

Perioperatiivne hüpothermia: riskitegurid ja ravikäsitlus

Valerija Grinvald¹, Daria Dobrina¹, Kaie Stroo², Pärt Prommik^{3,4}, Ülo Maiväli^{5,6}, Alar Sõrmus^{2,7}

Eesti Arst 2026;
105(2):80–85

Saabunud toimetusse:
28.07.2025
Avaldamiseks vastu võetud:
15.09.2025
Avaldatud internetis:
23.02.2025

¹ Tartu Ülikooli arstiteaduse
õppekava üliõpilane,

² Tartu Ülikooli Kliinikumi
anestesioloogia ja
intensiivravi kliinik,

³ Tartu Ülikooli kliinilise
meditsiini instituudi
ortopeediakliinik,

⁴ Põlva Haigla taastusravi
osakond,

⁵ Tartu Ülikooli
tehnoloogiainstituut,

⁶ Tartu Ülikooli rahvatervise
ja peremeditsiini instituut,

⁷ Tartu Ülikooli kliinilise
meditsiini instituudi
anestesioloogia ja
intensiivravi kliinik

Kirjavahetajaautorid:
Daria Dobrina
daria.dobrina@ut.ee
Valerija Grinvald
valerija.grinvald@ut.ee

Võtmesõnad:
perioperatiivne hüpothermia,
kliiniline ülevaade

Inimese kehatemperatuur on täpselt reguleeritud, püsides füsioloogilistes tingimustes stabiilsena mõne kümnendiku kraadi piires. Perioperatiivne hüpothermia, mis on määratletud kui kehatemperatuur alla 36 °C, on kirurgilistel patsientidel sage ning võib põhjustada ainevahetuse, närvisüsteemi ja termoregulatsiooni häireid. Anesteesia, mis mõjutab termoregulatsiooni mehhanisme, suurendab hüpothermia riski. Isegi kerge hüpothermia võib oluliselt suurendada tüsistuste, näiteks südamekahjustuse, infektsioonide ja aeglase taastumise riski. Artikli eesmärk on süstemaatiliselt ja kriitiliselt analüüsida perioperatiivse hüpothermia tekkemehhanisme, riskitegureid ning rahvusvahelisi ja riiklikke ravijuhendeid, samuti standardiseeritud raviprotokolle.

Normothermia (36–37,5 °C) säilitamine operatsiooni ajal vähendab oluliselt operatsioonijärgseid tüsistusi, nagu infektsioonid, kardiovaskulaarsed isheemilised episoodid ja verejooksud. Tõhusate soojendusmeetodite hulka kuuluvad sundõhkkütte süsteemid, veeringlusmadratsid ja isereguleeruvad soojendusega rõivad. Aktiivsed soojendusstrateegiad, näiteks soojendatud vedelike veenisisesi manustamine, on olulised soojuskao vältimiseks ja temperatuuri stabiilsuse säilitamiseks. Hüpothermia riskitegurid on vanem iga, madal kehamassiindeks, kõrge riskiga operatsioon ja teatud ravimite kasutamine. Soojendustehnoloogiate sihipärane kasutamine on oluline patsientide ohutuse ja ravi tulemuste parandamiseks.

Inimese kehatemperatuur on täpselt reguleeritud ning füsioloogilistes tingimustes stabiilne, varieerudes vaid mõne kümnendiku kraadi piires. Perioperatiivne hüpothermia (kehatemperatuur alla 36 °C) on operatsioonipatsientidel sage seisund, mis häirib ainevahetust, närvisüsteemi talitlust ja soojusregulatsiooni (1). Anestetikumid pärsivad kehatemperatuuri regulatsiooni, mistõttu võib soojendamata patsientidel operatsiooni ajal tekkida hüpothermia. Isegi kerge temperatuuri langus (2 °C) suurendab tõsiste tüsistuste riski, sh südamekahjustused, haavainfektsioonid, pikem taastumine ja haiglaravi, häiritud lämmastikutasakaal, külmavärinad ja ebamugavustunne (2).

