

Patient præopvarmning bidrager til at hæmme hypotermiske konsekvenser.



Perioperativ hypotermi kan medføre alvorlige komplikationer

En vejledning om hypotermi, risici og bedre patientopvarmningspraksis

Perioperativ hypotermi



Normal kernekropstemperatur (normotermi) er $37,0^{\circ}\text{C}$ ($\pm 0,5^{\circ}\text{C}$). Hvis kernekropstemperaturen falder, udløses vasokonstriktion og kulderystelser ved bestemte temperaturtærskler for at generere varme. Hvis temperaturen øges/stiger, udløses kølemekanismerne, vasodilation og svedtendens ligeledes ved tærskelniveauerne¹.

Under anæstesi betyder virkningerne af anæstesimidlerne/lægemidlerne og virkningerne af anæstesen sammen med en reduktion i den metaboliske varmeproduktion, at patienterne har en øget risiko for hypotermi, hvilket defineres som en kernekropstemperatur under 36°C . Dette kan forværres af et koldt miljø.

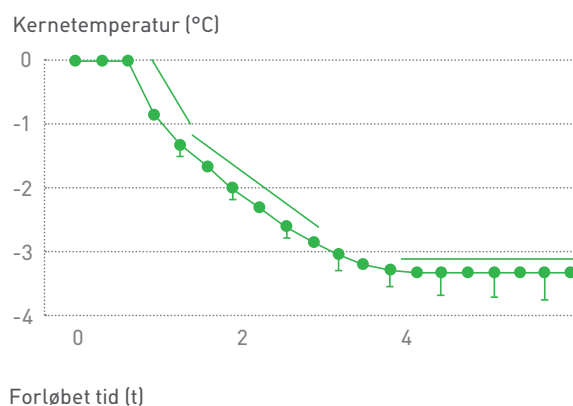
Uopvarmede patienter bliver typisk hypotermie og oplever et tab af kernekropstemperatur på op til $1-1,5^{\circ}\text{C}$ i løbet af den første time efter induktion af anæstesi³.

Årsager til hypotermi

Hypotermi under anæstesi

Anæstesi hæmmer varmereguleringen ved at sænke de tærskler, ved hvilke kroppens egne varmemekanismer begynder at virke. Studier² har vist, at tærsklerne, hvor kulderystelser og vasokonstriktion udløses, falder med øgede lægemiddelniveauer/-koncentrationer.

Uopvarmede patienter oplever typisk et fald i kroppens kerntemperatur på op til 1,0-1,5°C i den første time og 3°C i de første tre timer³.

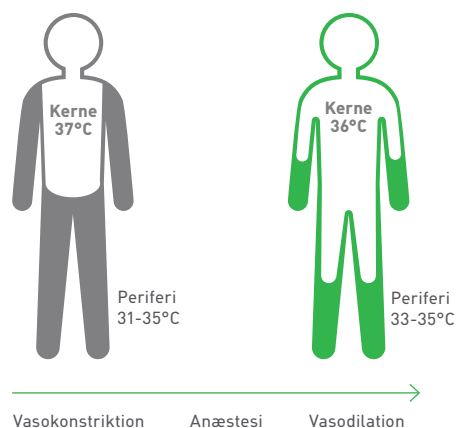


Typisk mønster for hypotermi under generel anæstesi⁴

Hypotermi som følge af omfordeling af varme

I løbet af den første times anæstesi omfordeles varmen fra kernen til periferien af kroppen via vasodilation. Det sænker kroppens kerntemperatur og øger samtidig temperaturen i periferien. Som følge heraf bliver patienterne typisk hypotermie.

Mere end 80 procent af temperaturfaldet i den første time skyldes hypotermi som følge af omfordeling⁵.

