

2010

SERIE: STAMI-RAPPORT
ÅRG. 11, NR.8 (2010)
ISSN: 1502-0932
DATO: SEPTEMBER 2010



Utredning om virkninger av arbeid i kalde omgivelser

Forfattere: Knardahl S. / Medbø J.I. / Strøm V. / Jebens E.

Utredning om virkninger av arbeid i kalde omgivelser

Forfattere: Knardahl S.
Medbø J.I.
Strøm V.
Jebens E.

Innledning

Arbeid i kalde omgivelser er vanlig i en rekke bransjer og virksomheter. Mange ansatte i bygg- og anleggsvirksomheter, petroleums- og bergverksindustri, fiskerier og fiskeoppdrett, i skogbruk og til dels også i annen landbruksnæring er utsatt for kulde i arbeid utendørs i vinterhalvåret. Mange ansatte i ernæringsvirksomheter arbeider i kjøle- eller fryserom. Man kan dele inn arbeid i kalde omgivelser i (I) arbeid i kulde utendørs med eksponering for vind og varierende fuktighet (II) arbeid i kulde innendørs i regulert klima.

Menneskers evne til å tilpasse seg kortvarig kulde er forholdsvis godt kjent. Det foreligger mye kunnskap om menneskers fysiologiske reaksjoner under akutt kuldepåvirkning. Det foreligger også mye kunnskap om virkninger av nedkjøling på nerveceller og hjerteceller hos pasienter under kirurgiske inngrep. Nedkjøling benyttes som behandling for å begrense hjerneskader etter traumer og oksygenmangel.

Det aller meste av forskningen om virkninger av kulde har vært laboratorieundersøkelser av omstillingsmekanismer hos unge, friske mennesker som utsettes for akutt kulde som for eksempel ved nedsenkning i kaldt vann. Mye kunnskap er skapt ved forsøk på dyr.

I industri- og petroleumsvirksomhet er skiftarbeid, nattarbeid og lange arbeidsskift vanlig. Temperaturreguleringen inngår i døgnrytmene (circadiane rytmer). Det synes derfor rimelig å anta at kuldetilpasning og kuldetoleranse kan være endret om natten eller etter lange arbeidsøkter.

Den yrkesaktive befolkning har aldersspenn fra < 20 til 70 års alder. Det er mulig at kunnskapen om unge menneskers kuldetilpasning ikke kan generaliseres til eldre.

Landsorganisasjonen i Norge henvendte seg til Statens arbeidsmiljøinstitutt med forespørsel om å utrede virkninger av arbeid i kalde omgivelser. En overordnet målsetting var å utrede forhold som kan ha relevans for arbeid innen industri- og petroleumsvirksomhet. Man ønsket å etablere kunnskapsstatus om kuldetoleranse ved *langvarige arbeidsperioder*, kuldetoleranse under *nattarbeid* eller *skiftarbeid* (betydningen av døgnrytmer for kuldetoleranse), kuldetoleranse hos *eldre arbeidstakere* og *kjønnsforskjeller* i kuldetoleranse.

Kunnskap om kroppslige reaksjoner ved nedsenkning i kaldt vann (immersjonsulykker) har fått bred omtale flere andre steder og gjennomgått ikke her (se for eksempel F Golden & M Tipton: *Essentials of sea survival*, 2002, ISBN-13: 9780736002158).

Petroleumstilsynet har fått utført utredningen "Kalde utfordringer. Helse- og arbeidsmiljø på innretning i nordområdene" (Thelma, 2010; ISBN 978-82-8032-024-7).

En referansegruppe bestående av representanter fra arbeidstakerorganisasjonen Landsorganisasjonen (LO) og arbeidsgiverorganisasjonen Norsk industri (NI) har kommentert form og presentasjon av utredningen.

Referansegruppen besto av:

Ali Reza Tirna og Øyvind Rongevær fra LO,
Vemund Digernes fra Norsk industri.

Innhold

1. Oppsummering og konklusjoner	4
2. Omstillinger under varme og kulde	7
3. Virkninger av generell nedkjøling.....	13
4. Virkninger av lokal nedkjøling (hender, føtter, ansikt).....	15
5. Metoder for litteratursøk og vurdering av forskningslitteraturen	16
6. Virkninger av kulde på kognitive funksjoner	18
7. Kuldetoleranse ved langvarige arbeidsøkter.....	24
8. Kuldetoleranse under nattarbeid eller skiftarbeid og betydningen av døgnrytmer for kuldetoleranse	26
9. Akklimatisering til kulde ved eksponering over lang tid. Årstidsvariasjoner.....	29
10. Kuldetoleranse hos eldre	34
11. Kjønnforskjeller i kuldetoleranse.....	37
12. Etniske forskjeller i kuldetoleranse	42
13. Kuldetoleranse hos personer med medisinske tilstander.....	45
14. Kuldeeksponering som årsak til sykdom eller andre særskilte problemer knyttet til arbeid i kulde.....	48

1. Oppsummering og konklusjoner

Virkning på kognitive funksjoner

Det synes rimelig å konkludere at lett, kortvarig kulde kan ha effekter på sympatiske nervesystem og adrenalin (se s. 19) som kan øke våkenhet og yteevne.

Kuldeeksponering synes først og fremst å redusere *vigilans*, dvs evne til effektiv oppmerksomhet og persepsjon (persepsjon er ervervelse, tolkning, utvelgelse og organisering av sanseinformasjon). Deretter hemmes motoriske funksjoner (styring av bevegelser). Dette kan skyldes lokale effekter på motorikk. Mange kognitive tester krever finmotorikk under gjennomføringen.

Oppgaver som krever parallell informasjonsbehandling, nedsettes ved mer intens kuldeeksponering. Det er ikke mulig å angi temperaturer eller varighet for nedsatt prestasjonsevne.

Langvarige arbeidsøkter

Problemstillinger om effekter av langvarige arbeidsperioder i kulde er ikke tilfredsstillende belyst i forskningen.

Arbeid om natten, skiftarbeid, døgnrytmer

Det er påvist økt varmetap og nedsatt kuldefølsomhet ved nattarbeid. Dette passer med at kroppstemperaturen reduseres om natten. Det er påvist søvnproblemer i mørketida. Vi har ikke funnet tilsvarende undersøkelser av søvn ved arbeid om sommeren i arktis. Spørsmålet om arbeid i kulde med avvik fra naturlig døgnrytme er ikke tilfredsstillende undersøkt.

Akklimatisering, kuldeeksponering over lang tid, årstidsvariasjoner

Det er påvist store forskjeller mellom personer med ulik erfaring og bakgrunn. Det er ikke klart om de påviste forskjellene gjenspeiler økt evne til tilpasninger ved langvarig eksponering eller om de skyldes medfødte forskjeller. Det kan tenkes at bare personer som tåler kulde særlig godt, tar seg jobb i fryserom.

Det er påvist sesongvariasjoner: Evnen til å tilpasse seg lokal kuldeeksponering (nedkjøling av fingeren) synes være størst om sommeren. Artikkene dreier seg om laboratorieforsøk med lokal eksponering. Det er ikke klart om disse funnene er dekkene for nedkjøling av huden i ansiktet. Det er heller ikke klart om funnene også gjenspeiler bedre kuldetoleranse for helkroppseksponering. Opphold i rom med noe lavere temperatur enn normalt (+15 °C) i 1–2 timer pr døgn synes ikke å være nok til å tilpasse kroppen til kalde omgivelser.

Spørsmålet om i hvilken grad en kan tilpasse seg arbeid i kaldt klima, synes ikke være tilstrekkelig undersøkt.

Eldre arbeidstakere

De få artiklene som er funnet, tyder på at eldre tåler kulde dårligere enn det yngre gjør. Fallet i tåleevnen med alder synes å inntre tidlig og er altså ikke noe som blir vesentlig først nær vanlig pensjonsalder. Det er imidlertid uklart hva dette har å si i arbeidssammenheng. Problemstillingene er ikke tilfredsstillende undersøkt.

Kjønnforskjeller

Det er flere undersøkelser som tyder på at menn tåler kulde bedre enn det kvinner gjør. En viktig grunn til denne forskjellen kan være at menn er større enn kvinner og at menn har mindre kroppsoverflate i forhold til kroppsmasse. En annen grunn kan være at menn har en større muskelmasse og dermed større forbrenning som igjen gir økt varmefrigjøring. Det at menn synes å tåle det å håndtere kalde gjenstander (redskaper) bedre enn det kvinner gjør, kan også skyldes at menn ofte har tykkere hud som derfor isolerer bedre. Det å håndtere kalde gjenstander kan være viktig ved mange manuelle oppgaver.

Det er ikke klart om de påviste forskjellene er vesentlige. Videre er flere av undersøkelsene fra laboratorieforsk.

Spørsmålet om det er forskjeller i kuldetoleranse mellom kvinner og menn som er vesentlige for arbeid i kaldt klima, er ikke tilfredsstillende belyst. Det trengs undersøkelser under mer ekstreme forhold enn det som har vært studert hittil.

Etniske forskjeller

Enkelte artikler tyder på vesentlige etniske forskjeller i kuldetoleranse: Personer vokst opp på høyere breddegrader synes å tåle kulde bedre enn det folk fra lavere breddegrader gjør. Forskjellene synes å være vesentlige. Funnene tyder på at erfaringer bygd på århundrelange tradisjoner i Norge og andre subpolare land ikke er egnet som rettesnor for hvordan innvandrere med annen etnisk bakgrunn skal forholde seg til arbeid i kaldt klima.

Dette er et nytt forskningsfelt som har vært lite systematisk undersøkt. To av de tre artiklene vi har funnet, er fra 2008.

Kuldetoleranse ved medisinske tilstander

Tre studier tyder på at personer med påvist hjerte-karlidelser (her: angina pectoris) reagerer uheldig på arbeid i kalde omgivelser. Det kan dels skyldes allmenn nedkjøling eller kuldepåvirkning på huden og dels innånding av kald luft.

En artikkel viser at personer med påviste vibrasjonsskader i fingrene (Reynauds syndrom) tåler nedkjøling av fingrene dårligere enn det andre gjør.

Vi har ikke funnet artikler som tar opp spørsmålet om kuldetoleranse for andre medisinske tilstander, for eksempel luftveislidelser, ulike muskelskjelettlidelser, diabetes eller revmatisme. Spørsmålet om hvordan personer med ulike påviste medisinske tilstander tåler arbeid i kulde, er ikke tilfredsstillende belyst.

Kuldeeksponering som årsak til sykdom

En vet i dag ikke hvordan arbeid i kulde påvirker hjerte-karsystemet, og en mangler særlig opplysninger om hvordan slikt arbeid kan påvirke tilstanden for personer med risikofaktorer for hjerte-karsykdom.

En vet i dag lite om hvordan arbeid i kulde påvirker luftveisfunksjonen. En mangler særskilt opplysninger om hva slags tiltak som kan redusere eller avskaffe uheldige følger.

En vet i dag lite om hvordan arbeid i kulde påvirker muskelskjelettsystemet.

Langvarig arbeid med nedkjøling av hendene øker faren for "hvite fingre" og Raynauds fenomen. En mangler gode opplysninger om hvilke temperaturer og varighet som gir problemer (dose-respons) og nærmere opplysninger om underliggende årsaker (mekanismer). En mangler opplysninger om hvilke tiltak som kan redusere uheldige følger.

Det synes å mangle systematiske undersøkelser av i hvilken grad arbeid i kulde fører til akutte frostskafer.

En vet i dag ikke hvorfor arbeid i kulde øker forekomsten av menstruasjonsforstyrrelser hos kvinner.

Kunnskapsbehov

Det er funnet få undersøkelser av problemstillingene for denne utredningen. Svært få tillater konklusjoner.

Undersøkelser av kuldetoleranse bør omfatte både lokale virkninger (for eksempel nedsatt finmotorikk, smerte) og generaliserte virkninger (for eksempel nedsatt kroppstemperatur).

Det er behov for systematiske undersøkelser av virkninger av nattarbeid og skiftarbeid på kuldetoleranse og funksjonsevne i kulde.

Det er behov for systematiske undersøkelser av virkninger av arbeidstidens lengde på kuldetoleranse og funksjonsevne i kulde.

Det er behov for systematiske undersøkelser av virkninger av langvarig eksponering (akklimatisering, tilvenning) på kuldetoleranse og funksjonsevne i kulde. Undersøkelsene må skille mellom akklimatisering til kulde og andre faktorer (tidligere studier av ekspedisjoner, arbeid i antarktis, etc omfatter også sosiale interaksjoner i små isolerte grupper).

Det er behov for systematiske undersøkelser av alderens betydning for kuldetoleranse og funksjonsevne i kulde.

Det er behov for systematiske undersøkelser av mulige kjønnsforskjeller i kuldetoleranse og funksjonsevne i kulde.

Det er behov for undersøkelser av kuldetoleranse hos pasienter med en rekke medisinske tilstander.

2. Omstillinger under varme og kulde

Når det er temperaturforskjell mellom to legemer, overføres det energi mellom dem. Denne energioverføringen kalles varme. Varme er energioverføring fra den komponenten som har høyest temperatur til den som har lavest temperatur.

Varme transporteres med (I) ledning ved direkte fysisk kontakt (konduksjon), (II) stråling og (III) med bevegelse luft/vann inntil huden (konveksjon).

Omgivelsestemperatur er avgjørende for varmetransport til og fra kroppen. Menneskekroppen avgir varme til omgivelsesluften når hudtemperaturen er høyere enn temperaturen i luften omkring.

Når huden er i direkte kontakt med en gjenstand med stor varmeledningsevne (konduktivitet) som for eksempel metall, transporteres varmen mye raskere. Vann har 25 ganger høyere varmeledningsevne (konduktivitet) enn luft. Det er forklaringen på at man blir raskere nedkjølt i vann. Holder man i et verktøy av metall, taper man varme gjennom verktøyet og får avkjølt hånden.

Fordampning av vann eller annen væske krever energi. Hvis dampen transporteres bort (konveksjon), tapes energien, dvs man får et varmetap. Svettekjertlene leverer vann til hudoverflaten når kroppstemperaturen øker. Når svetten fordampes og vanddampen transporteres bort, tapes varme, og huden avkjøles.

Luft og vann er viskøse "fluider" (væsker) som yter motstand mot bevegelse og altså mot utskifting. I tilnærmet stille luft blir det dannet et grensesjikt med luft som holder seg i ro. Siden luft er en dårlig varmeleder (god isolator), vil dette grensesjiktet virke som et isolerende lag.

Ved vind transporteres luften inntil huden bort, grensesjiktet blir tynnere, og dette øker varmetapet til omgivelsene. Vind øker derfor avkjølingen (i temperaturer lavere enn hudtemperaturen). Man har beregnet bidraget fra vinden som vindavkjølingsindeks (Wind chill index, ISO 15743).

Vindfart / (km/h)	Lufttemperatur / (°C)										
	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50
5	-2	-7	-13	-19	-24	-30	-36	-41	-47	-53	-58
10	-3	-9	-15	-21	-27	-33	-39	-45	-51	-57	-63
15	-4	-11	-17	-23	-29	-35	-41	-48	-54	-60	-66
20	-5	-12	-18	-24	-30	-37	-43	-49	-56	-62	-68
25	-6	-12	-19	-25	-32	-38	-44	-51	-57	-64	-70
30	-6	-13	-20	-26	-33	-39	-46	-52	-59	-65	-72
35	-7	-14	-20	-27	-33	-40	-47	-53	-60	-66	-73
40	-7	-14	-21	-27	-34	-41	-48	-54	-61	-68	-74
45	-8	-15	-21	-28	-35	-42	-48	-55	-62	-69	-75
50	-8	-15	-22	-29	-35	-42	-49	-56	-63	-69	-76
55	-8	-15	-22	-29	-36	-43	-50	-57	-63	-70	-77
60	-9	-16	-23	-30	-36	-43	-50	-57	-64	-71	-78
65	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72	-79
70	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-58	-65	-72	-80
75	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-59	-66	-73	-80
80	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-60	-67	-74	-81

	Ukomfortabelt, men ikke fare for forfrysning
	Veldig kaldt, fare for at hud forfryser
	Bitende kaldt, bar hud kan fryse etter 10 min
	Ekstremt kaldt, bar hud kan fryse etter 2 min

Vi taper også varme via utåndingsluften. Ved høy arbeidsintensitet hvor man blir andpusten, øker dermed varmetapet. Men ved høy arbeidsintensitet produseres også varme.

Menneskekroppen mottar varme fra omgivelsene når omgivelsestemperaturen er høyere enn hudtemperaturen. I tillegg mottar kroppen strålevarme, for eksempel fra sola. Siden vi her skal utrede forhold knyttet til kulde, går vi ikke nærmere inn på varmetilførsel fra omgivelsene som sjelden er særlig stor i kalde omgivelser.

Mennesket er en varmblodig dyreart. Det innebærer at vi tilstreber å holde konstant temperatur i de indre organer og i hjernen (kjernetemperatur) tilnærmet 37 °C. Dette gjør varmblodige dyr fordi de fleste enzymer arbeider mest effektivt ved 37 °C. Nesten alle prosesser i alle celler drives av enzymer. Når temperaturen avviker fra 37 °C, går flere prosesser langsommere. Ved muskelaktivitet produseres varme, og kroppen må være i stand til å kvitte seg med overskuddsvarme. Dessuten har ikke mennesket pels og har derfor store utfordringer med å omstille seg til lave omgivelsestemperaturer.