Üld- ja neuraksiaalse anesteesia puhul mõjutavad hüpothermia teket mitmed tegurid nagu naissugu, madal kehamassiindeks, jahe operatsiooniruum, madal operatsioonieelne kehatemperatuur, keerukad ja pikad protseduurid, suur veenisisesi manustatav vedeliku kogus ning kasutatav anesteesiameetod. Üldanesteesia puhul on perioperatiivse hüpothermia risk

sageli suurem – üks prospektiivne kohort-uuring näitas, et hüpothermia esines 78,6%-l patsientidest. Suuremat riski seostatakse pikema anesteesia- ja operatsiooniaja, vanuse, operatsioonieelse seisundi (ASA ≥ III, Ameerika Anestesioloogide Ühingu (ASA) füüsilise seisundi klassifitseerimissüsteem, mille abil hinnatakse inimese tervist enne anesteesiat nõudvat kirurgilist protseduuri) ning soojendamata vedelike veenisisesi manustamisega. Hiljutises juhuslikustatud uuringus leiti, et hüpothermia esines üldanesteesia korral 52,5%-l juhtudest, samas kui interskalaarse brahhiaal-närvipõimiku blokaadi (regionaalanesteesia) puhul oli see näitaja 30,0% (1, 3–5).

Anesteesia ja operatsiooni ajal on kehatemperatuuri hoidmiseks oluline vähendada soojuskadu kiirguse, konvektsiooni, aurutumise ja külmade infusioonilahuste kaudu. Need meetodid aitavad lisaks temperatuuri stabiliseerimisele vähendada ka verejooksude ja infektsioonide riski (6).

Töö eesmärk on anda ülevaade perioperatiivse hüpothermia tekkemehhanismidest ning ennetus- ja juhtimisstrateegiatest. Töö

tulemused toetavad tõenduspõhiste soovitude koostamist operatsioonikeskkonna standardiseeritud protokollide loomiseks ja patsiendiohutuse parandamiseks, edendades nii anesteesia- kui ka kirurgiapraktikat.

PERIOPERATIIVSE HÜPOTERMIA KLIINILINE OLULISUS

Normotermia eelised

Normotermia (36–37,5 °C) säilitamine vähendab operatsioonijärgsete tüsistuste, sealhulgas haavainfektsioonide, kardiovaskulaarsete isheemiliste episoodide ja verejooksuhäirete riski (7, 8). See kiirendab taastumist, vähendab külmavärinaid ja parandab patsiendi rahulolu (9).

Kulutõhusus ja ressursside kasutamine

Uuringud on näidanud, et normotermia säilitamine lühendab haiglaravi ja vähendab täiendavate ravimeetmete vajadust (10). Süsteemne ülevaade kinnitab, et standardiseeritud protokollid on üks olulisemaid strateegiaid perioperatiivse hüpotermia ennetamisel, sest need võimaldavad tõendus põhiste meetmete järjepidevat rakendamist ning ressursside efektiivsemat kasutamist (6). Mitmed uuringud on rõhutatud, et prokolli põhine lähenemine kiirendab taastumist ja vähendab hüpotermia esinemissagedust. Näiteks GLOW-uuring näitas, et juhenditel põhinevate protokollide rakendamine parandas võrreldes tavapraktikaga normotermia säilitamist 17% võrra (12). Standardiseeritud protokollide süsteemne rakendamine ei aita mitte ainult vähendada tüsistusi, vaid nii saab parandada ka tervishoiuasutuste teenindusvõimekust ning ressursside kasutuse efektiivsust (8).

Kliinilised tüsistused

Perioperatiivne hüpotermia suurendab operatsioonijärgsete tüsistuste riski, pikendab taastumist ja nõrgendab immuunvastust, soodustades haavainfektsioonide teket ning aeglustades paranemist. See võib esile kutsuda isheemilisi südamekahjustusi (7) ning põhjustada verejookse, suurendades verekaotust ja vereülekannete vajadust. Normotermia aitab säilitada optimaalset hüübivust (9).

