkamlegur þurrkur (e. dehydration), álag og hvíld og ófullnægjandi næringarinntekt (Headquarters, Department of the Army, 2005).

Rannsóknir hafa sýnt fram á að því minna sem yfirborðsflatarmál fólks er því meiri lækkun verður á kjarnhitastigi þeirra í kulda (Nuckton, Claman, Goldreich, Wendt & Nuckton, 2000). Allir vefir líkamans veita mótstöðu gegn leiðni hita út úr líkamanum, þ.e. einangrun. Einangrun fitu er meiri en einangrun annarra vefja. Fita undir húð veitir einangrandi vörn gegn hitaleiðni út úr líkamanum í kulda og eykst sú vörn eftir því sem fitulagið er þykkara. Fólk sem er með mikinn vöðvamassa er auk þess mun betur til þess fallið að verja líkama sinn gegn hitatapi vegna þeirrar einangrunar sem það hefur af vöðvunum auk þess sem vöðvarnir gera því kleift að skjálfa meira.

Líkamleg hreysti virðist hafa minni háttar áhrif á hvernig einstaklingar bregðast við kulda og skiptir þá líkamsbyggingin meira máli, þ.e. líkamsstærð og hlutfall fitu og vöðva (Headquarters, Department of the Army, 2005). Það er vel þekkt að líkamsstærð, massi og fituhlutfall líkama hefur áhrif á það hversu hratt líkaminn kólnar í köldu vatni (Giesbrecht & Hayward, 2006). Líkamleg hreysti og aukið þol stuðla þó að því að einstaklingar geta viðhaldið viljastýrðum hreyfingum lengur en þeir sem eru ekki í jafn góðu líkamlegu formi og geta þannig viðhaldið og haldið efnaskiptum og hitaframleiðslu lengur og þar af leiðandi kjarnlíkamshita.

Líkamleg þreyta hefur áhrif á það að einstaklingar geta ekki viðhaldið nægjanlegri líkamlegri virkni til að viðhalda kjarnhitastigi í kulda. Þá minnkar hitaframleiðsla líkamans og hitatap eykst þannig að líkamshiti lækkar svo framarlega sem hitatap heldur áfram. Auk þess er líkamlega þreytan talin hafa neikvæð áhrif á skjálftaviðbragðið og samdrátt æða í útlimum í kulda. Þar af leiðir eykur líkamleg þreyta hættuna á ofkælingu.

Aldur getur haft áhrif á hversu vel fólk þolir kulda. Þeir þættir sem taldir eru hafa áhrif á það er að fólk yfir 45 ára aldri er yfirleitt ekki jafn líkamlega hraust og með jafngott þol og yngra fólk og æðasamdráttur í útlimum og varðveisla hita er minni en í samanburði við yngra fólk (Headquarters, Department of the Army, 2005). Þá hefur verið sýnt fram á það að eldra fólk skelfur minna þar sem viðbrögð hitastjórnunar (e. thermoregulatory responses) dvína með hækkandi aldri (Sessler, 2001). Hár aldur er því einn af aðaláhættuþáttum fyrir þróun ofkælingar (Jurkovich, 2006).

Líkamlegur þurrkur minnkar getuna til að viðhalda líkamlegri virkni og minnkar þar af leiðandi getuna til að viðhalda kjarnhita. Þar að auki getur líkamlegur þurrkur haft áhrif á hugarstarfið og dómgreind fólks.

Ófullnægjandi næringarinntekt leiðir til lækkunar á blóðsykri sem hefur neikvæð áhrif á skjálftaviðbragðið (Headquarters, Department of the Army, 2005). Kröftugur skjálfti er mjög mikilvægur til að auka hitaframleiðslu líkamans (Copass o.fl., 2003). Þar sem skjálfti krefst gífurlegrar orku (Isaac & Johnson, 2008) er mikilvægt að hinn ofkældi innbyrði hitaeyningar í formi sykurs, þá helst í formi heitra drykkja (Copass o.fl., 2003). Ef gengið eru á kolvetnabirgðir líkamans minnkar geta hans til virkni og hreyfingar og þar af leiðandi til

viðhalds kjarnahita. Fæðuskortur í 48 klukkutíma leiðir þar af leiðandi af sér skerta getu til skjálfta og aukinnar hættu á ofkælingu.

Aðrir þættir sem geta haft áhrif á getu líkamans til að takast á við kulda eru áfengisneysla og tóbaksnotkun. Áfengi getur gefið falska hitatilfinningu og þar af leiðandi æðaútvíkkun sem eykur hitatap og hættuna á ofkælingu. Áfengi getur valdið of lágum blóðsykri sem minnkar skjálftaviðbragðið og getuna til að viðhalda líkamlegri virkni. Þá hefur áfengið áhrif á dómgreind og skynjun svo fólk finnur ekki einkenni kuldans og bregst ekki við honum á fullnægjandi hátt. Notkun á tóbaki leiðir til mikils æðasamdráttar í útlimum, s.s. í fingrum og eru miklir reykingamenn í aukinni hættu á kali á útlimum (Headquarters, Department of the Army, 2005).

„Afterdrop“

Þekkt er, að eftir að ofkældir einstaklingar eru fjarlægðir úr kalda umhverfinu heldur kjarnhiti þeirra áfram að lækka, áður en hann byrjar að hækka aftur. Hefur þetta verið kallað „afterdrop“ (Giesbrecht & Bristow, 1992; Nuckton o.fl., 2000). Skilningur á ástæðu þessarar áframhaldandi lækkunar á kjarnlíkamshita er eftirsóknarverður vegna þeirra vandamála sem hitalækkunin hefur á ofkælda sjúklinga og meðferð þeirra. Ýmsar kenningar hafa verið uppi um það hver ástæða hitalækkunarinnar sé í raun. Sú kenning sem notið hefur mestar hylli er leiðnikenningin. Hún byggist á því að eftir að líkaminn er fjarlægður úr kalda umhverfinu og byrjar að hitna þá eykst blóðflæði til útlima aftur. Blóðflæði hafði verið takmarkað til vefja útlimanna í viðleitni líkamans til að viðhalda kjarnhitastigi. Vefir útlimanna eru því kaldari en kjarninn. Þegar líkaminn er fjarlægður úr kalda umhverfinu og byrjar að hitna aftur, víkka

æðar til kaldra útlíma og meira blóð fer að streyma til þeirra og kjarninn kólnar þar af leiðandi aftur (Giesbrecht & Bristow, 1992).

Skiptar skoðanir hafa verið um fyrirbærið „afterdrop“ en rannsókn, sem gerð var á sjósundfólki í Bandaríkjunum, styður það að „afterdrop“ gerist í raun. Rannsóknin leiddi í ljós að „afterdrop“ átti sér stað hjá 10 af 11 þátttakendum rannsóknarinnar (Nuckton o.fl., 2000). Þá hefur verið sýnt fram á mikilvægi skjálfta í tengslum við „afterdrop“ en í rannsókn sem gerð var á því kom í ljós að ef skjálfti er ekki til staðar eykst „afterdrop“ einstaklinga. Að auki sýndi sama rannsókn fram á að án skjálfta er endurupphitunartími líkamans lengri (Giesbrecht o. fl., 1997). Þá sýndi rannsókn á sjálfboðaliðum, sem voru grafnir niður í snjó í klukkustund, að „afterdrop“ eftir að þeir voru grafnir upp var fjórum sinnum hraðara en hraði kólnunar þegar þeir voru grafnir í snjónum. Sýnir rannsóknin fram á að „afterdrop“ geti gert ofkælingu fólks, sem lendir í snjóflóðum, umtalsvert verri og haft neikvæð áhrif á tilraunir til upphitunar, annaðhvort á vettvangi eða í flutningi (Grissom o.fl., 2010).

Styðja ofangreindar rannsóknir að fyrirbærið „afterdrop“ gerist í raun og geti haft mikil áhrif á afdrif sjúklinga sem verða fyrir ofkælingu í óbyggðum. Þá sýna rannsóknirnar fram á að mikilvægt sé fyrir björgunarfólk og aðra sem koma að björgun ofkældra einstaklinga að vera meðvitaðir um „afterdrop“ og þær neikvæðu afleiðingar sem það getur haft á ástand og upphitun einstaklinganna.

Líkamsmat og meðferðir við ofkælingu

Auðvelt er að koma í veg fyrir ofkælingu í óbyggðum með góðum undirbúningi og þekkingu á aðstæðum (Ulrich og Rathlev, 2004). Fyrirbygging ofkælingar er besta meðferðin og felst meðal annars í því að fólk klæði sig vel og í samræmi við aðstæður, borði vel og fylgist með

ástandi ferðafélagans (Grissom o.fl., 2010). Hornsteinar fyrirbyggingar ofkælingar eru þekking á hættumerkjum og að sjálfsögðu góður undirbúningur (McCullough og Arora, 2004).