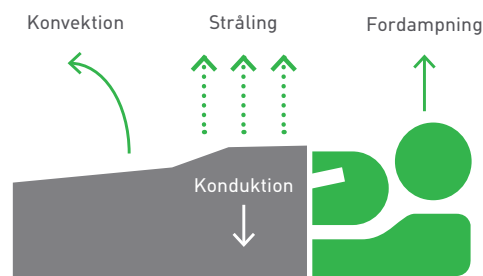


Illustrationer af hypotermi som følge af omfordeling⁶

Intraoperativ varmeoverførsel

Varmetab som følge af en reduktion i den metaboliske varmeproduktion og et koldt miljø reducerer også kernekropstemperaturen intraoperativt. Varmetabet er større, hvis operationsstuen er kold.

Alvorlige operationer, der involverer store åbne sår, kan også medføre tab af kroppens kerntemperatur.



Andre medvirkende faktorer, der forårsager hypotermi⁷

Selv med aktiv intraoperativ opvarmning oplever patienterne typisk et indledende temperaturfald i løbet af den første time efter operationen.

Konsekvenserne af perioperativ hypotermi

På operationsstuen betyder virkningerne af anæstesi sammen med en reduktion i den metaboliske varmeproduktion, at patienterne har større risiko for hypotermi. Det kan medføre en lang række konsekvenser, lige fra alvorlige sundhedsrisici til øgede omkostninger.

Konsekvenser i forbindelse med perioperativ hypotermi

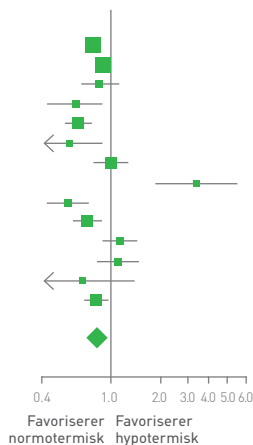
Større blodtab og behov for transfusion

Selv mild til moderat perioperativ hypotermi (kernekropstemperatur: 34°C - 36°C) svækker ifølge rapporter trombocytfunktionen og de enzymer, der er nødvendige for blodkoagulation, hvilket resulterer i både større blodtab og behov for transfusion⁸.

En metaanalyse af randomiserede, kontrollerede studier viste disse bivirkninger ved hypotermi⁸. Patienter, hvis kernekropstemperatur ligger inden for normalområdet, mister 16 % mindre blod og har 22 % mindre risiko for transfusion i gennemsnit sammenlignet med hypoterme patienter⁸.

Resultaterne tyder på et estimeret 16 % (95 % CI 4 %, 26 %) lavere gennemsnitligt blodtab hos normoterme patienter i forhold til hypoterme patienter, P=0,009¹

Studie	Stikprøvestørrelse (N/NH)	Normotermisk (N) gennemsnit (sd)	Hypotermisk (H) gennemsnit (sd)	Resultat (N/H) gennemsnit (95 % CI)
Schmied	30 : 30	1670 (320)	2150 (550)	0,79 (0,70, 0,88)
Winkler	75 : 75	1531 (1055, 1746)	1678 (1366, 1965)	0,90 (0,82, 1,00)
Wildman	22 : 24	923 (410)	1068 (482)	0,87 (0,68, 1,11)
Persson	29 : 30	188 (145)	308 (257)	0,62 (0,43, 0,89)
Hofer	29 : 29	1497 (497)	2300 (788)	0,65 (0,55, 0,77)
Bock	20 : 20	635 (507)	1070 (803)	0,58 (0,38, 0,89)
Johansson	25 : 25	1047 (413)	1066 (441)	0,99 (0,80, 1,23)
Smith	31 : 30	423 (562)	159 (268)	3,14 (1,82, 5,42)
Frank	142 : 158	390 (834)	520 (754)	0,56 (0,43, 0,73)
Mason	32 : 32	111 (40)	157 (73)	0,73 (0,60, 0,89)
Casati	25 : 25	470 (170)	442 (216)	1,11 (0,89, 1,40)
Murat	26 : 25	160 (61)	161 (100)	1,09 (0,84, 1,43)
Hohn	43 : 73	660 (230, 1870)	956 (340, 5480)	0,69 (0,38, 1,34)
Nathan	73 : 71	569 (358)	666 (405)	0,85 (0,70, 1,02)
Resumé				0,84 (0,74, 0,96)



Metaanalyse af samlet blodtab og forest plot (bløbbogram)⁸

Perioperativ hypotermi er en etableret risikofaktor for udvikling af infektioner i operationssåret. Den kliniske vejledning i behandling af IPH hos voksne rapporterer, at hypoterme patienter har fire gange højere risiko for at udvikle infektioner i operationssåret sammenlignet med normoterme patienter⁹.

