



VILNIAUS UNIVERSITETAS
MEDICINOS FAKULTETAS

Medicina

Anesteziologijos ir reanimatologijos klinika, Klinikinės medicinos institutas

Edvin Vasilevski, VI kursas, 17 grupė

VIENTISŲJŲ STUDIJŲ MAGISTRO BAIGIAMASIS DARBAS

Anestezijos įtaka perioperaciniam paciento kūno temperatūros kitimui

The Influence of Anaesthesia on the Perioperative Changes of the Patient's Body Temperature

Darbo vadovė

asist. dr. Diana Gasiūnaitė

Klinikos vadovė

prof. dr. (HP) Jūratė Šipylaitė

Vilnius, 2025

Studento elektroninio pašto adresas: edvin.vasilevski@mf.stud.vu.lt

TURINYS

1. SANTRAUKA	5
2. SUMMARY	6
3. ĮVADAS.....	7
4. TYRIMO METODAI	8
5. VAISTŲ POVEIKIS TERMOREGULIACINIAMS ORGANIZMO PROCESAMS	9
5.1. Intraveniniai anestetikai.....	9
5.1.1. Propofolis	9
5.1.2. Etomidatas	9
5.1.3. Ketaminas	10
5.2. Inhaliaciniai anestetikai	10
5.2.1. Sevofluranas	10
5.2.2. Desfluranas	10
5.2.3. Izofluranas	10
5.3. Raumenų relaksantai.....	11
5.3.1. Rokuroniumas.....	11
5.3.2. Vekuroniumas	11
5.4. Opioidiniai analgetikai	11
5.4.1. Fentanilis	11
5.4.2. Morfinas	12
5.5. Kiti perioperaciniu laikotarpiu naudojami vaistai	12
5.5.1. Midazolamas.....	12
5.5.2. Lidokainas	13
5.5.3. Remimazolamas	13
6. PERIOPERACINĖS HIPOTERMIJOS PREVENCIJOS IR VALDYMO METODAI ...	15
6.1. Priešoperacinis laikotarpis.....	15
6.1.1. Priešoperacinis paciento šildymas	15
6.2. Intraoperacinis laikotarpis	17
6.2.1. Anestezijos metu naudojamų vaistų pasirinkimas.....	17
6.2.2. Intraoperacinis šildymas	20
6.2.2.1. Intraoperacinio šildymo efektyvumas	20

6.2.2.2.	Intraoperacinio šildymo metodų palyginimas	22
6.2.3.	Šiltų skysčių naudojimas	25
6.2.4.	Chirurginių veiksnių įtaka kūno temperatūros palaikymui	27
6.3.	Pooperacinis laikotarpis.....	29
6.3.1.	Pooperacinio šildymo efektyvumas.....	29
7.	DISKUSIJA.....	31
8.	IŠVADOS	36
9.	PRAKTINĖS REKOMENDACIJOS	37
10.	LITERATŪROS SĄRAŠAS	38

SANTRUMPOS

ASPAN – Amerikos peri-anestezijos slaugytojų draugija (angl. *American Society of PeriAnesthesia Nurses*)

GABA – Gama-aminosviesto rūgštis (angl. *Gamma-Aminobutyric Acid*)

IL – Interleukinas (angl. *Interleukin*)

ITS – Intensyviosios terapijos skyrius

ISBPB – Peties rezginio blokas tarplaiptinio raumens priėjimu (angl. *Interscalene Brachial Plexus Block*)

KMI – Kūno masės indeksas

NICE – Nacionalinis sveikatos ir klinikinės kompetencijos institutas (angl. *National Institute for Health and Care Excellence*)

NMDA – N-metil-D-aspartato receptoriai (angl. *N-Methyl-D-Aspartate*)

PAPP – Poanestezinis priežiūros postas

PCT – Procalcitoninas (angl. *Procalcitonin*)

RCT – Atsitiktinių imčių kontroliuojamas tyrimas (angl. *Randomized Controlled Trial*)

VAS – Vizualinių analogu skausmo skalė (angl. *Visual Analog Scales (VAS) for pain*)

WBC – Leukocitai (angl. *White Blood Cells*)

1. SANTRAUKA

Įvadas. Perioperacinė hipotermija – dažna, tačiau dažnai nepakankamai įvertinama klinikinė problema, kuri gali sukelti rimtas komplikacijas pacientams po chirurginių intervencijų. Ši būklė dažniausiai kyla dėl anestetikų sukeltos termoreguliacijos slopinimo, periferinės vazodilatacijos, šaltos aplinkos poveikio ir intraveninių skysčių naudojimo. Nepaisant esamų gairių, temperatūros kontrolė perioperaciniu laikotarpiu vis dar išlieka nepakankama daugelyje gydymo įstaigų.

Tyrimo tikslas. Įvertinti pagrindinius veiksnius, lemiančius kūno temperatūros pokyčius chirurginės intervencijos metu, ir išanalizuoti perioperacinės hipotermijos prevencijos bei valdymo strategijas.

Metodai. Atlikta mokslinės literatūros analizė, apimanti 2019–2025 m. anglų kalba publikuotus klinikinius tyrimus, sistemines apžvalgas ir metaanalizes. Analizuoti straipsniai, kuriuose vertinamas anestezijos metu vartojamų vaistų poveikis termoreguliacijai, įvairūs šildymo metodai ir jų efektyvumas skirtingais chirurginio gydymo etapais. Duomenys buvo įvertinti kokybiškai, atsižvelgiant į tyrimų dizainą, patikimumą ir praktinį pritaikomumą.

Rezultatai. Nustatyta, kad dauguma anestetikų skatina šilumos nuostolius ir termoreguliacinių mechanizmų slopinimą, ypač propofolis, inhaliaciniai anestetikai ir opioidai. Priešoperacinis ir intraoperacinis šildymas, įskaitant konvekcines oro šildymo sistemas bei šiltus intraveninius skysčius, reikšmingai sumažina hipotermijos ir pooperacinio drebulio dažnį. Kombinuotos šildymo strategijos bei tam tikri anestezijos metu naudojamų vaistų pasirinkimai, tokie kaip remimazolamas ar regioninė anestezija, rodo pranašumą normotermijos palaikymui.

Išvados. Perioperacinė temperatūros kontrolė turėtų būti laikoma prioritetu anestezijos priežiūroje, siekiant užtikrinti paciento saugumą ir optimalias gydymo sąlygas operacijos metu. Tinkamas vaistų pasirinkimas, aktyvios šildymo priemonės bei temperatūros monitoravimas yra būtini veiksniai siekiant sumažinti hipotermijos pasireiškimą ir su ja susijusias komplikacijas. Ateityje būtina plėsti žinias apie optimalias prevencijos strategijas ir skatinti jų taikymą praktikoje.

Raktažodžiai: Anestezija, kūno temperatūra, perioperacinė hipotermija, šildymo metodai, termoreguliacija.

2. SUMMARY

Introduction. Perioperative hypothermia is a common but often underestimated clinical issue that can lead to serious complications in patients undergoing surgical procedures. This condition typically arises due to anaesthesia-induced thermoregulatory suppression, peripheral vasodilation, exposure to a cold environment, and the use of intravenous fluids. Despite existing guidelines, temperature management during the perioperative period remains insufficient in many healthcare settings.

Aim. The aim of the study is to evaluate main factors influencing body temperature changes during surgical intervention and to analyze the prevention and management strategies of perioperative hypothermia.

Methods. A review of scientific literature was conducted, covering clinical trials, systematic reviews, and meta-analyses published in English between 2019 and 2025. The analysis included studies evaluating the effects of anaesthetics on thermoregulation, various warming methods, and their effectiveness at different stages of surgical treatment. Data were assessed qualitatively, with attention to study design, reliability, and clinical applicability.

Results. Most anaesthetics were found to promote heat loss and suppress thermoregulatory mechanisms—particularly propofol, inhalation anaesthetics, and opioids. Preoperative and intraoperative warming, including forced-air systems and warmed intravenous fluids, significantly reduced the incidence of hypothermia and postoperative shivering. Combined warming strategies and specific anaesthetic choices, such as remimazolam or regional anaesthesia, demonstrated advantages in maintaining normothermia.

Conclusions. Perioperative temperature control should be a priority in anaesthesia care. Appropriate anaesthetic selection, active warming measures, and continuous temperature monitoring are essential to reduce the incidence of hypothermia and related complications. Future efforts should focus on expanding knowledge of optimal prevention strategies and promoting their implementation in clinical practice.