Líkamsmat á vettvangi

Saga sjúklings og umhverfisaðstæður gefa yfirleitt til kynna hvort um mögulega ofkælingu sé að ræða. Langvarandi dvöl í köldu og/eða blautu umhverfi gerir greininguna afdráttarlausu. Greiningin er þó ekki alltaf svo auðveld því ofkæling getur átt sér stað hvar og hvenær sem er í loftslagi þar sem umlykjandi hitastig er undir kjarnhita líkamans (Ulrich og Rathlev, 2004). Hitamælar eru ekki alltaf til staðar á vettvangi en hægt er að greina á milli vægrar og alvarlegrar ofkælingar með líkamsmati og út frá líkamlegum einkennum (Anna Björg Aradóttir o.fl., 2006). Sjúklingar ættu ekki að vera metnir einungis af hitastiginu sjálfu heldur fyrst og fremst út frá meðvitundarstigi og ástandi hjarta- og æðakerfis. Kjarnhitastig þeirra ætti einungis að styðja greiningu og er það mismunandi eftir því hvar það er mælt (Giesbrecht, 2001a). Þó verður að hafa í huga að lífeðlisfræðileg viðbrögð fólks við kulda eru mjög einstaklingsbundin ásamt því að einstaklingsbundnir þættir og undirliggjandi sjúkdómar geta haft áhrif á eða orsakað ofkælinguna (Anna Björg Aradóttir o. fl., 2006). Við aðkomu og skoðun kaldra sjúklinga á vettvangi þarf að athuga hvort eitthvað óeðlilegt eða einhver frávik séu í sambandi við öndunarveg og öndun, blóðrás og taugakerfi og meta líkamshita (Ulrich og Rathlev, 2004). Lífsmörk geta verið veik og því þarf meiri tíma en annars við að athuga þau, um hálf til eina mínútu (Anna Björg Aradóttir o. fl., 2006).

Húð einstaklinga með ofkælingu er oftast en ekki fól að sjá og köld viðkomu (Aslam o.fl., 2006). Þar sem hitamælar eru yfirleitt ekki til staðar á vettvangi í óbyggðum getur verið

erfitt að mæla kjarnhitastig sjúklings nákvæmlega. Kjarnhitastigið getur þó verið metið með því að leggja beran lófa á bak, brjóst eða kvið sjúklings og meta líkamleg einkenni (Anna Björg Aradóttir o.fl., 2006). Skjálfti segir okkur mikið um hver kjarnlíkamshiti ofkælds einstaklings er því hann er til staðar hjá einstaklingum með væga ofkælingu en um leið og ofkælingin versnar og kjarnhitastig fellur niður fyrir 30°C hættir skjálftinn (Haman, 2006).

Hjá ofkældum sjúklingum er mikilvægt að veita öndunarvegi og öndun sérstaka athygli (Tsuei og Kearney, 2004) og tryggja það að öndunarvegur sé opinn og öndun til staðar (Ulrich og Rathlev, 2004). Við lækun á kjarnhitastigi eykst súrefnisþörf líkamans (Tsuei og Kearney, 2004) og þar af leiðandi leiðir ofkæling til oföndunar, sem getur að lokum valdið meðvitundarleysi og ótryggum öndunarvegi (Ulrich og Rathlev, 2004). Alvarlega ofkældir sjúklingar, með kjarnhitastig undir 24°C, geta endað í öndunarstoppi (Tsuei og Kearney, 2004; Peng og Bongard, 1999).

Vegna æðasamdráttar ofkældra sjúklinga í útlægum æðum getur verið erfitt að meta blóðrás (Ulrich og Rathlev, 2004) og því þarf meiri tíma en ella við að athuga hana (Anna Björg Aradóttir o.fl., 2006). Hjá ofkældum sjúklingum eykst útfall hjarta og hjartsláttartíðni og blóðþrýstingur hækkar (Ulrich og Rathlev, 2004). Með versnun ofkælingarinnar og hjá sjúklingum með meðal og alvarlega ofkælingu eru hjartsláttartruflanir ekki óalgengar og að auki getur farið að bera á of hægum hjartslætti (e. bradycardia) (Aslam o. fl., 2006; McCullough og Arora, 2004).

Þar sem taugakerfið og blóðflæði til heilans er mjög næmt fyrir breytingum á kjarnhitastigi getur ofkæling haft áhrif á meðvitundarstig sjúklings. Getur ofkæling því leitt til ruglástands einstaklingsins, skertar dómgreindar og breyttrar meðvitundar (Tsuei og Kearney,

2004). Vægt alvarlega ofkældir sjúklingar eru yfirleitt vakandi og með meðvitund en með versnun ástandsins og lækkun kjarnhitastigs lækkar meðvitundarstig sjúklings.

Meðvitundarstig þeirra getur því farið frá því að vera vakandi í að bregðast aðeins við áreiti eða sársuka. Alvarlega ofkældir sjúklingar enda meðvitundarlausir án þess að bregðast við neinu utanaðkomandi áreiti (Giesbrecht 2001a; Giesbrecht 2001b; McCullough og Arora, 2004).

Aðferðir til upphitunar ofkældra sjúklinga

Hægt er að hita ofkælda sjúklinga upp aftur annaðhvort með óvirkri (e. passive) upphitun og/eða virkri (e. active) upphitun (Tsuei og Kearney, 2004). Virk upphitun skiptist svo í virka ytri upphitun og virka innri upphitun (Giesbrecht, 2001b).

Með óvirkri upphitun er átt við að stýra umhverfisaðstæðum á sem gagnlegastan hátt fyrir hinn ofkælda og styðja þannig við hæfni einstaklingsins sjálfs til að leiðrétta lækkunina á kjarnhitastiginu. Það er hægt að gera með því að fjarlægja einstaklinginn úr kalda umhverfinu (Tsuei og Kearney, 2004), færa hann úr köldum og blautum fötum (Lasater, 2008), hækka hitastig í herbergi þar sem hann dvelur og einangra hann með teppum og ábreiðum á meðan innri hitaframleiðsla einstaklingsins leiðréttir kjarnhitastigið (Tsuei og Kearney, 2004).

Virk ytri upphitun byggir á því að hita líkamann upp utan frá (Tsuei og Kearney, 2004) með því að leggja eitthvað heitt við yfirborð líkamans (Giesbrecht, 2001b) s.s. hitateppi og hitablástur (Tsuei og Kearney, 2004). Upphitun með hitablæstri er ódýr, auðveld í framkvæmd og minnkar hitatap frá líkamanum og hjálpar líkamanum við að hækka kjarnhitastig aftur (Smith, 2001).

Virk innri upphitun felst í því að hita líkamann upp innan frá, s.s. með heitum vökva í æð, heitu, röku lofti um öndunarveg eða hjarta- og lungnavél (e. cardiopulmonary bypass) (Lasater, 2008). Vökvagjöf í æð er einföld í framkvæmd og auðveld leið til að flytja hita til líkamans (Tsuei og Kearney, 2004). Margar bráðadeildir sjúkrahúsa hafa hitaskápa og er mælt með því að hitastig vökvanna sé 42-44°C (Epstein og Anna, 2006). Upphitun gegnum öndunarveg með heitu lofti er auðveld í notkun á sjúkrahúsum. Sú aðferð krefst þess að sjúklingar séu barkapræddir en flestir sjúklingar sem leggjast inn á sjúkrahús með alvarlega ofkælingu eru barkapræddir. Þrátt fyrir að flestar öndunarfélur geti hitað súrefni upp að 40°C er magn hita sem er dreift lítið vegna þess á hve takmörkuðu svæði loftskiptin innan lungnanna eru (Lasater, 2008). Upphitun með hjarta- og lungnavél krefst náins eftirlits og meðhöndlunar sjúklinga á gjörgæsludeildum þar sem hægt er að fylgjast með starfsemi hjarta- og æðakerfis og öndunarkerfi í sírita (Aslam o. fl., 2006). Upphitun með hjarta- og lungnavél er mikið inngrip fyrir sjúklinginn og kostnaðarsöm aðferð til upphitunar (Lasater, 2008).

Meðferð á vettvangi

Val á meðferð á vettvangi ofkældra sjúklinga er háð því hvert stig ofkælingar sjúklingsins er, klínísku ástandi sjúklingsins og reynslu, útsjónarsemi og þekkingu þeirra sem að meðferðinni koma (Smith, 2001). Fyrsta grunnmeðferð ofkældra sjúklinga, bæði vægt ofkældra og alvarlega ofkældra, er ávallt að koma í veg fyrir frekara hitatap og viðhalda stöðugleika mikilvægustu líffærakerfa (Copass o.fl., 2003; Giesbrecht, 2001b).