HÜPOTERMIA RISKITEGURID

Hüpotermia risk on suurem kahe või enama järgneva riskiteguri olemasolu korral: madal

Tabel 1. Ülevaade levinud preoperatiivsetest ravimitest ja nende mõjust keha sisetemperatuurile (1)

Ravimite klass	Mõju sisetemperatuurile
Antidepressandid (eriti tritsüklilised antidepressandid)	Tõstavad
Antipsühhootikumid (nii esimene kui ka teine põlvkond)	Alandavad
Bensodiasepiinid	Alandavad
Klonidiin	Alandab
Opioidid	Alandavad
Antikolinergilised ained	Toimivad bensodiasepiinide tõttu tekkinud temperatuuri langust pärssides

kehamassiindeks, pikk operatsiooniaeg, suurte vedelikukoguste (> 20 mL/kg) manustamine ja eelsoojendamise puudumine enne operatsiooni (13, 14). Madal kehatemperatuur võib kahjustada vere hüübimist ja südame-veresoonkonna talitlust ning suurendada vastsündinutel tõsiste seisundite, nagu pulmonaalne hüpertensioon ja metaboolne atsidoos, riski (12).

Kehatemperatuuri mõjutavad ka mitmed ravimite klassid: antipsühhootikumid (I ja II põlvkond) langetavad, tritsüklilised antidepressandid tõstavad ning bensodiasepiinid võivad kehatemperatuuri kontsentratsioonist sõltuvalt langetada (1).

Alaregistreerimine ja teadlikkuse puudumine

Hüpotermia alaregistreerimine ja teadlikkuse puudumine võivad negatiivselt mõjutada perioperatiivset patsiendihooldust ja operatsioonijärgseid tulemusi. Tervishoiutöötajad ei pruugi hüpotermiat õigel ajal tuvastada ega selle mõju adekvaatselt hinnata (7). Teadlikkuse vähesus tüsistustest, nagu infektsioonirisk, võib põhjustada ebapiisavate ennetus- ja ravimeetmete rakendamist (11). Seetõttu on oluline pidev harimine, koolitamine ja standardiseeritud juhiste rakendamine (11, 14).

PERIOPERATIIVSE HÜPOTERMIA ENNETAMISE RAVIJUHENDID

Tartu Ülikooli Kliinikumi ravijuhend perioperatiivse normotermia säilitamiseks on detailne juhiste kogumik, mille eesmärk on parandada patsientide kehatemperatuuri jälgimise ja reguleerimise praktikat. Juhend määratleb hüpotermia astmed ning kirjeldab operatsiooniaegse jahtumise mehhanisme, arvestades nii kiirguse, konvektsiooni,

konduktsiooni kui ka aurustumise kaudu tekkivaid soojuskadusid (13).

Oluline osa juhendist kirjeldab aktiivseid ja passiivseid soojendusmeetodeid. Aktiivseteks meetoditeks on näiteks soojendusmadratsid, soojendusõhuga tekid ja veenisisesi manustatavate vedelike eelsoojendamine, samas kui passiivne soojendamine hõlmab patsiendi katmist ja eelsoojendatud tekkide kasutamist (13).

Juhend annab selged näidustused, millal aktiivne soojendamine on kohustuslik, sh kehatemperatuur alla 36 °C enne või operatsiooni ajal, kombineeritud üld- ja regionaalnesteesia, kõrge riskiga kirurgilised protseduurid või suurte infusioonimahtude manustamine. Eraldi on käsitletud laste ja vastsündinute temperatuuri juhtimist (13).

Võrdluseks kasutatud rahvusvahelised juhendid – NICE (*National Institute for Health and Care Excellence*) juhend CG65 ning AORNi (*Association of periOperative Registered Nurses*) soovitusel – erinevad kliinikumi ravijuhendist mitmes aspektis. NICE CG65 rõhutab patsientide kaasamist, riskitegurite süsteemset hindamist ja standardiseeritud protokollide rakendamist. Samuti on selles toodud esile soojendusmeetmed, mis on olulised tervishoiusüsteemi ressursikasutuse optimeerimisel (17). AORNi soovitusel on kesksel kohal perioperatiivsete ödede tegevus, multidistsiplinaarne koostöö ja multimodaalsete soojendusstrateegiate

kasutamine, sealhulgas eelsoojendamise järjekindel rakendamine (18).