Keywords: Anaesthesia, body temperature, perioperative hypothermia, thermoregulation, warming methods.

3. ĮVADAS

Perioperacinis laikotarpis – tai kompleksinis etapas, apimantis laiką nuo sprendimo atlikti chirurginę intervenciją iki visiško paciento atsistatymo po operacijos. Šiuo laikotarpiu organizmo homeostazė dažnai pažeidžiama dėl chirurginės traumos, anestetikų poveikio bei kitų invazinių procedūrų. Vienas iš dažnai pasitaikančių fiziologinių pokyčių yra kūno temperatūros sumažėjimas, kuris gali turėti reikšmingų klinikinių pasekmių.

Perioperacinė hipotermija apibrėžiama kaip kūno temperatūros kritimas žemiau 36 °C, pasireiškiantis priešoperaciniu, intraoperaciniu ar pooperaciniu laikotarpiu [1]. Literatūros duomenimis, nesiimant aktyvių prevencinių priemonių, ji gali išsivystyti net 25–90 % pacientų, kuriems taikoma bendroji ar regioninė anestezija [2]. Dažniausiai hipotermija atsiranda per pirmąją anestezijos valandą dėl šilumos persiskirstymo iš centrinių kūno sričių į periferiją [3].

Ši būklė nėra tik laikinas nepatogumas – ji siejama su padidėjusia pooperacinių infekcijų rizika, kraujo krešėjimo sutrikimais, širdies ritmo sutrikimais, pooperacinio drebulio reiškiniu, didesniu skausmo intensyvumu bei ilgesne hospitalizacija, kas didina sveikatos priežiūros išlaidas [4]. Be to, sumažėjusi temperatūra veikia daugelio vaistų farmakokinetiką bei lėtina jų metabolizmą, o tai gali lemti ilgesnį atsibudimo laiką ir didesnę komplikacijų dažnį [5].

Hipotermijos atsiradimą lemia keletas veiksnių: anestezijos sukeltas termoreguliacijos centro slopinimas, drebulinės termogenezės praradimas, periferinė vazodilatacija, šalto oro poveikis operacinėje bei intraveninių skysčių ar dirbtinės ventiliacijos naudojimas [5,6,7]. Didelę reikšmę turi ir pasirenkami anestetikai – kai kurie vaistai žymiai labiau slopina termoreguliacinius procesus nei kiti. Todėl tiek farmakologiniai, tiek nefarmakologiniai sprendimai yra būtini siekiant išvengti šios būklės.

Tarptautinės organizacijos, tokios kaip *National Institute for Health and Care Excellence* (NICE), pabrėžia perioperacinės temperatūros palaikymo svarbą ir rekomenduoja taikyti aktyvaus šildymo metodus bei temperatūros monitoravimą viso perioperacinio laikotarpio metu [7]. Vis dėlto, praktikoje šios rekomendacijos ne visada įgyvendinamos, o temperatūros kontrolė neretai laikoma antraeiliu prioritetu.

Pastaraisiais metais vis didesnis dėmesys skiriamas moksliniams tyrimams, kurie nagrinėja skirtingų anestetikų, šildymo metodų ir šiltų intraveninių skysčių efektyvumą hipotermijos prevencijoje. Didėjantis literatūros kiekis rodo augantį susidomėjimą šia problema ir būtinybę įvertinti esamus duomenis.

Tyrimo problema – nepaisant esamų gairių ir technologinių galimybių, perioperacinė hipotermija išlieka dažna klinikinė problema, turinti neigiamą poveikį paciento saugumui ir operacijos rezultatams.

Tyrimo objektas – paciento kūno temperatūros pokyčiai perioperaciniu laikotarpiu.

Tyrimo tikslas – įvertinti pagrindinius veiksnius, lemiančius kūno temperatūros pokyčius chirurginės intervencijos metu, ir išanalizuoti perioperacinės hipotermijos prevencijos bei valdymo strategijas.

Tyrimo uždaviniai:

1. Įvertinti anestetikų ir kitų vaistų poveikį kūno temperatūrai.
2. Išanalizuoti šildymo metodų taikymo efektyvumą skirtingais perioperaciniais etapais.
3. Pateikti praktines rekomendacijas, pagrįstas mokslinės literatūros duomenimis.

4. TYRIMO METODAI

Mokslinės literatūros analizė. Į analizę įtraukti moksliniai straipsniai, publikuoti 2019-2025 metais, parašyti anglų kalba ir atitinkantys šiuos atrankos kriterijus:

- Randomizuoti klinikiniai tyrimai (RCT),
- Kohortiniai stebėjimo tyrimai,
- Sisteminės apžvalgos ir metaanalizės.
- Literatūros apžvalgos.

Buvo neįtraukti atvejų aprašymai, tyrimai atlikti su vaikų populiacijomis, redakcinės pastabos, pasenę šaltiniai, publikacijos be pilno teksto arba nevertintais duomenimis pagrįsti darbai. Pirmenybė teikta tyrimams, kuriuose vertinti kūno temperatūros pokyčiai perioperaciniu laikotarpiu, vaistų poveikis termoreguliacijai, bei aktyvūs šildymo metodai ir jų efektyvumas skirtingais chirurginiais etapais.

Literatūros paieška atlikta naudojant *PubMed* ir *Cochrane Library* duomenų bazes. Surinkti duomenys buvo analizuojami kokybiškai, remiantis tyrimų dizaino stiprumu, rezultatų patikimumu ir jų klinikiu pritaikomumu.

5. VAISTŲ POVEIKIS TERMOREGULIACINIAMS ORGANIZMO PROCESAMS

Termoreguliacija yra sudėtingas fiziologinis procesas, kurio metu organizmas palaiko pastovią vidinę temperatūrą, nepaisant aplinkos sąlygų. Anestezijos metu šis mechanizmas gali būti sutrikdytas dėl farmakologinių veiksnių, turinčių įtakos centrinei nervų sistemai, periferinei kraujotakai ar metabolizmui. Dauguma anestetikų, raumenų relaksantų ir kitų vaistų tiesiogiai ar netiesiogiai veikia šiuos procesus, todėl supratimas apie jų poveikį termoreguliacijai yra svarbus perioperacinės hipotermijos prevencijai. Šiame skyriuje nagrinėjamas įvairių farmakologinių grupių vaistų poveikis termoreguliaciniams mechanizms ir kūno temperatūrai. Skirtingų farmakologinių medžiagų poveikio termoreguliaciniams mechanizms santrauka pateikiama 1 lentelėje.

5.1. Intraveniniai anestetikai

5.1.1. Propofolis

Propofolis, veikdamas per GABA receptorius, sukelia periferinę vazodilataciją, slopindamas simpatinę vazokonstriktinę veiklą ir tiesiogiai atpalaiduodamas kraujagyslių lygiuosius raumenis. Dėl to mažėja sisteminis kraujagyslių pasipriešinimas ir arterinis kraujospūdis, o šilumos nuostoliai per išsiplėtusias kraujagysles didėja, skatinant hipotermijos vystymąsi[8]. Klinikinių tyrimų duomenimis, propofolio vartojimas reikšmingai sumažina vazokonstrikcijos slenkstį – vidutiniškai iki $34,8 \pm 0,3$ °C, o vazokonstrikcija prasideda santykinai vėlai – maždaug $158,5 \pm 8,4$ minutės po anestezijos indukcijos ($p < 0,01$). Naudota propofolio dozė šiame tyrime buvo $6,0$ µg/mL indukcijos metu, palaikant $2-4$ µg/mL anestezijos metu [33]. Be to, propofolis slopina kvėpavimo centrą, mažindamas ventiliacinį atsaką į hiperkapniją, o tai gali dar labiau apsunkinti termoreguliacijos palaikymą. Šie poveikiai ypač reikšmingi ilgalaikės anestezijos metu, kai periferiniuose audiniuose susikaupęs propofolis gali uždelsti normotermijos atsistatymą po operacijos. [8]

