

Välkommen till Afa Försäkrings seminarium

Arbete i kyla

– arbetsmiljö, hälsorisker och rekommendationer

11
DEC





UMEÅ UNIVERSITET

Arbete i kyla med sjukdom

En narrativ litteraturöversikt



Albin Stjernbrandt, Eirik Reierth, Tohr Nilsson

2024-12-11

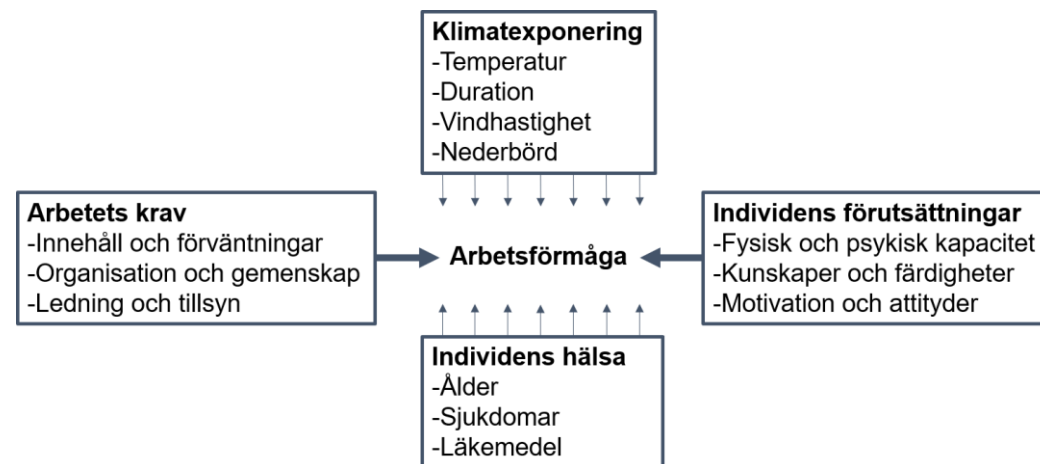
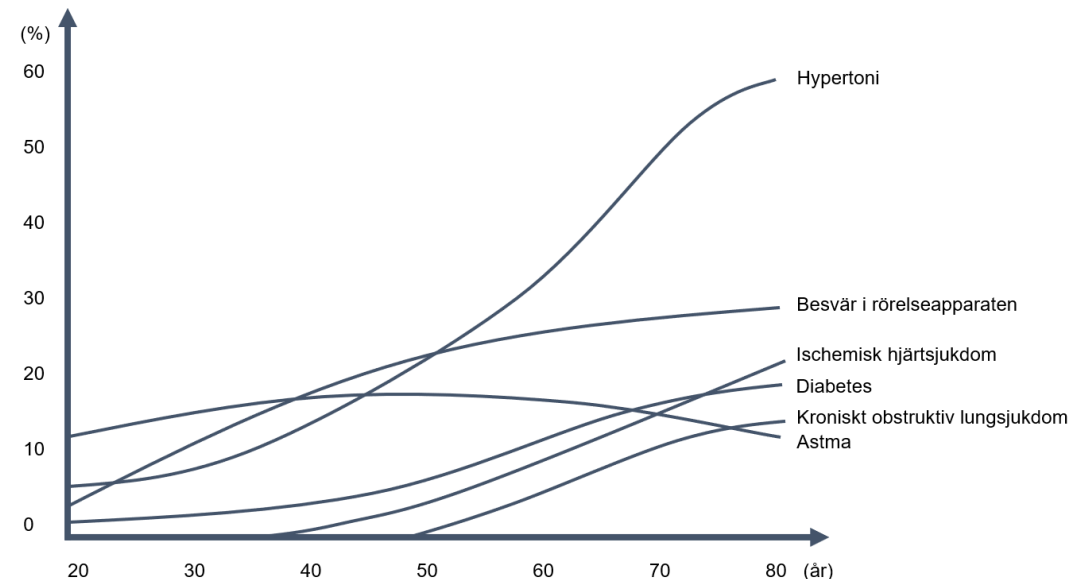
Bakgrund

- Drygt 20 % av män och 10 % av kvinnor arbetar i kyla
- Exponering för kyla medför många hälsorisker
- Ökande andel äldre i kalla arbetsmiljöer
- Begränsad kunskap om risker för äldre arbetare



Bakgrund

- Med ökande ålder blir kroniska sjukdomar vanligare
- Det saknas sammanställd kunskap om hur arbete i kyla påverkas av sjukdom
 - Allmän prognos
 - Negativa hälsoutfall
 - Arbetsförmåga



Syfte och frågeställningar

- Övergripande syfte att beskriva hur hälsorisker förknippade med arbete i kyla påverkas av ålder och sjukdom
- Specifika frågeställningar:
 - Riskbedömning?
 - Ålder?
 - Sjukdomar?
 - Kunskapsluckor?

Metod – vetenskaplig litteratur

Medline, Embase, World of Science (1980–2023)

Kyla



Arbete



Riskbedömning

Exp cold/ OR Cold temperature*.ti,ab,kw. OR Low temperature*.ti,ab,kw. OR Freezing.ti,ab,kw. OR Cold environment*.ti,ab,kw. OR Cold condition*.ti,ab,kw. OR exp extreme cold weather/ OR Extreme cold.ti,ab,kw. OR (Cold* adj3 Wet*).ti,ab,kw. OR (Cold* adj3 damp*).ti,ab,kw. OR (Cold* adj3 Rain*).ti,ab,kw. OR (Cold* adj3 Snow*).ti,ab,kw. OR exp cold climate/ OR Cold climate*.ti,ab,kw. OR Polar region*.ti,ab,kw. OR Antarctic*.ti,ab,kw. OR (Cold adj3 stress).ti,ab,kw. OR Sub-zero.ti,ab,kw. OR Below zero.ti,ab,kw. OR Cold work*.ti,ab,kw. OR Cold related.ti,ab,kw. OR Winter weather.ti,ab,kw. OR Cold weather.ti,ab,kw. OR (Work* adj3 Cold).ti,ab,kw. OR Cold exposure.ti,ab,kw. OR exp Arctic/ OR Arctic.ti,ab,kw. OR (low adj3 temperature*).ti,ab,kw. OR Wind chill.ti,ab,kw. OR Circumpolar.ti,ab,kw. OR Contact cooling.ti,ab,kw. OR Cold object*.ti,ab,kw.

Exp occupation/ OR Industr*.ti,ab,kw. OR exp employment/ OR employment*.ti,ab,kw. OR exp occupational exposure/ OR (Work* adj3 environment*).ti,ab,kw. OR Occupational exposure*.ti,ab,kw. OR Work related.ti,ab,kw. OR Job related.ti,ab,kw. OR Employe*.ti,ab,kw. OR exp workplace/ OR Workplace*.ti,ab,kw. OR Work place*.ti,ab,kw. OR Occupational.ti,ab,kw. OR exp work/ OR job.ti,ab,kw. OR exp army/ OR military.ti,ab,kw. OR exp personnel/ OR labo?r.ti,ab,kw. OR Defence force.ti,ab,kw. OR air force.ti,ab,kw. OR conscript*.ti,ab,kw. OR navy.ti,ab,kw.