NICE ja AORNi juhendid annavad väärtusliku ülevaate rahvusvahelistest standarditest ja rõhutavad meeskonnatöö olulisust, kuid kliinikumi juhend pakub Eesti kliinilisse praktikasse kõige otsesemalt rakendatavaid detailseid soovitusi, mis teeb sellest esmase ja praktiliselt kõige olulisema alusdokumendi Eesti tingimustes perioperatiivse normotermia säilitamisel.

KEHATEMPERATUURI JUHTIMINE JA HÜPOTERMIA ENNETUS

Temperatuuri jälgimine – tehnoloogia ja varajane sekkumine

Kõige täpsemi saab operatsiooni ajal jälgida kehatemperatuuri nii, kui seda mõõta kehatüvest (söögitorust, rektaalselt, kopsuarterist), sest see näitab kõige paremini siseelundite temperatuuri. Nahatemperatuuri andurid ja infrapunatermomeetrid on vähem invasiivsed, kuid ka ebatäpsemad (19).

Tänapäevased seadmed võimaldavad operatsiooni ajal temperatuuri jälgida täpselt ja mugavamalt, vähendades vajadust invasiivsete meetodite järele (20). Näiteks iThermonitor WT705 osutus uuringus sobivaks operatsioonijärgse temperatuuri pidevaks jälgimiseks kirurgilistes osakondades (20). Kantavad andurid, näiteks e-tekstiilid ja e-naha lahendused, jälgivad lisaks südamerütmile ka ajutegevust, lihaste

Tabel 2. Soojendussüsteemide meetodid, kirjeldus, soojusülekanne mehhanism ja meetodi tüüp (6)

Soojendusseade	Kirjeldus	Soojusülekanne mehhanism	Meetodi tüüp
Soojendustekk	Õhk juhitakse erinevatesse tekkidesse kolmel temperatuuriseadistusel: kõrge (43 °C), keskmine (38 °C), madal (32 °C)	Konvektsioon	Aktiivne
Veeringega soojenduskate	Vesi ringleb juhtseadme ja polümeerist hüper-/hüpotermia tekkide vahel. Manuaalne seadistus: 4–42 °C; automaatne: 30–39 °C	Juhtivus	Aktiivne
Kuumaõhumadrats	Ebaefektiivne, kuna madratsiga puutub kokku piiratud osa keha pindalast	Juhtivus	Aktiivne
Kuumakotid	Temperatuur umbes 54,5 °C. Keskmine temperatuuri tõus 1,4 °C võrra	Juhtivus	Passiivne
Niisutatud gaasid	Sooja, niisutatud gaasi sissehingamine võib tõsta kehatemperatuuri 0,5–0,65 °C/h võrra	Aurustumine	Aktiivne
Vedeliku soojendaja	Soojendatud vedelike manustamine võib suurendada temperatuuri umbes 1,3 °C võrra	Juhtivus	Aktiivne
Sundõhusoojendus-süsteemid	Soojendusseadme juhitakse soe õhk konteinerisse, mis on otseses kontaktis patsiendi nahaga (tavaliselt kahekihiline tekk)	Konvektsioon	Aktiivne

aktiivsust ja hingamist. Need paindlikud ja nutikad seadmed kinnitatakse nahale või integreeritakse riietesse, jälgides samal ajal kehatemperatuuri ja naha niiskust (21).

Tõhusad soojendamismeetodid

Hüpothermia ennetamiseks kasutatakse aktiivseid ja passiivseid soojendamismeetodeid. Kõige efektiivsemad on sundõhk-kütte süsteemid (*forced air warming*, FAW), veeringlusmadratsid ja isereguleeruvad soojendusega rõivad (10, 11). Passiivseteks meetoditeks on soojust peegeldavad tekid ja keemilised soojenduspadjad. Patsiendi seisundist ja operatsiooni tingimustest lähtudes saab valida sobivaima soojendamisstrateegia (10).

Operatsiooni ajal aitab kehatemperatuuri säilitada passiivsete meetodite (näiteks puuvillatekid, kihiline katmine) ja aktiivsete meetodite (näiteks soojendatud veenisisesi manustatavad vedelikud, vere- ja loputuslahuste soojendajad) kombinatsioon. See vähendab soojuskadu, ennetab tüsistusi ja toetab taastumist. Eelsoojendatud loputuslahused on eriti olulised avatud kehaõõnsuste korral, sest need parandavad ka kudede hapnikuga varustatust (22).