Kroppstemperaturen reguleres i et område i hjernen som kalles hypotalamus. I dette området finnes det celler som registrerer temperaturen i hjernen. Området mottar også nerveimpulser fra sansenerver som registrerer temperatur en rekke steder i kroppen, f.eks. i huden.

Alle kroppens systemer styres av hjernen med nerver og/eller hormoner. Nervene sender elektriske impulser til de cellene som skal "få beskjed", og beskjeden når frem i løpet av brøkdelen av et sekund. Men beskjeden når bare frem til de cellene som nerven kommuniserer med. Hormoner er signalmolekyler som transporteres rundt i kroppen med blodet. Beskjeder som formidles med hormoner, når frem til alle kroppens celler, men tar lenger tid (sekunder til minutter) fordi hormonene skal produseres, leveres til blodbanen og så transporteres rundt i kroppen.

Det er to nervesystemer som styrer kroppens indre organer: det sympatiske og det parasympatiske nervesystem. Vi har en rekke hormonsystemer som styrer stoffskifteprosesser (og forbrenning), vekst, forplantning og kjønnsfunksjoner, vann- og saltbalanse, etc. Det sympatiske nervesystemet styrer også hormonet adrenalin (som produseres i binyrene).

Reguleringen av kroppens ulike funksjoner koordineres hovedsakelig i hypotalamus i hjernen.

Mennesket har en rekke mekanismer som sørger for å holde kjernetemperaturen (temperaturen i indre organer og hjernen) tilnærmet konstant ved endringer av omgivelsestemperaturen. Temperaturreguleringsområdet i hypotalamus styrer disse mekanismene.

Det er to grupper mekanismer for temperaturregulering:

- Mekanismer som regulerer varmetap
- Mekanismer som produserer varme

Mekanismer som regulerer varmetap

Når hudoverflatens temperatur øker, vil det kunne flyte mer varme fra huden ut til omgivelsene. Når hudtemperaturen synker, vil varmetapet til omgivelsene bli mindre.

Varmetapet avhenger også av fuktigheten i omgivelsene. Tørr luft leder varme svært dårlig og er godt isolerende. Fuktig luft leder varme bedre. Ved høy luftfuktighet i kulde får man derfor større varmetap. Dette er noe av bakgrunnen for at man med samme bekledning kan oppleve å fryse i "fuktig kulde", dvs fuktig vær med temperaturer omkring frysepunktet, men være varm i "tørr kulde" som for eksempel tørr luft i 10 kuldegrader. Dessuten vil vanddamp kondensere på kalde flater i tøy og kreve varme for fordampning.

Nedsenket i kaldt vann er det intet tørt luftlag som isolerer, og varmetapet fra huden blir betydelig. Ved vanntemperaturer $< 29^{\circ}\text{C}$ tapes varme.

Varmetap ved å endre blodsirkulasjonen i huden

Vi regulerer varmetapet primært ved å regulere hudtemperaturen. Ved å transportere varme fra kroppens kjerne ut til hudens overflate økes hudtemperaturen, og dermed kan varme bli avgitt til omgivelsene. Varme transporteres fra kroppens kjerne og ut til hudoverflaten med blodet. Huden har to typer blodårer: (a) de blodårene som forsyner huden med næring og fjerner avfallsstoffer, og (b) de blodårene som har som funksjon å regulere varmetap.

Økning av hudtemperaturen skjer ved å utvide blodårene og slippe mye blod ut i huden. Huden blir da varm og rød. Reduksjon av hudtemperaturen skjer ved å lukke blodårene slik at det ikke transporteres varmt blod ut til huden. Uten tilførsel av varmt blod blir hudoverflaten kaldere.

Ved kulde hvor man ønsker å redusere varmetapet, lukker man temperaturreguleringsblodårene slik at huden holdes kald.

Utvidelse og lukking av temperaturreguleringsblodårene blir styrt av det sympatiske nervesystem som altså styres fra hypothalamus. Det sympatiske nervesystemet har en sentral rolle i alle omstillingsreaksjoner og er meget påvirkelig av psykologiske forhold. Dette er forklaringen på at man ofte kjenner at huden kan bli hvit og kald når man er redd eller svært opprørt.

Når blodårene i huden lukkes, vil blodmengden i huden avta. Dermed blir det mer blod i de store blodårene i de indre organer. Hvis man ikke holder på med intens fysisk aktivitet, vil hjertets sensorsystemer oppfatte dette som at blodmengden er økt og at det er for mye væske i kroppen. Dermed sendes signal til nyrene om å skille ut mer urin.

Blodvolum og vanninnholdet i kroppen er viktig for god funksjonsevne. Dehydrering, dvs nedsatt vanninnhold i kroppen, nedsetter yteevnen. En indikator på vanninnholdet i kroppen er forholdet mellom blodcellenes volum og blodets volum, *hematokrit*. Mengden blodceller er omtrent konstant (om man ikke har en sykdom). Hematokrit er andelen av blodvolumet som utgjøres av de røde blodlegemene (vanligvis mellom 40 og 50 %). I enkelte av de artiklene vi omtaler nærmere, finner en markerte endringer i blodvolumet og hematokrit ved kuldepåvirkning.

Varmetap ved fordampning av svette

Det kreves energi for å fordampe vann (eller annen væske), $\approx 2,4 \text{ MJ kg}^{-1}$ for vann ved kroppstemperatur. Vann som fordamper på huden, tar energi i form av varme fra huden. Dermed avkjøles huden. Økt svetteproduksjon med fordampning avkjøler huden, og dette avkjøler det blodet som renner gjennom huden. Ved tilpasning til kulde reduseres svetteproduksjonen.

Vi har svettekjertler over hele kroppen, og det er flere typer. Størst tetthet av svettekjertler som skiller ut vann, finnes i ansiktet, håndflater, fotsåler og under armene. Svettekjertlene blir styrt av sympatiske nerver. Også svetteproduksjonen påvirkes av psykologiske faktorer slik at man kan oppleve kaldsvetting hvis man blir redd, sint eller opprørt.

Mekanismer som produserer varme

Når temperatursenteret i hypothalamus registrerer at kroppstemperaturen faller, begynner vi å skjelve. Dette er raske, rytmiske muskelkontraksjoner som produserer varme i musklene.

Deretter økes adrenalinproduksjonen (fra binyrene). Adrenalin er et hormon som transporteres i blodbanen til alle organer. Adrenalin har mange ulike virkninger. En virkning er stimulering av varmeproduksjon, sannsynligvis i musklene.

Små pattedyr har en spesiell type fettvev, brunt fettvev, som kan produsere varme. Når et spesielt enzym i brunt fettvev aktiveres, blir energiproduksjonen omsatt til varme. Denne mekanismen styres av det sympatiske nervesystem. Det er omstridt om mennesker har brunt

fettvev i voksen alder. Enkelte funn viser at mennesker kan øke varmeproduksjonen under kuldepåvirkning (og ved høyt kalori-inntak). Antagelig finnes et lignende enzym som i brunt fettvev i musklene. Dette enzymet produserer varme når det aktiveres av adrenalin.

Hos små pattedyr avtar mengden brunt fett med alder, og dermed avtar også evnen til å produsere varme. Det er mulig at dette nedsetter kuldetoleransen og stimulerer til å øke fettlaget for å kompensere med bedre isolasjon.

Ved temperaturfall øker også produksjonen av hormonene tyroksin (benevnes ofte T_4) og trijodtyronin (T_3) i skjoldbruskkjertelen. Disse hormonene øker stoffskiftet i flere organer. Flere av mekanismene for dette er enda ikke kjent. Hypotalamus styrer produksjonen av T_3 og T_4 med hormonet tyroksin-stimulerende hormon (TSH). T_3 og T_4 har stor betydning for flere typer yteevne, lave nivåer svekker yteevnen. Når det er mye T_3 og T_4 i blodet, hemmes produksjonen av TSH. Målinger av T_3 , T_4 og TSH sier om skjoldbruskkjertelen virker normalt. Ved svært høye blodnivåer av TSH må man mistenke at skjoldbruskkjertelen er syk.

De fleste av disse mekanismene er forholdsvis godt studert. Imidlertid er de aller fleste undersøkelser foretatt på unge, friske forsøkspersoner. Siden nedkjøling anvendes under hjertekirurgi og ved hjerneskader for å redusere metabolisme og dermed øke cellenes levetid med lav oksygentilførsel, har man også kunnskap om toleranse for generell nedkjøling under optimale forhold.

Ved arbeid i kalde omgivelser møter man primært to utfordringer:

- Virkninger av generell nedkjøling,
- Virkninger av lokal nedkjøling (særlig hender, føtter, ansikt).

Ved arbeid i arktiske eller antarktiske områder møter man også en tredje utfordring:

- Virkninger av store årstidsvariasjoner med langvarig mørkeperiode (svakt dagslys) og langvarig lysperiode (uten fullstendig mørke). Denne eksponeringen påvirker døgnrytmer (circadiane rytmer) og kan ha betydning for regulering av hormoner som er viktige i kuldetilpasning.

Under arbeid forekommer nødvendigvis kuldeeksponering under betingelser som er annerledes enn de som vanligvis blir undersøkt i laboratorier. Dette prosjektet har som mål å utrede kunnskapsstatus om virkninger av kulde under arbeid.

Studier av arbeid under lange perioder i arktiske og antarktiske strøk har begrensninger idet det er svært vanskelig å skille virkninger av lys/mørke fra virkninger av kulde.

Utfordringer for forskning om effekter av kulde

Man observerer selvsagt sterkere effekter jo lavere temperaturen er. Man må forvente negative effekter om bare temperaturen er lav nok. Utfordringene er imidlertid å få kunnskap om hvilke temperaturer som har hvilke effekter. Dessuten har varigheten av eksponeringen betydning for effektene. Når man så tar med problemstillinger om betydningen av hvilke deler av kroppen som blir eksponert, ser man at forskningen om kuldeeffekter involverer mange faktorer/dimensjoner og svært mange målinger.

Det finnes eksempler på at lett kuldepåvirkning kan gi motsatte effekter av sterk kuldepåvirkning. Det er derfor nødvendig å undersøke en rekke temperaturer og varigheter. Det finnes svært få slike undersøkelser, og det er ofte svært vanskelig å sammenligne ulike funn fordi enkeltparametre ikke er like (for eksempel varighet av eksponering eller luftfuktighet).

3. Virkninger av generell nedkjøling

Hypotermi, dvs farefull nedkjøling, defineres som kjernetemperatur under 35 °C. Livstruende generell nedkjøling forekommer primært ved ulykker og havarier om man havner i sjø eller vann. Det foregår en kontinuerlig utvikling av overlevelsesdrakter for opphold på skip, installasjoner eller helikopter. Men få av disse er egnet til å ha på seg under aktivt arbeid.

Generell avkjøling kan også forekomme når fysisk tungt arbeid som gir svetteproduksjon, veksler med venteperioder uten aktivitet. Retningslinjer om å bære flerlagsbekledning og kle av seg når man blir varm under aktivitet, lar seg ofte ikke forene med arbeidsoperasjoner under tidspress.

En viktig problemstilling er hvordan generell avkjøling påvirker risikopersepsjon, sikkerhetsatferd, opplevelse av arbeidsfaktorer og yteevne (motorisk, mental, sosiale samspill).

Fysiologiske omstillingsmekanismer

Kulde registreres av (i) temperaturfølsomme nerver i huden og (ii) ved registrering av temperaturen i blodet som når hypothalamus i hjernen. Ved temperaturfall iverksettes først mekanismer som reduserer varmetap fra huden (endre blodsirkulasjonen i ytre lag av huden). Når blodsirkulasjonen nedsettes, overføres blod til de indre organer. I tidlig fase av kuldeeksponering kan man av og til observere en svak økning i kjernetemperaturen.

Om dette ikke er tilstrekkelig, iverksettes skjelving for å produsere varme. Om kulden varer ved over lengre tid, kan også mekanismer som endrer stoffskiftet, iverksettes.

Funksjonsnedsettelse under kulde

Funksjonsnedsettelse kan teoretisk sett ramme mange funksjoner. Kognitive funksjoner omfatter oppmerksomhet og persepsjon (oppfattelse av stimuli), evne til å bearbeide informasjon, evne til å fatte beslutninger (valg), evne til hukommelse (arbeidshukommelse), og evne til problemløsning.

Ved fall i kroppstemperatur (kjernetemperatur) nedsettes en rekke funksjoner. De fleste enzymprosesser i kroppen forløper mest effektivt ved temperaturer omkring 37 °C. Når kroppstemperaturen faller, nedsettes hastigheten i cellenes kjemiske prosesser, og det nedsetter funksjoner.

Ved kroppstemperatur (kjernetemperatur) under ca 32 °C nedsettes funksjonene i nervecellene så meget at de fleste har nedsatt bevissthet. Ved ca 30 °C tapes evnen til skjelving. Ved kjernetemperatur under 30 °C blir ledningssystemet i hjertet så nedsatt at rytmeforstyrrelser forekommer. Ved 26–28 °C er hjertestans vanlig. Ved 27 °C er ca 80 % av pasientene i koma. Ubehandlet fører dette gjerne til hjertestans og død.

Når nedkjøling nedsetter enzymprosesser i cellene, nedsettes også energiforbruket, dvs cellene trenger mindre energi for å eksistere. Dette benyttes i moderne medisin. Ved store kirurgiske inngrep kan man velge å nedkjøle pasienten og på den måten redusere energibruk og oksygenbehov: Dermed kan man operere lenger uten at organer skades. Dette brukes rutinemessig ved store hjerteoperasjoner.

Dette er også forklaringen på at enkelte har overlevd nedsenkning i vann uten store hjerneskader. Nedkjøling kan nedsette hjernens energibruk og oksygenbehov slik at cellene overlever lenger med lite oksygen.

4. Virkninger av lokal nedkjøling (hender, føtter, ansikt)

Fysiologiske mekanismer for omstillinger (adaptasjon) er forholdsvis godt kjent. Det finnes noe kunnskap om langtidsvirkninger av lokale frostskafer.

Også på dette området utføres det stadig produktutvikling av varme hansker og fottøy, varmemaske, etc.

Fysiologiske adaptasjonsmekanismer (omstillingsmekanismer)

Den viktigste lokale mekanismen er reduksjon av blodgjennomstrømning i ytre lag av huden.

Funksjonsnedsettelse under kulde

Kalde omgivelser kjøler ned vevene fra hudoverflaten og innover. Nedkjøling forsterkes ved at blodgjennomstrømningen i huden reduseres.

Ved nedkjøling faller ledningshastigheten i nerver. Nerver i huden som registrerer berøring, trykk og temperatur, blir mindre følsomme. Dette påvirker informasjonen som hjernen trenger for finmotorikk. Når også dypere vev blir nedkjølt, nedsettes funksjonen i nerver som styrer muskler.

Ved nedkjøling av huden til minusgrader, dannes det iskrystaller som kan skade cellene. Ved alvorlige frostskafer kan blodårer og nerver bli skadet slik at reguleringen av blodtilførsel til huden og berøringssansen blir ødelagt. Permanente nerveskafer kan gi smertetilstander som kan være invalidiserende og svært vanskelig å behandle (komplekst regionalt smertesyndrom, CRPS).

Raynauds fenomen ("hvite fingre") er en tilstand hvor blodårene i huden i hendene trekker seg sammen og reduserer blodgjennomstrømningen. Dette skjer som anfall som utløses av kulde eller sigarettøyk. Pasienten fryser og kan kjenne smerte.

Personer med *Raynauds sykdom* har svært nedsatt toleranse for kulde. Man skiller mellom primær og sekundær Raynauds sykdom. Sekundær Raynauds sykdom kalles ofte for Raynauds fenomen og skyldes en underliggende sykdom (leddgikt, sclerodermi, systemisk lupus erythromatosus, etc), nerveskade, røyking eller kjemisk eksponering for vinylklorid. Primær Raynauds sykdom er uten kjent årsak.

Raynauds fenomen kan forårsakes av arbeid med vibrerende verktøy over lang tid. Også kuldeeksponering kan bidra til Raynauds. Men eksakte årsaksforhold og mekanismer for utvikling av tilstanden er ukjent.

5. Metoder for litteratursøk og vurdering av forskningslitteraturen

Det er gjort flere søk i litteratordatabasen PubMed for å finne egnet litteratur. Det er av særlig interesse å få fram hva en har av kunnskap og mulige kunnskapshull når det gjelder industriarbeid i kaldt klima som for eksempel ved en framtidig oljeutvinning i nord. Slikt arbeid organiseres vanligvis som skiftarbeid.

Søkestrategiene som er prøvd ut, kan kalles dels snevre og dels vide. Det vil si at vi for eksempel dels har søkt særskilt etter artikler som tar arbeid i kaldt klima og døgnrytmer eller problemer knyttet til skiftarbeid (snevert søk). Kontroll mot kjente, aktuelle artikler viste at slike søk utelot flere aktuelle artikler. Det ble derfor valgt en vid søkestrategi som fanget opp også mye som åpenbart ikke var aktuelt (f.eks. kuldetoleranse hos planter, forskning knyttet til transplantasjonskirurgi, bakterievekst). Slike vide søk ble derfor snevret inn ved å kreve at det skulle dreie seg om mennesker ("human" i PubMed). Merkelappen "human" blir av PubMed angitt manuelt for hver artikkel etter særskilt vurdering. Det vil si at nyere artikler som ikke er ferdigbehandlet i PubMed, ikke har fått denne merkelappen. Det er derfor gjort to søk som er satt sammen. Først er det søkt etter all aktuell litteratur som dreier seg om arbeid og kulde avgrenset til mennesker. Det er så søkt på all aktuell litteratur på arbeid og kulde publisert i 2008 eller seinere, da uten avgrensing til mennesker. De to søkene er så satt sammen. Dette dobbeltsøket ga til sammen 1895 artikler. Disse artiklene er først undersøkt en og en for mulig relevans ved å se på tittelen og sammendraget. I alt 280 artikler ble så valgt ut som mulig aktuelle undersøkinger for ett eller flere områder som vi tar opp under. Alle disse artiklene er lest i sin helhet og vurdert. Innholdet i 50 av dem er funnet relevante og sammenfattet i en eller flere av tabellene under.