Exp risk assessment/ OR Risk Assessment*.ti,ab,kw. OR Safety analys*.ti,ab,kw. OR risk adjustment*.ti,ab,kw. OR Risk Analys*.ti,ab,kw. OR Risk-Benefit Assessment*.ti,ab,kw. OR exp risk management/ OR Risk* Management*.ti,ab,kw. OR Risk Reporting*.ti,ab,kw. OR Risk Report*.ti,ab,kw. OR Incident* Report*.ti,ab,kw. OR Preventive measure*.ti,ab,kw. OR exp occupational safety/ OR occupational safety.ti,ab,kw. OR exp protective clothing/ OR Insulation clothing*.ti,ab,kw. OR exp health care planning/ OR Health Planning Guideline*.ti,ab,kw. OR (Guideline* adj3 Health Plan*).ti,ab,kw. OR Health Planning Recommendation*.ti,ab,kw. OR exp practice guideline/ OR guideline*.ti,ab,kw. OR ISO.ti,ab,kw. OR Occupational safety plan*.ti,ab,kw. OR Occupational health care plan*.ti,ab,kw. OR Primary prevent*.ti,ab,kw. OR Secondary prevent*.ti,ab,kw. OR exp accident prevention/ OR Injur* prevent*.ti,ab,kw. OR exp safety/ OR Code of practic*.ti,ab,kw. OR Threshold limit*.ti,ab,kw. OR Legislation*.ti,ab,kw. OR Intervention*.ti,ab,kw. OR Standard*.ti,ab,kw. OR guide*.ti,ab,kw. OR prevent*.ti,ab,kw.



Inkluderade studier (n=13)

Metod – vetenskaplig litteratur

Medline, Embase, World of Science (1980–2023)

Kyla



Arbete



Ålder & sjukdom

Exp cold/ OR Cold temperature*.ti,ab,kw. OR Low temperature*.ti,ab,kw. OR Freezing.ti,ab,kw. OR Cold environment*.ti,ab,kw. OR Cold condition*.ti,ab,kw. OR exp extreme cold weather/ OR Extreme cold.ti,ab,kw. OR (Cold* adj3 Wet*).ti,ab,kw. OR (Cold* adj3 damp*).ti,ab,kw. OR (Cold* adj3 Rain*).ti,ab,kw. OR (Cold* adj3 Snow*).ti,ab,kw. OR exp cold climate/ OR Cold climate*.ti,ab,kw. OR Polar region*.ti,ab,kw. OR Antarctic*.ti,ab,kw. OR (Cold adj3 stress).ti,ab,kw. OR Sub-zero.ti,ab,kw. OR Below zero.ti,ab,kw. OR Cold work*.ti,ab,kw. OR Cold related.ti,ab,kw. OR Winter weather.ti,ab,kw. OR Cold weather.ti,ab,kw. OR (Work* adj3 Cold).ti,ab,kw. OR Cold exposure.ti,ab,kw. OR exp Arctic/ OR Arctic.ti,ab,kw. OR (low adj3 temperature*).ti,ab,kw. OR Wind chill.ti,ab,kw. OR Circumpolar.ti,ab,kw. OR Contact cooling.ti,ab,kw. OR Cold object*.ti,ab,kw.

Exp occupation/ OR Industr*.ti,ab,kw. OR exp employment/ OR employment*.ti,ab,kw. OR exp occupational exposure/ OR (Work* adj3 environment*).ti,ab,kw. OR Occupational exposure*.ti,ab,kw. OR Work related.ti,ab,kw. OR Job related.ti,ab,kw. OR Employe*.ti,ab,kw. OR exp workplace/ OR Workplace*.ti,ab,kw. OR Work place*.ti,ab,kw. OR Occupational.ti,ab,kw. OR exp work/ OR job.ti,ab,kw. OR exp army/ OR military.ti,ab,kw. OR exp personnel/ OR labo?r.ti,ab,kw. OR Defence force.ti,ab,kw. OR air force.ti,ab,kw. OR conscript*.ti,ab,kw. OR navy.ti,ab,kw.

Aging.ti,ab,kw. OR Cardiovascular Diseases.ti,ab,kw. OR Hypertension.ti,ab,kw. OR Myocardial Infarction.ti,ab,kw. OR Stroke.ti,ab,kw. OR Heart Failure.ti,ab,kw. OR Peripheral Arterial Disease.ti,ab,kw. OR Lung Diseases.ti,ab,kw. OR Asthma.ti,ab,kw. OR Pulmonary Disease, Chronic Obstructive.ti,ab,kw. OR Diabetes Mellitus.ti,ab,kw. OR Musculoskeletal Pain.ti,ab,kw. OR och Musculoskeletal Diseases.ti,ab,kw..



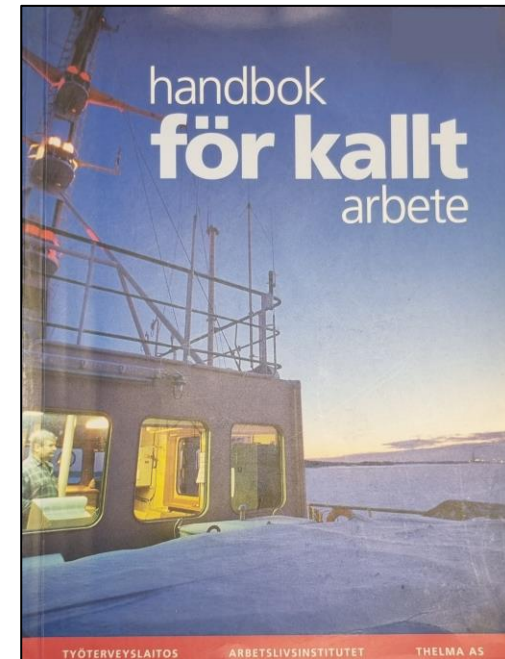
Inkluderade studier (n=13)



Inkluderade studier (n=164)

Metod – annan litteratur

- Arbetsmiljöverkets föreskrifter
- Arbets- och miljömedicinska läroböcker
- Fackböcker
- Grå litteratur



Riskbedömning

- Finns etablerade metoder för riskbedömning av arbete i kyla
- Arbete i kyla ett heterogent begrepp
- Ålder och förekomst av sjukdom påverkar sårbarheten för kyla
- Utomhusarbete i kyla regleras inte i Arbetsmiljöverkets författningssamling



Kunskapsläge

Ålder

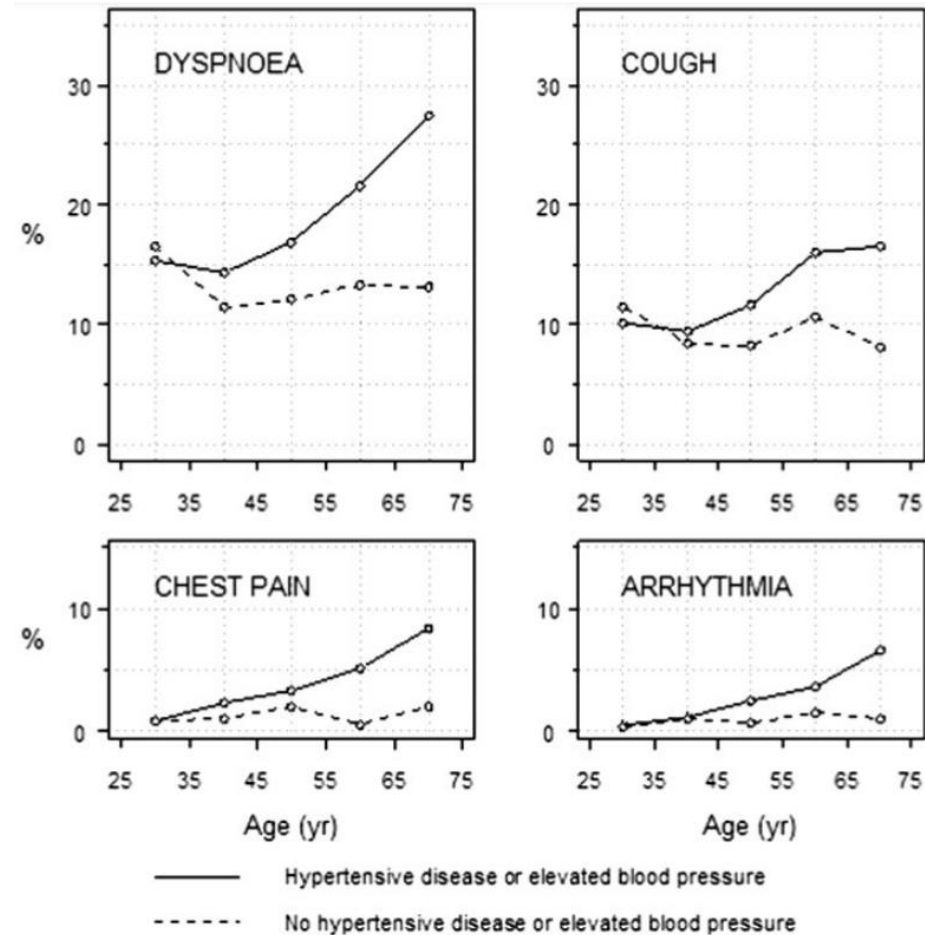
- Saknas studier som undersöker effekter av åldrande ur ett arbetsmedicinskt perspektiv
- Finns experimentella studier som visar att sårbarheten för kyla ökar med åldern
- Effekter framträdande först efter cirka 40–50 års ålder
- Begränsat underlag om könsskillnader