5.1.2. Etomidatas

Etomidatas, veikdamas kaip GABA receptorių modulatorius, sumažina smegenų metabolizmą, intrakranijinį spaudimą ir cerebrinę kraujotaką, tačiau turi minimalų poveikį hemodinamikai, todėl yra tinkamas pacientams su kardiovaskulinėmis rizikomis. Nors šis anestetikas nesukelia ryškios periferinės vazodilatacijos, jis gali lemti lengvą sisteminio kraujagyslių pasipriešinimo sumažėjimą, o tai gali prisidėti prie nežymaus kūno temperatūros kritimo. Svarbus šio vaisto poveikis yra laikina antinksčių supresija dėl 11-beta-hidroksilazės

slopinimo, kas gali sumažinti organizmo atsaką į operacijos metu patiriamą stresą ir, esant ilgalaikiam vartojimui, turėti įtakos temperatūros homeostazei.[9]

5.1.3. Ketaminas

Ketaminas, veikdamas kaip NMDA receptorių antagonistas, pasižymi unikaliu disociaciniu anestetiniu poveikiu, išlaikydamas spontaniinę kvėpavimo funkciją ir refleksus. Skirtingai nuo daugumos kitų anestetikų, jis dažniausiai didina kraujospūdį ir širdies susitraukimų dažnį, aktyvindamas simpatinę nervų sistemą, kas gali sumažinti hipotermijos riziką operacijos metu. Tačiau ketaminas gali sutrikdyti termoreguliacijos mechanizmus dėl savo poveikio centrinei nervų sistemai, įskaitant suaktyvintą glutamaterginę transmisiją ir galimą šilumos gamybos padidėjimą. Nepaisant simpatomimetinio poveikio, jo vartojimas yra susijęs su hipersekrecija ir padidėjusia metaboline veikla, todėl ilgalaikio taikymo atvejais gali atsirasti temperatūros svyravimai, ypač vaikams ir pacientams su pakitusiu autonominės nervų sistemos atsaku. [10]

5.2. Inhaliaciniai anestetikai

5.2.1. Sevofluranas

Sevofluranas, kaip halogenintas inhaliacinis anestetikas, sukelia nuo dozės priklausomą sisteminių kraujagyslių pasipriešinimo mažėjimą, kas lemia kraujospūdžio kritimą ir padidintus šilumos nuostolius dėl periferinės vazodilatacijos. Be to, jis slopina organizmo atsaką į hipoksiją ir hiperkapniją, mažindamas termoreguliacinį kvėpavimo atsaką, todėl pacientams, ypač vaikams, gali didėti hipotermijos rizika ilgalaikės anestezijos metu. [11]

5.2.2. Desfluranas

Desfluranas, pasižymintis itin mažu tirpumu kraujyje, greitai pasiekia pusiausvyrą tarp įkvėpto ir arterinio dalinio slėgio, todėl anestezijos indukcija ir atsibudimas vyksta sparčiau nei naudojant kitus inhaliacinius anestetikus. Jis sukelia stiprią periferinę vazodilataciją, mažindamas sisteminių kraujagyslių pasipriešinimą ir arterinį kraujospūdį, kas skatina šilumos nuostolius ir didina hipotermijos riziką. Be to, staigus desflurano koncentracijos padidėjimas gali sukelti ryškią simpatinės nervų sistemos aktyvaciją, pasireiškiančią tachikardija bei arterinio spaudimo svyravimais, kas gali dar labiau sutrikdyti organizmo termoreguliacinius mechanizmus, ypač pacientams su autonominės nervų sistemos disfunkcija. [12]

5.2.3. Izofluranas

Izofluranas, veikdamas kaip GABA ir NMDA receptorių modulatorius, slopina centrinės nervų sistemos veiklą, kartu sukeldamas periferinę vazodilataciją ir kraujospūdžio sumažėjimą, dėl ko gali padidėti šilumos nuostoliai per odos paviršių. Be to, jis slopina kvėpavimo atsaką į

hiperkapniją ir hipoksiją, o tai gali trukdyti organizmui kompensuoti temperatūros pokyčius, ypač ilgos operacijos metu. Izoflurano poveikis smegenų kraujotakai pasižymi cerebrine vazodilatacija ir padidėjusiu intrakranijiniu spaudimu, tačiau kartu mažėja smegenų metabolizmas ir deguonies suvartojimas, o tai gali netiesiogiai prisidėti prie sumažėjusios šilumos gamybos. [13]

5.3. Raumenų relaksantai

5.3.1. Rokuroniumas

Rokuroniumas, kaip nedepoliarizuojantis nervo-raumenų blokatorius, tiesiogiai neveikia termoreguliacijos mechanizmų, tačiau reikšmingai prisideda prie šilumos balanso pokyčių operacijos metu. Vienas svarbiausių jo poveikių yra drebulinės termogenezės slopinimas, kuris atima iš organizmo vieną pagrindinių mechanizmų, padedančių palaikyti kūno temperatūrą esant vėsioms sąlygoms ar anestezijai. Be to, hipotermija gali pailginti rokuroniumo poveikio trukmę, nes sumažėjusi kūno temperatūra lėtina vaisto metabolizmą ir eliminaciją, o tai gali lemti ilgiau trunkantį raumenų atsipalaidavimą ir sudėtingesnę atsistatymą po operacijos. Šie veiksniai, ypač kai kartu naudojami inhaliaciniai anestetikai, skatinantys periferinę vazodilataciją, dar labiau didina šilumos nuostolius ir padidina hipotermijos riziką. [14]

5.3.2. Vekuroniumas

Vekuroniumas, priklausantis tai pačiai aminosteroidinių nervo-raumenų blokatorių grupei, pasižymi ilgiau trunkančiu poveikiu, kuris taip pat gali būti pailgintas esant hipotermijai. Jo eliminacija priklauso nuo kepenų ir inkstų funkcijos, todėl pacientams su sutrikusia šių organų veikla poveikis gali būti dar labiau užsitęsęs, didinant termoreguliacijos disbalanso riziką. Kaip ir rokuroniumas, vekuroniumas slopina drebulinę termogenezę, todėl pacientams, kuriems atliekamos ilgos chirurginės procedūros, būtina aktyvi temperatūros stebėseną ir šilumos palaikymo strategijos, siekiant išvengti su hipotermija susijusių komplikacijų. [5]

5.4. Opioidiniai analgetikai

5.4.1. Fentanilis

Fentanilis, kaip stiprus sintetinis opioidinis analgetikas, veikia per μ -opioidinius receptorius, sukeldamas stiprų analgetinį ir sedacinį poveikį. Jis reikšmingai slopina simpatinę nervų sistemą, mažindamas širdies susitraukimų dažnį ir kraujospūdį, o tai gali turėti įtakos organizmo termoregulacijai. Vienas iš pagrindinių jo poveikių yra kvėpavimo centro slopinimas, kuris sumažina ventiliacinį atsaką į hiperkapniją ir hipoksiją, apsunkindamas organizmo gebėjimą palaikyti homeostazę temperatūros svyravimų metu. Be to, fentanilio sukelta periferinė

vazodilatacija gali prisidėti prie šilumos nuostolių, ypač kai jis vartojamas kartu su inhaliaciniais anestetikais, kurie dar labiau mažina sisteminį kraujagyslių pasipriešinimą. [15]

Kita svarbi fentanilio savybė yra jo gebėjimas sukelti raumenų rigidiškumą, ypač esant didelėms boliuso dozėms. Šis poveikis gali trikdyti kvėpavimo mechaniką ir netiesiogiai veikti termoreguliaciją, sumažindamas drebulinės termogenezės efektyvumą. Nors pats fentanilis nesukelia reikšmingo metabolizmo sumažėjimo, jo analgezinis poveikis gali sumažinti paciento autonominį atsaką į šalčio dirgiklius, dėl ko sumažėja aktyvios šilumos gamybos mechanizmų sužadinimas. Dėl šių priežasčių pacientams, kuriems taikoma ilgalaikė fentanilio infuzija ar didelės jo dozės bendrojoje anestezijoje, būtina atidi temperatūros kontrolė ir šilumos palaikymo priemonės, siekiant išvengti hipotermijos.[15]

5.4.2. Morfinas

Morfinas, veikdamas per μ -opioidinius receptorius, sukelia periferinę vazodilataciją, mažina kraujospūdį ir skatina šilumos nuostolius per odos paviršių, didindamas hipotermijos riziką. Jis taip pat slopina kvėpavimo centrą, silpnindamas ventiliacinį atsaką į hiperkapniją ir hipoksiją, o kartu mažina drebulinę termogenezę. Be to, morfinas skatina histamino išsiskyrimą, dar labiau plečiant kraujagysles ir stiprinant periferinį šilumos išsiskyrimą. Šių mechanizmų sąveika ypač reikšminga ilgų chirurginių procedūrų metu, kai sumažėjęs organizmo gebėjimas palaikyti normalią temperatūrą reikalauja aktyvios temperatūros kontrolės ir šilumos palaikymo priemonių. [16]