Vægt ofkældir einstaklingar í óbyggðum

Rannsóknir hafa sýnt fram á að óvirkar upphitunarmeðferðir séu viðeigandi og fullnægjandi fyrir vægt ofkælda einstaklinga (Giesbrecht, Schroeder og Bristow, 1994; Giesbrecht, Sessler,

Mekjavić, Schroeder og Bristow, 1994; Williams o.fl., 2005). Það sem talið er ráða mestu þar um er að hjá vægt ofkældum einstaklingum er skjálfti til staðar (Williams o. fl., 2005). Þegar reynt hefur verið að hraða upphitun vægt ofkældra sjúklinga með ytri virkri upphitun, hafa rannsóknarniðurstöður leitt í ljós að hraði upphitunar eykst aðeins lítillega. Þar með benda rannsóknirnar til þess að innri (e. endogenous) upphitun vægt ofkældra einstaklinga, skjálftinn, hafi mest um upphitunarhraða þeirra að segja (Giesbrecht, Schroeder o.fl., 1994; Giesbrecht, Sessler o. fl., 1994; Williams o.fl., 2005).

Á vettvangi í óbyggðum er hægt að beita óvirkum upphitunaraðferðum (Irwin, 2002) og þar sem sýnt hefur verið fram á að nóg sé að hita vægt ofkælda sjúklinga upp með óvirkum hætti (Giesbrecht, Schroeder o.fl., 1994; Giesbrecht, Sessler o.fl., 1994; Williams o.fl., 2005) er hægt að hita þann hóp upp á vettvangi. Með óvirkum aðferðum er því hægt að koma í veg fyrir frekara hitatap og samhliða því stuðla að öruggri upphitun vægt ofkældra sjúklinga á vettvangi (Giesbrecht, 2001b; Giesbrecht, Schroeder o.fl., 1994; Giesbrecht, Sessler o.fl., 1994; Williams o.fl., 2005). Það er hægt að gera með því að einangra einstaklinginn frá kaldri jörð, koma honum í skjól frá veðri og vindum og færa hann úr köldum og blautum fötum þegar í viðunandi skjól er komið. Þá felst óvirk upphitunarmeðferð einnig í að vefja sjúklingnum inn í teppi eða þurrar ábreiður og þá sérstaklega höfuð og háls (Copass o.fl., 2003). Þar sem rannsóknir hafa sýnt að skjálfti sé mikilvæg aðferð til hitamyndunar vægt ofkældra einstaklinga (Giesbrecht, Sessler o.fl., 1994; Goheen o.fl., 1997; Williams o.fl., 2005) auk þess sem skjálfti krefst mikillar orku (Isaac og Johnson, 2008), er nauðsynlegt að gefa hitaeningar til að viðhalda honum. Því eru drykkir sem innihalda sykur ákjósanlegri en drykkir án sykurs, jafnvel þó sykurlausu drykkirnir séu heitir. Þó verður að hafa í huga að

gefa einstaklingi einungis að drekka ef hann er með meðvitund og fær um að kyngja sjálfur og vernda öndunarveg (Anna Björg Aradóttir o.fl., 2006).

Meðal- og alvarlega ofkældir einstaklingar í óbyggðum

Þegar litið er á meðal- og alvarlega ofkælda sjúklinga hafa rannsóknir leitt í ljós að virkar upphitunarmeðferðir hækka kjarnhitastig sjúklinganna hraðar en óvirkar upphitunarmeðferðir (Goheen o.fl., 1997; Steele o.fl., 1996). Rannsóknir styðja það að upphitun með óvirkum hætti sé ekki nægjanleg um leið og ofkæling sjúklinganna er orðin það mikil að þeir séu hættilir að skjálfa, þ.e. komin niður í meðal- eða alvarlega ofkælingu (Giesbrecht, Sessler o.fl., 1994; Goheen o.fl., 1997; Steele o.fl., 1996). Þar sem innri upphitun þessara sjúklinga, skjálftinn, er ekki lengur virk þurfa þeir utanaðkomandi aðstoð í formi virkrar ytri eða innri upphitunarmeðferðar (Goheen o.fl., 1997; Steele o.fl., 1996). Þær meðferðir geta verið með hitateppum, hitablæstri, heitum vökva í æð og jafnvel með hjarta- og lungnavél (Lasater, 2008).

Á vettvangi í óbyggðum eru yfirleitt ekki tæki og tól til að veita virka upphitunarmeðferð en þó er hægt að nota ýmislegt tiltækt sem er til staðar á vettvangi eins og að setja flöskur fullar af heitu vatni við kjarna sjúklings, háls, brjóstakassa, kvið og nára (Irwin, 2002). Einnig er hægt að nota hitapakka eða annað tiltækt til að setja við kjarna sjúklings (Anna Björg Aradóttir o.fl., 2006). Erlendar björgunarsveitir hafa notað ýmsar árangursríkar aðferðir til upphitunar á vettvangi, m.a. hitapúða, svefnpoka, heitar vatnsflöskur, volgan vökva í æð og upphitað súrefni (Giesbrecht, 2001b). Mögulegt er að veita sjúklingi enn meiri líkamsyl með því að setja hann í svefnpoka með heitum einstaklingi (Anna Björg Aradóttir o.fl., 2006). Þó sýndi rannsókn Giesbrecht, Sessler og féлага (1994) að með upphitun

ofkældra sjúklinga með húð við húð meðferð jókst kjarnhitastig aðeins lítillega miðað við óvirka upphitunarmeðferð.

Í ljósi alvarleika lífeðlisfræðilegs ástands meðal- og alvarlega ofkældra einstaklinga (Peng og Bongard, 1999; Tsuei og Kearney, 2004), auk þess sem erfitt er að veita virka upphitunarmeðferð í óbyggðum (Irwin, 2002), er mikilvægt að þeir komist í sérhæfða aðstoð í byggð sem fyrst. Tilraunir til upphitunar meðal- og alvarlega ofkældra sjúklinga á vettvangi í óbyggðum ættu því ekki að tefja flutning þeirra á sjúkrahús. Í töflu 2 má sjá yfirlit yfir rannsóknir á upphitunarmeðferðum vægt og alvarlega ofkældra sjúklinga.

Endurlífgun og flutningur alvarlega ofkældra

Þar sem alvarlega ofkældir sjúklingar eru meðvitundarlausir með skert taugaviðbrögð og erfitt er að greina lífsmörk þeirra geta þeir verst látnir (Jurkovich, 2007). Alvarlega ofkælda sjúklinga ætti ekki að úrskurða látna á vettvangi. Helst ætti ekki að úrskurða ofkælda sjúklinga látna fyrr en þeir hafa verið hitaðir upp á sjúkrahúsi (Anna Björg Aradóttir o.fl., 2006).

Ef öndun finnst ekki hjá alvarlega ofkældum sjúklingi en merki um púls finnst skal beita blástursmeðferð eingöngu. Ef ekki finnst öndun, púls né annað lífsmark skal beita blástursmeðferð í 3 mínútur til að byrja með og athuga að þeim loknum lífsmörk aftur. Ef öndun finnst ekki að 3 mínútum liðnum en púls eða annað lífsmark finnst skal halda áfram með blástursmeðferð eingöngu. Ef enn finnst ekkert lífsmark skal beita blástursmeðferð og hjartahnoði. Hjartahnoð ætti þó ekki að tefja flutning á sjúkrahús en sé hjartahnoð hafið er æskilegt að því sé haldið áfram alla leið á sjúkrahús. Ekki ætti að framkvæma hjartahnoð

þegar sjúklingur er borinn á börum þar sem það er ekki árangursríkt og tefur aðeins flutning (Anna Björg Aradóttir o.fl. 2006).

Sjúklingar hafa verið lífgaðir við og hitaðir upp frá allt að 14 °C (Dobson og Burgess, 1996) og því er mikið til í máltækinu „enginn er dáinn fyrr en hann er heitur og dáinn“ (e. no one is dead until warm and dead“) (Jurkovich, 2007). Endurlífgun ætti ekki stöðva fyrr en líkamshiti er hærra en 30-32°C og engin merki um líf sjáanleg (McCullough og Arora, 2004). Undantekningar á því eru þó ef einstaklingur hefur verið í kafi í vatni í meira en 1 klukkustund, kjarnhiti mælist lægri en 12°C, augljósir banvænir áverkar sjást, öndunarvegur er frosinn, brjóstkassi frosinn eða björgunarfólk örmagna eða í hættu (Anna Björg Aradóttir o.fl., 2006).

Í flutningi alvarlega ofkældra sjúklinga á sjúkrahús þarf að gæta þess að þeir verði fyrir eins litlu hnjaski og mögulegt er vegna þess hversu viðkvæmir þeir eru fyrir hjartsláttartruflunum (Tsuei og Kearney, 2004). Ef færa þarf alvarlega ofkælda sjúklinga úr köldum og/eða blautum fötum gæti því þurft að klippa fötin utan af þeim (Giesbrecht, 2001b). Þá er best, ef mögulegt er, að stefna að flutningi á sjúkrahús sem hefur yfir að ráða hjarta- og lungnavél (Anna Björg Aradóttir o.fl., 2006).