Søket skal fange opp artikler om arbeid og kulde. For arbeidsdelen ble følgende streng utviklet: (work OR workload OR works* OR work'* OR worka* OR worke* OR workg* OR worki* OR workl* OR workp* OR occupation* OR job*) som for enkelhets skyld heretter kalt *WORK*. Tegnet * brukes for å markere alle mulige fortsettelser av ordet. En kunne tenke seg at søkeordet "work*" skulle være dekkende. Direkte prøving i PubMed har vist at det bare tar med seg de første 600 ulike kombinasjonene, og det meste blir da "work" etterfulgt av et tall eller en trykkfeil der strengen starter med "work". Samtidig vil en ofte miste mange viktige artikler. Den sammensatte strengen over som vi kort omtaler som *WORK*, unngår det problemet.

Søket skal avgrenses til artikler som dreier seg om kulde. PubMed har et særskilt søkeord kalt "cold temperature" for kulde; med dette søkeordet unngår en tallrike artikler som tar for seg forkjølelse ("cold" på engelsk, "common cold" i PubMed). Det er så satt sammen med søkeordet "frostbite" (forfrysning): ((cold temperature) OR frostbite) = *KULDE*. Søkestrengen vi har brukt, er altså denne: (*WORK AND KULDE*), og som nevnt over, først avgrenset til "human" og deretter avgrenset i tid til 2008 eller seinere. Utfallet av de to søkene er så slått sammen.

Søk om kulde og kognitive funksjonsevne

Tidsrammen for utredningen tillater ikke systematisk gjennomgang av all litteratur om kognitive funksjoner i alle relevante databaser. Søkene om kognitive funksjoner ble utført i PubMed idet vi forventer at de aller fleste studier av kulde blir publisert i tidsskrifter som inngår i denne databasen. En systematisk gjennomgang av all litteratur om kognitive funksjoner i alle relevante databaser er derfor ikke gjort. Søketermene "cold cognitive function" resulterte i 338 treff. Disse ble gjennomgått og de mest relevante artiklene hentet inn.

I tillegg hentet vi inn artikler som ble referert i disse artiklene (manuelt søk). Innholdet i åtte av disse artiklene er gjengitt i tabell 6.1.

6. Virkninger av kulde på kognitive funksjoner

Mål

Prosjektet vil utrede hva en vet om hvordan kulde eller nedkjøling påvirker kognitive funksjoner.

Bakgrunn

Kognitive funksjoner omfatter oppmerksomhet og persepsjon (oppfattelse av stimuli), evne til å bearbeide informasjon, evne til å fatte beslutninger (valg), evne til hukommelse (arbeidshukommelse), og evne til problemløsning.

Undersøkelser av prestasjonsevne kan enten være målinger av prestasjoner i den primære oppgaven man skal utføre (arbeidsoppgaven), feil (feilhandlinger eller unnlattelsesfeil), eller prestasjoner i standardiserte testoppgaver som utføres ved siden av arbeidet (sekundæroppgaver).

Man har gode standardiserte tester for å måle evne til å holde oppmerksomhet (dette kalles ofte "vigilans"), mønstergjenkjenning, arbeidshukommelse, evne til å bearbeide informasjon gjennom flere sanser samtidig, evne til å bearbeide konfliktfylt informasjon, evne til logisk resonnering, og evne til parallell informasjonsbehandling. De fleste tester måler prestasjon ved (i) antall korrekte svar i løpet av bestemt tid, (ii) tid til svar, eller (iii) antall feil, dvs de fleste tester baseres på at nedsatt kognitiv funksjon medfører langsommere informasjonsbehandling eller flere feil.

Ved moderat kulde kan økning i adrenalin og sympatisk nerveaktivitet øke vigilans og dermed *forbedre* kognitive funksjoner. Ved begynnelsen av moderat kuldeeksponering, vil nedsatt blodgjennomstrømming i huden forflytte blod til sentrale organer, og det kan ha positive effekter. Kulde som gir ubehag, kan gi emosjonelle reaksjoner som kan påvirke motivasjon og funksjonsevne. Ubekvems og skjelving kan distrahere (avlede oppmerksomheten) og forstyrre konsentrasjonen om en oppgave.

Lokal kuldeeksponering i form av nedsenkning av en hånd eller fot i kaldt vann benyttes meget som standardisert stimulus innen forskning på hjerte-karsystemet og innen smerteforskning. Vanligvis er vanntemperaturen 0–10 °C. Dette kalles vanligvis "kulde-pressor test" fordi blodtrykket vanligvis øker ganske betydelig (økning i trykk = pressor-reaksjon) pga økt sympatisk nerveaktivitet. Kulde-pressor test gir smerte, og det er grunnen til at den brukes innen smerteforskningen. Testen anvendes også som standardisert "stressor" som stimulus for å utløse responser fra det sympatiske nervesystemet. Testen anvendes lite i undersøkelser av kognitive yteevne under kulde fordi toleransetiden for denne eksponeringen er kort.

Sammenfatning av funn

Det foreligger to tidligere gjennomganger av forskningen de siste 10 årene. Begge har gjennomført meta-analyse av data, dvs utført nye analyser med data fra studiene de har tatt med.

- Pilcher J, Nadler E, Busch C. 2002. Effects of hot and cold temperature exposure on performance: A meta-analytic review. *Ergonomics*, 45, 682-698.
- Hancock PA, Ross JM, Szalma JL. 2007. A meta-analysis of performance response under thermal stressors. *Human Factors*, 49, 851-877.

Det siste arbeidet (Hancock og medarbeidere) er en utvidelse og videreføring av det første (Pilcher og medarbeidere), og vi vil derfor referere konklusjonene fra dette arbeidet.

Hancock og medarbeidere fant 21 studier om kulde og kognitive funksjoner. De konkluderte at kulde har størst negativ virkning på persepsjon (oppmerksomhet) og på motorikk. De konkluderte med effekt på reaksjonstid, men liten effekt på evne til korrekte responser i psykomotoriske tester. De fant også at kortvarig moderat kulde kan forbedre kognitiv prestasjonsevne, antagelig grunnet de fysiologiske kompensasjonsmekanismene.

Problemet med denne analysen er at den slår sammen studier av eksponeringer med ulik temperatur og varighet. Man får derfor lite kunnskap om hvilke temperaturer og tidsperioder som utgjør trussel mot kognitive funksjoner.

Tabell 6.1 viser originalstudier fra de siste årene. Det er klart at mange studier har alvorlige metodemangler. Dessuten er det få studier som har undersøkt effekter av flere temperaturer og flere varigheter systematisk.

Det er vanskelig å skille effekter av oppmerksomhet og forventninger i testsituasjonen fra effekter av nedkjøling (Schoofs og medarbeidere, 2009). Om lokal nedkjøling gir ubehag eller smerter som forstyrrer konsentrasjonen, kan det ha like stor praktisk betydning under utøvelse av arbeidsoppgaver som direkte effekter av nedkjøling.

Konklusjoner

Det synes rimelig å konkludere at lett, kortvarig kulde kan ha effekter på sympatiske nervesystem og adrenalin som kan øke våkenhet og yteevne.

Kuldeeksponering synes først og fremst å redusere *vigilans*, dvs evne til effektiv oppmerksomhet og persepsjon. Deretter hemmes psykomotorisk funksjon. Dette kan skyldes lokale effekter på motorikk. Mange kognitive tester krever finmotorikk under gjennomføringen.

Oppgaver som krever parallell informasjonsbehandling, nedsettes ved mer intens kuldeeksponering. Det er ikke mulig å angi temperaturer eller varighet for nedsatt prestasjonsevne.

Tabell 6.1 Virkninger av kulde på kognitive funksjoner

Tittel Forfattere	Eksponeringer som er undersøkt	Ansatte (deltagere) karakteristika	Helseeffekt som er målt	Funn Resultat	N	Feilkilder	Design Evt
Effect of repeated exposures to cold on cognitive performance in humans. Mäkinen TM og medarbeidere, Physiology & Behavior, 2006;87:166-176.	Opphold i kjølig rom (+10 °C) i 120 min iført kortbukse, sokker og sko. Kontroll: Opphold i 25 °C i 90 min. Hver dag i 10 dager: først kontroll, deretter i kjølig rom.	Unge, friske menn, 22.5 +- 1.6 år.	Kognitive yteevne: 7 tester som måler ulike funksjoner. Kroppstemp (kjerne, hud), Blodtrykk, hjertefrekvens, Termisk komfort.	Noe nedsatt yteevne i noen av testene, men stor variasjon over dager og mellom tester. Kulde påvirket hastighet (responstider) negativt, mens antallet korrekte besvarelser ble litt forbedret. Ingen effekt av tilvenning til kulde. Konklusjon: Kulde påvirker yteevne negativt pga distraksjon og positivt pga økt aktivering.	10	Kontroll-eksponering alltid før kulde-eksponering: mulighet for læringsseffekt. Artikkelen finner at de lærer fra dag til dag.	Ekspérimentelt. Hver forsøksperson var sin egen kontroll (sammenlignet med seg selv) Dette bidrar til å redusere virkninger av individuelle forskjeller.
Influence of seasonally adjusted exposure to cold and darkness on cognitive performance in circumpolar residents. Palinkas LA og medarbeidere, Scandinavian Journal of Psychology, 2005;46:239-246.	Klimakammer i 24 timer: 1. 22 °C, normal innelysning (500 lx) 2. 10 °C, normal innelysning (500 lx) 3. 10 °C, senket belysning (0,5-1 lx) Vanlig innelystedning. Testet under sommer (aug-sept) og vinter (jan-mars)	Unge, friske menn, 24.4 +- 1.2 år.	Kognitive yteevne: 5 tester som måler ulike funksjoner. Kroppstemp (kjerne, hud), Termisk komfort.	Ved 10 °C var yteevnen generelt bedre med kortere responstid og flere korrekte besvarelser på tester som måler komplekse kognitive oppgaver. Det var nedsatt antall korrekte besvarelser på tester som måler enkle oppgaver. En test viste bedre yteevne om sommeren, mens en annen viste bedre yteevne om vinteren.	15	Mulig tak-effekt i noen av testene: antall korrekte svar nesten 100 %. Disse testene kan være lite følsomme for endringer.	Ekspérimentelt. Hver forsøksperson var sin egen kontroll (sammenlignet med seg selv) Dette bidrar til å redusere virkninger av individuelle forskjeller.
Cognitive function during acute cold exposure with	Opphold i kjølig rom (+10 °C) i 120 min iført	Unge friske menn ≈23 år	Mental yteevne, standardiserte	Nedsatt yteevne i kjølig rom, og tap av søvn svekker	6	Uklar framstilling av	

	kortbukse, og med eller uten fravær av søvn. Til sammen 53 timers undersøkelse. Etter 2 timers nedkjøling, opphold ved +25 °C.	gamle.	oppgaver på dataskjerm.	reaksjonstiden.	resultatene		
or without sleep deprivation lasting 53 hours. Spitznagel og medarb. Aviat Space Environ Med 2009;80:703–708							
Cold pressor stress impairs performance on working memory tasks requiring executive functions in healthy young men. Schoofs D & Wolf OT. Behavioral Neurosciences, 2009, 123:1066–1075.	Cold pressor stress (CPS): Hele underarmen nedsenket i vann (0-1 °C) i inntil 3 min. Kontroll: Hele underarmen nedsenket i vann (37-40 °C) i inntil 3 min.	72 friske menn, studenter 36 CPS, 36 Kontroll.	Kognitive funksjoner: Arbeids- hukommelse. Løse matematiske problemer samtidig som man skal huske ord (operation span). Etter å få opplest serie med tall, skal tallene gjentas i rett eller omvendt rekkefølge (digital span). Cortisol (spytt). Ubehag.	Nedsatt arbeidshukommelse i testene som krever parallell informasjonsbehandling (men ingen effekt i digital span med gjentakelse i rett rekkefølge). Økt cortisol.	Uklart om effektene skyldes oppmerksomhet om kuldestimulus.	36 + 36	Eksperimentelt, lab. To grupper sammenlignet. God kontroll over døgnrytmer.
Cognitive, psychomotor, and physical performance in cold air after cooling by exercise in cold water. O'Brien C, Tharion WJ, Sils IV, Castellani JW	Nedsenket i vann + gange til kroppstemp 35.5 °C: Langsom gange +: vann 10 °C hofte høyde, vann 10 °C bryst høyde, vann 20 °C hofte høyde, vann 20 °C bryst høyde,	10 Unge friske menn (soldater), 20 år alder.	Kognitive funksjoner: Hukommelse, Kompleks reaksjonstid, Logisk resonnement, Visuell vigilans	Kognitiv funksjonsevne var bevart på tross av nedsatt kjernetemperatur. Nedsatt fysisk yteevne var relatert til lokal nedkjøling av vevene.	Uklart om deltakerne har fått tilstrekkelig trening i testene før undersøkelsen (læringskurve ikke flatet ut).	10	Eksperimentelt, repetert (hver er sin egen kontroll) med balansert rekkefølge (uklart om randomisering ble utført). Ingen blinding.

Aviat Space Environ Med 2007, 78:568-573	Rask gange +: vann 10 °C hofte høyde, vann 10 °C bryst høyde, vann 20 °C hofte høyde, vann 20 °C bryst høyde, Kontroll: hvile, luft 19 °C		(årvåkenhet), Seriell addisjon/ subtraksjon, Læring av seksensere. Psykomotorisk: Demontering/ montering gevær. Fysisk: Handgrepstyrke, "pull-ups"			Nådde ikke alltid 35.5 °C.	
Cognitive function and mood during acute cold stress after extended military training and recovery. Lieberman HR, Castellani JW, Young AJ. Aviat Space Environ Med, 2009 80:629-636.	Kald luft 10 °C i 4 timer umiddelbart etter 61 døgns militær øvelse/trening.	15 unge friske menn	Kognitiv prestasjonsevne: Visuell viglans, Valg reaksjonstidstest, Mønster- gjenkjennelse, Symbol-tall substitusjon, Arbeids- hukommelse (lære ordlister), Grammatisk logisk resonnement. Målt: umiddelbart etter kurs, etter 2 døgn, etter 108 døgn etter kurset.	Akutt kulde nedsatte viglans og økte anspenthet/angst utover det kurset gjorde. Militærøvelsen hadde betydelige effekter på kognitive funksjoner.	15	Ingen kontrollgruppe, stort frafall. Normal (referanse- verdier) for deltakerne er målingen 108 døgn etter.	Test av forløp.
Tyrosine supplementation mitigates working memory decrements during cold exposure	Vannbad (sittende med vann til brystet) i 2 x 90 min, ved 3 forskjellige testsituasjoner (> 3 dager	Friske menn og kvinner ansatt i det militære.	Prestasjonsevne i ulike kognitive tester (dataarbeids-	Dårligere hukommelse og reaksjonstid ved kaldt vann/placebo, hvor også selvrapportert anspenthet og	19	Ingen data om evt kjønns- forskjeller.	Lab.studie. Balansert rekkefølge. Dobbelt-blindet.

<p>Mahoney og medarb. Physiol & Behav 2007;92:575-582</p>	<p>mellomrom);</p> <p>1) Kaldt vann/tyrosin- inntak (vann-temperatur 10 °C, tyrosindose 300 mg/kg, inntatt via mat.</p> <p>2) Kaldt vann/placebo (vanntemperatur 10 °C, matinntak uten tyrosin).</p> <p>3) Termonøytralt vann/ placebo (vanntemperatur 35 °C, matinntak uten tyrosin).</p>	<p>Alder: 18-35 år. Normal høyde og vekt</p>	<p>oppgaver); Visuell årvåkenhetsgrad (vigilans), Reaksjonstest ("4-choice visual reaction time"), Hukommelsestest ("Delayed match- to-Sample").</p> <p>Testene ble gjennomført før nedsenking i vann, etter 90 min og etter 180 min.</p> <p>Fysiologiske mål: Rektal- og hudtemperatur, hjerterefrekvens, kortisol i spytt.</p>	<p>depresjon økte, samt økt kortisolnivå.</p> <p>Ved inntak av tyrosin var hukommelse bedret og reaksjonstiden raskere.</p> <p>Rektal- og hudtemperatur var lavere ved kaldt vann enn ved termonøytralt.</p> <p>Studien konkluderer med at eksponering i kaldt vann reduserer kognitiv prestasjonsevne, og inntak av tyrosin reduserer fall i hukommelse.</p>		
<p>Driving performance in cold, warm and thermoneutral environments Daanen og medarb. Appl Ergonomics 2003;34:597-602</p>	<p>50 personer utførte en bilkjøringstest (simulator) i kulde (5 °C), temperaturnøytralitet (20 °C) eller i varme (35 °C)</p>	<p>Menn (M) og kvinner (K), 20- 30 år gamle. 5 °C, n=18 M/K=9/9 20 °C, n=14 M/K =7/7 35 °C n=18 M/K =9/9</p>	<p>Ingen</p>	<p>Hudtemperaturen på bein og hode og den termiske komforten ble endret når omgivelsestemperaturen ble satt til 5 °C eller 35 °C; Kjøreferdigheten ved de ekstreme temperaturne var dårligere enn ved 20 °C. Muligheten for å kunne kontrollere den lokale hodetemperaturen ved å justere en varme/vifte påvirket ikke temperaturkomforten eller kjøreferdigheten.</p>	<p>50</p>	

7. Kuldetoleranse ved langvarige arbeidsøkter

Mål

Å utrede hvordan kulde virker på mennesker som har arbeidet i flere timer og/eller som er slitne eller trette etter langvarig arbeid.