Farmakoloogilised sekkumised ja anesteesia optimeerimine

Mõned anesteetikumid, nagu isofluraan ja sevofluraan, võivad aidata ennetada

perioperatiivset hüpothermiat ning kaitsta neuroneid, vähendades glutamaadi neurotoksilisust ja ATP kadu, säilitades raku ainevahetuse stabiilsust. Selle kaitse mõju on ajaliselt piiratud, kahanedes 24 tunni jooksul. Propofool ja pentobarbitaal sellist kaitset ei paku (23). Midasolaam võib mõnel juhul olla seotud halvemate tulemuste ja ajukahjustuse tekkega patsientidel (24).

Uuenduslikud lähenemised

Viimastel aastatel on kasutusele võetud mitmeid uuenduslikke lahendusi, mis aitavad paremini ennetada ja ravida perioperatiivset hüpothermiat. Näiteks on välja töötatud nutikad temperatuuri jälgimise süsteemid, mille korral kasutatakse naha alla kinnitatavaid või traadita andureid. Need võimaldavad kehatemperatuuri reaajas jälgida ja kohandada soojendusseadmete tööd automaatselt, et hoida temperatuur stabiilsena (25).

Teine uuendus on kodune eelsoojendamine (*home prewarming*). Patsiendile antakse enne haiglasse tulekut kaasas-kantav soojendustekk või -vest, mis aitab vältida temperatuuri langust juba enne operatsioonisaali sisenemist (26).

Üha enam rakendatakse ka integreeritud lahendusi, mis ühendavad reaajas temperatuuri jälgimise, aktiivsed soojendusmeetodid ja kliinilise otsustustoe. Näiteks elektroonilisse haiguslukku (EHR) integreeritud

Tabel 3. Kliiniline praktika ja tulevikusuundumused perioperatiivse hüpothermia ennetamiseks

Kliiniline praktika	Tulevikusuundumused
Pidev kehatemperatuuri jälgimine kogu perioperatiivse perioodi vältel (operatsiooni eel, ajal ja pärast) ühtse mõõtmis- ja dokumenteerimisprotokolli alusel (17)	Kantavate ja <i>in-ear</i> -sensorite ühendamine elektroonse haiguslooga reaajas hoiatuste ja automaatse dokumenteerimisega (28)
Standardiseeritud soojendusprotokollid (eelsoojendamine enne operatsiooni, aktiivne soojendamine operatsiooni ajal ja normothermia säilitamine operatsiooni järel) (29)	Automaatne soojendamise juhtimine koos kombineeritud meetoditega (sundõhk-kütte süsteemid (FAW), infusioonisoojendus, madratsid) ja masinõppel põhinev kohandamine (10)
Multidistsiplinaarne meeskonnatöö ja personali koolitus, kuhu on kaasatud õed, anesthesioloogid, kirurgid ja kvaliteedijuhtimise spetsialistid (18)	Integreeritud töövood ja suurandmete kasutamine, mis aitavad järgida protokolle ja toetavad tulemuste auditit (10)
Auditid ja kvaliteedinäitajad koos kohaliku protokolliga kohandamisega, sh jälgimine ja tulemuste mõõtmine (29)	Reaajas toimivad kvaliteedinäidikud, tagasisidesüsteemid ja haigla tasemel koondatud auditipakett
Riskipõhine lähenemine, kasutades patsiendi-, protseduuri- ja keskkonnateguritel põhinevaid riskiskoori ja ennustumudeleid (30)	Ennustumudelid ja masinaõpe, mis võimaldavad isikupärastatud soojenduse planeerimist ja ressursside optimeerimist (31)
Tõenduspõhised seadmed ja meetodid (<i>forced-air warming</i> , soojendatud infusioonid) koos kasutusjuhiste ja ohutusnõuannetega (32)	Uued energiaefektiivsed ja kaasaskantavad soojendustehnoloogiad ning biomimeetilised lahendused, mille tõhusust mõõdetakse sensorite abil (10)