Hjärt-kärlsjukdom

- Kyla ger högre blodtryck, både med och utan läkemedelsbehandling
- Personer med hjärt-kärlsjukdom uppvisar lägre fysisk arbetsförmåga och ökad sannolikhet för hjärtinfarkt och hjärtrytmrubbningar
- Kyla ökar sannolikheten för stroke, men motstridiga resultat för hjärninfarkt respektive hjärnblödning

Hjärt-kärlsjukdom



Rekommendationer

Hjärt-kärlsjukdom

- Högt blodtryck
 - Tätare blodtryckskontroller
- Kärlkramp och hjärtinfarkt
 - Mindre fysiskt ansträngande uppgifter
 - Kortare arbetsperioder i kyla
 - Skyddskläder med ökad isolering
 - Läkemedelsöversyn
- Stroke
 - Undvika återkommande arbete i kyla vid skador i områden för temperaturreglering

Obstruktiv lungsjukdom

- Kyla ökar symptombördan hos personer med astma och KOL
- Vissa hållpunkter för att friska som exponeras för kyla kan få obstruktiva luftvägsbesvär
- Svårt att skydda luftvägarna mot kyla, särskilt vid stort andningsarbete
- Värmeväxlarmasker olämpliga i vissa arbeten



Rekommendationer

Obstruktiv lungsjukdom

- Anpassningar vid uttalade symptom parat med otillfredsställande behandlingseffekt
 - Mindre fysiskt ansträngande uppgifter
 - Kortare arbetsperioder i kyla
 - Värmeväxlarmask
 - Uppvärmad friskluftsmatad helmask

Kunskapsläge

Diabetes

- Kyla kan leda till sämre metabol kontroll, hypoglykemier, hypotermi och lokala kylskador
- Riskerna större vid insulinbehandling samt vid diabetesneuropati



Rekommendationer

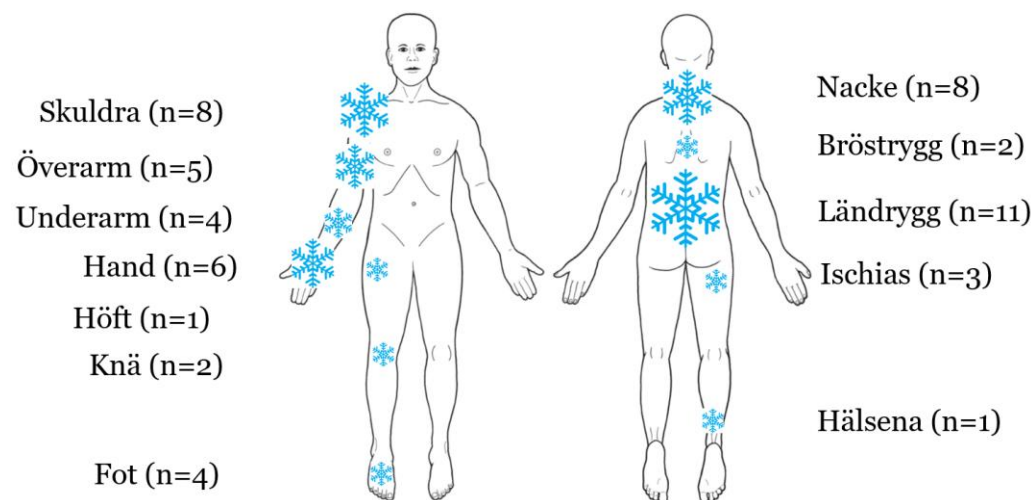
Diabetes

- Tablettbehandlad typ 2-diabetes
 - Tätare uppföljning av metabol kontroll
- Insulinbehandlad diabetes
 - Ensamarbete i kyla bör undvikas

Kunskapsläge

Rörelseapparaten

- Kyla ökar sannolikheten för besvär i rörelseapparaten
- Kyla ökar sannolikheten att rapportera ischias och karpaltunnelsyndrom
- Begränsad kunskap om påverkan på arbetsförmågan
- Klädsel med hög isolering minskar kyleffekten men ökar den fysiska belastningen



Rekommendationer

Rörelseapparaten

- Smärttillstånd
 - Sällan skäl för anpassningar avseende kyla, belastningsergonomi viktigare
- Uttalat karpaltunnelsyndrom
 - Undvika återkommande arbete i kyla samt hantering av kalla föremål

Kunskapsluckor

- Prognos och arbetsförmåga vid arbete i kyla
- Långvarig men låggradig yrkesexponering för kyla
- Könsskillnader
- Acklimatisering
- Exponerings-responssamband
- Samverkande effekter
 - Kyla + buller + hand-armvibrationer
 - Kyla + oorganiskt damm
 - Kyla + skiftarbete



Slutsatser

- Det finns vetenskapligt underlag för att arbete i kyla kan vara förknippat med ökade hälsorisker för personer i högre arbetsförålder och med befintliga sjukdomar
- Hur arbete i kyla påverkar arbetsförmågan och den fortsatta prognosen är mindre tydligt
- I Sverige saknas enhetlig reglering av arbete i kyla utomhus
- Det finns metoder för riskbedömning och riskhantering av arbete i kyla samt förslag på praktiska tillvägagångssätt för arbetare, arbetsgivare och företagshälsor



UMEÅ UNIVERSITET

Arbete i kyla:

Fysiologiska effekter, risker och förebyggande åtgärder

Chuansi Gao, PhD, docent

Amitava Halder, PhD, PT

Jakob Eggeling, PhD

Avd. för ergonomi och aerosol teknologi

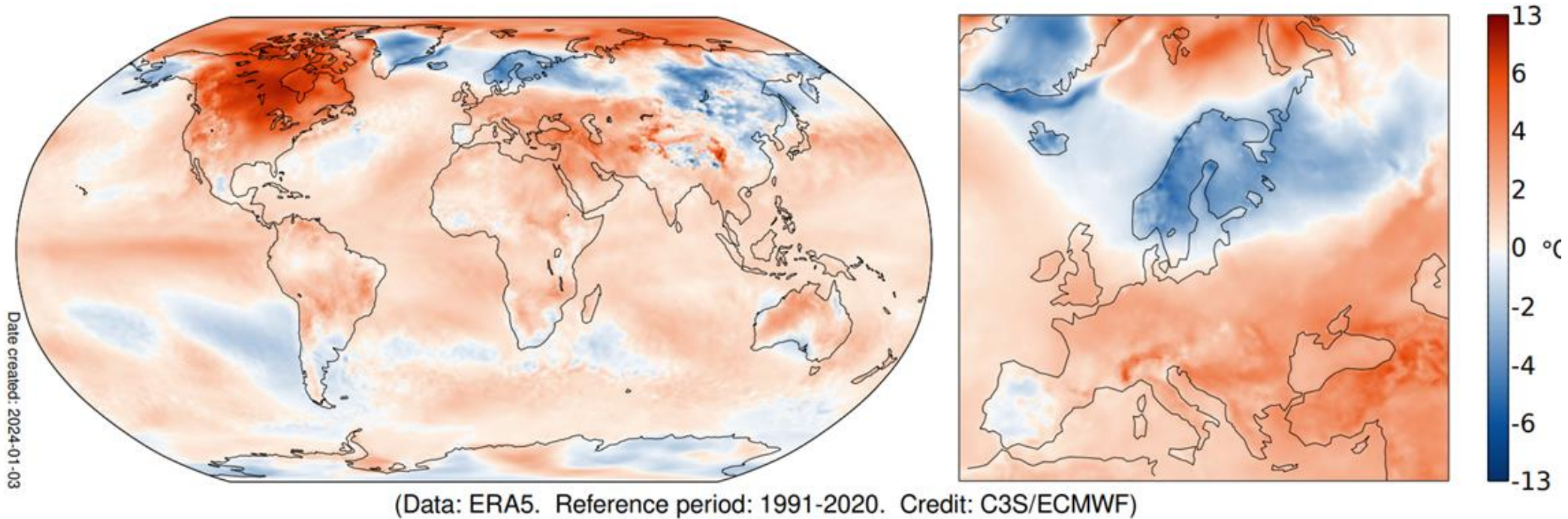
Inst. för designvetenskaper

Lunds tekniska högskola (LTH)

Lunds universitet



Temperaturen i de nordiska länderna i december 2023



PROGRAMME OF
THE EUROPEAN UNION



Den globala medeltemperaturen ökar.

Kyla är och kommer att fortsätta vara en av de stora hälsoriskerna.



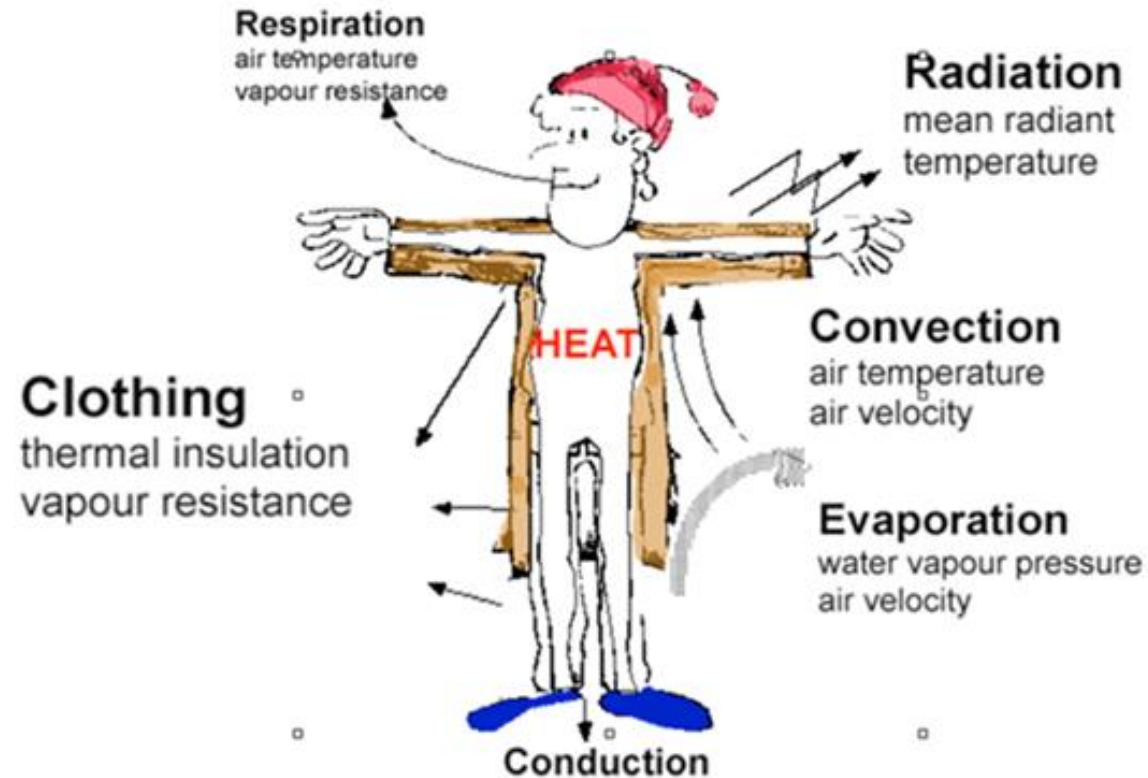
Klimatfaktorer in kalla miljöer

1. Lufttemperatur
2. vindhastighet (luftdrag)
3. fuktighet
 - 1) kall luft är torr
 - 2) sekundära effekter av regn, smältande snö och is*
4. strålningstemperatur
 - 1) solstrålning (positiv)
 - 2) yttemperaturer (kallare ytor, negativ)

* Halka pga is och snö



Kroppens värmeutbyte med miljön

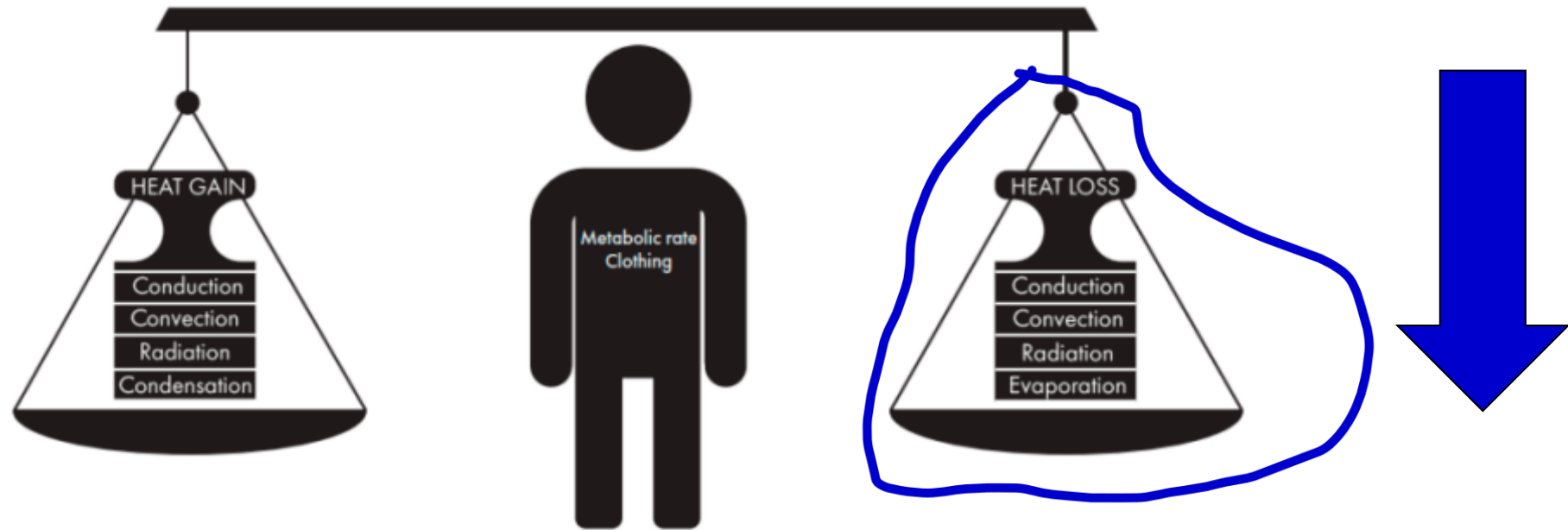


METABOLIC EQUIVALENT	1 MET	2 MET
1-10 MET	READING	PLAYING AN INSTRUMENT
1 MET	2 MET	3 MET
WORKING ON COMPUTER	GARDENING	BIKING
4 MET	7 MET	8-10 MET
CLIMBING STAIRS	JUMPING ROPE	RUNNING