Sérhæfð meðferð á sjúkrahúsum

Rannsóknir hafa sýnt að virk ytri meðferð auki ekki upphitunarhraða vægt ofkældra sjúklinga (Giesbrecht, Schroeder o.fl., 1994; Giesbrecht, Sessler o.fl., 1994; Williams o.fl., 2005). Hins vegar sýndi rannsókn Giesbrecht, Schroeder og félagar (1994) að upphitun vægt ofkældra einstaklinga með hitablæstri minnkaði „afterdrop“ þeirra um 30%. Auk þess sýndi rannsókn Kober og félagar (2001) á vægt ofkældum slösuðum sjúklingum á leið þeirra á sjúkrahús, að

kjarnhitastig sjúklinganna sem hitaðir voru upp með hitateppi var $1,3^{\circ}\text{C}$ hærra við komu á sjúkrahúsið en þeirra sem fengu óvirka meðferð. Þá tjáðu sjúklingar sem fengu virka meðferð almennt betri líðan og minni verki.

Rannsóknir hafa sýnt fram á að alvarlega ofkældir sjúklingar þurfi ytri og/eða innri virka upphitunarmedferð (Goheen o.fl., 1997; Steele o.fl., 1996) og þá meðferð er erfitt að framkvæma utan sjúkrahúsa (Irvin, 2002). Rannsóknir hafa leitt í ljós að virk upphitun alvarlega ofkældra sjúklinga auki upphitunarhraða þeirra án þess að auka á önnur vandamál (Kober o.fl., 2001; Kornberger, Schwarz, Lindner og Mair, 1999; Steele o.fl., 1996). Þá hefur verið sýnt fram á að virk upphitun með hitablæstri eða hitateppum sé örugg og árangursrík upphitun fyrir alvarlega ofkælda sjúklinga án vandamála frá hjarta- og æðakerfi (Goheen o.fl., 1997; Kober o.fl., 2001; Kornberger o.fl., 1999; Steele o.fl., 1996). Hægt er að veita virka ytri meðferð eina og sér eða með $40\text{-}42^{\circ}$ heitum vökva í æð (Epstein og Anna, 2006; Steele o.fl., 1996). Þó er meðferð með vökvagjöf í æð ekki nóg til upphitunar alvarlega ofkældra sjúklinga ein og sér og hefur verið sýnt fram á að 1 lítri af heitum vökva í æð gefinn ofkældum sjúklingi með kjarnhitastig 32°C hækki hitastig hans einungis um $0,14^{\circ}\text{C}$ (Petroni, Kuncir og Asensio, 2003). Hjá ofkældum sjúklingum sem þarfnast mikillar vökvagjafar getur heitur vökvi þó haft mikil áhrif (Tsuei og Kearney, 2004). Ofkældir sjúklingar þurfa oft vökva í æð af öðrum ástæðum og ef svo er er mikilvægt að hann sé heitur (Aslam o.fl., 2006; Petroni o.fl., 2003). Lágan blóðþrýsting þeirra ætti t.d. fyrst og fremst að meðhöndla með vökvagjöf. Aðeins í þeim aðstæðum sem vökvagjöf nægir ekki ætti að íhuga lága skammta af blóðþrýstingshækkandi lyfjum, s.s. dopamine (Aslam o.fl., 2006). Ekki er mælt með því að hita blóð til blóðgjafar í meira en 42°C (Petroni o. fl., 2003). Í þeim tilvikum þar sem sjúklingar eru ekki í eftirliti í sírita eða tengdir við hjarta- og lungnavél eða sambærileg tæki,

er talið að hæg upphitun sé öruggari en hröð upphitun (Aslam o.fl., 2006) og er yfirleitt talað um 1°C/klst til 2°C/klst (Lasater, 2008).

Sú aðferð sem notuð er til upphitunar alvarlega ofkældra sjúklinga ætti að vera ákveðin með tilliti til ástands hjarta- og æðakerfis þeirra (Kornberger og Mair, 1996). Hafa rannsóknir sýnt að virkar ytri upphitunaraðferðir ættu að duga í flestum tilfellum en með auknum vanda­málum sjúklings þurfi að grípa til frekari inngripa, s.s. með hjarta- og lungnavél (Kornberger og Mair, 1996; Walpoth o.fl., 1997). Sýnt hefur verið fram á að upphitun með hjarta- og lungnavél er hraðasta upphitun sem völ er á og getur verið allt að 8,5°C á klukkustund (Kornberger og Mair, 1996). Auk þess hafa rannsóknir gefið til kynna að upphitun með hjarta- og lungnavél sé árangursrík aðferð til upphitunar alvarlega ofkældra sjúklinga. Þá hefur verið sýnt fram á að hraust fólk án undirliggjandi sjúkdóma eða heilsufarsvandamála geti lifað af alvarlega ofkælingu og verið hitað upp með hjarta- og lungnavél án þess að hljóta varanlegan taugaskaða (Walpoth o.fl., 1997). Rannsóknir hafa einnig leitt í ljós að batahorfur alvarlega ofkældra sjúklinga, sem hitaðir eru upp með hjarta- og lungnavél, séu almennt mjög góðar svo framarlega sem þeir hafi ekki orðið fyrir súrefnisskorti eða hafi undirliggjandi sjúkdóma (Farstad o.fl., 2001; Kornberger o.fl., 1999; Kornberger og Mair, 1996). Í töflu 2 má sjá yfirlit yfir rannsóknir á virkum upphitunaraðferðum alvarlega ofkældra sjúklinga.

Mikilvægt er að hjúkrunarfræðingar og annað heilbrigðisstafrólk sem annast ofkælda sjúklinga fylgist með hugsanlegum aukaverkunum samfara meðferð. Aukaverkanir geta verið „afterdrop“ kjarnhitastigs, lágur blóðsykur, þarmalömun (e. paralytic ileus), lélegur tónus blöðru (e. bladder atony), sleglaflökt (e. ventricular fibrillation) og elektrolytabrenglanir og þá sérstaklega of hátt kalíum (Aslam o.fl., 2006). Þá er lækkaður blóðþrýstingur vegna endurupphitunar þekktur en hann er tengdur æðaútvíkkun í útlimum og getur leitt til

lostástands. Síru-basa-jafnvægi getur einnig truflast við endurupphitun og er lækkað sýrustig (e. acidosis), tengt því að mjólkursýra (e. lactic acid) flytjist frá útlimum til blóðrásar, vel þekkt (McCullough og Arora, 2004).

Tafla 2: Yfirlit yfir rannsóknir á meðferðum vægt og alvarlega ofkældra einstaklinga

Höfundar og grein	Tilgangur	Rannsóknar snið	Aðferðir og úrtak	Niðurstöður	Umræða og ályktanir höfunda	Athugasemdir
Williams o.fl. 2005 Rewarming of healthy volunteer after induced mild hypothermia: a healthy volunteer study Nýja Sjáland	Bera saman virka (e. active) og óvirka (e. passive) upphitun hjá vægt ofkældum heilbrigðum sjálfboðaliðum.	Random order cross-over design	8 sjálfboðaliðar voru hitaðir upp frá kjarnhitastigi 35 °C á þrennan hátt. Virku upphitanirnar voru tvær, með hitateppi og hitablæstri og óvirka upphitunin var með polyester-teppi.	Lítill munur sást á hraða upphitunar sjúklinganna sama hvaða aðferð var notuð. Innri upphitun (e. endogenous) sjúklingsins sjálf hafði mest um upphitunarhraðann að segja. Þegar sjúklingar voru hitaðir upp með hitablæstri áttu þeir það til að skjálfa minna.	Hraði upphitunar var sá sami með virkri og óvirkri upphitun. Talið er að virk upphitun minnki skjálfta hjá vægt ofkældum sjúklingum. Hjá vægt ofkældum skjálfandi sjúklingum er hraði upphitunar svipaður, sama hvaða aðferð er notuð.	Þessar niðurstöður eru gagnlegar þeim sem koma að ofkældum sjúklingum á vettvangi í óbyggðum þar sem virk upphitun er ekki í boði.
Giesbrecht, Schroeder o.fl., 1994 Treatment of mild immersion hypothermia by forced-air warming Kanada	Kanna áhrif hitablásturs til upphitunar vægt ofkældra sjúklinga	Tilraunarsnið með samiburðar hópi	Átta einstaklingar voru kældir tvisvar sinnum niður í 8°C vatni. Þá voru þeir hitaðir tvisvar sinnum upp, með óvirkri upphitun í svefnpoka og virkri upphitun með hitablæstri (e. forced air warming).	Afterdrop sjúklinganna var 30% minna með hitablæstri ($0.43 \pm 0.26^{\circ}\text{C}$) en óvirkri upphitun ($0.61 \pm 0.26^{\circ}\text{C}$). Upphitunarhraði var mjög jafn hvort sem virk ($3.26 \pm 1.8^{\circ}\text{C} \cdot \text{h}^{-1}$) eða óvirk upphitun ($3.02 \pm 1.2^{\circ}\text{C} \cdot \text{h}^{-1}$) var notuð.	Upphitunarhraði var sá sami hvort sem virk eða óvirk upphitun var notuð. Upphitun með hitablæstri minnkaði afterdrop um 30%. Upphitun með hitablæstri er örugg, einföld og lítið inngríp.	