Bakgrunn

Langvarig, vedvarende arbeid kan ha betydning for regulering av en rekke kroppslige funksjoner. Både det sympatiske nervesystem og en rekke hormoner kan ha økt aktivitet for å opprettholde musklens og hjernens yteevne. Døgnrytme kan også påvirkes. Disse forhold kan teoretisk sett også påvirke mekanismene for omstilling til å tåle kulde og dermed påvirke kuldetoleranse.

Ved siden av toleranse må kunnskap om eventuelle endringer i mekanismer for omstillinger under kuldeeksponering hos personer som er slitne eller trette, utredes.

Sammenfatning av funn

Vi har bare funnet to artikler som faller inn under emnet (Tabell 7.1). I begge artiklene er friske, unge menn forsøkspersoner. I den ene undersøkelsen har en fulgt fire ulike grupper av soldater som har hatt enten lite (2 timer/døgn) eller nesten normal (6 timer/døgn) søvn og enten mye eller lite fysisk aktivitet i tre døgn. En fant et fall i TSH-konsentrasjonen i blodet. TSH er hypofysehormonet som øker produksjonen av thyroksin som igjen øker stoffskiftet. Funnet tyder altså på nedsatt forbrenning og med det nedsatt varmegjøgning ved langvarige anstrengelser.

I det andre arbeidet har en undersøkt lettkledde studenter som har oppholdt seg i et klimakammer ved 15 °C i 1–5 dager. Resultatene kan tyde på nedsatt fysisk yteevne, men arbeidet er gjort med indirekte målinger som kan påvirkes av andre forhold. Blodvolum ble mindre, og hematokrit økte i løpet av oppholdet. Det samme gjorde urinproduksjon, sannsynligvis som følge av den nedsatte lufttemperaturen.

Det er uklart i hvilken grad disse resultatene kan overføres til arbeidslivet.

Konklusjon

Problemstillinger om effekter av langvarige arbeidsperioder i kulde er ikke tilfredsstillende belyst.

Tabell 7.1 Kuldetoleranse ved langvarige arbeidsøkter

Tittel Forfattere Tidsskrift	Eksponeringer som er undersøkt	Ansatte (deltagere) karakteristika	Helseeffekt som er målt	Funn Resultat	N	Feilkilder	Design Evt
Thyroid hormone responses to military winter exercises in the Arctic region. Hackney og medarb. Arctic Med Res 1995;54:82-90,	Militærøvelse i norsk arktisk vinterklima. Varighet: 3 dager Temperatur: Varierende fra +5 °C til -20 °C.	Mannlige infanteri-soldater. Gj.sn. alder 20 år, høyde 188 cm, vekt 80 kg	Thyroidea-hormon-konsentrasjon	Ingen forskjeller i hormonsvar mellom gruppene. Thyroideaestimulerende hormon (TSH) gradvis fallende t.o.m. 1 dag etter øvelsen. Søvnunderskudd og ulike nivåer av fysisk aktivitet hadde ikke betydning for hormonendringer. Konkluderer med at tyroid-hormonkonsentrasjon er redusert allerede etter 3 d og at søvnunderskudd og ulike nivå av fysisk aktivitet ikke i særlig grad påvirket hormonendringer.	35	Ikke randomisert gruppe-inndeling.	4 grupper: 1) Høy fysisk aktivitet/lite søvn (2 timer) 2) Lav fys.akt./ mye søvn (6 timer) 3) Høy fys.akt./ mye søvn (6 timer) 4) Lav fys.akt./ lite søvn (2 timer).
Fluid balance and physical work capacity in humans exposed to cold Lennquist og medarb. Arch Environ Health 1974;29:241-249	Opphold i klimakammer, varierende fra 1-5 dager, T = 15 °C. Aktiviteter i kammeret: Standardisert ergometersykling, trappgang og hvile (individuell tilpasset for å korrespondere til ordinær daglig aktivitet). Standardisert daglig inntak av mat (2860 kalorier), og drikke (1400 ml vann/døgn). Bekledning: Kortbukse, sokker og sko.	Friske studenter	Hud- og rektaltemperatur, kroppsvekt, hjertefrekvens og blodtrykk målt 5 g/daglig. Blodvolum målt med alveolær CO-metode. Urin samlet i løpet av 4 timers-perioder. Blodprøver. Arbeidskapasitet.	Rektaltemp falt fra 37,1 °C før start til 36,6 °C i løpet av 1. eksponeringsdag og forble på dette nivået. Puls og blodtrykk viste et svakt fall. Kroppsvekt sank i gjennomsnitt med 1,6 %. Blodvolum falt 6,3 L til 5,3 L og hematokrit økte med 14 %. Yteevne på sykkel falt med 40 % i løpet av 3 dager, estimert ut fra økning i pulsnivå. Diurese økte fra 0,83 ml/min til 1,64 ml/min/døgn. Estimert at stor del av diurese skyldes reduksjon i vanntap fra hud og respirasjon.	26	Ikke info. om deltakerne. Ikke info om gjennomført aktivitet eller om statistikk. Mye data, uklart databehandling Uklart om alle deltakerne var 5 dager i kammeret. Arbeidsevne basert på pulsmåling fra kun 6 pers	Lab.studie. Primært deskriptiv statistikk.

8. Kuldetoleranse under nattarbeid eller skiftarbeid og betydningen av døgnrytmer for kuldetoleranse

Mål

Utrede om nattarbeid og skiftarbeid påvirker toleranse for kulde, og hvordan døgnrytmer påvirker toleranse for kulde. Ved siden av toleranse må eventuelle endringer i mekanismer for omstilling under kuldeeksponering i forhold til døgnrytmer utredes.

Bakgrunn

Temperaturreguleringen er endret om natten. Mennesket har døgnrytmer (circadiane rytmer) som regulerer våkenhet og yteevne, kroppstemperatur (senkes om natten), og mange hormoner.

Polområdene har mørketid om vinteren og midnattssol om sommeren. Årstidene påvirker døgnrytmene.

Sammenfatning av funn

En undersøkelse har målt temperaturreguleringen og fysiologiske reaksjoner om natta og sammenliknet dem med tilsvarende reaksjoner om dagen (Tabell 8.1). Temperaturreguleringen var endret om natta. En undersøkelse har studert om fravær av søvn i mer enn to døgn påvirker den fysiske yteevnen og kroppstemperaturen. Det ble funnet endringer i kroppstemperaturen ved søvnmangel, men den fysiske yteevnen syntes ikke å være nedsatt, i alle fall ikke for arbeid av moderat intensitet. Det er usikkert om de påviste forskjellene er vesentlige.

To studier har sett på problemer med langvarige opphold i arktiske strøk i mørketida (tabell 8.2). I det ene fant en at ved bruk av blått lys sov en bedre enn med vanlig belysning på dagtid. Dette er en nokså ny artikkel (fra 2008), og den bruker ordet "foreløpig" ("preliminary") i tittelen, noe som understreker at spørsmålet om virkning av type lys på søvn er lite undersøkt. Det andre arbeidet viste at russere fra det sørlige Russland hadde vesentlig større vansker med mørketida (søvnproblemer og depresjon) enn det nordmenn som var vant til mørketida, hadde. Problemet var størst for skiftarbeidere.

Konklusjon

Det er påvist økt varmetap og nedsatt kuldefølsomhet ved nattarbeid, noe som er vel kjent fra fysiologisk litteratur. Det er påvist søvnproblemer i mørketida. Vi har ikke funnet tilsvarende undersøkelser av søvn ved arbeid om sommeren i arktisk. Spørsmålet om arbeid i kulde med avvik fra naturlig døgnrytme er ikke tilfredsstillende undersøkt.

Tabell 8.1 Kuldetoleranse under nattarbeid eller skiftarbeid og betydningen av døgnrytmer for kuldetoleranse:

Tittel Forfattere	Eksponeringer som er undersøkt	Ansatte (deltagere) karakteristika	Helseeffekt som er målt	Funn Resultat	N	Feilkilder	Design Evt
Physiological responses and manual performance in humans following repeated exposure to severe cold at night. Ozaki og medarb. Eur J Appl Physiol 2001;84: 343–349	Opphold i fryserom (kulde, -25 °C) i 3-20 min, 20 min pause ved +10 °C. Natt (kl. 3–5) versus ettermiddag (kl. 15–17; referanse). God kuldebekledning (3,3 kg). I tillegg kontrollforsøk uten opphold i kulde (+22 °C).	Unge friske menn	Kroppstemp. (T_{kr}), hudtemp. (T_{hud}), blodtrykk (P_{diast}), O ₂ -opptak. Kuldefølelse, fingerferdighet	Om natta versus om ettermiddagen: <ul style="list-style-type: none"> • ↓ T_{kr} • ↑ T_{hud} • ↑ P_{diast} • ↔ O₂-opptak • ↓ opplevd kulde • ↓ fingerferdighet 	13		Hva med pasienter? Moderate forskjeller. Økt fare for uhell og hypotermi om natta?
Exercise in a cold environment after sleep deprivation Kolka og medarb. Eur J Appl Physiol 1984;53:282-285	Gange til utmattelse på tredemølle (1,56 m/sek, selvvalgt helningsgrad). Lufttemperatur: 0 °C, lufthastighet 2,5 m/s. Bekledning: t-skjorte, shorts, sokker og sko. Sammenlikning etter en natt med normal søvn og etter 50-timers søvnmangel.	Friske personer, alder 27 ± 5 år.	Rektaltemperatur, hudtemperatur (bryst, hofte, under arm), hjerterefrekvens (HF), O ₂ -opptak	Rektaltemperatur (T_r) i hvile før test lavere etter 50 t uten søvn enn etter normal søvn (36,5 ± 0,5 °C versus 37,0 ± 0,5 °C), og etter søvnmangel økte T_r raskere under tredemøllengange og var høyere etter 30 min. Ingen forskjeller i tid til utmattelse (53 ± 6 min vs 60 ± 4 min), hudtemp, selvvalgt hel- ningsgrad, O ₂ -opptak, eller HF.	7 Menn: n=6 Kvinner: n=1	Få deltakere	Lab.studie; Eksposering i randomisert rekkefølge. 50 timers søvn- mangel hadde ingen effekt på selvvalgt arbeids- intensitet eller varighet av arbeidet ved 0 °C.

Tabell 8.2 Virkninger av arbeid i arktiske og antarktiske områder med langvarig mørkeperiode (svakt dagslys) og langvarig lysperiode (uten fullstendig mørke):

Tittel Forfattere	Eksponeringer som er undersøkt	Ansatte (deltagere) karakteristika	Helseeffekt som er målt	Funn Resultat	N	Feilkilder	Design Evt
Sleep during the Antarctic winter: preliminary observations on changing the spectral composition of artificial light Francis og medarb. J Sleep Res 2008;17,34-360	Spektral sammensetning og intensitet av kunstig belysning ved opphold i antarktisk vinter (3 mnd uten naturlig lys). Det ble bruk standard lyspærer som gav bredspektrert hvitt lys (5300 K, referanse) og lyspærer som var anriket med blått lys (10 000 K, test). Vekslet mellom disse i perioder på 4–5 uker.	Menn og kvinner, alder 33±7 år.	Søvnmonster	Effekten av blått og hvitt lys på søvn hos basepersonell en vinter i Antarktis ble undersøkt. Man fant at en sovnet senere ved opphold i blått lys sammenlignet med kontrollen. Søvnkvaliteten ("sleep efficiency") var noe bedre i alle periodene med blått lys sammenlignet med hvitt lys. Det anbefales bruk av lys med høyere intensitet og tilpasset spektralsammensetning (blått lys).	10 Menn n=9, Kvinner n=1	Lite utvalg	
Sleeping problems at 78 degrees north: the Svalbard Study. Nilssen og medarb. Acta Psychiatr Scand 1997;95(1):44-48,	Opphold på Svalbard i mer enn 6 mnd. Skiftarbeid.	Gruvearbeidere Nordmenn: Alder 36 år Russere: Alder 37 år	Søvnproblemer: "Har du hatt søvnproblemer over en periode på minst 2 uker?" Livskvalitet.	>80 % av russere hadde søvnproblemer av >14 dagers varighet, mot 20 % av nordmennene. Sammenheng med geografisk tilhørighet; de fleste russere kom fra syd i Russland, mens de fleste norske kom fra Nord-Norge. Mer søvnproblemer hos personer fra Sør-Norge versus fra Nord-Norge. Flest rapporterte søvnproblemer i mørketiden. Depresjon og følelse av å være alene var forbundet med økte søvnproblemer. Russiske skiftarb. hadde 4 ganger større hyppighet av søvnproblemer enn ikke-skiftarb.	Norske N=453 Russiske N=450	Ingen data om hvor lenge deltakerne hadde vært eksponert. Data for nordmenn og russere ikke samlet inn på samme tid (5 års mellomrom)	Tverrsnittstudie; spørreskjema I artikkelen spekuleres det på om forskjellen mellom nordmenn og russere skyldes utilstrekkelig akklimatisering til arktiske strøk blant russere.

9. Akklimatisering til kulde ved eksponering over lang tid.

Årstidsvariasjoner

Mål

Utrede i hvilken grad mennesker kan tilpasse seg arbeid i kaldt klima.

Bakgrunn

Akklimatisering kan teoretisk bestå av (I) fysiologiske tilpasninger og (II) psykologisk tilvenning. Fysiologiske tilpasninger kan være at hormonreaksjoner endres og/eller at cellene endres. Psykologisk tilvenning kan bestå i at man bedre tåler å utsettes for kulde, at kulde oppfattes som mindre ubehagelig.

Sammenfatning av funn

Det er påvist klare forskjeller mellom ulike grupper av personer når det gjelder kuldetoleranse. Fryseromsarbeidere synes å tåle kulde bedre enn det andre gjør: Ved kuldepåvirkning økte hudens blodtilførsel tidligere og mer enn hos dem som ikke arbeidet i fryserom (Tabell 9.1).

To forsøksserier viser at 1–2 timers opphold ved +15 °C ikke er nok til å endre kroppens fysiologi (hormonelle endringer) selv om en blir mindre følsom for kald påvirkning.

Det er sprikende funn og derfor uklart om den mentale yteevnen endrer seg med årstidene.

Konklusjoner

Det er påvist store forskjeller mellom personer med ulik erfaring og bakgrunn. Det er ikke klart om de påviste forskjellene gjenspeiler økt evne til tilpasninger ved langvarig eksponering eller om de skyldes medfødte forskjeller: Det kan tenkes at bare personer som tåler kulda særlig godt, tar seg jobb som fryseromsarbeider.

Det er påvist sesongvariasjoner: Evnen til å tilpasse seg lokal kuldeeksponering (nedkjøling av fingeren) er størst om sommeren. Artikkene dreier seg om laboratorieforsøk med lokal eksponering. Det er ikke klart om funnene også gjenspeiler bedre kuldetoleranse for helkroppseksponering. Opphold i rom med noe lavere temperatur enn normalt (+15 °C) i noen timer per døgn synes ikke å være nok til å tilpasse kroppen til kalde omgivelser.

Spørsmålet om i hvilken grad en kan tilpasse seg arbeid i kaldt klima, synes ikke være tilstrekkelig undersøkt.