Morbide kardiale hændelser

Morbide kardiale hændelser såsom myokardieinfarkt, hjertestop og myokardieiskæmi er signifikant utilsigtet perioperativ hypotermi (IPH). IPH er en uafhængig indikator for morbide kardiale hændelser. Patienter med mild perioperativ hypotermi har 2,2 gange større sandsynlighed for at opleve en morbid kardial hændelse perioperativt sammenlignet med normotermie patienter. Dette indikerer en risikoreduktion på 55 %, når normotermi opretholdes¹⁰.

Forlænget restitutionstid

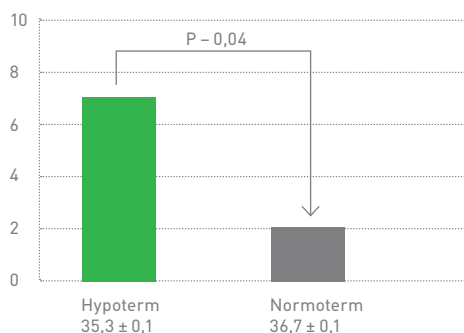
Hypotermi forlænger både opholdet på opvågningsafsnittet og det samlede hospitalsophold. I et studie har det vist sig, at hypotermi påvirkede patienternes egnethed til at blive udskrevet. Tiden på opvågningsstuen steg i gennemsnit med 40 minutter for patienter med hypotermi på ca. 2°C¹¹.

Øgede omkostninger

IPH har betydelige omkostningsmæssige konsekvenser for sundhedspersonalet på grund af de mange negative konsekvenser, det er forbundet med. En patient, der oplever utilsigtet hypotermi perioperativt, forbruger signifikant flere sundhedsressourcer sammenlignet med en normoterm patient.

- **Utilsigtet perioperativ hypotermi (IPH)** fører både til dårligere kliniske resultater for patienten og øgede økonomiske omkostninger for sundhedspersonalet.
- **Blodtab og transfusionsbehov:** Mange studier har vist, at selv mild hypotermi nedsætter både trombocytfunktionen og de enzymer, der er nødvendige for koagulation, hvilket fører til større blodtab og et signifikant øget transfusionsbehov⁸.
- **Infektioner på operationsstedet (SSI'er):** Patienter med mild hypotermi kan have tre gange så stor risiko for at udvikle infektioner på operationsstedet på grund af forskellige mekanismer¹⁴.
 - vasokonstriktion reducerer blodgennemstrømningen og dermed antallet af immunsystemceller og iltniveau i såret.
 - svækket immuncellefunktion.
- **Morbide kardiale hændelser** Hjerteranfald er en fremtrædende årsag til uventet mortalitet efter operation. Et studie viste, at patienter med 1 til 2°C hypotermi har tre gange større sandsynlighed for at opleve alvorlige kardiale hændelser (såsom myokardial infarkt, hjertestop og ustabil angina pectoris) end patienter med normal kropstemperatur¹⁰.
- **Forlænget restitutionstid:** IPH kan forlænge hospitalsopholdet og dermed samlet set øge hospitalets omkostninger⁹.