5.5. Kiti perioperaciniu laikotarpiu naudojami vaistai

5.5.1. Midazolamas

Midazolamas, veikdamas per GABA-A receptorius, sukelia centrinės nervų sistemos slopinimą, dėl ko mažėja simpatinis tonusas, kraujospūdis ir periferinis kraujagyslių pasipriešinimas, skatinant šilumos nuostolius. Nors tiesiogiai termoreguliacijos neveikia, jo sedacinis ir raumenis atpalaiduojantis poveikis gali slopinti organizmo gebėjimą reaguoti į temperatūros pokyčius. Kvėpavimo slopinimas, ypač vartojant kartu su opioidais, sumažina ventiliacinį atsaką į hiperkapniją ir hipoksiją, taip apsunkindamas šilumos balansą. Ilgalaikė infuzija gali lemti vaisto kaupimąsi ir užsitęsusi poveikį, kas dar labiau silpnina termoreguliacinius mechanizmus, todėl pacientams operacijos metu būtina užtikrinti aktyvią temperatūros kontrolę. [17]

5.5.2. Lidokainas

Lidokainas, veikdamas kaip natrio kanalų blokatorius, slopina nervinių impulsų perdavimą, sukeldamas vietinę anesteziją bei analgeziją. Jis taip pat pasižymi vazodilataciniu poveikiu, kuris gali skatinti periferinius šilumos nuostolius. Nors sisteminis lidokaino poveikis termoreguliacijai yra ribotas, intraveninė infuzija, naudojama antiaritminei terapijai, gali sukelti lengvą hipotenziją ir sumažinti širdies išstumiamo kraujo tūrį, kas netiesiogiai gali prisidėti prie sumažėjusios kūno temperatūros. Be to, esant užsitęsusiai infuzijai, ypač pacientams su kepenų ar širdies nepakankamumu, gali pailgėti vaisto eliminacija, o tai gali turėti įtakos termoreguliacinių refleksų atsakui operacijos metu. [18]

5.5.3. Remimazolamas

Remimazolamas – naujos kartos trumpo veikimo benzodiazepinas, pasižymintis greita veikimo pradžia ir trumpu pusinės eliminacijos periodu. Veikdamas per GABA-A receptorių, jis sustiprina gama-aminosviesto rūgšties slopinamąjį poveikį centrinėje nervų sistemoje, sukeldamas greitą ir kontroliuojamą sedaciją. Remimazolamas greitai metabolizuojamas kepenyse į farmakologiškai neaktyvų metabolitą CNS7054, todėl jo poveikis yra trumpalaikis ir lengvai prognozuojamas.

Kaip ir kiti benzodiazepinai, remimazolamas gali paveikti termoreguliacijos mechanizmus, veikdamas pagumburio termoreguliacinį centrą. Jam būdingas šaltkrėčio slenksčio sumažėjimas ir periferinės vazokonstrikcijos atsako slopinimas, kas gali skatinti šilumos netekimą chirurginių intervencijų metu [19]. Nors remimazolamas gali turėti įtakos termoreguliacijai, tyrimų duomenimis, jo poveikis šiems mechanizms yra mažesnis nei propofolio – nustatyta, kad remimazolamas išlaiko aukštesnį vazokonstrikcijos slenkstį ($35,2 \pm 0,4$ °C) ir sukelia greitesnį vazokonstrikcijos atsaką ($150,5 \pm 10,2$ minutės) ($p < 0,01$) [33]. Dėl šių savybių remimazolamas gali užtikrinti efektyvesnę termoreguliacijos kontrolę, ypač ilgalaikės anestezijos metu. [19]

Lentelė 1. Vaistų poveikio termoreguliacijai ir kūno temperatūrai santrauka

Vaistas	Reikšmė termoreguliacijai	Poveikis kūno temperatūrai
Propofolis	Didina šilumos nuostolius, hipotermijos rizika operacijos metu.	Temperatūra mažėja dėl periferinės vazodilatacijos ir kvėpavimo slopinimo.
Etomidatas	Minimalus poveikis, tačiau gali skatinti nedidelius šilumos nuostolius.	Nedidelis temperatūros mažėjimas dėl lengvos vazodilatacijos.

Lentelė 1. Vaistų poveikio termoreguliacijai ir kūno temperatūrai santrauka (tęsinys)

Ketaminas	Gali sumažinti hipotermijos riziką, tačiau sukelia temperatūros svyravimus.	Gali didėti arba svyruoti dėl simpatinės aktyvacijos ir metabolizmo pokyčių.
Sevofluranas	Didina hipotermijos riziką dėl periferinės vazodilatacijos ir kvėpavimo slopinimo.	Temperatūra mažėja dėl vazodilatacijos ir sumažėjusios kompensacinės reakcijos.
Desfluranas	Gali trikdyti termoreguliaciją dėl vazodilatacijos ir hemodinamikos pokyčių.	Temperatūros reguliacija gali sutrikti dėl vazodilatacijos ir hemodinaminių pokyčių.
Izofluranas	Mažina organizmo gebėjimą reaguoti į temperatūros pokyčius.	Mažina organizmo gebėjimą palaikyti temperatūrą, gali skatinti hipotermiją.
Rokuroniumas/ /Vekuroniumas	Slopina šilumos gamybą per raumenų drebulės blokavimą.	Temperatūra mažėja dėl drebulinės termogenezės slopinimo.
Fentanilis	Mažina kūno temperatūros palaikymo galimybes, didina hipotermijos riziką.	Temperatūra mažėja dėl periferinės vazodilatacijos ir kvėpavimo slopinimo.
Morfinas	Reikšmingai skatina šilumos nuostolius ir mažina šilumos gamybą.	Reikšmingai skatina temperatūros mažėjimą dėl šilumos nuostolių ir slopinamos termogenezės.
Midazolamas	Slopina temperatūros reguliavimo mechanizmus, gali skatinti hipotermiją.	Temperatūra gali mažėti dėl kraujospūdžio sumažėjimo ir periferinės vazodilatacijos.
Lidokainas	Mažas poveikis esant lokaliai anestezijai, tačiau infuzijos metu gali skatinti šilumos nuostolius.	Nedidelis poveikis vietiškai, tačiau sisteminė infuzija gali skatinti temperatūros mažėjimą.
Remimazolamas	Gali slopinti termoreguliacinius atsakus, sumažinti šaltkrėčio ir vazokonstrikcijos slenkstį.	Gali skatinti šilumos nuostolius dėl periferinės vazodilatacijos ir kvėpavimo slopinimo.

6. PERIOPERACINĖS HIPOTERMIJOS PREVENCIJOS IR VALDYMO METODAI

6.1. Priešoperacinis laikotarpis

6.1.1. Priešoperacinis paciento šildymas

Norint užtikrinti saugią chirurginę eigą ir sumažinti komplikacijų riziką, vis daugiau dėmesio skiriama paciento kūno temperatūros palaikymui prieš, per ir po operacijos. Viena iš pagrindinių priemonių, padedančių išvengti intraoperacinės hipotermijos, yra priešoperacinis šildymas. Šis metodas, taikomas dar prieš pacientui patenkant į operacinę, vis dažniau analizuojamas moksliniuose tyrimuose dėl jo įtakos paciento fiziologinei būklei ir perioperacinio laikotarpio kokybei.

Nagrinėjant tyrimus apie priešoperacinę hipotermiją operacijos metu, nustatyta, kad vienuolika iš analizuotų tyrimų patvirtino priešoperacinio pacientų šildymo veiksmingumą. Taip pat viename tyrime pastebėta, kad šildymo efektyvumas priklauso nuo premedikacijos benzodiazepiniais.