Giesbrecht, Sessler o.fl., 1994 Treatment of mild immersion hypothermia by direct body-to-body contact Bandaríkin	Kanna hvort virk upphitunarmeðferð myndi auka hraða upphitunar vægt ofkældra sjúklinga.	Tilraunar snið	12 þátttakendur, 6 sem voru kældir niður í 35°C og 6 sem hituðu kældu einstaklingana upp. Upphitun var á þrennan hátt: með óvirkri upphitun og virkri upphitun með húð við húð eða heitri gínu (e. mannequin).	Meðal afterdrop fyrir þær þrjár upphitunaraðferðir var 0.54 ± 0.2 , 0.54 ± 0.2 og 0.57 ± 0.2 °C og hraði upphitunar var 2.40 ± 0.8 , 2.46 ± 1.1 og 2.55 ± 0.9 °C/klst fyrir óvirka upphitun, húð við húð upphitun og upphitun með heitri gínu.	Skjálfti var minni þegar virku upphitunaraðferðin voru notaðar. Það útskýrir af hverju upphitun með þeim aðferðum er ekki hraðari.	Æðasamdráttur hitagjafans getur leitt til takmarkandi þáttar . Auk þess sem bein snerting sjúklings við hitagjafa er takmörkuð.
Steele o.fl., 1996 Forced Air Speeds rewarming in accidental hypothermia Bandaríkin	Bera saman hraða upphitunar með óvirkri upphitun og virkri upphitun með hitablæstri hjá alvarlega ofkældum sjúklingum	Framvirk samantölur rannsókn (e. Prospective, randomized clinical trial)	16 sjúklingar með alvarlega ofkælingu sem lögðust inn á sjúkrahús. Meðferðin var valin handahófskennt, annaðhvort óvirk meðferð eða virk meðferð með hitablæstri. Öllum sjúklingum var gefinn 38°C heitur vökvi í æð og heitt rakt súrefni.	Upphitunarhraði sjúklinganna í samantöluráttum sem fékk bómullarteppin var 1,4°C/klst en 2,4°C/klst hjá hópnunum sem var hitaður upp með hitablæstri. Kjarnhiti sjúklinganna sem hitaður var upp með hitablæstri var því 1°C/klst hraðari.	Upphitun með hitablæstri eykur hraða upphitunar hjá alvarlega ofkældum sjúklingum án þess að auka önnur vandamál.	
Kornberger o.fl., 1999 Forced air surface rewarming in patients with severe accidental hypothermia Austurríki	Kanna áhrif hitablásturs til upphitunar alvarlega ofkældra sjúklinga	Afturvirk rannsókn (e. retrospective)	15 sjúklingar með alvarlega ofkælingu voru hitaðir upp með hitablæstri. Sjúklingar 1-9 í hópi 1 höfðu ekki sögu um hjartaáfall fyrir komu á sjúkrahúsið en sjúklingar 10-15 í hópi 2 höfðu sögu um slíkt. Sjúklingar í hópi 1 höfðu kælst úti í köldu loftslagi en ástæða ofkælingar í hópi 2 var nærdrukknun og snjóflóð.	Allir 15 sjúklingarnir voru hitaðir upp með hitablæstri eingöngu. Ekki var munur milli hópanna á hitastigi við komu á sjúkrahúsið. Meðal upphitunarhraði var $1,7 \pm 0,7$ °C/klst og var ekki munur milli hópanna tveggja. Allir sjúklingarnir í hópi 1 náðu sér að fullu. Allir sjúklingarnir í hópi 2 létust 1-28 dögum eftir upphitun og leiddi CT í ljós óafturkræfar súrefnisskemmdir í heila hjá þeim.	Rannsóknin bendir til þess að hitablástur sé örugg og árangursrík aðferð til upphitunar við meðhöndlun sjúklinga með alvarlega ofkælingu. Ályktað er að upphitun með hjarta- og lungnavél sé viðeigandi þegar um ofkælda sjúklinga með sögu um hjartaáfall er að ræða. Súrefnisskortur tengist lélegri útkomu sjúklinga.	Slæm útkoma sjúklinganna í hópi 2 er líklega frekar vegna óafturkræfs heilaskaða vegna súrefnisskorts frekar en upphitunaraðferða rínnar.

<p>Goheen o.fl., 1997</p> <p>Efficacy of forced-air and inhalation rewarming by using a human model for severe hypothermia</p> <p>Kanada</p>	<p>Bera saman þrjár upphitunar-aðferðir; óvirkar og virkar um öndunarveg með heitu lofti og hitablæstri.</p>	<p>Tilraunar snið</p>	<p>Átta sjálfboðaliðar voru kældir niður í þrjú skipti. Þeir voru svo hitaðir upp með óvirkum aðferðum, um öndunarveg með 43°C heitu lofti og með hita-blæstri. Allir fengu lyfið Meperdine sem hindrar skjálfta og þannig var líkt eftir áhrifum alvarlegrar ofkælingar.</p>	<p>Með upphitun með hitablæstri var “afterdrop” sjálfboðaliðanna 30-40% minna og upphitunarhraði 6-10x hraðari en með hinum 2 aðferðunum.</p>	<p>Í ofkældum sjúklingum án skjálfta er upphitun með hitablæstri árangursrík aðferð. Upphitun með heitu lofti ber lítinn árangur.</p>	<p>Allir þátttakendur fengu inj. Meperdine (1,5 mg/kg) til að koma í veg fyrir skjálfta og ná þannig fram áhrifum líkt og um alvarlega ofkælingu væri að ræða.</p>
<p>Kober o.fl., 2001</p> <p>Effectiveness of Resistive Heating Compared With Passive Warming in treating hypothermia associated with minor trauma: A randomized trial.</p> <p>Austurríki</p>	<p>Bera saman virka og óvirka upphitun hjá vægt ofkældum lítið slösuðum sjúklingum á leið á sjúkrahús.</p>	<p>Tilraunar snið með samanburðarhópi</p>	<p>100 lítið slasaðir sjúklingar voru meðhöndlaðir af handahófi annað hvort með óvirkri meðferð með teppi eða virkri meðferð með hitateppi á leið á sjúkrahús.</p>	<p>Hjá sjúklingum sem fengu óvirka meðferð lækkaði kjarnhitastig um 0,4 °C/klst. Hjá þeim sem fengu virka meðferð hækkaði kjarnhita-stigið um 0,8 °C/klst á leiðinni á sjúkrahúsið. Kjarnhitastigið var því 1,3°C hærra hjá þeim sem fengu virka meðferð en óvirka við komu á sjúkrahúsið.</p>	<p>Notkun hitateppis eykur kjarnhitastig lítið slasaðra ofkældra sjúklinga á leiðinni á sjúkrahús. Því er mælt með að lítið slasaðir sjúklingar séu hitaðir upp á virkan hátt með hitateppi á leiðinni á sjúkrahús.</p>	