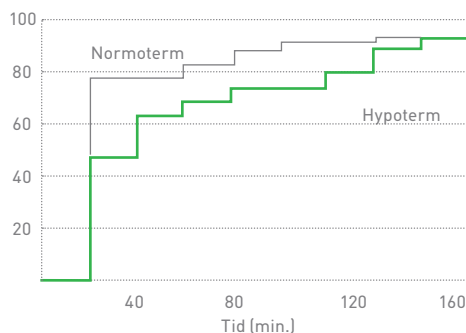
Morbide kardiale hændelser (%)



Kernekropstemperatur [°C] N=300 patienter

Hypotermie patienter oplever flere morbide kardiale hændelser end normotermie patienter¹⁰

Udskrivning fra opvågningsafsnittet (%)



N=150 patienter

Hypotermi forlænger restitutionstiden efter operation¹¹

Hold patienterne varme

For at sikre, at dine patienter ikke bliver hypoterme, skal du overvåge deres kernekropstemperatur regelmæssigt og holde dem varme før, under og efter operationen.

Eksisterende opvarmningsteknikker

Der findes et betydeligt antal patientopvarmningsstrategier, som har til formål at reducere det intraoperative varmetab.

Passiv opvarmning

Passiv opvarmning har til formål at reducere varmetabet uden at tilføje ekstra varme til kroppen. Teknikker til reduktion af intraoperativt varmetab omfatter:

- At informere patienterne om risikoen for hypotermi og råde dem til at holde sig så varme som muligt før operationen
- At opretholde den højest mulige temperatur på operationsstuen
- At anbringe varme bomuldstæpper over patienterne

Selvom passive opvarmningsteknikker er gavnlige, er de ikke fuldt ud effektive til at forhindre utilsigtet perioperativ hypotermi¹⁵.

Aktiv opvarmning

Aktiv opvarmning er overførsel af varme fra en ekstern kilde til kroppen. Patienter, som udsættes for aktiv opvarmning, har signifikant højere kernekropstemperatur efter operationen end patienter, som udsættes for passive eller ingen opvarmningsteknikker^{16,17,18}.

Aktive intraoperative opvarmningsteknikker omfatter:

- Aktivt varmende tæpper og madrasser
- Forced air warming
- Væskeopvarmning

Udfordringer ved intraoperativ opvarmning

Aktive opvarmningsteknikker, der anvendes intraoperativt, startes som regel, når der allerede er forekommet hypotermi som følge af omfordeling. Det betyder, at patienterne potentielt kan blive udsat for hypotermi, før der iværksættes aktive opvarmningsteknikker.

Måling af kernetemperatur

Patientens kernekropstemperatur skal måles og dokumenteres før induktion af anæstesi og derefter hvert 30. minut indtil afslutningen af operationen.

Overvågning af kroppens kernetemperatur vil hjælpe med at opretholde normotermi. En voksende mængde evidens tyder på, at temperaturovervågning og præopvarmningsaktiviteter hjælper på denne proces⁹.

De foretrukne metoder til måling af kernekropstemperaturen omfatter:

- Øsofagussonde
- Urinblærekatetertermometer
- Temperaturmåling for lungearteriekateter
- Temperaturen på ikke-invasive steder som nasopharynx, tympanum og arteria temporalis er tæt på kernetemperaturen, men desværre har alle disse metoder begrænsninger, når de anvendes perioperativt¹⁹.

Hvem har gavn af patientopvarmning?

Alle kirurgiske patienter drager fordel af patientopvarmning. Visse grupper, der har større risiko for hypotermi, har størst fordel heraf:

- De helt unge og de helt gamle²⁰.
- Patienter med medicinske tilstande, der påvirker varmereguleringen, såsom slagtilfælde, Parkinsons sygdom, rygmarvsskader eller forbrændinger²¹.
- Traumepatienter²¹.

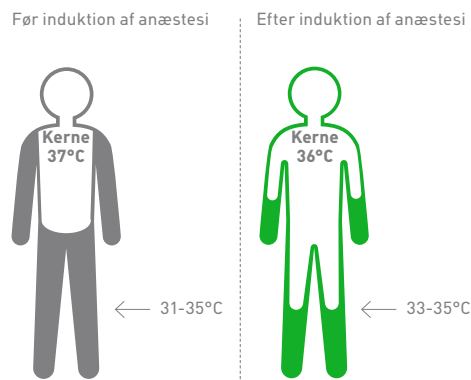


Præopvarmning er nøglen til forebyggelse

Aktiv præopvarmning kan være afgørende for at forebygge hypotermi ved at reducere det indledende fald i kroppens kerntemperatur.