Priešoperacinio šildymo efektyvumas yra plačiai nagrinėtas literatūroje, apimančioje įvairias chirurgines procedūras ir pacientų grupes. Tyrimai rodo, kad ši intervencija veiksmingai mažina intraoperacinės hipotermijos dažnį, gerina paciento būklę ir mažina komplikacijų riziką. Tyrime, kuriame dalyvavo 297 pacientai, kuriems buvo atlikta prostatos šalinimo operaciją per šlaplę, taikant bendrąją anesteziją nustatyta, kad priešoperacinis šildymas sumažino hipotermijos dažnį nuo 54 % kontrolinėje grupėje iki 23–30 % šildymo grupėje ($p < 0,001$) [20]. Operacijos pabaigoje intervencijos grupėje pacientų kūno temperatūra buvo reikšmingai aukštesnė (~36,3 °C ir 35,8 °C kontrolinėje grupėje), o pooperacinio drebulio dažnis sumažėjo iki mažiau nei 4 %, palyginti su 42 % kontrolinėje grupėje [20]. Be to, PAPP praleistas laikas buvo trumpesnis 34–42 minutėmis [20]. Kitas tyrimas, apėmęs 70 pacientų, kuriems buvo atliekamos šlapimo pūslės rezekcijos per šlaplę, parodė, kad priešoperacinis šildymas reikšmingai sumažino kūno temperatūros kritimą po spinalinės nejautos ($p < 0,05$) ir padidino šilumos komforto balus ($p = 0,006$) [21].

Taip pat pastebėta, kad kombinuotas šildymo metodas, įtraukiantis pacientų šildymą naudojant konvekcinę oro šildymo sistemą ir šiltus intraveninius skysčius, yra ypač efektyvus. Tyrime, kuriame dalyvavo 135 moterys, kombinuota intervencija sumažino perioperacinės hipotermijos dažnį nuo 51,6 % iki 20,6 % ($p < 0,0001$) ir sumažino pooperacinio drebulio dažnį nuo 56,3 % iki 19,1 % ($p < 0,001$) [22]. Vis dėlto, ne visi tyrimai parodė reikšmingą priešoperacinio šildymo poveikį. Tyrime su 197 pacientais, kuriame buvo vertintas kombinuotas priešoperacinio ir intraoperacinio šildymo efektyvumas, naudojant konvekcines oro šildymo sistemas, o

priešoperacinis šildymas truko vidutiniškai 27 minutes (17–38 min) esant nustatytai 43 °C temperatūrai, hipotermijos dažnis buvo panašus tarp grupių (33,7 % šildymo grupėje ir 39,8 % kontrolinėje grupėje, $p = 0,37$). Tačiau pastebėta, kad priešoperacinis šildymas padidino pacientų diskomfortą (20,4 % ir 8,7 % atitinkamai, $p = 0,02$) [23].

Trumpesnės šildymo trukmės tyrimai taip pat parodė teigiamą poveikį. Pavyzdžiui, 10 minučių šildymas kartu su intraoperaciniu šildymu sumažino temperatūros kritimą operacijos metu (-0,3 °C ir -0,6 °C kontrolinėje grupėje, $p = 0,02$) ir pailgino normotermijos trukmę (66 min ir 39 min atitinkamai, $p = 0,01$) [24]. Kitame tyrime su 98 krūtinės chirurgijos pacientais šildymas sumažino hipotermijos dažnį nuo 32,7 % iki 12,2 % ($p = 0,015$) ir pagerino šilumos komforto balus ($p = 0,034$), o praleistas PAPP laikas buvo trumpesnis (vidutiniškai 17,4 min ir 26,7 min atitinkamai, $p < 0,001$) [25].

Be to, priešoperacinis šildymas pasirodė esąs veiksmingas sudėtingesnių chirurginių procedūrų, tokių kaip kepenų transplantacija ir kardiochirurginių operacijų, metu. Viename tyrime su gyvo donoro kepenų transplantacijos pacientais, grupėje kurioje buvo taikytas 30 minučių priešoperacinis šildymas naudojant šiltą orą pučiančias sistemas (43 °C) hipotermijos dažnis sumažėjo nuo 95 % kontrolinėje grupėje iki 60 % šildymo grupėje ($p = 0,020$), o jos trukmė taip pat buvo reikšmingai trumpesnė (60 min ir 383 min atitinkamai, $p = 0,001$) [26]. Kitame tyrime, nagrinėjančiame širdies chirurgijos pacientus, 10-20 minučių priešoperacinis šildymas sumažino hipotermijos dažnį operacijos pradžioje nuo 79,2 % iki 45,8 % ($p = 0,036$), nors temperatūros sumažėjimas po premedikacijos flunitrazepamu buvo pastebėtas abiejose grupėse [27].

Kiti tyrimai nagrinėjo šildymo naudą ortopedinėse operacijose, laparoskopinėje chirurgijoje ir onkologinėse intervencijose. Tyrimuose su ortopediniais pacientais nustatyta, kad priešoperacinis šildymas sumažino hipotermijos dažnį pjūvio metu nuo 29 % iki 12 % ($p = 0,017$) ir sumažino pooperacinių komplikacijų dažnį (atitinkamai 5,7 % ir 16,8 % kontrolinėje grupėje, $p = 0,015$) [28]. Laparoskopinės chirurgijos metu priešoperacinis šildymas efektyviai užkirto kelią persiskirstymo hipotermijai, reikšmingai sumažindamas šerdinės kūno temperatūros kritimą 20 minučių po anestezijos indukcijos (37,1 °C ir 36,9 °C kontrolinėje grupėje, $p < 0,02$) [29].

Fenilefrinas, selektyvus $\alpha 1$ -adrenoreceptorių agonistas, sumažina redistribucinę hipotermiją, nes sukelia periferinę vazokonstrikciją, taip mažindamas šilumos nuostolius. Skirtingai nei propofolis, kuris gali skatinti periferinę vazodilataciją ir dėl to sukelti ryškesnį temperatūros kritimą po anestezijos indukcijos, fenilefrinas palaiko kraujagyslių tonusą, todėl jo naudojimas gali būti veiksmingas normotermijos palaikymui intraoperaciniu laikotarpiu.[30]

Priešoperacinio šildymo derinimas su intraoperacine fenilefrino infuzija urologinės chirurgijos metu reikšmingai sumažino hipotermijos dažnį nuo 57,7 % kontrolinėje grupėje iki 23,1

% derinio grupėje ($p = 0,01$). Vidutinė kūno temperatūra operacijos pabaigoje taip pat buvo aukštesnė derinio grupėje ($36,3 \pm 0,4$ °C prieš $35,8 \pm 0,6$ °C, $p = 0,002$), o PAPP aktyvaus šildymo poreikis sumažėjo nuo 57,7 % iki 26,9 % ($p = 0,03$). Ši multimodalinė intervencija pasirodė efektyvi mažinant hipotermijos pasireiškimą ir jos sunkumą [30].

Trumpalaikis priešoperacinis šildymas citoredukcinės kiaušidžių vėžio chirurgijos metu reikšmingai sumažino kūno temperatūros kritimą po anestezijos indukcijos ($0,35$ °C prieš $0,9$ °C kontrolinėje grupėje, $p < 0,005$) ir eliminavo pooperacinės ventiliacijos poreikį (0 % prieš 26 %, $p < 0,001$). Drebulys nepasireiškė intervencijos grupėje, o kontrolinėje buvo registruojamas 13% pacientų, tačiau skirtumas tarp šių grupių nebuvo statistiškai reikšmingas. Šildymas taip pat pagerino termoreguliaciją ir stabilizavo hemodinamiką.[31].

Apibendrinant 12 tyrimų rezultatus, dauguma jų (11 iš 12) patvirtino priešoperacinio šildymo efektyvumą, reikšmingai sumažinant hipotermijos dažnį nuo vidutiniškai 54 % kontrolinėse grupėse iki 12–30 % šildymo grupėse. Pooperacinio drebulio dažnis taip pat sumažėjo nuo 42–56 % iki mažiau nei 4–19 %, o PAPP praleistas laikas sutrumpėjo vidutiniškai 34–42 minutėmis. Be to, priešoperacinis šildymas padėjo sumažinti bendrą kūno atšalimą – temperatūros kritimas priešoperacinio šildymo grupėse buvo vidutiniškai $0,3$ °C, lyginant su $0,8$ - $0,9$ °C kontrolinėse grupėse. Šie rezultatai rodo, kad tokia intervencija reikšmingai sumažina operacijos metu netektos šilumos kiekį, prisideda prie geresnės termoreguliacijos bei stabilesnės hemodinamikos viso perioperacinio laikotarpio metu. Nors vienas tyrimas parodė ribotą poveikį arba pacientų diskomfortą, bendri rezultatai rodo, kad priešoperacinis šildymas yra veiksminga priemonė normotermijai palaikyti ir komplikacijų rizikai mažinti įvairių chirurginių intervencijų metu.