Fysisk aktivitet



Kroppens värmebalans



Människokroppens värmebalans (Petersson J, Kuklane K, Gao C 2019).

Kroppsvärme, djupkroppstemperatur, effekter

Kroppens värmemängd, Wh	Kroppens temperatur, °C	Fysiologisk effekt	Psykologisk effekt
>310	>41		
240	40	Risk för värmeslag	
165	39		
80	38		
0	37	Normal funktion	Bekväm
-175	36	Kärlsammandragning, kalla händer och fötter	Obehag
-300	35	Stark huttring, sämre arbetsförmåga	Starkt obehag
-400	34		
-475	33-32		
	32-30		
	30-27		
	<27	Risk för hjärtstopp	

(Ikäheimo et al., 2021)

Skyddsstrategier och fysiologiska regleringar

1. Beteendeanpassning

- 1) kläder,
- 2) aktivitet,
- 3) varma platser, inomhus

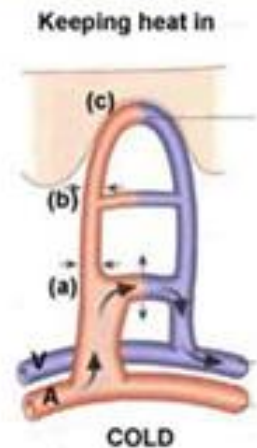
2. Autonomiska, fysiologiska regleringar

- 1) vasokonstriktion (blodkärlsammandragning)
- 2) blodtrycket ökar
- 3) huttrar
- 4) hudtemperaturen sjunker