Tabell 9.1 Akklimatisering til kulde ved eksponering over lang tid. Årstidsvariasjoner

Tittel Forfattere	Eksponeringer som er undersøkt	Ansatte (deltagere) karakteristika	Helseeffekt som er målt	Funn Resultat	N	Feilkilder	Design Evt
Experimental studies on human reaction to cold – Vascular hunting reaction of workers to cold Tanaka M. Bull. Tokyo Med Dent Univ 1971;18:169–177	Venstre langfinger i isvann (0 °C) i 30 min	Arbeidere i fryserom (< –20 °C, n = 9) og i temperert rom, (T = 15–19°C, n = 5)	T_{hud} i fingeren (neglerota)	Tidligere og sterkere kuldesvar hos fryseromsarbeiderne enn hos ”kjøleroms-arbeiderne”	14	Tverrsnittsunder søking; kan ikke avgjøre om forskjellene er en følge av kuldetilpasning eller utvalg (kuldefølsomme velger seg bort fra arbeid i fryserom)	Store, klare og åpnbare forskjeller mellom de to gruppene. Resultatene kan tyde på gunstige tilpasninger ved langvarig arbeid i kulde
Experimental studies on human reaction to cold – Differences in the vascular hunting reaction to sex, season, and environmental temperature. Tanaka M. Bull. Tokyo Med Dent Univ 1971;18:269–280	Venstre langfinger i isvann (0 °C) i 30 min. Forskjeller mellom ulike grupper. Ulik romtemperatur Kvinner versus menn. Årstidsvariasjoner (sommer versus vinter i Japan).	29 menn 21–35 år gamle: Fryseromsarbeidere (T < –20 °C, n = 5), kjøleromsarbeidere” (T ≥ +15 °C, n = 4), svømmere (n = 5 og studenter (n = 15). Deretter laboranter (tre 30–35 år gamle menn). Seks kvinner og seks menn (19–25 år gamle). Videre fiskearbeidere	T_{hud} i fingeren (neglerota)	Ingen skilnad K mot M i kuldesvar og kuldemotstand. Systematiske skilnader mellom ulike grupper (fryseromsarbeidere > svømmere > studenter > ”kjøleromsarbeidere”). Tidligere svar og bedre kuldemotstand i varmt enn i temperert rom. Ingen skilnad K mot M. Bedre kuldemotstand om sommeren enn om vinteren.	29 3 6 + 6		

Influence of seasonally adjusted exposure to cold and darkness on cognitive performance in circumpolar residents. Palinkas LA og medarbeidere, Scandinavian Journal of Psychology, 2005;46:239-246.	24 timers opphold i klimakammer: 1. 22 °C, normal innelysning (500 lx) 2. 10 °C, normal innelysning (500 lx) 3. 10 °C, senket belysning (0,5-1 lx) Vanlig innelysning. Testet under Sommer (aug-sept) og Vinter (jan-mars)	Unge, friske menn, 24,4 ± 1,2 år.	Kognitive yteevne: 5 tester som måler ulike funksjoner. Kroppstemperatur (kjerner, hud), Termisk komfort.	Ved 10 °C var yteevnen generelt bedre med kortere responstid og flere rette svar på tester som måler komplekse kognitive oppgaver. Det var færre rette svar på tester som måler enkle oppgaver. En test viste bedre yteevne om sommeren, mens en annen viste bedre yteevne om vinteren.	15	Mulig tak-effekt i noen av testene: antall korrekte svar nesten 100 %. Disse testene kan være lite følsomme for endringer.	Eksperimentelt. Hver forsøksperson var sin egen kontroll (sammenlignet med seg selv) Dette bidrar til å redusere virkninger av individuelle forskjeller.
Serum concentrations of thyroid and adrenal hormones and TSH in men after repeated 1H-stays in a cold room Korhonen og medarb. Int J Circumpolar Health 2001;60:604-608 RefMan ID 973	Opphold i klimakammer (9,8 – 10,1 °C) i 1 time per dag i 11 påfølgende dager. Bekledning: Shorts.	Friske menn, alder 25 ± 1 år.	Binyre- og thyroid-hormoner, TSH, målt før og etter opphold i klimakammer på dag 0, 5 og 10.	Ingen endringer i serum adrenalin. Serum nor-adrenalin økte 2,0–2,5 ganger fra før til etter eksponering på alle måledager. Ingen endring i serum kortisol, total T3, T4 og TSH fra før til etter eksponering per dag eller over tid. Konkluderer med at 1 t eksponering for kald luft ikke er tilstrekkelig for å redusere "kuldeindusert sympatisk respons".	6	Få deltakere Ingen info om hva deltakerne gjorde denne timen. Ingen kontroll-gruppe.	Lab.studie.
Habituation of thermal sensation, skin temperatures, and norepinephrine in men exposed to cold air	Opphold i klimakammer (temperatur: 9,8 – 10,1 °C) i 2 timer per dag i 11 påfølgende dager. Bekledning: Shorts.	Friske menn, alder 20,5 ± 0,2 (SE) år	Subjektiv kuldefølsomhet generelt og i ulike kroppsdel.	Hender og føtter var mindre kuldefølsomme allerede etter 1. dag og forble habituert (tilvent) gjennom forsøket. Dette gjaldt også generell kuldefølsomhet.	6	Få deltakere Ingen info om hva deltakerne gjorde.	Lab.studie.

Leppäluoto og medarb. J Appl Physiol 2001;90:1211-1218			Hudtemperatur, blodtrykk, noradrenalin, thyroideahormoner og TSH, målt før og etter opphold i klimakammer; på dag 0, 5 og 10. Noradrenalin nivå er indikator for sympatisk nerveaktivitet.	Reduksjon i hudtemperatur og økt systolisk blodtrykk; tilvenning etter 4-6 kuldeeksponeringer. Ingen endringer i noradrenalin og thyroideahormoner eller TSH.		Ingen kontrollgruppe.	
The pituitary-thyroid axis in healthy men living under subarctic climatological conditions Hassi og medarb. J Endocrinol 2001;169:195-203	Effekt av klimatiske faktorer hos personer i Nord-Finland. Sesongvariasjon i temp: +20 °c (aug) til -40 °C (des)	Friske menn. Utendørsarbeidere. Alder 26-40 år	Sesongvariasjon i thyroidea-hormoner	Signifikant sesongvariasjon i serum TSH, fritt T3 og T3 i urin. TSH og urin. T3 høyest i kald sesong (des) og fritt T3 høyest i august.	20	Ingen kontrollgruppe. Ingen info om type arbeid.	Prospektiv studie. Prøvetaking hver 2.mnd i 14 mnd.
Temperature homeostasis and work efficiency in the cold Divert og medarb. Alaska Medicine, Suppl. 2007;49:223-227	Effekt av ekstern avkjøling på muskelarbeid; arbeidseffektivitet, yteevne, oksygenforbruk. Ytre temperatur: 26 °C 19 °C 13 °C.	Fire grupper: 1. Kontroll: vanlig liv (studier) 2. Kulde: 8 timer ute i ro daglig i 1 år (soldater). 3. Idrettsutøvere (biathlon): fysisk trent i kulde. 4. Idrettsutøvere: fysisk trent i varme.	Arbeidseffektivitet, oksygenopptak og fettforbrenning ved økende belastning på ergometersykkel 50-300 W, trinn på 4 min.	Muskelarbeid i kulde førte til økte energikostnader, redusert yteevne og økt fettforbrenning.			Antall ikke oppgitt.

<p>Physiological reaction to work in cold microclimate</p> <p>Bortkiewicz og medarb.</p> <p>Int J Occup Med Environ Health 2006;19(2):123-132</p>	<p>Arbeid i fryserom ved -26 °C 30 min per dag.</p> <p>Arbeid ved henholdsvis 0–10 °C og 10–14 °C 8 timer per dag.</p> <p>Kontroll gruppen (gruppe III) arbeidet ved 18–20 °C 8 timer per dag.</p>	<p>Gruppe I: Fryseroms- arbeidere (-26 °C), n=28, 4k/24m, alder 40±9 år, ansatt 21±9 år, arbeid i kulde 10±8 år.</p> <p>Gruppe II: (10– 14 °C), n=44, 26k/18m, alder 41±10 år, ansatt 22±10 år, arbeid i kulde 16±10 år</p> <p>Gruppe III (kontroll): (18– 24 °C), n=8, 2k/6m, alder 45±9 år, ansatt 26±8 år, arbeid i kulde 15±6 år.</p> <p>Gruppe IV: (0–10 °C), n=22 7k/15m, alder 34±10 år, ansatt 15±11 år, arbeid i kulde 9±8 år</p>	<p>Hjertefrekvens- variabilitet (HRV) Blodtrykk</p>	<p>Analyse av HRV viste ingen systematisk forskjell mellom de undersøkte gruppene.</p> <p>Det systoliske og diastoliske blodtrykket på dagtid og om natta var høyere i gruppe IV enn i gruppe II.</p> <p>Hos kvinner var det systoliske blodtrykket i løpet av dagen og natten signifikant høyere i gruppe IV enn i gruppe II.</p> <p>I gruppen av arbeidere med høyt blodtrykk (18 menn, 5 kvinner) reagerte mennene på kuldetesten enten med økt eller redusert blodtrykk, mens alle kvinnene reagerte med økt blodtrykk.</p> <p>Hos arbeidere som utsettes for kaldt mikroklima, var den fysiologiske reaksjonen avhengig av kjønn og romtemperaturen.</p>	<p>Total n = 102 Menn (m)=61 Kvinner(k)=41</p>	
---	--	--	---	---	---	--

10. Kuldetoleranse hos eldre

Mål

Utrede ved hvilken alder kuldetoleranse blir betydelig nedsatt og om det finnes tiltak som kan forebygge eller utsette endringene.

Bakgrunn

De fleste systematiske undersøkelser av kuldetoleranse er gjort på unge friske personer, gjerne studenter. Siden normert pensjonsalder er 67 år, er det behov for kunnskap om utvikling i kuldetoleranse med alder. Dette er viktig for forebyggende tiltak, arbeidsorganisering og for evt. å innføre særskilte regler for pensjonsalder for ansatte som arbeider i kalde omgivelser.

Sammenfatning av funn

Vi har bare funnet tre artikler (Tabell 10.1) som er egnet til å belyse spørsmålet. Kuldetoleransen synes å falle med alderen. Resultatene i en artikkel tyder på at dette fallet inntreffer tidlig og altså ikke er noe en finner først ved høy alder. På den andre siden synes fedme å øke kuldetoleransen, og eldre har gjerne mer kroppsfett enn det yngre har.

En artikkel (Schaeffer og medarbeidere) rapporterte store, negative følger for luftveiene og hjertet ved langvarig, ekstremt hardt arbeid i kaldt klima. Denne artikkelen er gjort på fangstmenn i Nord-Canada som har løp etter hundespenn i flere timer dag etter dag i mange år, ofte med temperaturer under -40 °C. Den situasjonen er lite typisk for det en må vente ved industriarbeid i dag.

Konklusjon

De få artiklene som er funnet, tyder på at eldre tåler kulde dårligere enn det yngre gjør. Resultatene i en av disse artiklene tyder på at fallet i tåleevnen med alder synes å inntreffe tidlig og er altså ikke noe som blir vesentlig først nær vanlig pensjonsalder. Det er imidlertid uklart hva det har å si i arbeidssammenheng. Problemstillingene er ikke tilfredsstillende undersøkt.

Tabell 10.1 Kuldetoleranse hos eldre:

Tittel Forfattere	Eksponeringer som er undersøkt	Ansatte (deltagere) karakteristika	Helseeffekt som er målt	Funn Resultat	N	Feilkilder	Design Evt
Cold-induced vaso-dilatation response of finger skin blood vessels in older men observed by using a modified local cold tolerance test Sawada S. Industr Health 1996;34:51–56	Kuldetest på fingrer, vann 10 °C i 10 min. Lett påkledning (kortbukse), romtemp. = 30 °C.	Menn, eldre (62–70 år) versus yngre (20–29 år)	Kuldesvar, reaksjon på nedkjølinga. Når inntrer svaret (tidlig gunstig)? Hvor stort er det (stort gunstig)?	Eldre: mindre og seinere kuldesvar. Følgelig nedsatt kuldetoleranse	13 6 + 7	Ny og mindre tøff kuldetest, lite utprøvd	Uklart om forskjellene er vesentlige
Respiratory function impairment and cardio-pulmonary consequences in long-time residents of the Canadic arctic Schaeffer og medarb. Can Med Assoc J 1980;123:997–1004	Langvarig (mange år) innånding av kald luft (–20 °C og mye kaldere) ved hard fysisk aktivitet (puste gjennom munnen), utendørs i Nord-Canada. Kontrollert for røyking og tuberkulose.	Inuitter, 20 år og eldre. Hvite (referanse) Alle langvarig opphold i Arktis	Luftveisfunksjon, lungearterier, EKG	Sterkt nedsatt luftveisfunksjon (↓60 % ved hard utånding) hos fangstmenn >40 år, utvida lungearterie (+30–50 %), forstørret høyre hjertekammer, infarktliknende EKG. Ingen sammenheng med røyking; noe bedre funksjon hos de som har hatt tuberkulose. Vanlig luftveisfunksjon, årer og hjerte ved 20 års alder.	176	Egentlig tverr-snitts-us., men mange aldersgrupper; om-trentlig kulde-eksponering ("svært kaldt") og fysisk aktivitet ("hard").	Sterk virkning av langvarig tungt fysisk arbeid (måpuste gjennom munnen) på luftveier, lunge og hjerte. Mange meldte om å ha "forfrosset" lungene.
Effect of fitness, fatness, and age on men's response to whole body cooling in air Budd og medarb. J Appl Physiol 991;71(6):2387-2393	Enkel og multippel regresjonsanalyse ble brukt til å vurdere hvordan 12 hvite menns kondisjon (maks O ₂ -opp-tak 44–58 ml O ₂ min ⁻¹ kg ⁻¹ fettfri masse), fedme (gjennomsnittlig hudtykkelse, 5–20 mm,	Menn, medlemmer av en ekspedisjon til Antarktis. Alder 37±8.4 (26-52)	Målinger: Max VO ₂ , Underhudtykkelse, kroppstetthet, kropps fett, fettfri kroppsmasse	Menn i god form hadde lang-sommere hjertefrekvens, og fetere menn hadde høyere blodtrykk. God form hadde ingen effekt på noen av de målte reaksjoner på kulde. Fedme var assosiert med redusert varmetap, varmeproduksjon og gjennomsnittlig hudtemperatur;	12		

	<p>kroppets fett 15–36 %), and alder (26–52 år) påvirket deres termiske, metabolske, kardiovaskulære og subjektive reaksjon ved 2 timers nedkjøling (naken i luft ved +10 °C)</p>			<p>uforandret varmegjeld; og økt vevisolasjon. Alder hadde motsatt effekt. Når det ble korrigert for effekten av fedme, reagerte eldre menn på kulde som om de hadde en redusert hudtykkelse på 1 mm for hver 3–4 år i økt alder. Konklusjon: Alder, selv i perioden mellom 26 og 52 år følges av nedsatt vasokonstriktorreaksjonen på kulde.</p>		
--	---	--	--	---	--	--

11. Kjønnsforskjeller i kuldetoleranse

Mål

Utrede om mulige kjønnsforskjeller i kuldetoleranse er av praktisk betydning for arbeid i kalde omgivelser.

Bakgrunn

Kvinner og menn har svært ulike nivåer av kjønnshormoner. Kvinner i menstruerende alder har sykliske store variasjoner i kvinnelige kjønnshormoner. Flere av kjønnshormonene har betydelig innflytelse på blodårer og sirkulasjonssystemet og kan derfor ha stor betydning for kuldetoleranse og for omstillingsmekanismer. Kjønnsforskjeller i mengde og fordeling av kroppsfett kan også ha stor betydning for forskjeller i kuldetoleranse. Menn har større muskelmasse enn det kvinner har, og musklene står for en stor del av forbrenninga og dermed også varmefrigjøringa både i hvile og under fysisk aktivitet.

Sammenfatning av funn

Det er funnet flere studier som har undersøkt ulikheter i kuldetoleranse mellom menn og kvinner. Det er imidlertid store forskjeller mellom ulike grupper, og det er store variasjoner innen hver gruppe.

Menn synes å tåle det å holde i og håndtere kalde gjenstander bedre enn det kvinner gjør. Kvinner som jobber i kalde omgivelser, er også mer utsatt for følger av kaldt arbeid, for eksempel smerter i handledd, nakke og skuldrer.

Det synes å være flere menn som får forfrysninger, men det kan skyldes at langt flere menn arbeider utendørs om vinteren.

Konklusjon

Det er flere undersøkelser som tyder på at menn tåler kulde bedre enn det kvinner gjør. En viktig grunn til denne forskjellen kan være at menn er større enn kvinner og at kroppsoverflaten derfor er forholdsvis mindre. En annen grunn kan være at menn har en større muskelmasse. Det at menn synes å tåle det å håndtere kalde gjenstander (redskaper) bedre enn det kvinner gjør, kan også skyldes at menn ofte har tykkere hud som derfor isolerer bedre. Det å håndtere kalde gjenstander kan være viktig ved mange manuelle oppgaver.

Det er ikke klart om de påviste forskjellene er vesentlige. Videre er flere av undersøkelsene fra laboratorieforsøk.

Spørsmålet om det er forskjeller i kuldetoleranse mellom kvinner og menn som er vesentlige for arbeid i kaldt klima, er ikke tilfredsstillende belyst. Det trengs undersøkelser under mer ekstreme forhold enn det som har vært studert hittil.