¹ Student of the University of Tartu Faculty of Medicine Curriculum,

² Department of Anaesthesiology, Clinic of Anaesthesiology and Intensive Care, Tartu University Hospital, Tartu, Estonia,

³ Department of Orthopaedics, University of Tartu, Tartu, Estonia,

⁴ Department of Rehabilitation, Põlva Hospital, Põlva, Estonia,

⁵ Institute of Technology, University of Tartu, Tartu, Estonia,

⁶ Institute of Clinical Medicine, Clinic of Anaesthesiology and Intensive Care, University of Tartu, Tartu, Estonia

Correspondence to:

Daria Dobrina

daria.dobrina@ut.ee

Valerija Grinvald

valerija.grinvald@ut.ee

kliinilise otsustuse tugisüsteemid (CDSS) aitavad meditsiinitöötajatel teha õigeaegseid ja tõendus põhiseid otsuseid (27). Selliste lahenduste kombineerimine standardsete soojendusprotokollidega võimaldab pakkuda igale patsiendile individuaalselt kohandatud ja tõendus põhist hüpothermia ennetust, mis parandab nii kliinilisi tulemusi kui ka patsiendi rahulolu.

KOKKUVÕTE

Ülevaade kinnitab, et perioperatiivne hüpothermia on jätkuvalt oluline kliiniline probleem, mille ennetamine parandab ravi tulemusi ja vähendab tervishoiusüsteemi koormust. Selle ennetamiseks kasutatakse väga erinevaid meetodeid. Eesti kontekstis on keskse tähtsusega Tartu Ülikooli Kliinikumi ravijuhend, mis ühtlustab kehatemperatuuri jälgimise ja säilitamise põhimõtteid kogu perioperatiivse perioodi vältel. Juhendis on selgelt määratletud nii hüpothermia astmed kui ka juhised aktiivsete ja passiivsete soojendusmeetodite rakendamiseks, sealhulgas kohustusliku aktiivse soojendamise näidustused. Kokkuvõttes pakub juhend praktilise ja tõendus põhise raamistiku, mis aitab vähendada hüpothermia esinemissagedust.

Tulevikus võivad biosensorid ja nutikad jälgimissüsteemid oluliselt parandada hüpothermia varajast avastamist ning võimaldada ennetusmeetmete täpsemat kohandamist patsiendi vajadustele. Enne nende laialdast kasutuselevõttu on siiski vajalik põhjalik kliiniline testimine ja kulutõhususe analüüs. Edasised pingutused peaksid keskenduma protokollide ühtlustamisele, personali koolitamisele ning uute tehnoloogiliste lahenduste lõimimisele kliinilisse praktikasse.

TÄNUAVALDUS

Artikkel on valminud Tartu Ülikooli õppeaine „Kaks semestrit teadlase kingades: uurimisküsimusest publikatsioonini“ (MVPT.03.003) raames, mida rahastati Euroopa Liidu programmi „Euroopa horisont“ projektist SysAge (nr 101159920).

VÕIMALIKU HUVIKONFLIKTI DEKLARATSIOON

Autoritel puudub huvide konflikt seoses artiklis käsitletud teemaga.

AUTORITE PANUS

Kõik autorid osalesid artikli planeerimises ja andmete kogumises. Andmeanalüüsi tegid Daria Dobrina, Valerija Grinvald, Kaie Stroo, Pärt Prommik, Ülo Maiväli, Alar Sõrmus. Esmase käsikirja versiooni kirjutasid Daria Dobrina ja Valerija Grinvald. Autorid üheskoos planeerisid täiendavad andmeanalüüsid ja viimistlesid artikli lõpliku käsikirja.

SUMMARY

Overview article: perioperative hypothermia – risk factors and treatment approaches

Valerija Grinvald¹, Daria Dobrina¹, Kaie Stroo², Pärt Prommik^{3, 4}, Ülo Maiväli^{5, 6}, Alar Sõrmus²

Background. Human body temperature is precisely regulated, maintaining stability within a few tenths of a degree under normal physiological conditions. Perioperative hypothermia, defined as a body temperature below 36°C, is common in surgical patients and can lead to disturbances in metabolism, nervous system function and thermoregulation. Anesthesia, which impairs thermoregulatory mechanisms, increases the risk of hypothermia. Even mild hypothermia can significantly raise the risk of complications such as cardiac damage, infections and delayed recovery.