<p>Kornberger og Mair 1996</p> <p>Important Aspects In the Treatment of Severe accidental hypothermia: the Innsbruck study</p> <p>Austurríki</p>	<p>Athuga árangur þriggja mismunandi upphitunar-meðferða fyrir alvarlega ofkælda sjúklinga.</p>	<p>Afturvirk rannsókn</p>	<p>55 sjúklingar með alvarlega ofkælingu voru hitaðir upp á þrjá vegu eftir ástandi þeirra. Stöðugir sjúklingar voru hitaðir upp með óvirkri upphitun og heitu og röku lofti og 38°C heitum vökva í æð (hópur 1). Sjúklingar sem voru óstöðugir frá hjarta- og æðakerfi voru hitaðir upp með peritoneal dialysis með 40°C heitum vökva og einangrun (hópur 2). Sjúklingar með sögu um hjartaáfall (n=24) voru hitaðir upp með hjarta- og lungnavél (hópur 3).</p>	<p>Upphitunarhraði sjúklinganna í hópi 1 og 2 var sambærilegur. 1,4±0,1°C/klst hjá hópi 1 og 1,5±0,4°C/klst hjá hópi 2. Upphitunarhraði hjá sjúklingum í hópi 3 var töluvert hraðari eða 8,5 ± 0,8°C/klst. Allir sjúklingar í hópi 1 (100%), 5 sjúklingar í hópi 2 (72%) og 3 sjúklingar í hópi 3 (13%) útskrifuðust af sjúkrahúsinu.</p>	<p>Sú aðferð sem notuð er til upphitunar ofkældra sjúklinga ætti að vera ákveðin m.t.t ástands hjarta- og æðakerfis sjúklings (e. hemodynamics). Óvirk upphitun ætti að duga í flestum tilfellum en með auknum vandamálum sjúklings þyrfti að grípa til fleiri inngripa.</p> <p>Batahorfur sjúklinga sem ekki hafa orðið fyrir súrefnisskort eða hafa einhverja undirliggjandi sjúkdóma eru mjög góðar (e. excellent).</p>	
<p>Farstad o.fl., 2001</p> <p>Rewarming from accidental hypothermia by extracorporeal circularion</p> <p>Noregur</p>	<p>Athuga árangur upphitunarm eðferðar með hjarta- og lungnavél hjá sjúklingum með alvarlega ofkælingu.</p>	<p>Afturvirk rannsókn</p>	<p>26 sjúklingar sem höfðu ofkælst á árunum 1987-2000 voru hitaðir upp með hjarta- og lungnavél.</p>	<p>Af þessum 26 sjúklingum voru 19 vandir af hjarta- og lungnavél, hinir létust áður. Af þessum 19 útskrifuðust 8 af sjúkrahúsi, hinir 11 létust. Af þeim 8 sem útskrifuðust var einungis 1 sem hafði hlotið súrefnisskort.</p>	<p>Sjúklingar með alvarlega ofkælingu án þess að verða fyrir súrefnisskort eiga sæmilegar (e. reasonable) lífslíkur og ættu að vera hitaðir upp áður en frekari klínískar ákvarðanir eru teknar. Ofkældir sjúklingar sem verða fyrir súrefnisskort eiga minni lífslíkur.</p>	<p>Sjúklingar sem hafa óumdeilt orðið fyrir súrefnisskort ættu ekki að vera hitaðir upp með hjarta- og lungnavél.</p>

Walpoth o.fl., 1997 Outcome of survivors of accidental deep hypothermia and circulatory arrest treated with extracorporeal blood warming Bandaríkin	Athuga útkomu sjúklinga til langs tíma eftir upphitun frá alvarlegri ofkælingu með hjarta- og lungnavél.	Afturvirk rannsókn	15 sjúklingar sem höfðu hlotið alvarlega ofkælingu voru hitaðir upp með hjarta- og lungnavél.	Eftirfylgni sjúklinganna leiddi í ljós að engir fylgikvillar eða afleiðingar ofkælingar hrjáðu þá. Taugaeinkenni sem höfðu sést hjá sjúklingunum stuttu eftir endurupphitun voru ekki lengur til staðar.	Rannsóknin gefur til kynna að hraust og heilbriggt fólk sem ofkælist alvarlega geti lifað af án þess að hljóta varanlegan taugaskaða. Hjarta- og lungnavél er árangursríkt tæki til upphitunar þessara sjúklinga.	
Silfvast og Pettilä , 2003 Outcome from severe accidental hypothermia in Southern Finland Finland	Finna og skoða þá þætti sem höfðu jákvæð áhrif á lífslíkur hjá ofkældum sjúklingum með hjartastopp.	Afturvirk rannsókn	75 ofkældir sjúklingar sem innskrifuðust inn á sama sjúkrahúsið í Finnlandi með ofkælingu.	Af þeim 75 sjúklingum voru 44 stöðugir og þurftu ekki inngrip. Af hinum 31 voru 23 í hjarta-stoppi vegna ofkælingar og voru hitaðir upp með hjarta- og lungnavél. 61% sjúklinganna útskrifuðust af sjúkrahúsi. Þeir þættir sem tengdir voru bata voru aldur, pH slagæðablóðs, pCO ₂ og se K.	Sjúklingar sem fara í hjartastopp vegna ofkælingar þola langan endurlífgunartíma (e. CPR) áður en þeir eru tengdir hjarta- og lungnavél. Lífslíkur sjúklinganna eru góðar.	Frekari rannsóknir á forspárgildi se K og pCO ₂ þarfnast frekari rannsókna.

Hlutverk hjúkrunarfræðinga

Hlutverk hjúkrunarfræðinga í óbyggðum og í samfélaginu

Hjúkrunarfræðingar hafa víðtæka menntun og þekkingu á lífeðlisfræðilegum einkennum og frávikum, sem geta átt sér stað hjá fólki við mismunandi aðstæður (Sedlak, 1995). Þar sem fyrirbygging og forvarnir ofkælingar er besta meðferðin (Grissom o.fl., 2010) eru hjúkrunarfræðingar í kjöraðstöðu til að veita fræðslu til almennings og stuðla þar að fyrirbyggjandi aðgerðum gegn ofkælingu af slysförum í óbyggðum. Hjúkrunarfræðingar geta nýtt sér menntun sína hvar sem þeir eru staddir, hvort sem það er á ferðalögum, í björgunaraðgerðum (Isaac og Johnson, 2008; Sedlak, 1995) eða í vinnu sinni á sjúkrahúsum og hafa þekkinguna til að meta alvarleika ofkælingar og grípa inn í til að koma í veg fyrir að ástandið versni (Sedlak, 1995).

Hlutverk hjúkrunarfræðinga á sjúkrahúsum

Á sjúkrahúsum vinna hjúkrunarfræðingar í nánú samstarfi við lækna, sjúkraliða og annað starfsfólk með hagsmuni sjúklingsins að leiðarljósi. Hjúkrunarfræðingar búa yfir ákveðinni sérþekkingu og starfi sínu samkvæmt standa þeir einna næst sjúklingum í veikindum þeirra á sjúkrahúsum (Sbaih, 1995).

Hjúkrunarfræðingar og aðrir meðferðaraðilar á sjúkrahúsum þurfa að þekkja vel áhættuþætti og einkenni ofkælingar og nota þá þekkingu ásamt líkamsmati við að meta alvarleika og stig ofkælingar. Auk þess er mikilvægt að þekkja einkenni hugsanlegra aukaverkana ofkælingar til að geta brugðist við þeim í tæka tíð og komið þannig í veg fyrir að

líkamlegt ástand sjúklingsins versni. Aðalhlutverk og ábyrgð heilbrigðisstarfsfólks á bráðamóttökum er fyrst og fremst að meta alvarleika ofkælingarinnar og bregðast við þessu lífshættulega ástandi. Margar hjúkrunarmedferðir geta stuðlað að því að snúa ferli ofkælingarinnar við og gera sjúklingnum kleift að viðhalda og hækka kjarnhitastig sitt (Sedlak, 1995).

Við móttöku ofkældra sjúklinga er fyrsta hlutverk hjúkrunarfræðinga sem og annarra fagstétta innan sjúkrahússins að styðja við mikilvægustu líffærakerfin og bregðast við lífsógnandi vandamálum sem geta komið þar upp. Þá þarf að tryggja að komið sé í veg fyrir frekara hitatap hjá sjúklingnum gegnum leiðni, streymi, geislun eða uppgufun. Þegar öndunarvegur, öndun og blóðrás hafa verið tryggð, meðvitundarástand sjúklings hefur verið athugað og almenn taugaskoðun hefur verið gerð, auk þess sem komið hefur verið í veg fyrir frekara hitatap hjá sjúklingnum, þarf að meta lífsmörk hans (Sedlak, 1995). Mikilvægt er að meta öll lífsmörk hins ofkælda sjúklings, blóðþrýsting, púls, öndunartíðni, súrefnismettun og að sjálfsögðu kjarnhitastig (Smith, Bland og Mullet, 2005). Hægt er að mæla kjarnhitastig með ýmsum aðferðum og á mismunandi stöðum. Kjarnhitastig er auðveldast að mæla með eyrnamælum og tekur sú mæling auk þess lítinn tíma og er minniháttar inngríp fyrir sjúklinginn. Eyrnamæling er aftur á móti ekki sú nákvæmasta og eru ýmsir þættir sem geta haft áhrif þar á. Nákvæmari staðir til að mæla kjarnhitastig eru t.d. um vélinda, endaparm og þvagblöðru (Smith, 2001). Þegar búið er að meta lífsmörk og ástand sjúklingsins með tilliti til þeirra fer það eftir alvarleika ofkælingarinnar og lífeðlisfræðilegu ástandi hins ofkælda hver næstu skref eru (Sedlak, 1995).