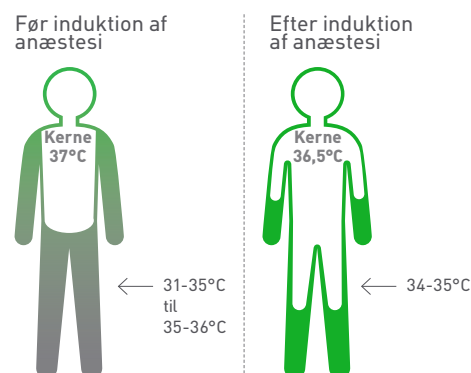
Uden præopvarmning

Uden præopvarmning omfordeles varmen fra kroppens kerne til dens periferi ved hjælp af vasodilation. Dette sænker kroppens kerntemperatur og øger samtidig temperaturen i periferien. Resultatet er hypotermi som følge af omfordeling af varme.



Med præopvarmning af patienter med normal kernekropstemperatur på 37°C har huden en lavere temperatur på 31-35°C.

Aktive præopvarmende tæpper kan anvendes før operationen for at forhindre hypotermi som følge af omfordeling. Tæpperne forvarmer aktivt, hovedsageligt i periferien af kroppen. Som følge heraf er der mindre omfordeling af varme fra kernen til periferien af kroppen ved induktion af anæstesi.



Præopvarmning reducerer fald i kroppens kerntemperatur forårsaget af hypotermi som følge af omfordeling²²

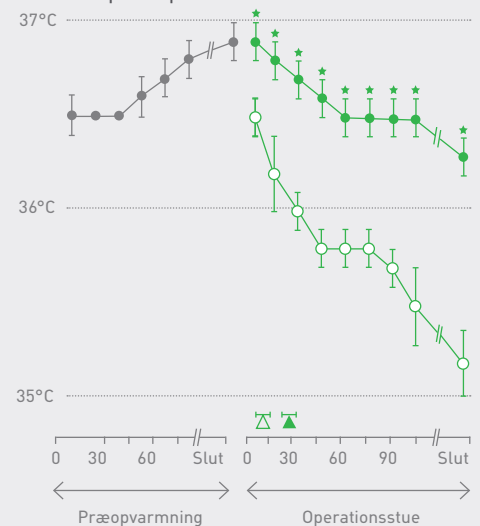
Evidens for præopvarmning

Et studie viste, at patienter, der blev behandlet med præopvarmning i mindst 90 minutter før operation, opretholdt en normoterm temperatur (36,5°C) en time efter induktion af anæstesi¹⁶.

Den ikke-præopvarmede kontrolgruppe blev mildt hypoterm, idet den tabte 1,0-1,5°C i kernekropstemperatur.

Ved operationens afslutning var de præopvarmede patienters kernekropstemperatur stabil og ikke hypoterm, mens kontrolgruppens kernekropstemperatur lå lige over 35°C. Andre studier, der har undersøgt virkningerne af præopvarmning på den perioperative kernekropstemperatur, har fundet lignende resultater^{16,17,19}.

Kernekropstemperatur



Tid (min.)