6.2. Intraoperacinis laikotarpis

6.2.1. Anestezijos metu naudojamų vaistų pasirinkimas

Anestetikų pasirinkimas turi tiesioginį poveikį intraoperacinės hipotermijos dažniui, kūno temperatūros palaikymui ir pooperacinio kūno temperatūros sumažėjimo pasireiškimui. Atsitiktinių imčių klinikiniai tyrimai rodo, kad skirtingi intraveniniai, inhaliaciniai ir regioninės anestezijos metodai pasižymi nevienodu termoreguliacijos stabilumu. Remimazolamas, propofolis, deksmedetomidinas ir inhaliaciniai anestetikai, tokie kaip sevofluranas ir desfluranas, turi skirtingą poveikį kūno temperatūrai, o tinkamas anestezijos metodo pasirinkimas gali sumažinti hipotermijos riziką ir pagerinti paciento komfortą pooperaciniu laikotarpiu.

Remimazolamo poveikis termoreguliacijai buvo vertinamas keliuose tyrimuose, kuriuose dalyvavo skirtingos pacientų grupės. Tyrime, kuriame buvo analizuojami 70 pacientų, kuriems buvo

atliekama endoskopinė nosies operacija, remimazolamo grupėje intraoperacinės hipotermijos dažnis siekė 63,6 %, o pacientams, kuriems buvo taikoma inhaliacinė desflurano anestezija, jis buvo beveik perpus mažesnis – 32,3 % ($p = 0,014$). Operacijos pabaigoje remimazolamo grupėje buvo užfiksuota reikšmingai žemesnė kūno temperatūra (atitinkamai $35,8 \pm 0,6$ °C ir $36,3 \pm 0,4$ °C, $p = 0,006$), o pabudimo palatoje (PAPP) šildymo prietaisai buvo naudojami dažniau (atitinkamai 33,3 % ir 9,7 %, $p = 0,047$) [32].

Vis dėlto, kiti tyrimai pateikė priešingus rezultatus. 90 pacientų, kuriems buvo atliekama robotinė arba laparoskopinė prostatektomija tyrime, gauti duomenis, kad remimazolamas gali užtikrinti geresnę termoreguliaciją nei propofolis. Remimazolamo grupėje pacientų kūno temperatūra operacijos metu buvo reikšmingai aukštesnė ($p < 0,01$), o vazokonstrikcijos slenkstis – temperatūra, kuriai esant prasideda vazokonstrikcija, mažinanti šilumos nuostolius – siekė 35,2 °C, palyginti su 34,8 °C propofolio grupėje ($p < 0,01$). Be to, vazokonstrikcija prasidėjo greičiau remimazolamo grupėje (150,5 min prieš 158,5 min propofolio grupėje, $p < 0,01$), leidžiant manyti, kad šis anestetikas gali būti efektyvesnis ilgalaikėse operacijose [33].

Šiame tyrime vazokonstrikcijos slenkstis buvo matuojamas naudojant būgnelio membranos temperatūrą, kai odos temperatūros skirtumas tarp dilbio ir rodomojo piršto pasiekė 0 °C. Šis metodas pagrįstas principu, kad periferinė vazokonstrikcija sumažina šilumos nuostolius ir mažina temperatūros skirtumą tarp kūno ir periferinių audinių. Vazokonstrikcijos pradžios laikas buvo apibrėžtas kaip laikas, per kurį po anestezijos indukcijos pasiekiamas šis vazokonstrikcijos slenkstis, rodantis aktyvų organizmo atsaką į šilumos praradimą. [33]

Remimazolamo poveikis buvo tiriamas ir 70 pacienčių, kurioms buvo atliekamos laparoskopinės ginekologinės operacijos. Pacientės buvo suskirstytos į dvi grupes – vienai grupei taikytas remimazolamas, kitai – sevofluranas anestezijos indukcijai ir palaikymui. Šio tyrimo duomenys parodė, kad pooperacinio drebulio dažnis buvo mažesnis remimazolamo grupėje (19,4 % ir 41,2 % sevoflurano grupėje, $p = 0,047$), bei hipotermijos dažnis taip pat buvo ženkliai mažesnis (27,8 % ir 58,8 %, $p = 0,009$). Be to, remimazolamo grupėje stebėta geresnė hemodinaminė stabilizacija ($p < 0,05$) [34]. Tai leidžia manyti, kad remimazolamas gali sumažinti pooperacinį drebulį, bei geriau užtikrinti normotermijos palaikymą negu sevofluranas.

Propofolis, vienas dažniausiai naudojamų intraveninių anestetikų, buvo susijęs su didesne redistribucinės hipotermijos rizika dėl periferinės vazodilatacijos. Tyrime, kuriame dalyvavo 40 pacientų, kuriems buvo atliekama ortopedinė operacija spinalinėje nejautoje, buvo lyginami propofolis ir deksmedetomidinas. Nors hipotermijos dažnis nesiskyrė statistiškai reikšmingai (65 % ir 75 % atitinkamai, $p = 0,490$), operacijos pabaigoje pacientų kūno temperatūra buvo šiek tiek aukštesnė deksmedetomidino grupėje (atitinkamai 36,4°C ir 36,1°C, $p = 0,118$) [35].

Kita studija vertino anestezijos indukcijos metodų poveikį termoreguliacijai. Buvo nustatyta, kad inhaliacinė sevoflurano indukcija arba fenilefrino pridėjimas prie propofolio reikšmingai sumažino hipotermijos dažnį. Propofoliu indukuotų pacientų grupėje hipotermijos dažnis siekė 60 %, tuo tarpu alternatyvių indukcijos metodų grupėje jis sumažėjo iki 16 %. Taip pat alternatyvios indukcijos grupėje kūno temperatūra buvo 0,4–0,5°C aukštesnė per pirmąją anestezijos valandą ($p < 0,01$) [3]. Rezultatai rodo, kad tinkamai parinkti anestetikai indukcijai ir anestezijos palaikymui gali sumažinti hipotermijos riziką.

Regioninė anestezija gali padėti sumažinti intraoperacinės hipotermijos pasireiškimą. 80 pacientų tyrimas, kuriame buvo lyginamas peties rezginio blokas tarplaiptinio raumens priėjimu su bendrine anestezija pečių artroskopijoje, parodė, kad hipotermijos dažnis buvo mažesnis ISBPB grupėje (30,0 % ir 52,5 % kontrolinėje grupėje, $p = 0,04$), o PAPP atvykimo metu kūno temperatūra ISBPB grupėje buvo aukštesnė (36,1°C ir 35,9°C kontrolinėje grupėje, $p = 0,04$). Tai galėtų būti paaiškinama mažesniu šilumos persiskirstymu, kadangi ISBPB sukelia nervų blokadą tik vienoje viršutinėje galūnėje, o ne apima didžiąją dalį periferinės šiluminės talpos, kaip bendroji anestezija. [36]. Regioninės anestezijos įtaka termoreguliacijai buvo vertinta ir tyrime, kuriame lygintos ropivakaino ir bupivakaino savybės spinalinėje nejautroje atliekant cezario pjūvio operacijas. Tyrime buvo lyginamos ropivakaino ir bupivakaino savybės spinalinėje nejautroje. Ropivakaino grupėje drebulio dažnis buvo reikšmingai mažesnis (20,5 % ir 66,7 % bupivakaino grupėje, $p < 0,001$), o bupivakaino grupėje temperatūros sumažėjimas buvo didesnis 25-ą ir 30-ą operacijos minutėmis ($p < 0,05$), tačiau ryšys tarp hipotermijos ir perioperacinio drebulio nebuvo nustatytas [37].

Farmakologinės intervencijos taip pat gali turėti reikšmingą poveikį hipotermijos valdymui. 37 pacienčių trigubai aklame, placebo kontroliuojamame tyrime buvo nustatomas intraveninio acetaminofeno poveikis pooperaciniam drebulio dažniui. Rezultatai parodė, kad acetaminofenas sumažino stipriai išreikšto drebulio pasireiškimą dažnį (22,2 % ir 73,7 % kontrolinėje grupėje, $p = 0,005$), nors jo poveikis hipotermijos dažniui nebuvo reikšmingas (16 % ir 17 %, $p > 0,99$). Taip pat nustatyta, kad acetaminofenas sumažino pooperacinį karščiavimą (37,2 °C ir 37,9 °C kontrolinėje grupėje, $p < 0,001$) [38].