Tabell 11.1.1 Kjønnforskjeller i kuldetoleranse:

Tittel Forfattere	Eksponeeringer som er undersøkt	Ansatte (deltagere) karakteristika	Helseeffekt som er målt	Funn Resultat	N	Feilkilder	Design Evt
Thermal and metabolic response to cold by men and by eumenorrheic and amenorrheic women Graham og medarb. J Appl Physiol 1989;67(1):282-290	Reaksjon på kuldestress hos menn(M) og kvinner (med menstruasjonsforstyrrelser: amenorrheic (AW) og eumenorrheic EW) Test: 2 ganger; hvile, 60 min (5 og 22 °C), to ganger sykkeltest (5 og 22 °C) 30, 60 and 90 % av VO_{2-max} , den siste til utmattelse. Midlere hudtemperatur (T_s) ble beregnet ved å måle over forskjellige muskler.	M: 21.8±0.7 år EW: 22.7±1.4 år AW: 28.8±2.7 år	VO_{2-max} , Kroppsoverflate (BSA) BSA/kg, cm/kg	Ved hvile ved 22 °C hadde AW lavere O_2 opptak enn M og lavere rektaltemperatur (T_{re}) og finger-temperaturer enn EW: Ved hvile ved 5 °C hadde både AW og EW lavere hudtemperatur (T_{sk}) enn M, men det var ingen gruppeforskjell i perifer T_{sk} . M økte O_2 opptaket etter 10 min og EW etter 20 min ved kuldestress, mens AW ikke økte metabolismen før etter 60 min. I de to fysiske testene økte T_{re} i forhold til den relative arbeidsbelastningen. Ved 5 °C testen var det få holdepunkter for at den fysiske aktivitet økte T_s utover hvilenivået. Få av de metabolske eller termiske forskjeller kunne tilskrives fedme, overflateareal (BSA) eller BSA/Kg. Resultatene bekrefter hypotesen at M, AW og EW reagerer forskjellig på kuldestress.	18 M=6 EW=6 AW=6		
Occurrence of frostbite in the general population work-related and individual factors	Arbeid innen ulike yrkesgrupper, bosatt i Nord-Finland	Menn og kvinner i alder 25–74 år	Forfrysninger	Alle typer frostskaade var mer vanlig hos menn enn kvinner med unntak av aldersgruppen 25–34 år.	13713	Forfrysninger kan ikke direkte kobles til arbeid.	Reanalyse av data fra to tidligere spørreskjemaundersøkelser.

Mäkinen og medarb. Scand J Work Environ Health 2009;35(5):384-393	Arbeid ved 4 °C (19 °C referanse). Bekledning ≈1,6 clo (0,25 m ² K W ⁻¹ ; langt undertøy + lang-erma trøye og langbukse + [tynn] ytterkledning). Spørsmål: Kan varmevest hjelpe?	Studenter	T_{hud} mange steder, T_{ropp} og grad av nedkjøling under arbeid, muskelaktivitet (EMG) i mange mindre muskler	Årlig insidens av frostskafer var fallende med økende alder. Risiko for betydelig forfrysning høyst innen jordbruk/fiskeri (Odds Ratio (OR) 3.1, 1.5-6.4)	16 8 + 8	Selvrapportert utendørs eksponering angitt retrospektivt.	Kjønnsforskjellene er ikke store, vesentlige? Videre, forskjeller mellom personer (samme kjønn).
Sormunen og medarb. Ergonomics 2009;52:964–976	Daglig arbeid i kalde rom i matvareindustrien, 85 % ved +1 til +10 °C, 4 % under 0 °C til –25 °C.	Vanlige industriarbeidere (kvinner og menn, 18–64 år)	Arbeidsevne (indeks), forekomst av muskelskjelett-smerter i nakke-skulder, handledd og lavryggen	Nedsatt arbeidsevne etter flere år i yrket. • Daglig trekk i arbeidet svekker arbeidsevnen. • Stort sykefravær ved ↓arbeidsevne. • Lite fysisk aktivitet i fritida ved nedsatt arbeidsevne. • Økende smerte i nakke-skulder, skulder, handledd og lavrygg ved daglig nedkjøling av disse organene. • Større forekomst av nakke-skuldersmerter og handledd-smerter hos K enn hos M. • Økt forekomst av alle smerter etter mange år i yrket.	1117	Spørreskjemaundersøking, subjektiv rapportering (85 % svarte)	
Sormunen og medarb. Industrial Health 2009;47:271–282	Venstre langfinger i isvann (0 °C) i 30 min. Skilnader mellom ulike	29 menn 21–35 år gamle: Fryseroms-	T_{hud} i fingeren (neglerota)	Ingen skilnad K mot M i kulesvar og kuldemotstand. • Skilnader mellom ulike grupper	29 3 6 + 6		

<p>hunting reaction to sex, season, and environmental temperature.</p> <p>Tanaka</p> <p>Bull. Tokyo Med Dent Univ 1974;18:269–280</p>	<p>grupper.</p> <p>Ulik romtemperatur Kvinner mot menn. Årstidsvariasjoner (sommer mot vinter i Japan).</p>	<p>arbeidere (<–20 °C, n = 5), kjøleromsarbeidere” (T ≥ +15 °C, n = 4), svømmere (n = 5 og studenter (n = 15). Deretter laboranter (tre 30–35 år gamle menn). Seks kvinner og seks menn (19–25 år gamle). Videre fiskearbeidere</p>	<p>(fryseromsarbeidere > svømmere > studenter > ”kjøleromsarbeidere”).</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tidligere svar og bedre kuldemotstand i varmt enn i temperert rom. • Ingen skilnad K mot M. • Bedre kuldemotstand om sommeren enn om vinteren. 	<p>≈10 000</p>	<p>Samme forekomst hos kvinner og menn. Større forekomst blant slaver enn blant estere (finsk-ugriske). Risikofaktorer: bindevevslidelser, hjerte-karlidelser, tidligere forfrysninger, arv (RF i familien), spiseforstyrrelser, røyking, manuelt arbeid, arbeid med vibrerende verktøy, alder, BMI</p>	<p>Epidemiologisk spørreundersøking, vanskelig å standardisere mulige risikofaktorer</p>		
<p>Prevalence of Raynaud’s phenomenon in 2 ethnic groups in the general population of Estonia.</p> <p>Valter og Maricq</p> <p>J Rheumatol 1998;25:697–702</p>	<p>Mange: etnisk bakgrunn, kjønn, yrke, arb. med vibrerende verktøy, arb. med frosne varer, hjerte-karlidelser, bindevevslidelser, høyt blodtrykk, tidligere forfrysninger, arv (Raynauds F. i familien), fingerskader, BMI, spiseforstyrrelser, alder, røykevaner.</p>	<p>Normalbefolkning</p>	<p>Forekomst av Renauds fenomen (RF)</p>	<p>Hudtemperatur, O₂-opptak, sentral blodstrøm (“hjertets minuttvolum”),</p>	<p>Unge voksne (22 år, studenter?).</p>	<p>Lavere T_{hud} hos K enn hos M ved +5 °C. Ingen vesentlig forskjeller i kroppstemperatur</p>	<p>16 8 + 8</p>	
<p>Gender differences in cardiovascular and metabolic responses to cold and exercise.</p> <p>Stevens og medarb.</p> <p>Can J Physiol Pharmacol 1987;65:165–171</p>	<p>Arbeid (sykling) i kald luft (+5 °C). Arbeid ved 21 °C som referanse.</p>							

<p>Finger skin cooling on contact with cold materials: a comparison between male and female responses during short-term exposures</p> <p>Jay og Havenith</p> <p>Eur J Appl Physiol 2004;91:373-381</p>	<p>Berøring med pekefinger på glatt overflate av hhv aluminium, rustfritt stål, nylon og mahognitre, med ulik berøringskraft (1,0 N, 2,9 N og 9,8 N) ved ulike overflatetemperaturer (fra -35 °C til +5 °C).</p> <p>Varighet: Inntil pre-definerte kriterier for tilbaketrekking av finger</p>	<p>Friske menn (alder 21–26 år) og kvinner (alder 22–26 år).</p>	<p>Hudtemperatur; Tid til avkjøling til 0,5 °C i pekefingerhudens kontaktområde (T_c).</p>	<p>Ved rask nedkjøling (<10 s til $T_c = 0,5$ °C) ingen kjønnsforskjeller under noen av testvilkårene. Ved sakte nedkjøling (>10 s til $T_c = 0,5$ °C) raskere nedkjøling hos kvinnene enn hos mennene.</p> <p>Sammenheng mellom håndstørrelse og nedkjølingsrespons.</p> <p>Studien konkluderer med at kvinner er mer utsatt under kontakt med kalde objekter.</p>	<p>10</p> <p>M: n=5 K: n=5</p>	<p>Få deltakere i hver gruppe (lav teststyrke). Håndantro-pometriske data sign mindre hos kvinner enn hos menn.</p> <p>Stor variasjon mellom deltakerne i T_{hud} før start, og lavere utgangstemp. hos kvinnene enn hos mennene.</p>	<p>Lab.studie; Balansert testdesign.</p>
<p>Finger skin cooling on contact with cold materials: an investigation of male and female responses during short-term exposures with a view on hand and finger size</p> <p>Jay og Havenith</p> <p>Eur J Appl Physiol 2004;93:1-8</p>	<p>Berøring med pekefinger på glatt overflate av hhv aluminium og rustfritt stål ved to ulike overflatetemperaturer (-2 °C og -10 °C) og med ulik berøringskraft (1,0 N og 9,8 N).</p> <p>Varighet: Inntil pre-definerte kriterier for tilbaketrekking av finger.</p>	<p>Friske menn og kvinner, alder 24 ± 5 år</p>	<p>Hudtemperatur; Tid til avkjøling til 1 °C i pekefingerhudens kontaktområde (T_c).</p>	<p>Avkjølingstiden var kortere for kvinner enn for menn under 7 av 8 vilkår (men ikke kjønnsforskjell når alle vilkårene ble analysert under ett). Ved sakte nedkjøling (-2 °C; >45 s til $T_c = 1$ °C) korrelerte håndstørrelse, men ikke kjønn, med nedkjølingsrespons. Ved rask nedkjøling (-10 °C; <25 s til $T_c = 1$ °C) korrelerte kjønn, men ikke håndstørrelse, med nedkjølingsrespons. Studien konkluderer med at kjønnsforskjell under rask nedkjøling kan forklares med større isolasjon i huden som følge av tykkere overhud hos menn, i kombinasjon med høyere utgangstemperatur.</p>	<p>14</p> <p>M: n=7 K: n=7</p>	<p>Få deltakere i hver gruppe (lav statistisk styrke).</p> <p>Stor variasjon mellom deltakerne i T_{hud} før start, og lavere utgangstemp. hos kvinnene enn hos mennene.</p>	<p>Lab.studie; Hånd- og fingerstørrelse matchet mellom kjønnene. Balansert testdesign.</p>

12. Etniske forskjeller i kuldetoleranse

Mål

Utrede om etnisitet har betydning for kuldetoleranse og om dette har praktisk betydning.

Bakgrunn

Spørsmål om etnisitet eller rase hos mennesker er problematiske etter misbruk av begrepet, overgrep og pga pågående diskusjoner om genetisk variasjon.

I biologien beskriver rase genetisk forskjellige populasjoner hvor alle individene i hver populasjon har felles genetiske eller observerbare trekk. Man har observert at ulike raser har ulik tendens til å utvikle visse sykdommer (eks forhøyet blodtrykk) og ulik reaksjon på farmakologisk behandling.

Etnisitet referer til mennesker som har felles opprinnelse og som deler en bestemt kultur.

Sammenfatning av funn

Vi har i litteraturundersøkelsen kommet over noen nyere artikler som tyder på at det er etniske forskjeller i kuldetoleranse (Tabell 12.1). Personer som har vokst opp i nord i kaldt eller i temperert klima, synes å tåle kulde bedre enn det personer med opphav i Afrika eller på lavere breddegrader gjør.

Konklusjoner

Enkelte artikler tyder på vesentlige etniske forskjeller i kuldetoleranse: Personer vokst opp på høyere breddegrader synes å tåle kulde bedre enn det folk fra lavere breddegrader gjør. Forskjellene synes å være vesentlige. Funnene tyder på at erfaringer bygd på århundrelange tradisjoner i Norge og andre subpolare land ikke er egnet som rettesnor for hvordan innvandrere med annen etnisk bakgrunn skal forholde seg til arbeid i kaldt klima.

Dette er et nytt forskningsfelt som har vært lite systematisk undersøkt. To av de tre artiklene vi har funnet, er fra 2008.

Tabell 12.1 Etniske forskjeller i kuldetoleranse:

Tittel Forfattere	Eksponeringer som er undersøkt	Ansatte (deltagere) karakteristika	Helseeffekt som er målt	Funn Resultat	N	Feilkilder	Evt
Interethnic differences at the thermometric response to cold test: functional disorders of blood circulation in hand fingers and exposure to hand-arm vibration. Riolfi og medarb. Int Arch Occup Environ Health 2008;81:473–478	Hånd i 10 °C vann i 5 min. Etnisitet (hvite italienere mot svarte afrikanere); tidligere vibrasjonseksponerte mot ikke-eksponerte.	Menn 30–40 år, hvite italienere og svarte afrikanere; med og uten vibrasjons-eksponering	Lokal sirkulasjon og T_{hud} som funksjon av tida etter nedkjølinga.	Svarte afrikanere mer kuldefølsomme enn hvite italienere. Samme tidsforløp for gjenvinning av temperaturen for svarte med eller uten vibrasjonseksponering som for hvite med vibrasjonseksponering; mye seinere enn for hvite uten vibrasjonseksponering.	48 (4-12)	Uklar og til dels rotede dataframstilling	Påviser store etniske forskjeller som kan være svært viktige
Prevalence of Raynaud's phenomenon in 2 ethnic groups in the general population of Estonia. Valter og Maricq J Rheumatol 1998; 25:697–702	Mange: etnisk bakgrunn, kjønn, yrke, arbeid med vibrerende verktøy, arbeid med frosne varer, hjerte-karsykdommer, bindevevssykdommer, høyt blodtrykk, tidligere forfrysninger, arv (Raynauds F. i familien), fingerskader, BMI, spiseforstyrrelser, alder, røykevaner.	Normal-befolkning	Forekomst av Renauds fenomen (RF)	Samme forekomst hos kvinner og menn. Større forekomst (+50 %) blant slaver enn blant estere (finsk-ugriske). Risikofaktorer: bindevevssykdommer, tidligere karsykdommer, tidligere forfrysninger, arv (RF i familien), spiseforstyrrelser, røyking, manuelt arbeid, arbeid med vibrerende verktøy, alder, BMI	≈10 000	Epidemiologisk spørreundersøkelse, vanskelig å standardisere mulige risikofaktorer og tidligere eksponering	
The influence of ethnicity on Thermoregulation After Acute cold Exposure Farnell og medarb. Wilderness.Environ.Med. 2008;19:238–244	Evaluerer forskjeller i etnisitet (hvite mot svarte amerikanere) på temperaturreguleringen etter akutt kuldepåvirkning (ACE). Deltakerne, alle menn, ble utsatt for	Fem svarte og ti hvite, alle 20–30 år gamle	Endringer i $VO_{2-\text{max}}$, T_{re} og T_{sk}	Resultatene viser at det er en forskjell i reaksjonen mellom hvite og svarte individer over tid for både VO_2 og T_{re} i restitusjonsfasen etter opphold ved 10 °C. Resultatene tyder på at svarte ikke greier å øke	15 Svarte n=5 Hvite n=10	Få deltakere, alle unge menn	

	luft ved 10 °C i 120 min og deretter 120 min res- titusjon i luft ved 25 °C. Deltakerne var iført badedrakt. Målt: VO_{2-max} , T_{sk} , T_{re}				hvilestoffskiftet i samme grad som det hvite gjør og på den måten først bremse nedkjølinga og deretter øke gjenoppvarminga i restitusjonsfasen.		
--	---	--	--	--	---	--	--

13. Kuldetoleranse hos personer med medisinske tilstander

Mål

Utrede om helsetilstand er av praktisk betydning for arbeid i kulde.

Bakgrunn

De fleste med en medisinsk diagnose er i arbeid. Mange medisinske tilstander kan påvirke omstillingsmekanismene for kulde. Dermed kan man også endre kuldetoleranse eller evne til å arbeide i kalde omgivelser.

Sammenfatning av funn

Tre studier av hvordan personer med angina pectoris reagerer på fysisk aktivitet i kulde (Tabell 13.1) fant at kulde nedsatte den fysiske yteevne som i utgangspunktet ikke var særlig god. En av undersøkelsene fant rett nok ikke noen nedsatt yteevne, men blodtrykket økte, noe som øker belastningen for hjertet.

Ved ytre avkjøling ble fingrene til skogsarbeidere med Raynauds fenomen fortere kalde enn det fingrene til kontrollpersoner ble.

Konklusjoner

Tre studier tyder på at personer med påvist hjerte-karlidelser (her: angina pectoris) reagerer uheldig på arbeid i kalde omgivelser. Det kan dels skyldes allmenn nedkjøling eller kuldepåvirkning på huden og dels innånding av kald luft.

En artikkel viser at personer med påviste vibrasjonsskader i fingrene (Reynauds sykdom) tåler nedkjøling av fingrene dårligere enn det andre gjør.

Vi har ikke funnet artikler som tar opp spørsmålet om kuldetoleranse for andre medisinske tilstander, for eksempel luftveislidelser, ulike muskelskjelettlidelser eller revmatisme. Det er heller ikke undersøkelser på personer med den nye folkesykdommen diabetes (type 2, aldersdiabetes). Spørsmålet om hvordan personer med ulike påviste medisinske tilstander tåler arbeid i kulde, er ikke tilfredsstillende belyst.