Sådan svinger patientens temperatur med præopvarmning og operation²³

Referencer: 1. Sessler DI. Chapter 7 Temperature Regulation and Anesthesia. ASA Refresher Courses in Anesthesiology. 1993;21:81-93. 2. Sessler DI. Mild Perioperative Hypothermia. New England Journal of Medicine. 1997;336(24):1730-7. 3. Sessler DI, Kurz A. Mild perioperative hypothermia. Anesthesiology News [Internet]. 2008 Oct[cited 2013 Feb 12];34(10):17-28. 4. Sessler DI. Anesthesiology. 2000;92:578-96. 5. Matsukawa T, Sessler DI, Sessler AM, Schroeder M, Ozaki M, Kurz A, et al. Heat flow and distribution during induction of general anesthesia. Anesthesiology. 1995;82(3):662-73. 6. Sessler DI. Anesthesiology. 2000;92:578-96. 7. Sessler DI. Anesthesiology. 2000;92:578-96. 8. Rajagopalan S, Mascha E, Na J, Sessler DI. The effects of mild perioperative hypothermia on blood loss and transfusion requirement. Anesthesiology. 2008;108(1):71-7. 9. National Institute for Health and Clinical Excellence (GB). Inadvertent perioperative hypothermia: The management of inadvertent perioperative hypothermia in adults [CG65] [Internet]. [London]: National Institute for Health and Clinical Excellence (GB); 2008. [567 p.]. 10. Frank SM, Fleisher LA, Breslow MJ, Higgins MS, Olson KF, Kelly S, et al. Perioperative maintenance of normothermia reduces the incidence of morbid cardiac events. A randomized clinical trial. JAMA : the journal of the American Medical Association. 1997;277(14):1127-34. 11. Lenhardt R, Marker E, Goll V, Tschernich H, Kurz A, Sessler DI, et al. Mild intraoperative hypothermia prolongs postanesthetic recovery. Anesthesiology. 1997;87(6):1318-23. 12. Shander A, Hoffmann A, Ozawa S, Theusinger OM, Gombotz H, Spahn DR. Activity-based costs of blood transfusions in surgical patients at four hospitals. Transfusion. 2010;50(4):753-65. 13. Anderson DJ, Kirkland KB, Kaye KS, Thacker PA, 2nd, Kanafani ZA, Auten G, et al. Underresourced hospital infection control and prevention programs: penny wise, pound foolish? Infection control and hospital epidemiology; the official journal of the Society of Hospital Epidemiologists of America. 2007;28(7):767-73. 14. Kurz A, Sessler DI, Lenhardt R. Perioperative normothermia to reduce the incidence of surgical-wound infection and shorten hospitalization. Study of Wound Infection and Temperature Group. The New England Journal of Medicine. 1996;334(19):1209-15. Epub 1996/05/09. PubMed PMID: 8606715. 15. Horn EP, Bein B, Bohm R, Steinfath M, Sahili N, Hocker J. The effect of short time periods of pre-operative warming in the prevention of peri-operative hypothermia. Anaesthesia. 2012;67(6):612-7. 16. Just B, Trevien V, Delva E, Lienhart A. Prevention of intraoperative hypothermia by preoperative skin-surface warming. Anesthesiology. 1993;79(2):214-8. 17. Hynson JM, Sessler DI, Moayeri A, McGuire J, Schroeder M. The effects of preinduction warming on temperature and blood pressure during propofol/nitrous oxide anesthesia. Anesthesiology. 1993;79(2):219-28, discussion 21A-22A. 18. Bock M, Muller J, Bach A, Bohrer H, Martin E, Motsch J. Effects of preinduction and intraoperative warming during major laparotomy. British journal of anaesthesia. 1998;80(2):159-63. 19. Kurz A. Thermal care in the perioperative period. Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology 2008;22:39-62. 20. Feinstein L, Miskiewicz M. Perioperative Hypothermia: Review for the Anesthesia Provider. The Internet Journal of Anesthesiology. 2010;27(2). DOI: 10.5580/1e49. 21. Connor EL, Wren KR. Detrimental effects of hypothermia: a systems analysis. Journal of perianesthesia nursing: official journal of the American Society of PeriAnesthesia Nurses /American Society of PeriAnesthesia Nurses. 2000;15(3):151-5. 22. Schematic figures based on Sessler DI. Anesthesiology. 2000;92:578-96 and Just B et al. Anesthesiology. 1993;79:214-8. 23. Just B et al. Anesthesiology. 1993;79:214-8.