Objectives. The purpose of this review article is to systematically and critically analyze the mechanisms of perioperative hypothermia, risk factors and to assess international and national treatment instructions. The standardized protocols described in the literature are also compared.

Results. Maintaining normothermia (36°C–37.5°C) significantly reduces post-operative complications such as infections, cardiovascular ischemic events, and bleeding disorders. Effective warming methods include forced air warming (FAW), circulating mattresses, and self-regulating heated garments. Active warming strategies, such as heated intravenous fluids, are vital to prevent heat loss and maintain temperature stability. Risk factors for hypothermia include older age, low BMI, high-risk surgery, and the use of certain medications.

Conclusion. Perioperative hypothermia is a common and serious problem that increases the risk of complications and delays recovery. This review article highlights the main risk factors and describes evidence-based measures to maintain body temperature such as early detection, monitoring and active heating. Although the

article did not detail existing standardized protocols, the analyzed literature follows that the purposeful use of these warm-up technologies is potential strategies for improving patients' safety and treatment results that require further examination and clinical implementation.

KIRJANDUS / REFERENCES

1. Rauch S, Miller C, Bräuer A, Wallner B, Bock M, Paal P. Perioperative Hypothermia—A Narrative Review. *Int J Environ Res Public Health* 2021;18:8749.
2. Rajagopalan S, Mascha E, Na J, Sessler DI. The effects of mild perioperative hypothermia on blood loss and transfusion requirement. *Anesthesiology* 2008;108:71–7.
3. Sari S, Aksoy SM, But A. The incidence of inadvertent perioperative hypothermia in patients undergoing general anesthesia and an examination of risk factors. *Int J Clin Pract* 2021;75:e14103.
4. Heo H, Kim YY, Lee JH, Kim G, Kwon D. Comparison of the incidence of inadvertent perioperative hypothermia between general anesthesia and interscalene brachial plexus block in shoulder arthroscopy: A randomized prospective study. *Medicine (Baltimore)* 2024;103:e36855.
5. Torossian A, Bräuer A, Höcker J, Bein B, Wulf H, Horn E-P. Preventing Inadvertent Perioperative Hypothermia. *Dtsch Arztebl Int* 2015;112:166–72.
6. Simegn GD, Bayable SD, Fetene MB. Prevention and management of perioperative hypothermia in adult elective surgical patients: A systematic review. *Ann Med Surg* 2021;72:103059.
7. Habib Z, Arifuzaman M, Elbeltagi A, et al. Peri-Operative Hypothermia in Trauma Patients: A Retrospective Cohort Analysis at a Busy District General Hospital Within the National Health Service (NHS). *Cureus* 2024;16:e74979.
8. Pollington C. Improving the recognition and management of inadvertent perioperative hypothermia. *BJA Open* 2023;doi: 10.1016/j.bjao.2023.100155.
9. Duff J. Busting persistent myths about perioperative hypothermia. *J Perioper Nurs* 2023;36:1–2.
10. Ji N, Wang J, Li X, Shang Y. Strategies for perioperative hypothermia management: advances in warming techniques and clinical implications: a narrative review. *BMC Surg* 2024;24:425.
11. Salgado F, Barros LL, Auzier VH, et al. Hypothermia effects observed under anesthesia: an integrative literature review. *J Adv Med Med Res* 2023;35:92–103.
12. Munday J, Duff J, Wood FM, et al. Implementing Guidelines for hypothermia prevention with Local adaptation to keep periOperative patients Warm (GLOW): protocol of a stepped-wedge cluster randomised hybrid type II effectiveness-implementation study. *BMJ Open* 2025;15:e091577.
13. Stroo K, Parik A-H, Tartu Ülikooli Kliinikum. Perioperatiivse hüpotermia juhend 2024.