Tabell 13.1 Kuldetoleranse hos personer med medisinske tilstander:

Tittel Forfattere	Eksposeringer som er undersøkt	Ansatte (deltagere) karakteristika	Helseeffekt som er målt	Funn Resultat	N	Feilkilder	Evt
Effects of cold on ST amplitudes and blood pressure during exercise in angina pectoris. Rosengren og medarb. Eur Heart J 1988;9:1074–1080	Fysisk arbeid (sykling, økende belastning til 130 W) i kulde ($\approx -8^\circ\text{C}$, vifte \rightarrow vind 3 m/s), sykling ved romtemp. som referanse.	Menn med angina pectoris (44–63 år)	Blodtrykk, EKG, fysisk yteevne.	Samme fysiske yteevne i kulde som ved romtemp. Samme hjertefrekvens ved samme belastning i kulde og romtemp. \uparrow P_{sys} i kulda (+30 mm Hg), \uparrow P_{diast} (+10 mm Hg). $\uparrow P_{\text{sys}} \rightarrow \uparrow$ (arbeid for hjertet) for den samme fysiske arbeids- belastninga.	9	Ikke målt T_{ropp} . Bare "lett påkledning" i kulda, unaturlig lite?	
Angina pectoris and cold Stanghelle og Nilsson Int Rehabil Med 1983;5:189–191	Arbeid (sykling) i kulde (-17°C) på trinnsvis økende belastning (+25 W hvert 3. min), med og uten nitroglyserin, til brystsmerter, utmatting eller vesentlige EKG- endringer. Referanse: Sykling ved $+18^\circ\text{C}$.	Menn med angina p.	P_{sys} hjertets pumpearbeid (trykk-frekvens- produktet)	Nedsatt arbeidsevne i kulda (85 W mot 105 W ved $+18^\circ\text{C}$). 20 W økt arbeidsevne med nitroglyserin (begge temp.). \uparrow P_{sys} ved arbeid i kulde med nitroglyserin, nedsatt fysisk yteevne uten nitroglyserin	10	Ingen omtale av påkledning	Inntak av nitro- glyserin før arbeid i kulda ga samme yteevne som arbeid ved rom- temp. uten inntak av nitroglyserin.
Angina pectoris in the cold. Effects of cold environment and cold air inhalation at exercise tests Lassvik C Acta Med Scand Suppl1981;644:21-22	Arbeid (submaksimal sykling) med raskt økende belastning i 8 min: 1) I kulde (-10°C) 2) I romtemperatur med inhalasjon av kald luft (-35°C) 3) Kontroll: Sykling ved $+20^\circ\text{C}$.	Menn med subjektiv kulde- intoleranse og anstrengelses- utløst angina. Alder 45–60 år.	Arbeidskapasitet, blodtrykk, hjertefrekvens.	Ved -10°C arbeidskapasitet redusert 11 %. Dette korrelerte med økt hjertefrekvens og blodtrykk. Også inhalasjon av kald luft førte til redusert arb.kap.	17 For arb.be- ting else 2): n=12	Ingen inklusions/ekskl usjons-kriterier. Ingen opplysn om statistikk. Belastning mangelfullt beskrevet. Ingen omtale av måle- metoder.	Lab.studie. Randomisert rekkefølge.

<p>Finger blood circulation in forest workers with Raynaud phenomena of occupational origin</p> <p>Hellstrøm og medarb. Int Z angev Physiol 1970;29:18-28</p>	<p>Stillesittende; 15 min i varmt rom (32 °C), deretter 35 min i kjølig rom (11 °C), hvorav de siste 15 min hånd/underarm eksponert for kjølig luft (2 °C i en kjøleboks). Deretter 15 min i varmt rom (32 °C).</p> <p>Bekledning: Kortbukse og sokker</p>	<p>Skogsarbeidere, 16–67 år.</p> <p>3 grupper:</p> <p>I: Friske som ikke har brukt vibrerende redskap.</p> <p>II: Friske som har brukt motorsag.</p> <p>III: Raynauds/benyttet vibr.arb.redsk.</p>	<p>Hudtemperatur i fingre.</p>	<p>Ingen forskjeller i hudtemp. i utgangspunktet. Ved generell kjøle-eksponering (11 °C) ble fingrene til de med Raynauds raskere nedkjølt, og etter 15 min var fingerhudtemp lavere hos dem enn i de andre gruppene (Eks: ca 23 °C vs. ca 26 °C i tomme!).</p>	<p>52</p> <p>Gr I: n=12, Gr II: n=30, Gr III: n=10</p>	<p>Ingen opplysninger om inklusjons- og eksklusjonskriterier. Uklar statistikk.</p>	<p>Lab.studie.</p>
---	--	--	--------------------------------	---	--	---	--------------------

14. Kuldeeksponering som årsak til sykdom eller andre særskilte problemer knyttet til arbeid i kulde

Mål

Utrede om arbeid i kulde eller (langvarig) kuldeeksponering kan være årsak til lidelser eller medisinske tilstander.

Bakgrunn

Omstillinger til kulde omfatter endringer i sympatisk nerveaktivitet og en rekke hormoner. Dette er endringer som teoretisk sett kan bidra til helseproblemer eller sykdom om de vedvarer lenge nok.

Sammenfatning av funn

Det er funnet mange artikler om ulike medisinske tilstander. De ulike funnene er samlet etter hvilke medisinske tilstander som er påvist etter langvarig kuldeeksponering.

Bare tre studier er funnet som har meldt om funn knyttet til *hjerte-karsykdommer* etter kuldeeksponering (Tabell 14.1). Det ene arbeidet tyder på at kuldeeksponering kan øke faren for høyt blodtrykk. Det andre arbeidet viser at ekstrem påvirkning av kulde på luftveiene gjennom mange år også påvirker sirkulasjonen og funksjonen til den høyre delen av hjertet. Det tredje viser at gruvearbeid i Kiruna kan øke faren for hjerteinfarkt, men det er uklart om det skyldes kuldepåvirkning.

Fire studier har vist at langvarig kuldepåvirkning er ugunstig for *luftveisfunksjoner* (Tabell 14.2). En studie mangler opplysninger om sammenhengen mellom eksponeringsdose (dvs. temperatur og varighet) og følge.

Fire studier har påvist sammenheng mellom arbeid ved nedsatt temperatur og forekomster av *muskel-skjelettlidelser* (Tabell 14.3). Det er imidlertid ikke klart i hvilken grad dette er en følge av nedsatt temperatur, og i hvilken grad de som har arbeidet ved nedsatt temperatur har kledd seg tilstrekkelig godt. Resultatene fra fiskeindustrien kan for eksempel godt skyldes det manuelle arbeidet uavhengig av temperaturen.

Arbeid i kalde omgivelser og med vibrerende verktøy over lengre tid kan gi *Raynauds fenomen* i hendene og fingrene (Tabell 14.4). Følgen er at personen får dårlig blodomløp i hendene og dermed lett blir kald på fingrene; det dårlige blodomløpet gjør at fingrene blir hvite. Er tilstanden klinisk dokumentert etter formelle kriterier, kalles den Raynauds fenomen. Flere av studiene omtalt under viser at daglig arbeid med nedkjøling av huden på hendene gjennom mange år øker forekomsten av "hvite fingrer" og Raynauds fenomen. Arbeid med vibrerende verktøy er også uheldig. Lite er imidlertid kjent om dose-responsammenhenger, eller i hvilken grad det er mulig å unngå problemet.

Kalde omgivelser er naturligvis en nødvendig årsak til forfrysninger. Mens det finnes en del forskning på forsøksdyr, har vi bare funnet en undersøkelse av problemet med *forfrysninger* ved arbeid i kulde (Tabell 14.5), og det gjelder arbeid som reingjeter.

Isbelagte flater øker faren for *ulykker*, særlig fallskader (Tabell 14.6). Betydningen av ising for forekomst av ulykker synes lite undersøkt, men både skipsfart og petroleumsindustrien har lang erfaring med problemet.

Tre studier tyder på at kvinner som jobber ved nedsatt romtemperatur, har hyppigere *menstruasjonsforstyrrelser* enn det kvinner som jobber ved vanlig romtemperatur, har (Tabell 14.7). Det er ikke klart hva som er underliggende årsaker (mekanismer) eller hva for tiltak som kan gjøres, for å beskyttes seg mot nedkjøling.

Bare ett arbeid har sett på den *mentale tilstanden* hos menn som jobber i kulde (reingjetere) (Tabell 14.8). Det er ikke klart i hvilken grad forekomsten av mentale lidelser er en følge av arbeid i kaldt klima. I dette ene arbeidet synes lidelsene å oppstå utenom den kaldeste årstiden.

Konklusjoner

Det er begrenset kunnskap om hvordan arbeid i kulde påvirker hjerte-karsystemet, og en mangler særlig opplysninger om hvordan slikt arbeid kan påvirke tilstanden for risikopersoner.

En vet i dag lite om hvordan arbeid i kulde påvirker luftveisfunksjonen. En mangler særskilt opplysninger om hva slags tiltak som kan redusere eller avskaffe uheldige følger.

En vet i dag lite om hvordan arbeid i kulde påvirker muskel-skjelettsystemet.

Langvarig arbeid med nedkjøling av hendene øker faren for "hvite fingre" og Raynauds fenomen. En mangler gode opplysninger om dose-respons eller nærmere opplysninger om underliggende årsaker (mekanismer). En mangler særskilt opplysninger om hva for tiltak som kan redusere eller avskaffe uheldige følger.

Det synes å mangle systematiske undersøkelser av i hvilken grad arbeid i kulde fører til akutte frostskafer.

En vet i dag ikke hvorfor arbeid i kulde øker forekomsten av menstruasjonsforstyrrelser hos kvinner.

Tabell 14.1 Kuldeeksponering og hjerte-karlidelser / høyt blodtrykk:

Tittel Forfattere	Eksposeringer som er undersøkt	Ansatte (deltagere) karakteristika	Helseeffekt som er målt	Funn Resultat	N	Feilkilder	Design Evt
The relationship between cold exposure and hypertension Kim JY og medarb. J Occup Health 2003;45:300-306	Arbeid i fryseindustri: Temp: -20 °C til -50 °C.	Menn ≈ 37 år Testgruppe (TG) Kuldeeksponert arbeid. Kontroll-gruppe (KG) ikke kuldeeksponert	Hypertensjon	Økt risiko for hypertensjon ved kuldeeksponering.: Odds Ratio 2.7 (95 % KI: 1.1-6.6) Blodtrykk (P_B) i TG: 130/83 mot 118/77 i KG	204 TG: $n=136$ KG: $n=68$	Hypertensjon ikke definert. P_B målt før arbeid i kaldt område og bare som gjennomsnitt av to målinger	Tverrsnittsstudie
Respiratory function impairment and cardio-pulmonary consequences in long-time residents of the Canadic arctic Schaeffer og medarb. Can Med Assoc J 1980;123:997-1004	Langvarig (mange år) innånding av kald luft (-20 °C og mye kaldere) ved hard fysisk aktivitet (puste gjennom munnen) utendørs i Nord-Canada. Kontrollert for røyking og tuberkulose.	Inuitter, 20 år og eldre. Hvite (referanse) Alle langvarig opphold i Arktis	Luftveisfunksjon, lungearterier, EKG	Sterkt nedsatt luftveisfunksjon (↓60 % ved hard utånding) hos fangstmenn >40 år, utvida lungearterie (+30-50 %), forstørret høyre hjertekammer, infarktliknende EKG. Ingen sammenheng med røyking; noe bedre funksjon hos de som har hatt tuberkulose. Vanlig luftveisfunksjon, årer og hjerte ved 20 års alder.	176	Egentlig tverrsnittsstudie, men mange aldersgrupper; omtrentlig kuldeeksponering ("svært kaldt") og fysisk aktivitet ("hard").	Sterk virkning av langvarig tungt fysisk arbeid (må puste gjennom munnen) på luftveier, lunge og hjerte. Mange meldte om å ha "forfrosset" lungene.
Psycho-social risk factors for ischaemic heart disease among men in the subarctic area Messner og Sihm Int J Circumpolar Health 1997;56:12-20	Innbyggere i Kiruna (150 km nord for polarsirkelen)	Menn, 64 år Kasus mot kontroller	Psykososiale risikofaktorer for akutt hjerteinfarkt	Kombinasjon av mentalt og fysisk "stress" i arbeidet (Odds Ratio 3,5; [KI 1,6-7,8]) og tungt fys. arb. (OR 1,5; [1,1-3,6]) var knyttet til økt risiko for hjerteinfarkt. God kontroll over arbeidsoppg. var knyttet til nedsatt risiko for infarkt (OR 0,7; [0,5-0,9]). Tungt fys. arb. bare risikofaktor	657 Kasus, $n=219$; Kontr., $n=438$	Lav svarandel: Kasus 43 %; kontr 71 %. Ikke opplysn. om type arbeid (gruvearb.?) Tid mellom helseeffekt og spørreskjema-besvarelse	Kasus-kontroll studie Behandling på sykehus. Spørreskjema.

Physiological reaction to work in cold microclimate Bortkiewicz og medarb. Int. J Occup Med Environ Health 2006;19(2):123-132	Arbeid i fryserom ved -26 °C 30 min per dag. Arbeid ved henholdsvis 0–10 °C og 10–14 °C åtte timer per dag. Kontroll gruppen (gruppe III) arbeidet ved 18–20 °C 8 timer per dag.	Gruppe I: Fryseroms- arbeidere (-26 °C), n=28, 4k/24m, alder 40±9 år, ansatt 21±9 år, arbeid i kulde 10±8 år. Gruppe II: (10– 14 °C), n=44, 26k/18m, alder 41±10 år, ansatt 22±10 år, arbeid i kulde 16±10 år. Gruppe III (kontroll): (18– 24 °C), n=8, 2k/6m, alder 45±9 år, ansatt 26±8 år, arbeid i kulde 15±6 år. Gruppe IV: (0–10 °C), n=22 7k/15m, alder 34±10 år, ansatt 15±11 år, arbeid i kulde 9±8 år	Hjertefrekvens- variabilitet (HRV) Blodtrykk	for migranter til området (OR 3,4; [1,1–10,1]), men ikke for innfødte i området.	Total n = 102 Menn (m)=61 Kvinner(k)=41	3–15 år. 72 kasus og 45 kontr. døde; spørreskjema fylt ut av slekt	
--	--	---	--	--	---	--	--

Tabell 14.2 Kuldeeksponering og luftveislidelser:

Tittel Forfattere	Eksponeringer som er undersøkt	Ansatte (deltagere) karakteristika	Helseeffekt som er målt	Funn Resultat	N	Feilkilder	Design Evt
Does living in a cold climate or recreational skiing increase the risk for obstructive respiratory diseases or symptoms? Kotaniemi og medarb. Int J Circumpolar Health 2003;62:2	Å leve i kaldt klima (Nord-Finland) Årlig middeltemp. $\approx 0^{\circ}\text{C}$	Utendørs- arbeidere, 20–69 år	Astma, kronisk bronkitt, andpust-enhet	Utendørsarbeid i kaldt vær økte risikoen for kronisk bronkitt (Odds Ratio 1.77), og for andpustenhet under fysisk aktivitet (OR 1.23).	6633 (84% av de spurte) Menn n=4024 Kvinner n=3913	Utendørs- arbeidere røykte mer.	Tverrsnittstudie. Spørreskjema Utendørsarbeid i kaldt klima kan øke forekomst av respirasjonssymp-tomer og kronisk bronkitt
Exposure to cold and draught, alcohol consumption, and the NS-phenotype are associated with chronic bronchitis: an epidemiologic investigation of 3387 men aged 53–75 years: the Copenhagen male study. Suadici og medarb. Occup Environ Med 2001;58:160–164	Kulde og trekk i arbeidet (gjennom >5 år).	Menn, 53 år og eldre	Forekomst av kronisk bronkitt (minst 3 mndr varighet siste to år).	<ul style="list-style-type: none"> Økt forekomst av kronisk bronkitt hos eldre menn utsatt for trekk og kulde eller temp.variasjoner i mange år i arbeidet. Økt forekomst etter arbeid i støv (betong, granitt). Økt forekomst av bronkitt ved stort forbruk av alkohol og ved røyking (siste trivielt) 	3387		Spørreskjema-undersøking og tilsv., retrospektiv.

Respiratory function impairment and cardio-pulmonary consequences in long-time residents of the Canadic arctic Schaeffer og medarb. Can Med Assoc J 1980;123:997–1004	Langvarig (mange år) innånding av kald luft (–20 °C og mye kaldere) ved hard fysisk aktivitet (puste gjennom munnen) utendørs i Nord-Canada. Kontrollert for røyking og tuberkulose.	Inuitter, 20 år og eldre. Hvite (referanse) Alle langvarig opphold i Arktis	Luftveisfunksjon, lungearterier, EKG	Sterkt nedsatt luftveisfunksjon (<60 % ved hard utånding) hos fangstmenn >40 år, utvida lungearterie (+30–50 %), forstørret h. hjertekammer, infarktliknende EKG. Ingen sammenheng med røyking; noe bedre funksjon hos de som har hatt tuberkulose. Vanlig luftveisfunksjon, årer og hjerte ved 20 års alder.	176	Egentlig tverr- snitts us., men mange aldersgrupper; om-trentlig kulde-eksponering ("svært kaldt") og fysisk aktivitet ("hard").	Sterk virkning av langvarig tungt fysisk arbeid (puste gjennom munnen) på luftveier, lunge og hjerte. Mange meldte om å ha "forfrosset" lungene.
Inhalation of cold air increases the number of inflammatory cells in the lungs in healthy subjects Larsson og medarb. Eur Respir J 1998;12:825-830	Løp på tredemølle (Vekselvis 15 min løping og 15 min hvile i 2 timer) i klimarom ved –23 °C. Kontroll: +22 °C. (2–3 ukers mellomrom). Selvsvalgt belastning, men samme belastning begge ganger.	Friske menn og kvinner i alder 20-43 år.	Luftveisinflammasjon	Mengde granulocytter og alveolære makrofager i bronkiol-alveolær væske var høyere etter kuldeeksp., men ingen økning i lymphocytter, og uendret konsentrasjon av IL-8. Ingen forskjell i mengde inflam. celler eller albuminkonsentrasjon og IL-8 i nasalvæske.	8 Menn n=4 Kvinner n=4	Få forsøks- personer	Lab.studie. Randomisert rekkefølge.