Apibendrinant, remimazolamas, palyginti su propofoliu, turi mažesnę termoreguliacinės vazokonstrikcijos slenkstį ir leidžia organizmui greičiau inicijuoti kompensacinį kraujotakos persikirstymą, taip sumažindamas šilumos nuostolius. Šis poveikis siejamas su silpnesniu remimazolamo poveikiu simpatinės nervų sistemos slopinimui, kas leidžia išlaikyti efektyvesnę autonominę kraujagyslių tonuso kontrolę. Priešingai, propofolis sukelia ryškią periferinę vazodilataciją, dėl kurios esminė kūno šilumos dalis per pirmąją operacijos valandą persiskirsto į periferiją, lemdama reikšmingą temperatūros kritimą.

Inhaliaciniai anestetikai, tokie kaip sevofluranas ir desfluranas, taip pat mažina termoreguliacinį atsaką, tačiau jų poveikis termoreguliacijai yra mažiau ryškus nei propofolio, kadangi jie sukelia mažesnę sisteminę vazodilataciją ir leidžia greičiau atsistatyti autonominėms homeostatinėms funkcijoms pasibaigus ekspozicijai. Be to, jų greitesnė eliminacija dėl mažesnio vaisto pasiskirstymo koeficiento leidžia operacijos pabaigoje greičiau sugrįžti į normoterminę būseną.

Anestezijos indukcijos metodas taip pat yra svarbus veiksnys, lemiantis intraoperacinės hipotermijos pasireiškimą. Fenilefrino, kuris yra selektyvus $\alpha 1$ -adrenoreceptorių agonistas, pridėjimas prie propofolio anestezijos metu sumažina šilumos redistribuciją, nes sukelia periferinių kraujagyslių susitraukimą, taip ribodamas periferinę vazodilataciją ir mažindamas ankstyvus šilumos nuostolius. Nors fenilefrinas pasižymi kraujospūdį didinančiu poveikiu, tyrimuose jo įtaka sisteminiam arteriniam kraujospūdžiui nebuvo kliniškai reikšminga. Alternatyviai, inhaliacinė sevoflurano indukcija gali sukelti mažesnę termoreguliacinės kontrolės slopinimą dėl skirtingo poveikio centriniams autonominėms struktūroms.

Regioninė anestezija, ypač spinalinė ar periferinė nervų blokada, gali būti susijusi su mažesniu intraoperacinės hipotermijos pasireiškimu, kadangi ji ribotai veikia centrines nervų sistemos termoreguliacinį atsaką ir nesukelia sisteminės vazodilatacijos, būdingos bendrajai anestezijai.

6.2.2. Intraoperacinis šildymas

6.2.2.1. Intraoperacinio šildymo efektyvumas

Siekiant išvengti perioperacinės hipotermijos ir su ja susijusių komplikacijų, intraoperacinis paciento šildymas tampa svarbia perioperacinės priežiūros dalimi. Įvairūs šildymo metodai, taikomi operacijos metu, padeda palaikyti normalią kūno temperatūrą ir užtikrina didesnę paciento komfortą, greitesnę atsistatymą bei mažesnę komplikacijų dažnį. Šiame poskyryje aptariami tyrimai, nagrinėjantys skirtingų intraoperacinio šildymo priemonių veiksmingumą įvairių chirurginių procedūrų metu.

Analizuojami devyni klinikiniai tyrimai, kuriuose lyginamas aktyvus intraoperacinis šildymas su standartine priežiūra be papildomų šildymo priemonių. Nagrinėjamas skirtingų metodų – oro šildymo sistemų, šiltų intraveninių skysčių, terminės izoliacijos ir kombinuotų strategijų – poveikis hipotermijos dažniui, drebulio prevencijai, pacientų komfortui ir pooperaciniam atsistatymui.

Tyrimai rodo, kad šių metodų taikymas leidžia ženkliai sumažinti hipotermijos dažnį įvairių operacijų metu. Pavyzdžiui, teigiami rezultatai užfiksuoti taikant ASPAN (*American Society of*

PeriAnesthesia Nurses) rekomenduojamą kompleksinį šildymo protokolą, kuris apima oro šildymo sistemas, šildomas antklodes ir šiltus intraveninius skysčius [6]. Šiltą orą pučiančios sistemos yra viena efektyviausių aktyvaus šildymo technologijų, veikiančių konvekcinio principu – šiltas oras cirkuliuoja per perforuotas antklodes ir perduoda šilumą paciento odos paviršiui, taip sumažindamas intraoperacinę temperatūros kritimą ir pooperacinės hipotermijos riziką. Šildomos antklodės ir izoliaciniai sluoksniai padeda riboti radiacinę ir konvekcinę šilumos sklaidą, užtikrinant efektyvesnę šilumos išsaugojimą operacijos metu ir ankstyvuoją pooperaciniu laikotarpiu. Šilti intraveniniai skysčiai (37–41°C) mažina šilumos praradimą dėl intraveninių infuzijų, neleidami temperatūrai kristi dėl konvekcinių šilumos perdavimo iš cirkuliuojančio kraujo į periferinius audinius. Šių metodų derinys užtikrino reikšmingai geresnius rezultatus nei standartinė priežiūra. Pacientų grupėje, kurioje buvo taikomas ASPAN protokolas, intraoperacinės hipotermijos dažnis buvo visiškai eliminuotas (0 % ir 52 % standartinės priežiūros grupėje, $p < 0,001$), o pooperacinio drebulio nepasireiškė nė vienam pacientui (0 % ir 32 % standartinės priežiūros grupėje, $p < 0,001$). Tai patvirtina daugiakomponentinio šildymo protokolo efektyvumą perioperacinės termoreguliacijos palaikymui ir pacientų komforto gerinimui. [6].

Be to, aktyvus šildymas efektyvus ne tik mažinant hipotermijos dažnį, bet ir gerinant pooperacinius rodiklius. Atliekant kūno kontūravimo operacijas, pacientai, kuriems buvo taikomos konvekcinės oro šildymo sistemos (*Blanketrol* arba *HotDog*), turėjo žymiai mažesnę hipotermijos dažnį (7 % ir 5 %, palyginti su 38 % kontrolinėje grupėje, $p < 0,001$). Be to, šildomi pacientai rečiau patyrė drebulį, jautė mažesnę pooperacinį skausmą, o jų atsistatymo laikotarpis buvo trumpesnis [39]. Atliekant cezario pjūvio operacijas, anglies pluošto pagrindu veikianči elektrinė šildymo sistema, padėta po pacientės nugarą, reikšmingai sumažino hipotermijos dažnį ir turėjo teigiamą poveikį naujagimių būklei ankstyvuoją laikotarpiu. Intervencinėje grupėje pirmos minutės Apgar balas buvo aukštesnis ($7,47 \pm 0,64$ ir $7,00 \pm 0,36$ kontrolinėje grupėje, $p = 0,009$), o naujagimių kraujyje aptinkamo kortizolio koncentracija – reikšmingai mažesnė ($3,55 \pm 1,09$ ir atitinkamai $4,51 \pm 0,70$, $p = 0,01$), kas rodo mažesnę gimdymo sukeltą stresą naujagimiams ir geresnę jų adaptaciją po gimimo. Šie rezultatai patvirtina, kad aktyvus motinos šildymas operacijos metu gali turėti teigiamą fiziologinį poveikį ne tik pacientei, bet ir naujagimiui, sumažindamas stresinių hormonų sekreciją ankstyvuoją postnataliniu laikotarpiu. [40].

Kai kuriais atvejais skirtingos šildymo strategijos pasižymi panašiu veiksmingumu. Pavyzdžiui, laparoskopinių cholecistektomijų metu tiek oro šildymo sistemų naudojimas (42°C), tiek šilti intraveniniai skysčiai (38°C) efektyviai sumažino pooperacinio drebulio dažnį palyginus su nešildomų pacientų grupe, tačiau statistškai reikšmingo skirtumo tarp vidutinės kūno temperatūros grupėse nebuvo ($p > 0,05$). Abu metodai taip pat padėjo sumažinti kraujospūdžio ir širdies dažnio svyravimus operacijos metu, o pacientai jautė didesnę komfortą nei kontrolinės grupės pacientai

[41]. Vis dėlto, reikia atkreipti dėmesį, kad laparoskopinė cholecistektomija yra palyginti trumpa procedūra, todėl šios operacijos trukmė gali riboti šildymo metodų poveikio vertinimo patikimumą. Trumpalaikės operacijos metu temperatūros pokyčiai gali būti mažesni ir nepakankamai išreikšti, tad rezultatai turi būti vertinami atsargiai.