Hjá sjúklingum með væga ofkælingu nægir yfirleitt óvirk upphitunarmedferð með því að aðstoða sjúklinginn úr blautum fötum, aðstoða hann við að þurrka sér og fara í þurr föt og

umlykja hann teppum (Aslam o.fl., 2006; Sedlak, 1995; Tsuei og Kearney, 2004). Þá þarf að hafa eftirlit með lífsmörkum sjúklingsins og skrá þau niður á 15 mínútna fresti. Einnig þarf að meta hvort þörf sé á því að fylgjast náið með þvagútskilnaði sjúklingsins og ef svo er, þarf að setja upp hjá honum þvaglegg. Að auki þarf að meta í samstarfi við lækna hvort gefa þurfi sjúklingnum vökva í æð og þá þarf að setja upp hjá sjúklingnum æðalegg (Sedlak, 1995). Gæta þarf þess að vökvinn sem sjúklingurinn fær sé heitur eða 40-42°C (Epstein og Anna, 2006). Ef sjúklingurinn þarf á súrefni að halda þarf einnig að gæta þess að gefa raka með því (Sedlak, 1995).

Sjúklingar með meðal og alvarlega ofkælingu þurfa virka innri og/eða ytri upphitunarmeðferð með hitablæstri, hitateppum, heitum vökva í æð, heitu og röku lofti um öndunarveg og jafnvel hjarta- og lungnavél (Sedlak, 1995; Ulrich og Rathlev, 2004). Hjá þessum sjúklingum þarf að fylgjast náið með öllum lífsmörkum og skrá niður. Setja verður upp þvagleggi og æðaleggi hjá öllum meðal og alvarlega ofkældum sjúklingum, því þeir þurfa vökva og lyfjagjöf í æð auk þess sem fylgjast þarf náið með þvagútskilnaði. Allir meðal og alvarlega ofkældir sjúklingar þurfa a.m.k. heitt og rakt súrefni um öndunarveg og aðra þarf að barkaþræða og setja í öndunarvél. Hjá alvarlega ofkældum sjúklingum þarf að fylgjast sérstaklega vel með merkjum um hjartsláttaróreglu (Sedlak, 1995) því sjúklingar með kjarnhitastig undir 30°C eru viðkvæmir fyrir öllu áreiti og hnjaski vegna hættu á sleglaflökki (Tsuei og Kearney, 2004). Virkri upphitunarmeðferð ætti að halda áfram þar til kjarnhiti sjúklingsins hefur náð 32-34°C (Sedlak, 1995).

Hjúkrunarfræðingar standa sjúklingnum næst og verða ávallt að vera vakandi fyrir breytingum á sjúkdómsástandi hins ofkælda (Sbaih, 1995 og Sedlak, 1995). Hlutverk hjúkrunarfræðinga hvað varðar hjúkrun ofkældra eru fjölbreytt og krefjandi. Ofkældir

sjúklingar geta lagst inn á hvaða deild á sjúkrahúsum sem er og því þurfa hjúkrunarfræðingar í hverri sérgrein fyrir sig að vera meðvitaðir um ofkælingu og hjúkrunarþarfir ofkældra sjúklinga (Sedlak, 1995).

Umræður

Tilgangur þessa fræðilega yfirlits var að kanna helstu rannsóknarniðurstöður í sambandi við ofkælingu og upphitunarmeðferðir ofkældra sjúklinga. Leitast var við að svara spurningum um hver lífeðlisfræðileg viðbrögð líkamans við ofkælingu væru, hver ástæða skjálfta væri, hverjar mögulegar upphitunaraðferðir væru, hvort hægt væri að hita ofkælda sjúklinga upp í óbyggðum og hvernig hjúkrunarfræðingar gætu nýtt sér menntun sína hvað varðar ofkælingu bæði í starfi og með fyrirbyggjandi aðgerðum.

Ofkæling getur haft víðtæk áhrif á helstu líffæraakerfi líkamans auk þess sem persónubundnir þættir hafa mikið um viðbrögð hvers og eins að segja. Hjá vægt ofkældum sjúklingum er skjálfti virkilega öflugur til hitaframleiðslu og ræður úrslitum um það hvort hinn ofkældi náí að hita sig upp án utanaðkomandi aðstoðar. Rannsóknnum bar saman um það að mögulegt væri að hita vægt ofkælda sjúklinga upp með óvirkum aðferðum og þar af leiðandi í óbyggðum. Hins vegar sýndu rannsóknarniðurstöður að óvirk meðferð væri ekki fullnægjandi hjá meðal og alvarlega ofkældum sjúklingum og þar með þyrfti að flytja þá í sérhæfða meðferð í byggð sem fyrst. Hlutverk hjúkrunarfræðinga við hjúkrun ofkældra sjúklinga á sjúkrahúsum er fjölbreytt og krefjandi. Þar sem forvörn er besta meðferðin eru hjúkrunarfræðingar menntunar sinnar vegna í kjöraðstöðu til að sinna því starfi.

Það er ljóst að við getum ekki haft áhrif á eða stjórnað utanaðkomandi þáttum líkt og veðurfari og hitastigi úti en öðrum utanaðkomandi þáttum getum við vel stjórnað, líkt og því hvernig við erum klædd og hvernig við verjum okkur gegn kuldanum. Erfitt er að hafa stjórn á persónubundnum þáttum en með því að vera meðvituð um þá þætti sem gera okkur líklegri til ofkælingar og hegða okkur samkvæmt því erum við að vissu leyti að stjórna þeim þáttum. Grunnþekking í fyrstu hjálp getur skipt sköpun í óbyggðum sem og að þekkja einkenni og

möguleg hættumerki. Skjálftinn er t.d. ekki einungis vörn líkamans gegn kulda og öflugt kerfi til hitaframleiðslu heldur líka okkar helsta viðvörunarbjalla fyrir því að líkamanum sé of kalt. Versnandi meðvitund helst í hendur við lökkun á kjarnhitastigi og er ásamt skjálftanum auðvelt einkenni fyrir ferðamenn að fylgjast með. Þar sem heilbrigðisstarfsfólk er ekki alltaf til staðar á vettvangi þar sem óhöpp eiga sér stað verða ferðalangar sjálfir að vera vel upplýstir um þessi einkenni, passa upp á sjálfan sig og félagana sína, gæta þess að hunsa ekki merkin sem líkaminn gefur og bregðast við í tæka tíð. Góður undirbúningur og skynsemi ræður því miklu um hver afdrif ferðalanga verða í óbyggðum hvað varðar ofkælingu.

Upphitunarmeðferðir geta verið af ýmsu tagi og í raun er hugmyndaflug og þekking björgunarfólks sem ræður þar helst för. Þar sem ferðalangar eru oftast en ekki aðeins með lágmarksbúnað á ferðalögum sínum er mikilvægt að þeir kunni vel á búnaðinn sinn, séu útsjónarsamir og láti ekkert stoppa sig við að nýta það sem til staðar er. Rannsóknir hafa t.d. sýnt fram á að virk upphitun auki ekki hraða upphitunar hjá vægt ofkældum sjúklingum en hafi hins vegar töluverð áhrif á verki og vellíðan sjúklinganna. Það skaðar því ekki að hita vægt ofkælda sjúklinga upp á vettvangi með blöndu af virkum og óvirkum aðferðum, t.d. með teppum og heitum vatnsflöskum við kjarna sjúklings. Öll þessi vitneskja er afskaplega dýrmæt fyrir ferðalangar og björgunarfólk sem er líklegt til að þurfa að meðhöndla ofkælda sjúklinga. Að auki getur það skilið milli lífs og dauða hversu fljótt alvarlega ofkældir sjúklingar komast á sjúkrahús og þar getur kunnátta og viðbrögð björgunarfólks átt stóran hlut.

Þar sem sífellt fleiri fara á fjöll þyrfti ef til vill að auka fræðslu, fyrstu hjálpar kennslu og almenna grunnþjálfun í fjallamennsku fyrir ferðamenn sem hyggjast halda á kaldar slóðir. Þá væri auk þess fróðlegt að sjá hvort slíkt starf myndi bera einhvern árangur og væri e.t.v.

rannsóknarefni í framtíðinni. Þá skortir rannsóknir á ofkælingu í íslenskum aðstæðum, sem geta verið ansi frábrugnar aðstæðum erlendis, m.t.t. fjölbreytts verðufars og vosbúðar.

Lokaorð

Í þessu fræðilega yfirliti hefur verið farið yfir helstu þætti sem orsaka ofkælingu, hver einkennin eru og hvernig rannsóknir sýna að best sé að bregðast við, bæði á vettvangi og í sérhæfðri meðferð á sjúkrahúsum. Einungis hefur verið litið til ofkælingar af slysförum í óbyggðum en ljóst er að fólk getur orðið fyrir ofkælingu hvar og hvenær sem er, t.d. á vettvangi bíslýsa, í sjósundi og jafnvel um hásumar innan bæjarmarkanna. Ofkæling er því eitthvað sem heilbrigðisstarfsfólk, sérstaklega á norðlægum slóðum, verður ávallt að hafa í huga í starfi sínu, bæði innan og utan sjúkrahúsa.