Hunching
Shivering



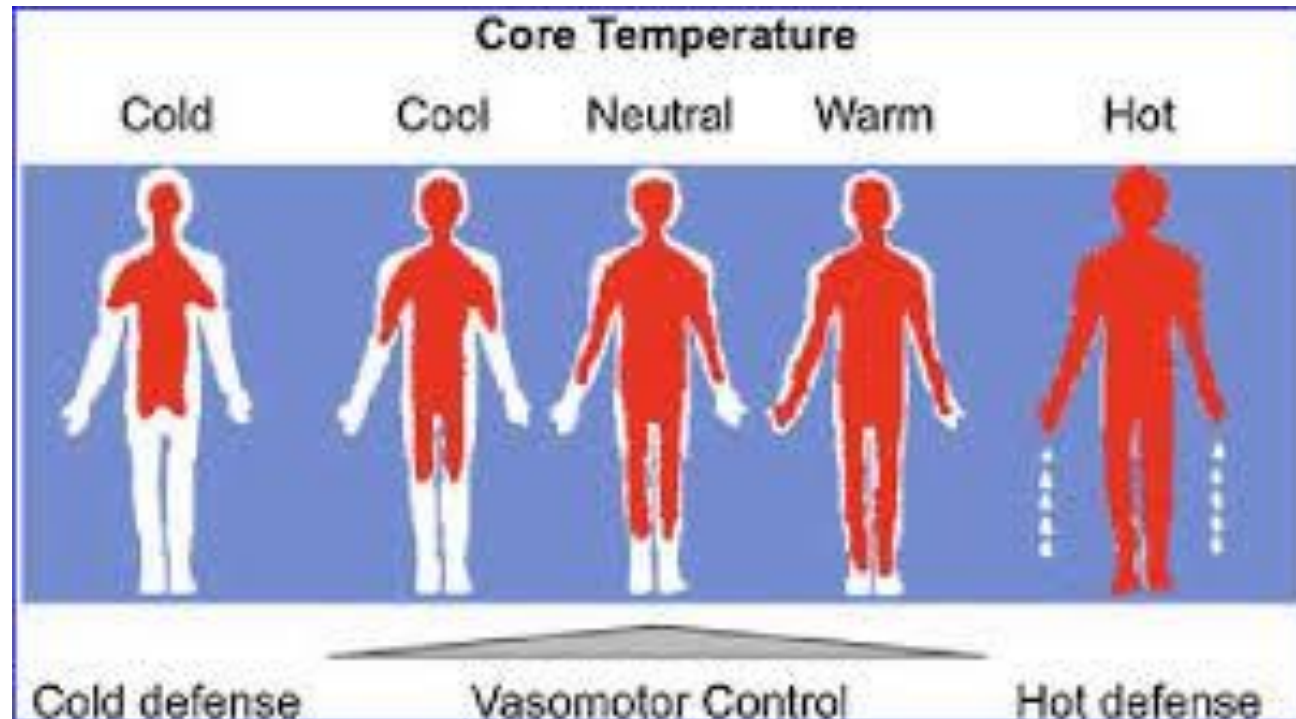
Vasoconstriction



Effekt av vasokonstriktion

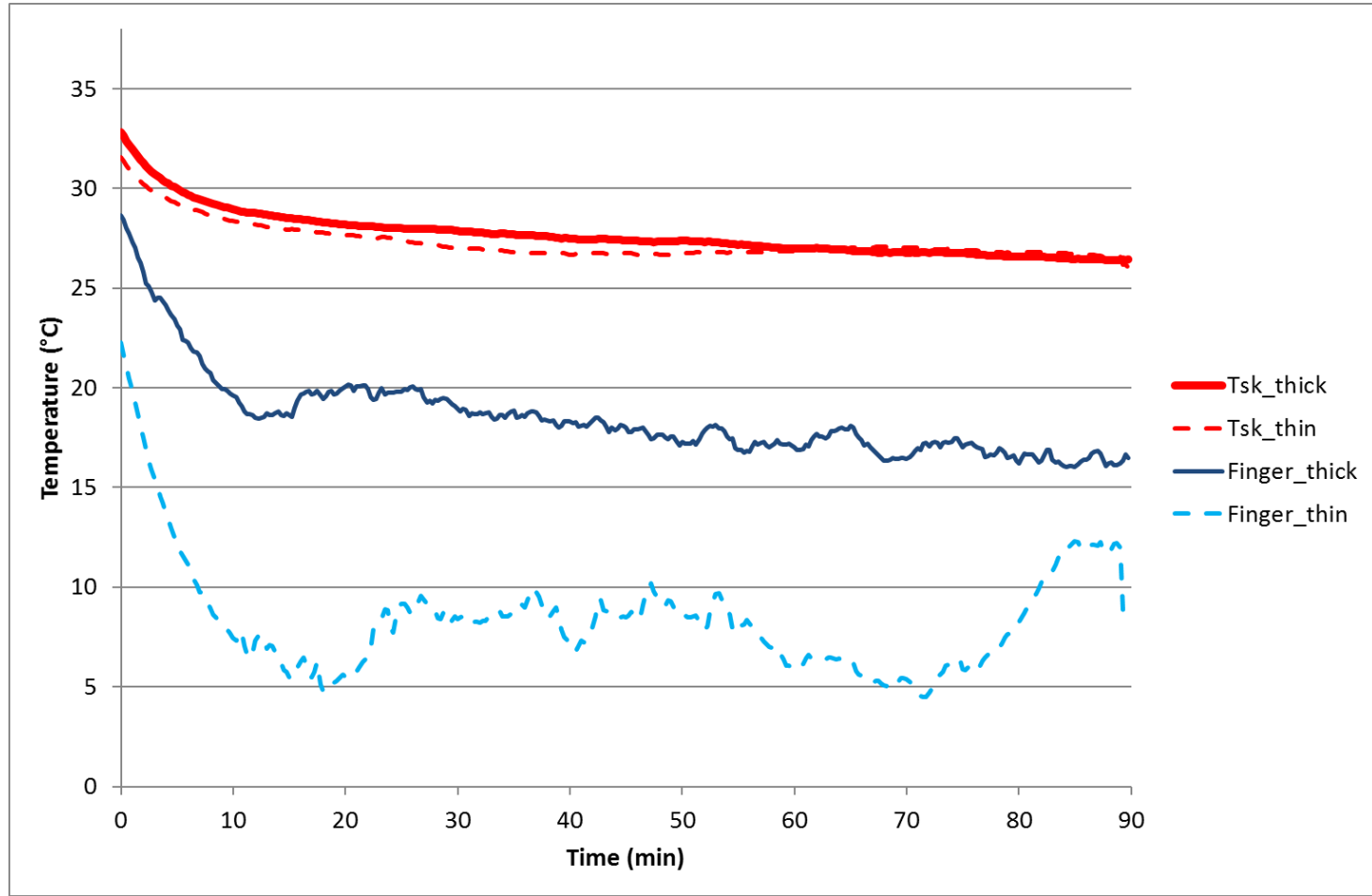
(blodkärlsammandragning, hudtemperaturen sjunker)

Hudtemperatur Hand (°C)	Effekt
32-36	Optimal funktion
< 32	Försämrad fingerfärdighet
<15	Smärtekänsla
<10	Känselförlust
<0	Risk för förfrysning



(Gavhed och Holmér, 2006)

Medel hud- och fingertemperaturer (studie i klimatkammare vid -30.6 C)



Thick: cross country ski mittens (727 g/m²) with micro fleece lining, Thin: Hestra wind stopper fleece fabric gloves

(Gao, et al, 2016)



Kylindex och bedömningsmodeller

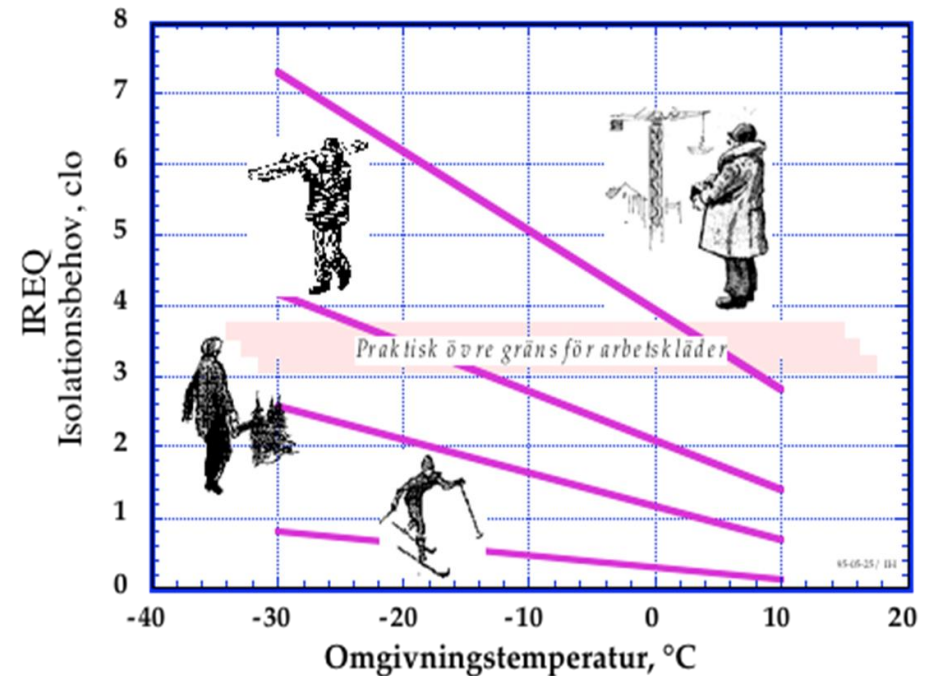
Wind chill temperature (WCT, vindkyltemperatur)

Lufttemperatur		5	0	-5	-10	-15	-20	-25	-30	-35	-40	-45	-50
V10 km/h	m/s												
5	1.5	4	-2	-7	-13	-19	-24	-30	-36	-41	-47	-53	-58
10	3	3	-3	-9	-15	-21	-27	-33	-39	-45	-51	-57	-63
20	6	1	-5	-12	-18	-24	-31	-37	-43	-49	-56	-62	-68
30	9	0	-7	-13	-20	-26	-33	-39	-46	-52	-59	-65	-72
40	12	-1	-7	-14	-21	-27	-34	-41	-48	-54	-61	-68	-74
50	15	-1	-8	-15	-22	-29	-35	-42	-49	-56	-63	-70	-76
60	18	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-43	-50	-57	-64	-71	-78
70	21	-2	-9	-16	-23	-30	-37	-44	-51	-59	-66	-73	-80
80	24	-3	-10	-17	-24	-31	-38	-45	-52	-60	-67	-74	-81

Risk för kylskada vid längre exposition
 Risk för kylskada inom 10 minuter
 Risk för kylskada inom 2 minuter

-25
 -35
 -60

Beklädnads isolationsbehov (SS-EN-ISO-11079, IREQ)

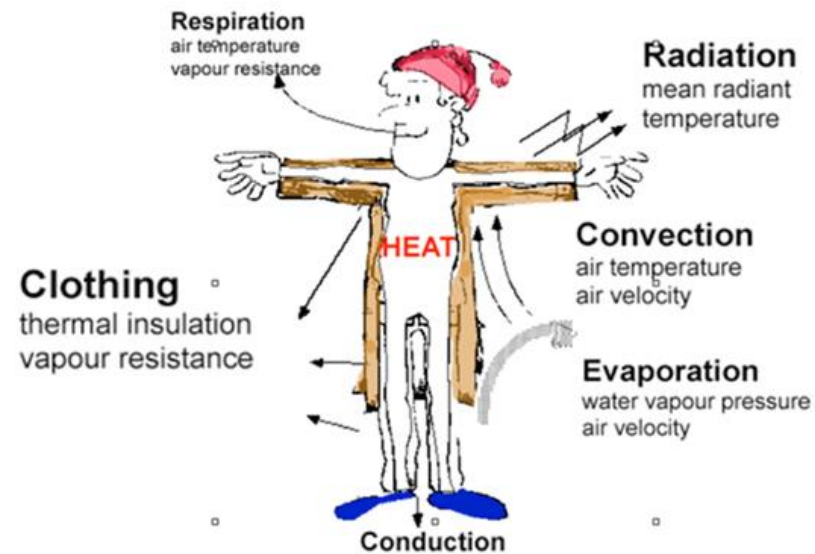


(Gavhed och Holmér, 2006)