Tabell 14.3 Kuldeeksponering og muskelskjelettlidelser:

Tittel Forfattere	Eksponeringer som er undersøkt	Ansatte (deltagere) karakteristika	Helseeffekt som er målt	Funn Resultat	N	Feilkilder	Design Evt
Factors associated with self-estimated work ability and musculoskeletal symptoms among male and female workers in cooled food-processing facilities Sormunen og medarb. Industrial Health 2009;47:271–282	Daglig arbeid i kalde rom i matvareindustrien, 85 % ved +1 til +10 °C, 4 % under 0 °C ned til -25 °C.	Vanlige industriarbeidere (kvinner og menn, 18–64 år)	Arbeidsevne (indeks), forekomst av muskelskjelettsmerter i nakke-skulder, handledd og i korsryggen	Nedsatt arbeidsevne etter flere år i yrket. <ul style="list-style-type: none"> Daglig trekk i arbeidet svekker arbeidsevnen. Stort sykefravær ved nedsatt arbeidsevne. Lite fysisk aktivitet i fritida ved nedsatt arbeidsevne. Økende smerte i nakke-skulder, skulder, handledd og korsrygg ved daglig nedkjøling av respektive kroppsområder. Større forekomst av nakke-skuldersmerter og handledd-smerter hos kvinner enn hos menn. Økt forekomst av alle smertetyper etter mange år i yrket. 	1117	Subjektiv rapportering (85 % svarte). Ingen kliniske eller objektive mål.	Spørreskjemaundersøkelse
A field study of cold effects among cold store workers in China Chen og medarb. Arct Med Res 1991;50:Suppl. 6,99-103	Effekt av kuldepåvirkning på smerter i korsryggen og på knesmerter blant fryselagerarbeidere. Fryselagergruppe (LTS) , -10 °C til -25 °C; Kjølelagergruppe (IS) -5 °C til +5 °C; Kontrollgruppe (NTS): arbeid ved 20–30 °C.	Alder 21-45 år	Forekomst av muskel-skjelettlidelser	Forekomsten av smerter i korsryggen og knesmerter var større i den kuldeeksponerte gr. enn i kontrollgr. For smerter i korsrygg og kne var det henholdsvis for LTS 42 %, 47 %; IS 53 %, 51 %; Kontrollgr.: 9 %, 15 %. Etter 5 års arbeid med kulde-eksp. var forekomsten av smerter i korsrygg og kne meget vanlig. Punktpressmerten på	463 Menn n= 296, Fryselager (-10 til -25 °C); n=167 Islager (-5 til +5 °C);		Feltstudie Tverrsnittstudie Spørreskjemaundersøkelse: Helsekontroll utført av lege. Punktpressundersøkelse på korsrygg og knær.

					knærne var høyere i den kuldeeksponerte gruppen enn i kjølelagergruppen (IS) som var utsatt for en moderat temp.	n=152 normal temp (20 til 30 °C)		
Cold Exposure and Low Back Pain in Store Workers in Israel Drovat og medarb. Am J Indust Med 2007;50:626-631	Effekt av kuldepåvirkning på smerter i korsryggen blant fryselagerarbeidere som arbeider ved lavere temp enn -20 °C (eksp.gruppe). Kontrollgruppe: Arbeid ved romtemp. +20 °C til +25 °C. Alle ansatt i minst ett år.	Mannlige kjølelagerarbeidere. Alder 20-45 år	Forekomsten av muskelskjelett plager (MSS), spesielt plager i korsryggen (LBP) blant kuldelagerarbeidere og ser på sammenheng mellom eksp. for arbeid i kulde og MSS.	Kuldearbeidere hadde økt odds for å rapportere ryggproblemer i de foregående 12 måneder (OR=2.9, 95 % CI=1.3-6.7) og i løpet av arbeidet (OR= 4.8, 95 % CI=1.8-13.0) sammenlignet med kolleger som arbeidet i lagre med normal temperatur (+20 °C til +25 °C). Resultatet av studien forsterker hypotesen om at arbeidere i kalde omgivelser har en større risiko for å få LBP.	122	Tverrsnittstudie Spørreskjemaundersøkelse. Undersøkelsen ble foretatt blant ansatte på tre forskjellige matvarelagere.		
Musculoskeletal symptoms among seafood production workers in North Norway Aasmoe og medarb. Occupational Medicine 2008;58:64-70	Effekt av arbeid i kalde omgivelser på muskelskjelett plager blant produksjonsarbeidere (begge kjønn) i ulike typer av sjømatfabrikker i Nord-Norge og blant 129 administrativt ansatte.	Fire grupper: FP= kvinne produksjonsarbeider, n=339 MP= mann produksjonsarbeider, n=404 FA= kvinne, administrativt ansatt, n=52. MA= mann administrativt ansatt, n=77. Inndeling i fire aldersgrupper: <30 år, 30-39 år, 40-49 år, >50 år.	Forekomst av muskelskjelettlidelser (MSS)	Odds ratio for symptomer fra armene var høyere for kvinner enn for menn. Produksjonsarbeiderne hadde den høyeste relative risikoen for symptomer fra håndledd og hender (OR=4.1-9.4) og albuer (OR=3.5-5.2) sammenliknet med arbeid i administrasjonen. Det var høyere forekomst av symptomer i håndledd/hender blant kvinner (82 %) og menn (64 %) i lakseindustrien enn i hvitfisk (62 og 47 %) og rekeindustrien (66 og 37 %).	744 (50 % av de forespurte) fra 118 sjømatproduksjonssteder svarte.	Tverrsnittstudie. Spørreskjemaundersøkelse.		

Tabell 14.4 Kuldeeksponering og Raynauds fenomen ("Hvite fingre") og vibrasjonsskader:

Tittel Forfattere	Eksponeringer som er undersøkt	Ansatte (deltagere) karakteristika	Helseeffekt som er målt	Funn Resultat	N	Feilkilder	Design Evt
Raynaud's phenomenon of fingers and toes of miners exposed to local and whole-body vibration and cold Hedlund U Int Arch Occup Environ Health 1989;61:457-461	Gruvearbeid: Håndvibrasjon, helkroppsvibrasjon. Temp i gruve 7–9 °C, 90 % luftfuktighet.	Gruvearbeidere (G). Kjønn ikke oppgitt. Gj.sn alder 38 (20–54 år). Kontroll-gruppe (K): Gj.sn alder 42 (20–59 år), arbeid uten eksponering for vibrasjon ved ≈15 °C. Røyking G: 14 (52 %) K: 19 (76 %)	Raynauds fenomen	G: 11 (41 %) hadde sympt. på Raynauds i hånd, ingen i K. Sammenheng mellom Raynauds og vibrasjonseksp., men ikke mellom Raynauds og røyking. G: 6 (22 %) hadde sympt. på Raynauds i fot, ingen i K. Sammenheng mellom helkroppsvibrasjon og Raynauds.	54 G: n=27; K: n = 27	Ikke info om hvordan deltakerne ble rekruttert. Ikke inkl. og ekskl. kriterier. Ikke alle G var eksponert for vibrasjon.	Historisk kohort (?) Spørreskjema + Medisinsk us.
Risk factors for Raynaud's phenomenon among workers in poultry slaughterhouses and canning factories Kaminski og medarb. Int J Epidemiol 1997;26(2):371-380	Arbeid i kalde omgivelser (innendørs i rom < 12 °C)	Arbeidere i slakterier og pakkefabrikker	Risikofaktorer for Raynauds fenomen når man er eksponert for kulde, men ikke for vibrasjon.	Høyere forekomst av Raynauds og kuldesensitivitet i fingrer blant kvinner. Kuldesensitivitet i fingrer mer vanlig blant arbeidere eksponert for temp < 7 °C.	1474 Menn: n = 593K vinner: N = 881	Romtemp. ikke kontrollert (selvrapport.)	Tverrsnittstudie.
Raynaud's phenomenon following long-term repeated action of great differences of temperature Mackiewicz og Piskorz	Filetering av frossenfisk med bare hender i en fiskeforedlingsfabrikk	Ingen opplysninger (kvinner?)	Raynauds fenomen	Første tilfeller av sykdom observert etter 2–3 års arbeid. Etter 10 års arbeid hadde nær 90 % Raynauds.	113	Ingen karakteristika. Kun beskrivende statistikk Mangelfull	

J Cardiovasc Surg (Torino) 1977;18:151-154 Cardiovascular response of vibration – exposed workers to a cold provocative test Bovenzi Scand. J. Work Environ Health 1986;12:378-381	Effekt av en kuldeprovokasjonstest på vibrasjonseksponerte arbeidere (VWF).	Alder ≈40 år	Blodtrykk Hjertefrekvens Blodplatefunksjon Tidsintervall for venstre ventrikulære systole.	Resultatene av undersøkelsen tyder på at hjertesympatisk tonus og fingervaskulær reaktivitet til kulde er økt i vibrasjonseksponerte arbeidere.	105 Kontr n=42 Uten VWF n=50 Med VWF n=13	beskrivelse av metode.	Laboratorieundersøkelse
---	---	--------------	---	---	--	------------------------	-------------------------

Tabell 14.5 Kuldeeksponering og frostskaader/ forfrysninger:

Tittel Forfattere	Eksponeringer som er undersøkt	Ansatte (deltagere) karakteristika	Helseeffekt som er målt	Funn Resultat	N	Feilkilder	Design Evt
Frostbite in reindeer herders Ervast og medarb. Arct Med Res 1991; 50 Suppl 6:89-93	Bestemme forekomsten av forfrysninger blant reinsdyrgjeterere og klarlegge tilleggsfaktorer som kan knyttes til disse skadene.	Reingjeterere i Finland ble bedt om å melde fra om forfrysninger	Hvite-fingrer- syndrom. Forfrysninger i ansiktet, på fingrer og tær.	453 menn (22 % av de som svarte) rapporterte om forfrysninger i løpet av det siste året. Ny teknologi har ikke løst alle problemer med hensyn til arbeidsbetingelser (arbeids forhold); kalde omgivelser.	2081 (60% menn)		Tverrsnittsstudie. Spørre- undersøkelse.

Tabell 14.6 Kuldeeksponering og fall/ulykker:

Tittel Forfattere	Eksponeringer som er undersøkt	Ansatte (deltagere) karakteristika	Helseeffekt som er målt	Funn Resultat	N	Feilkilder	Design Evt
Slip and Fall-Related Injuries in Relation to Environmental Cold and Work Location in Above-Ground Coal Mining Operations Bell og medarb. Am J Indust Med 2000;38:40-48	Undersøke assosiasjonen mellom skli- og fallskader ved tre forskjellige steder med forskjellig grad av eksponering til kulde (lave temperatur)	Aldersfordelingen var forskjellig mellom de tre stedene	Skader	Den proporsjonale skaderatio for skli- og fallrelaterte skader økte på alle de tre stedene når temperaturen falt. Mesteparten av disse skadene fant sted på bakken utendørs.	18 628 skader inngikk i analysen		

Tabell 14.7 Kuldeeksponering og kvinnelidelser og menstasjonsforstyrrelser:

Tittel Forfattere	Eksponeringer som er undersøkt	Ansatte (deltagere) karakteristika	Helseeffekt som er målt	Funn Resultat	N	Feilkilder	Design Evt
Subjective symptoms among female workers and winter working conditions in a consumer cooperative Inaba og medarb. J Occup Health 2005;47:454-465	Arbeid i kjøllelager; temp 4–10 °C Referanse: Arbeid på supermarked og på kontor.	Japanske kvinner. Kjøllelager, 48 år (22–58). Supermarked, 36 år (16–58). Kontorarb. 47 år (31–57).	Subjektive symptomer	70–80 % av kjøllelagerarbeidere hadde plager med kuldefølsomhet i ulike kropsregioner, skulderstivhet og ryggproblemer, samt høyere forekomst av irregulær menstruasjon.	160 Kjølle- lager n=46; super- marked n=56; kontor n=59		Tverrsnittsstudie Spørreskjema
Dysmenorrhea and cold exposure Mergler og Vezina J Reprod Med 1985;30(2):106-111	Arbeid i slakteri	Eksponert gruppe: Kvinnelige slakteri- arbeidere, alder fra 15 år. Kontroll: Husmødre (gift med slaktere).	Dysmenorrhea (forstyrrelse i menstruasjon)	Prevalens hos slaktere 73 %, hos husmødre 53 %. Hos slaktere økt prevalens (og sykmeld.) med økende kuldeeksp. Studien tyder på at kulde- eksponering påvirker menstruelle prosesser.	318 Ansatte i slakteri n= 213. Hus- mødre n=105	Selvrappert kulde- eksponering. Temp ikke målt.	Tverrsnittsstudie. Spørreskjema.
Menstrual-cycle characteristics and work conditions of workers in poultry slaughterhouses and canneries Messing og medarb. Scand J Work Environ Health 1992;18:302-309	Arbeid i slakterier og pakkefabrikker (dvs. eksponert for arbeid i kalde omgivelser, innendørs i kalde rom, < 18 °C)	Kvinner 25–40 år	Amenorrhea "Har du i løpet av det siste året hatt en periode på flere mnd hvor du ikke menstruerte?"	Irregulær syklus og amenorrhea mer utbredt ved arbeid i slakteri (hhv 17 % og 12 %) enn hos pakkefabr.arb. (hhv 10 % og 5 %). Amenorrhea assosiert med kulde-eksponering (Odds Ratio 2.8, 1.3-5.9).	881	Temp. ikke målt.	Tverrsnittsstudie. Spørreskjema + intervju + med.us

Tabell 14.8 Kuldeeksponering og psykiske og psykiatriske lidelser:

Tittel Forfattere	Eksponeringer som er undersøkt	Ansatte (deltagere) karakteristika	Helseeffekt som er målt	Funn Resultat	N	Feilkilder	Design Evt
Season and mental illness in an Arctic area of northern Finland Näyhä og medarb. Acta Psychiatr Scand Suppl 1994;377:46-49	Reinsdyrdrift i arktisk område av Nord-Finland	Reingjetere (menn). Gj.sn alder 43 år (15 – 65+ år).	Mentaltilstand (Cornell Medical Index;CMI)	Prevalens av "total psychiatric illness" økte med alder fra 8 % i alder 15-24 til 19 % i alder 45- 64 år. Mental tilstand hadde en sesongvariasjon tilsvarende som ved selvmord i arktisk Finland, med høyest mental "disturbances" vår og tidlig høst.	1251	Ingen info om inklusions- kriterier. Deltakerne ikke fulgt gjennom året. Flest har fylt ut skjemaet "tidlig på året".	Tverrsnittsstudie. Spørreskjema- undersøkelse.

Tabell 14.9 Kuldeeksponering og andre medisinske lidelser:

Tittel Forfattere	Eksponeringer som er undersøkt	Ansatte (deltagere) karakteristika	Helseeffekt som er målt	Funn Resultat	N	Feilkilder	Design Evt
Effects of reduced ambient temperature on fat utilization during submaximal exercise Layden og medarb. Med Sci Sports Exerc 2002;34(5):774-779	Arbeid (ergometersykling) 90 min ved hver av 4 ulike temp: -10 °C, 0 °C, 10 °C, og 20 °C, (5-7 dager mellom hver test). Belastning: 64 ± 6 % av $VO_{2\text{-maks}}$ Bekledning: Kortbukse og sko.	Friske, aktive menn. Alder 26 ± 3 år. $VO_{2\text{-maks}}$: 51,4 ± 5,6 ml/kg/min.	Effekt av kuldeeksponering på fettforbrenning.	Ved -10 °C og 0 °C var RQ høyere enn ved 10 °C og 20 °C. Det gjenspeiler en lavere fettforbrenning og høyere karbohydratforbrenning ved -10 °C og 0 °C enn ved 10 °C og 20 °C. Bloodglycerol var lavere, samt $VO_{2\text{-maks}}$ ved -10 °C enn ved 20 °C. Funnene tyder på lavere fettforbrenning ved kaldere temperaturer.	9		Lab.studie. Randomisert rekkefølge.
Working in moderate cold: a possible risk to health Griefahn og medarb. J.Occup.Health 1997;39:36-44	Arbeid i moderat nedkjølte rom (fra -5 °C til +15 °C), særlig i matvareindustrien.	Arbeidstakere i matvareindustrien som jobber i nedkjølte rom: 80 % ved 5-15 °C 19 % ved 0-4 °C 1,5 % under 0 °C. Både kvinner (K) og menn (M)	Mange, bl.a.: smerter i rygg og ledd, revmatisme, luftveislidelser, hørsel, forekomst av "hvite fingrer", mage-tarmproblemer	Økt forekomst av Ryggsmerter Leddsmerter Bronkitt Forkjølelse Revmatisme "Hvite fingrer" Nedsatt hørsel Mage-tarmproblemer Trøtthet og nervøsitet Hjerte-karsykdommer K mer plaga enn M En del (≈20 %) var plaga av kulde, trekk, fuktighet og temperaturrendringer; mer utbredt blant K enn M	1213	Bare 30 % svar, representative? Tidligere helseundersøking som referanse	Tverrsnittsstudie. Grunn til å tro at noen forekomster (f. eks. mage-tarmproblemer, hørsel) ikke skyldes kulda. Andre problemer (muskel-skjelett) kan skyldes kulde og/eller manuelt arbeid.