Samfara auknum áhuga almennings á útivist og fjallamennsku halda sífellt fleiri út í óbyggðir í erfiðar aðstæður. Íslenskt veðurfar er engu líkt og er ekki óalgengt að sjá jafnvel allar fjórar árstíðirnar á einum og sama deginum. Þar sem ofkæling getur verið jafnhættuleg og raun ber vitni er ljóst að fræðsla og forvarnir verða mikilvægari með degi hverjum og eru hjúkrunarfræðingar, menntunar sinnar vegna, í kjöraðstöðu til að sinna því starfi.

Heimildaskrá

Anna Björg Aradóttir, Anna Sigríður Vernharðsdóttir, Bjarni Torfason, Felix Valsson,

Guðmundur Guðjónsson, Hjalti Már Björnsson o.fl. (2006). *Ofkæling. leiðbeiningar um fyrstu meðferð*. Seltjarnarnes: Landlæknisembættið.

Aslam, F.A., Aslam, A.K., Vasavada, B.V. og Khan, I.A. (2006). Hypothermia: evaluation, electrocardiographic, manifestations, and management. *The American Journal of Medicine*, 119(4): 297-301.

Copass, M., Nemiroff, M. J., Bowman, W.D., Giesbrecht, G., Hamlet, M., Janik, R. o.fl. (2003). *Cold injuries guidelines*. Juneau, AK: State of Alaska.

Dobson, J.A. og Burgess, J.J. (1996). Resuscitation of severe hypothermia by extracorporeal rewarming in a child. *Journal of Trauma*, 40, 483-485.

Epstein, E. og Anna, K. (2006). Accidental hypothermia. *British Medical Journal*, 332: 706-709.

Farstad, M., Andersen, K.S., Koller, M.E., Grong, K., Segedal, L. og Husby, P. (2001).

Rewarming from accidental hypothermia by extracorporeal circulation. A retrospective study. *European Journal of Cardio-Thoracic Surgery*, 20(1): 58-64.

- Giesbrecht, G.G. (2001a). Emergency treatment of hypothermia. *Emergency Medicine*, 13(1), 9-16.
- Giesbrecht, G.G. (2001b). Prehospital treatment of hypothermia. *Wilderness and Environmental Medicine*, 12(1), 24-31.
- Giesbrecht, G.G. og Bristow, G.K. (1992). A second postcooling afterdrop: More evidence for a convective mechanism. *Journal of applied physiology*, 73(4), 1253-1258.
- Giesbrecht, G.G., Goheen, M.S.L., Johnston, C.E., Kenny, G.P., Bristow, G.K. og Hayward, J.S. (1997). Inhibition of shivering increases core temperature afterdrop and attenuates rewarming in hypothermic humans. *Journal of applied physiology*, 83(5), 1630-1634.
- Giesbrecht, G.G. og Hayward, J.S. (2006). Problems and complications with cold-water rescue. *Wilderness and Environmental Medicine*, 17(1), 26-30.
- Giesbrecht, G.G., Schroeder, M. og Bristow, G.K. (1994). Treatment of mild immersion hypothermia by forced-air warming. *Aviation Space and Environmental Medicine*, 65, 803-808.
- Giesbrecht, G.G., Sessler, D.I., Mekjavić, I.B., Schroeder, M. og Bristow, G.K. (1994). Treatment of mild immersion hypothermia by direct body-to-body contact. *Journal of applied physiology*, 76(6): 2373-2379.

Goheen, M.S.L., Ducharme, M.B., Kenny, G.P., Johnston, C.E., Frim, J., Bristow, G.K. o.fl. (1997). Efficacy of forced-air and inhalation rewarming by using a human model for severe hypothermia. *Journal of applied physiology*, 83(5), 1635-1640.

Grissom, C.K., Harmston, C.H., McAlpine, J.C., Radwin, M.I., Ellington, B., Hirshberg, E.L., o.fl. (2010). Spontaneous endogenous core temperature rewarming after cooling due to snow burial. *Wilderness and Environmental Medicine*, 21(3), 229-235.

Haman, F. (2006). Shivering in the cold: from mechanism of fuel selection to survival. *Journal of Applied Physiology*, 100(5), 1702-1708.

Headquarters, Department of the Army. (2005). *Prevention and management of cold-weather injuries*. Washington, DC: Höfundur.

Irwin, B.R. (2002). A case report of hypothermia in the wilderness. *Wilderness and Environmental Medicine*, 13, 125-128.

Isaac, J. (2002). *Fyrsta hjálp í óbyggðum* (Andrés Sigurðsson þýddi). Reykjavík: Slysavarnarfélagið Landsbjörg.

Isaac, J.E. og Johnson, D.E. (2008). *Wilderness and rescue medicine. A practical guide for the basic and advanced practitioner*. Scarborough: Wilderness Medical Associates.

Jurkovich, G.J. (2007). Environmental Cold-Induced Injury. *Surgical Clinics of North America*. 87, 247-267.

Kober, A., Scheck, T., Fuseladi, B., Lieba, F., Vlach, W., Friedman, A. o.fl. (2001). Effectiveness of resistive heating compared with passive warming in treating hypothermia associated with minor trauma: A randomized trial. *Mayo Clinic Proceedings*, 76, 369-375.

Kornberger, E. og Mair, P. (1996). Important aspects in the treatment of severe accidental hypothermia: The Innsbruck experience. *Journal of Neurosurgical Anesthesiology*, 8(1): 83-87.

Kornberger, E., Schwarz, B., Lindner, K.H. og Mair, P. (1999). Forced air surface rewarming in patients with severe accidental hypothermia. *Resuscitation*, 41(2): 105-111.

Lasater, M. (2008). Treatment of Severe Hypothermia with intravascular temperature modulation. *Critical Care Nurse*, 28, 24-29.

McCullough, L. og Arora, S. (2004). Diagnosis and treatment of hypothermia. *American Family Physician*, 70, 2325-2332.

McIntosh, S.E., Leemon, D., Visitacion, J., Schimelpfenig, T. og Fosnocht, D. (2007).

Medical incidents and evacuations on wilderness expeditions. *Wilderness and Environmental Medicine*, 18, 298-304.

Mörður Árnason (ritsjóri). (2002). *Íslensk orðabók*. Reykjavík: Forlagið.

Nuckton, T.J., Claman, D.M., Goldreich, D., Wendt, F.C., & Nuckton, J.G. (2000).

Hypothermia and afterdrop, following open water swimming: The Alcatraz/San Francisco swim study. *American Journal of Emergency Medicine*, 18(6), 703-707.

Petrone, P., Kuncir, E.J. og Asensio, J.A. (2003). Surgical management and strategies in the

treatment of hypothermia and cold injury. *Emergency Medicine Clinics of North America*, 21, 1165-1178.

Peng, R.Y. og Bongard, F.S. (1999). Hypothermia in Trauma Patients. *Journal of American*

College of Surgeons, 188 (6), 685-696.

Sabiah, L. (1995). To do or not to do: use of the scope of professional practice in accident and

emergency work. *Accident and Emergency Nursing*, 3, 7-13.

Sessler, D.I. (2001). Complication and treatment of mild hypothermia. *Anesthesiology*. 95;

531-543.

- Sedlak, S.K. (1995). Hypothermia in Trauma: The Nurse's role in recognition, prevention, and management. *International Journal of Trauma Nursing*, 1, 19-26.
- Silfvast, T. og Pettilä, V. (2003). Outcome from severe accidental hypothermia in Southern Finland - A 10-year review. *Resuscitation*, 59(3): 285-290.
- Smith, C.E. (2001). Trauma and hypothermia. *Current Anaesthesia & Critical Care*, 12, 87-95.
- Smith, J.J., Bland, S.A. og Mullett, S. (2005). Temperature – The forgotten vital sign. *Accident and Emergency Nursing*, 13; 247-250.
- Steele, M. T., Nelson, M.J., Sessler, D.I., Fraker, L., Bunney, B., Watson, W.A. o.fl. (1996). Forced air speeds rewarming in accidental hypothermia. *Annals of Emergency Medicine*, 27(4): 479-484.
- Tsuei, B. og Kearney, P.A. (2004). Hypothermia in the trauma patient. *Injury, International Journal of the Care of the Injured*, 35, 7-15.
- Ulrich, A.S. og Rathlev, N.K. (2004). Hypothermia and localized cold injuries. *Emergency medicine Clinics of North America*, 22, 281-298.

Walpoth, B.H., Walpoth-Aslan, B.N., Mattle, H.P., Radanov, B.P., Schroth, G., Schaeffler, L.

o.fl. (1997). Outcome of survivors of accidental deep hypothermia and circulatory arrest treated with extracorporeal blood warming. *The New England Journal of Medicine*, 337, 1500-1505.

Williams, A., Salmon, A., Graham, P., Galler, D., Payton, M og Bradley, M. (2005).

Rewarming of healthy volunteers after induced mild hypothermia: A healthy volunteer study. *Emergency Medicine Journal*, 22(3): 182-184.