14. Wang J, Deng X. Inadvertent hypothermia: a prevalent perioperative issue that remains to be improved. *Anesthesiol Perioper Sci* 2023;1:24.
15. Zhao J, Le Z, Chu L, et al. Risk factors and outcomes of intraoperative hypothermia in neonatal and infant patients undergoing general anesthesia and surgery. *Front Pediatr* 2023;11:1113627.
16. Sanoussi MN, Gagara M, Daddy H, Chaibou MS. Perioperative Hypothermia in Pediatric Surgery. *EAS J Anaesthesiol Crit Care* 2023;5:108–11.
17. Recommendations | Hypothermia: prevention and management in adults having surgery | Guidance | NICE 2008. <https://www.nice.org.uk/guidance/cg65/chapter/recommendations> (accessed August 16, 2025).
18. Wright R. Maintaining Normothermia: Implementing AORN's Updated Patient Temperature Management Guideline. *AORN* 2025. <https://www.aorn.org/article/maintaining-normothermia-implementing-aorns-updated-patient-temperature-management-guideline> (accessed August 16, 2025).
19. Guruswamy J, Rao AG. Warming devices and techniques. In: Abd-Elseyed A, Abd-Elseyed A, eds. *Basic Anesthesia Review*. New York: Oxford University Press; 2024:0.
20. Liu Y, Liu C, Gao M, et al. Evaluation of a wearable wireless device with artificial intelligence, iThermonitor WT705, for continuous temperature monitoring for patients in surgical wards: a prospective comparative study. *BMJ Open* 2020;10:e039474.
21. Khoshmanesh F, Thurgood P, Pirogova E, Nahavandi S, Baratchi S. Wearable sensors: At the frontier of personalised health monitoring, smart prosthetics and assistive technologies. *Biosens Bioelectron* 2021;176:112946.
22. Burns S. Keeping patients warm throughout surgery. *Outpatient Surg Mag* n.d. <https://www.aorn.org/outpatient-surgery/article/2010-April-keeping-patients-warm-throughout-surgery> (accessed April 28, 2025).
23. Bickler PE, Warren DE, Clark JP, Gabatto P, Gregersen M, Brosnan H. Anesthetic protection of neurons injured by hypothermia and rewarming: roles of intracellular Ca²⁺ and excitotoxicity. *Anesthesiology* 2012;117:280–92.
24. Athiraman U, Zipfel GJ. Role of anesthetics and their adjuvants in neurovascular protection in secondary brain injury after aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *Int J Mol Sci* 2021;22:6550.
25. Fokkema T, Varkevisser N, de Vos R-J, Bierma-Zeinstra SMA, van Middelkoop M. Factors associated with running-related injuries in recreational runners with a history of running injuries. *Clin J Sport Med Off J Can Acad Sport Med* 2023;33:61–6.
26. Ruiz-Tagle J, Urria I. Household overcrowding trajectories and mental well-being. *Soc Sci Med* 1982 2022;296:114051.
27. Grechuta K, Shokouh P, Alhussein A, et al. Benefits of clinical decision support systems for the management of noncommunicable chronic diseases: targeted literature review. *Interact J Med Res* 2024;13:e58036.
28. Ellebrecht DB, Gola D, Kaschwich M. Evaluation of a Wearable in-Ear Sensor for Temperature and Heart Rate Monitoring: A Pilot Study. *J Med Syst* 2022;46:91.
29. Wright R. The Essential Role of Perioperative Nurses in Preventing Hypothermia: Strategies and Guidelines for Maintaining Normothermia. *AORN* 2024. <https://www.aorn.org/article/the-essential-role-of-perioperative-nurses-in-preventing-hypothermia--strategies-and-guidelines-for-maintaining-normothermia> (accessed August 16, 2025).
30. Sari S, Aksoy SM, But A. The incidence of inadvertent perioperative hypothermia in patients undergoing general anesthesia and an examination of risk factors. *Int J Clin Pract* 2021;75:e14103.
31. Dolson CM, Harlow ER, Phelan DM, et al. Wearable sensor technology to predict core body temperature: a systematic review. *Sensors* 2022;22:7639.
32. Madrid E, Urrútia G, Roqué I Figuls M, et al. Active body surface warming systems for preventing complications caused by inadvertent perioperative hypothermia in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2016;4:CD009016.