ClimApp (en mobilapp)



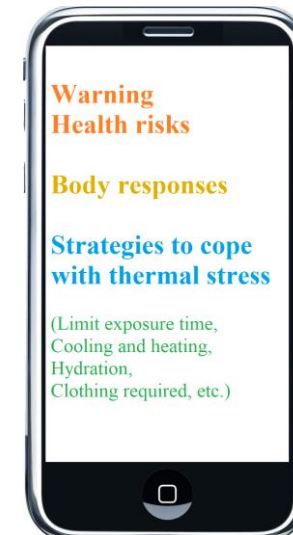
Värmebalansmodeller samt värme- och kylindex
(**WBGT**, **PHS**, PMV, **IREQ**, **WCT**)



Clothing
thermal insulation
vapour resistance



Fysisk aktivitet



Yrken som utsätts för kyla

Kontrollerad inomhusexponering
för kyla från 10 till $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$



Militära, polisiära och akuta
insatser och tjänster $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$



Gruvindustri $-50\text{ }^{\circ}\text{C}$



Sjöfarts- och fiskeindustri



Vintersporter



Transport

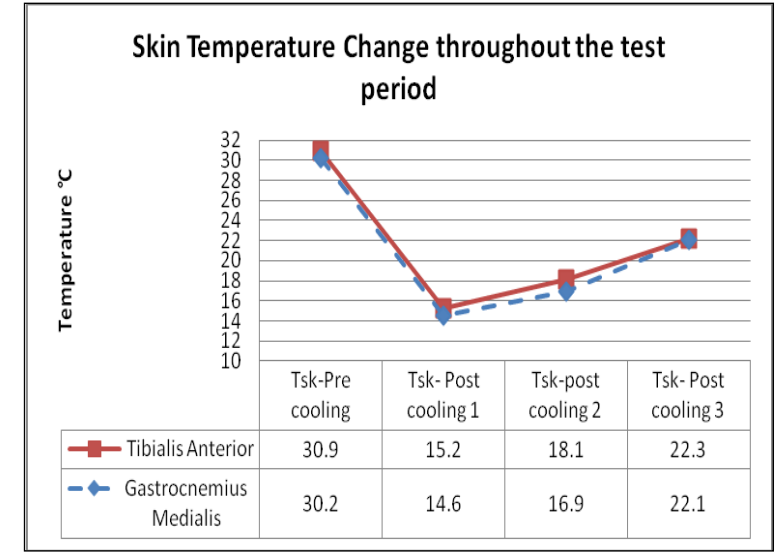
Kylskador: Vad händer vid nedkylning?

Sämre balans med kalla fötter

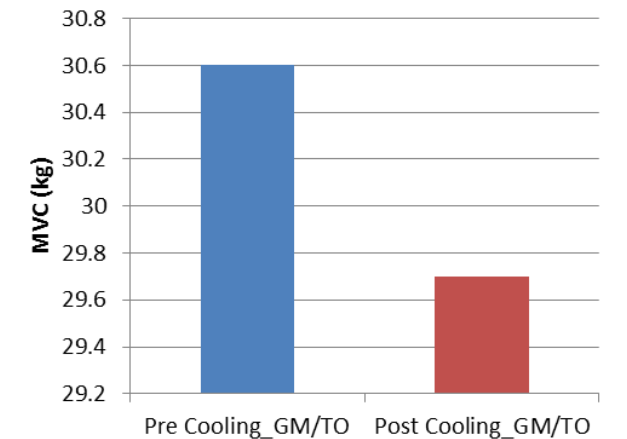
Kallvattendrunkning



Nedkylning av ben (20 minuter i 10 grader)



Muskelsammandragningskraft

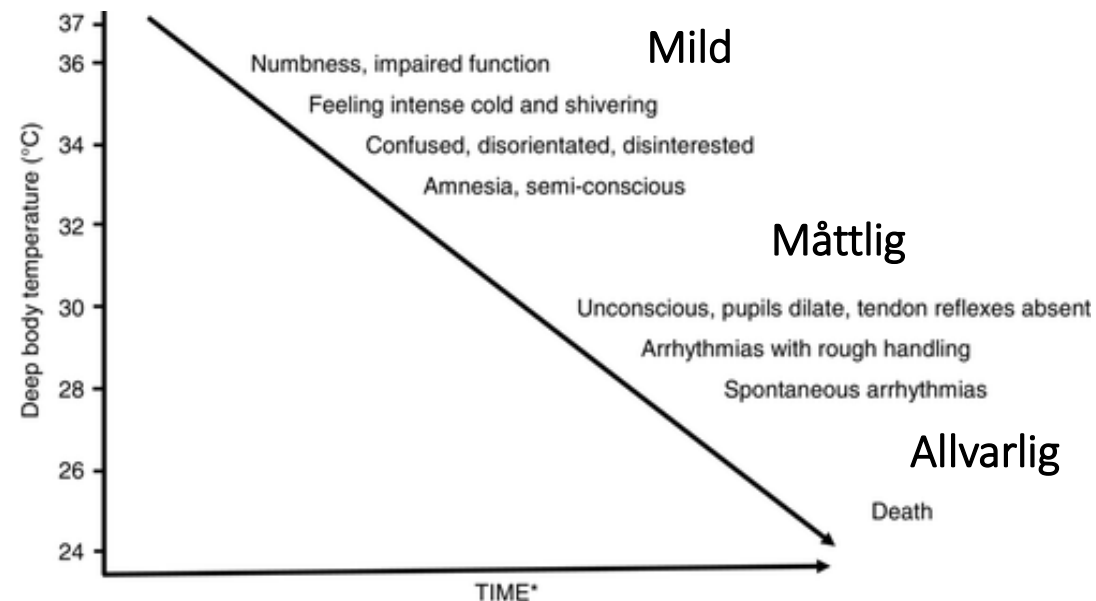


(Halder, 2014)

Hypotermi (Oavsiktlig)

Djup kroppstemperatur under 35°C

- **Mild (djup kroppstemperatur 35–32°C):**
 - Huttring, bleknad, kall hud p.g.a. maximal vasokonstriktion
 - Ökad hjärtfrekvens; Mental förvirring;
 - Oförmåga att utföra komplexa uppgifter o.s.v.
- **Måttlig (32–28°C):**
 - Påverkas det kardiovaskulära systemet (vitala tecken)
 - Förlorad finmotorik; Minskad medvetenhet;
 - Långsamt hjärtfrekvens, Sluddrigt tal.
- **Allvarlig hypotermi (<28 °C):**
 - Medvetslös, koma
 - Utan vitala tecken.



EUROPEAN RESUSCITATION COUNCIL

STADIER	Symtomer	Djup kroppstemperatur
I	Medvetande och huttring	32 to 35°C
II	Förändrat mentalt tillstånd, ingen huttring	28 to 32°C
III	Medvetslös, ingen huttring, vitala tecken finns närvarande (Störd)	24 to 28°C
IV	Inga vitala tecken finns närvarande	<24°C

Återuppvärmning för hypotermi

Återuppvärmningshastighet: 0,5° till 2°C per timme

Passiv: bara extern

- Flytta till en varm och skyddad miljö
- Ta av blöta kläder och täck med torra filter

Aktiv

Yttre: Externa varmluftsvärmare, såsom uppvärmda filter

- Värmekällor, kuddar, lampor
- Delvis nedsänkning i varmt vatten (40°C). Helkroppsnedsänkning rekommenderas inte

Inre:

-Enkel: Administrering av uppvärmt och fuktat syre via mask: 1° till 2°C per timme

-Invasiv uppvärmningsterapi: IV vätskor 40°- 45°C via kardiopulmonell bypass, dialys.

- Återuppvärmning varierar beroende så hög som 1° till 2°C på 5 minuter; per timme.

Kylskador

Frostnip/ Frysning:

- Självbegränsande process som liknar förfrysning, med parestesier (domningar) och blekhet (McIntosh et al. 2019b; Mohr et al. 2009).
- **Ingen vävnadsförlust uppstår** när området värms upp, symtomen försvinner inom 10 min (Handford et al. 2014).

Frostbite (FCI)/Förfrysning:

- **Vad:** Snabb nedkylning orsakar vasokonstriktion och lokal ischemi i huden och mjukvävnaden
- **T °C:** $<0^{\circ}\text{C}$ (Ikäheimo and Hassi 2011), **WCT:** -27°C , inom 30 min
- **Mekanism:** Bildning av *iskristaller* som orsakar obstruktion i blodkärl, cellskador och död vävnad.
- **Fall:** 1,5 /100,000 i norra Sverige (Brändström et al. 2014)





Förebyggande strategier mot förfrysning

- Upprätthålla normal djupkroppstemperatur genom **fysisk aktivitet** som förhindrar perifer vasokonstriktion
- **Lämpligt lager av kläder** med fuktavledande egenskaper, isolerande hatt, handskar, strumpor och stövlar



Följ lagerprincipen:

- Baslager:** Transporterar bort fukt från huden (t.ex. Merinoull/syntetiska)
- Isoleringslager:** Fångar värme (t.ex. fleece eller dun).
- Yttre lager:** Skyddar mot vind och fukt (vattentäta och vindtåliga jackor).

Grading severity of frostbite after rewarming			
Absence of cyanosis	Cyanosis on distal phalanx	Cyanosis up to MP joint	Cyanosis proximal to MP joint
Grade 1 No amputation of bone	Grade 2 Moderate risk of amputation	Grade 3 High risk of amputation	Grade 4 Risk of amputation 100%

- **Tidigt igenkännande av skada** och **initiering** av snabb uppvärmning kan minimera vävnadsskador
- **Så snart uppvärmningen börjar**, kan hudfärgen att förändras inom veckor till månad

(Dow 2024; Heil et al. 2016; McIntosh et al. 2024).

Kylskador: Trench foot (skyttegravsfot)



- Non-Freezing Cold Injury (NFCI)'s moderna term för '*trench foot*', var allmänt förekommande i 1:a världskrigets skyttegravar.
- Vävnader skadas efter 2-3 dagars exponering för våta förhållanden $>0^{\circ}\text{C}$, utan frysning.
- Bestående *sensoriska störningar*, domningar och kronisk smärta (Ungley et al. 2003; Vale et al. 2017).

Förebyggande åtgärder mot kylskador

- Begränsa exponeringen för kalla, fuktiga förhållanden och rotera personalen regelbundet.
- Uppmuntra personalen att röra på sig OFTA; återexponera INTE dem som tidigare drabbats.
- Använd INTE neoprenstrumpor och säkerställ adekvat isolerande icke åtstramande kläder.
- Håll händerna och fötter torra och varma, byt till torra strumpor 2-3 gånger.

(Zafren et al. 2023)



Träna på kyla



Förbered rätt för kalla pass:

- Klä dig rätt i lager på lager och tänk på att skydda händer, fötter, ansiktet
- Värm upp ordentligt
- Träna i ett lite lungnare tempo, låt både kropp och lungor vänja sig
- Säkra greppet med dubbar och broddar
- -15 grader: vara försiktig och träna inte för hårt, luften behöver värmas på vägen ner i lungorna
- Lyssna extra noga på kroppen



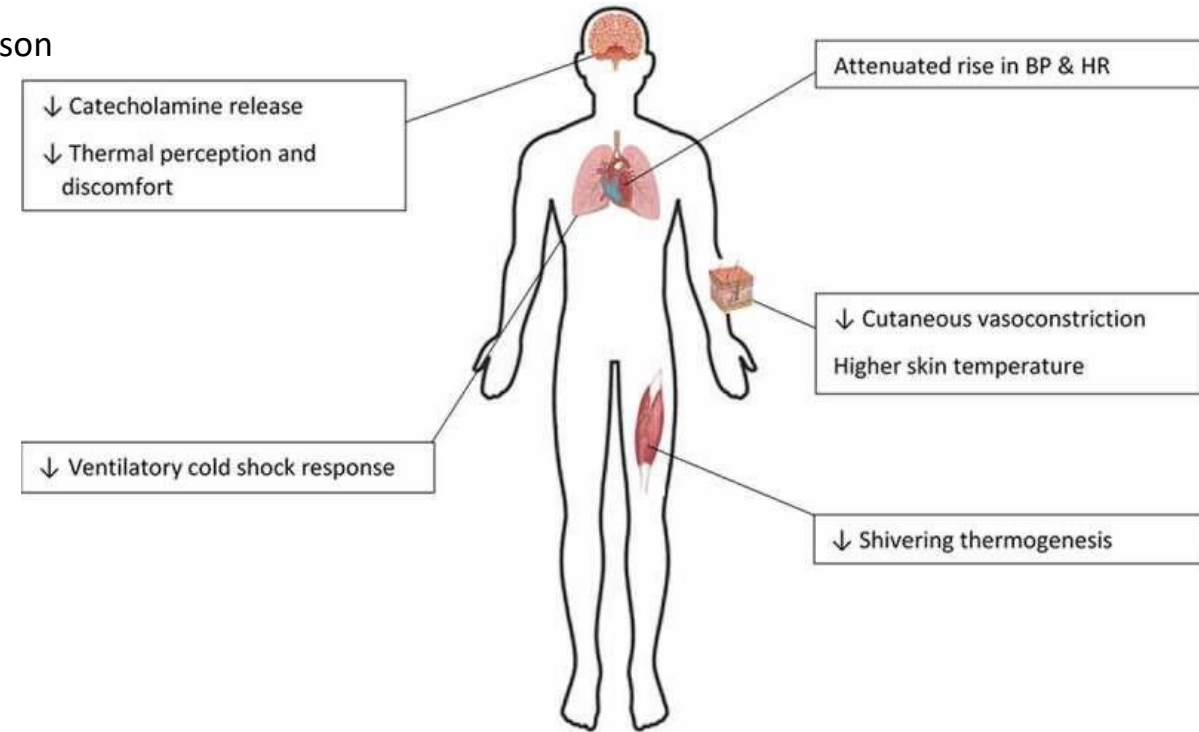
Aklimatisering, Habituering och Anpassning till Kalla Miljöer

Upprepad exponering leder till ***minskning av:***

- **Beteendemässiga och neuronala reaktioner** (Thompson 2009; Thompson och Spencer 1966).
- **Dämpning av termo-effektor reaktioner**, såsom minskad perifer vasokonstriktion
- **Aktivering av det sympatiska nervsystemet och huttrande termogenes**, trots ökad hudtemperatur (Yurkevicius et al. 2022).

Viktigt...

- Förbättrad köldtolerans kopplas till en **ökad stimulering av immunsystemet** (Casa 1999).



Fysiologiska och perceptuella förändringar som uppstår vid köldanpassning hos människor (Yurkevicius et al. 2022)

“We, human have sharpened our behavioral skills to live in and survive the cold”

Tack!

Chuansi.Gao@design.lth.se

amitava.halder@med.lu.se

jakob.eggeling@design.lth.se

<https://www.eat.lth.se/english/research/thermal-environment-climate-health/>

afa
FÖRSÄKRING