Dar didesnė šildymo strategijų nauda pastebima sudėtingesnėse operacijose, kur reikalingas ilgesnis pacientų stebėjimas. Taikant kombinuotą terminį izoliavimą (šilti operacijos metu naudojami skysčiai, izoliacinės antklodės ir nuolatinė temperatūros stebėseną) pacientams, kuriems atlikta lazerinė litotripsija, vidutinė kūno temperatūra operacijos pabaigoje buvo reikšmingai aukštesnė negu kontrolinėje grupėje esančių pacientų (atitinkamai 36,8°C ir 35,7°C, $p < 0,001$). Be to, šioje grupėje reikšmingai sumažėjo hipotermijos dažnis (5,43 % ir 18,18 %, $p < 0,001$) ir pooperacinės priežiūros PAPP laikotarpis (atitinkamai 52 min ir 63 min, $p < 0,001$) [42].

Įdomu tai, kad šiltą orą pučiančios sistemos gali būti veiksmingos ne tik operacijos metu, bet ir prieš anesteziją. Tyrimai rodo, kad naudojant šį aktyvų paciento šildymo metodą anestezijos indukcijos metu (47°C), intraoperacinės hipotermijos dažnis sumažėja nuo 57 % iki 19 % ($p < 0,001$), o pooperacinės hipotermijos dažnis – nuo 16,9 % iki 3,3 % ($p < 0,001$) lyginant su pasyviai šildomais pacientais [43]. Panašus efektas pastebėtas ir atliekant liposakciją, kur oro šildymo antklodės (43°C) reikšmingai sumažino hipotermijos dažnį ($p < 0,001$). Nors šilti liposakcijai naudojami infiltraciniai skysčiai taip pat turėjo tam tikrą poveikį, jų efektyvumas buvo mažesnis nei oro šildymo sistemų [44].

Vis dėlto, ne visi intraoperacinio šildymo metodai suteikia papildomą naudą. Apatinės kūno dalies šildymas naudojant šilto oro antklodės cezario pjūvio metu nesuteikė reikšmingo pranašumo lyginant su vien šiltais intraveniniais skysčiais: vidutinė kūno temperatūra poanestezinėje priežiūros palatoje buvo beveik identiška (36,6°C ir 36,5°C kontrolinėje grupėje, $p = 0,67$), o hipotermijos dažnis buvo toks pat (6 %, $p = 0,68$) [45].

Apibendrinant, didžioji dalis tyrimų rodo, kad aktyvus intraoperacinis šildymas reikšmingai sumažina hipotermijos dažnį (nuo 52 % iki 0–7 %), drebulio dažnį, pagerina pacientų šiluminį komfortą ir gali sutrumpinti laiką praleistą pabudimo palatoje (vidutiniškai 10–15 min).

6.2.2.2. Intraoperacinio šildymo metodų palyginimas

Šioje dalyje analizuojami įvairūs intraoperacinio šildymo metodai ir jų efektyvumas skirtingų operacijų metu. Remiantis 11 klinikinių tyrimų duomenimis, lyginami skirtingi šildymo metodai, tokie kaip šiltą orą pučianti sistema, šildančios antklodės, šildymo rankovės, terminiai kostiumai bei kombinuoti šildymo metodai. Dėmesys skiriamas jų poveikiui hipotermijos dažniui, temperatūros palaikymui ir paciento komfortui, taip pat operacijos tipui ir padėčiai, kurioje šie metodai taikomi.

Tyrimai parodė, kad intraoperacinio šildymo efektyvumas labai priklauso nuo paciento padėties operacijos metu, šildymo sistemos tipo ir jų taikymo strategijos. Atliekant stuburo operacijas padėtyje ant pilvo, viršutinės kūno dalies oru šildomos antklodės buvo reikšmingai efektyvesnės nei šis metodas taikomas apatinei kūno daliai, mažinant intraoperacinės hipotermijos dažnį (atitinkamai 55,2 % ir 75,9 %, $p = 0,019$). Taip pat, hipotermijos trukmė buvo daugiau nei penkis kartus trumpesnė viršutinės kūno dalies šildymo grupėje (20 min ir 102,5 min, $p = 0,005$), o pooperacinės hipotermijos dažnis, išmatuotas PAPP, buvo ženkliai mažesnis (21,4 % ir 49,1 % atitinkamai, $p = 0,002$).

Nepaisant šių privalumų, viršutinės kūno dalies kondukcinių oro šildymo sistemų taikymas stuburo chirurgijoje gali būti ribotas dėl operacinio lauko prieinamumo ir sterilumo iššūkių. Priekinės krūtinės dalies ir pečių uždengimas gali apsunkinti anestezijos priežiūrą, riboti kateterių prieinamumą bei padidinti sąlyčio infekcijos riziką. Skirtumų tarp pooperacinio drebulio, pacientų komforto ir kraujavimo operacijos metu nestebėta [46].

Kitame tyrime, analizuojančiame laparoskopines kolorektalines operacijas, nustatyta, kad konvekcinės šildymo sistemos, pozicionuojamos po paciento nugara, užtikrino geresnę kūno temperatūros kontrolę nei šildymo sistemos, taikytos priekinėje kūno dalyje. Hipotermijos dažnis nugarinės kūno dalies šildymo grupėje sumažėjo iki 32 %, palyginti su 57 % priekinės dalies grupėje ($p = 0,023$). Taip pat, nugarinės kūno pusės šildymo grupėje, kūno temperatūra buvo reikšmingai aukštesnė 60, 90, 120, 150 operacijos minutėmis ($p < 0,01$), o pooperacinis drebulis pasireiškė keturis kartus rečiau (atitinkamai 1 ir 4 pacientai). Pacientai, kuriems buvo taikomos nugarinės dalies šildymo sistemos, greičiau pasiekė pooperacinį stabilumą, vertinamą pagal Aldrete skalę ($p = 0,003$) [47].

Atliekant peties operacijas šonine padėtimi, aktyvaus šildymo sistemos su šilto oro pūtimu, dedamos virš paciento, buvo efektyvesnės nei dedamos po pacientu. 100 pacientų imties tyrime, priekinės kūno dalies šildymas sumažino hipotermijos dažnį iki 32,7 %, palyginti su 57,4 % nugarinės kūno dalies grupėje ($p = 0,023$). Drebulio dažnis buvo mažesnis priekinės padėties grupėje (8,2 % ir 19,1 % po paciento kūnu dedamų antklodžių grupė), nors šis skirtumas statistiškai nereikšmingas ($p > 0,05$) [48].

Specializuoti metodai taip pat pasirodė esantys veiksmingi. Pavyzdžiui, litotomijos padėčiai pritaikytos šildymo rankovės eliminavo pooperacinio drebulio pasireiškimą (0 % ir 16 % kontrolineje grupėje, $p < 0,05$) ir pagerino pacientų šiluminį komfortą. Standartinio temperatūros palaikymo grupėje, vidutinė kūno temperatūra, praėjus dviem valandom nuo operacijos pradžios, buvo reikšmingai žemesnė (35,94 °C) negu tiriamojoje grupėje (37,21 °C). Šios rankovės užtikrino normotermiją visiems pacientams, tačiau chirurginių vietų infekcijų dažnis tarp grupių nesiskyrė [49].

Kai kurie šildymo metodai atskirai negalėjo užtikrinti visiškos temperatūros kontrolės. Tyrimas, nagrinėjęs gastroenterologines operacijas, lygino tris aktyvias šildymo sistemas: kovekcines šilto oro antklodes, kondukcinį šildymo čiužinį ir pašildytus iki 41°C intraveninius skysčius. Nepaisant taikomų metodų, nė viena grupė nesugebėjo palaikyti normotermijos, o vidutinė temperatūra operacijos pabaigoje visose grupėse buvo žemesnė nei 36°C ($p > 0,05$), vidutinė kūno temperatūra pasibaigus operacijai – šilto oro antklodės grupėje 35,4 °C, šildomo čiužinio grupėje 35,2 °C ir šiltų intraveninių skysčių grupėje – 35,3 °C [50].

Du tyrimai lygino šiltą oro pučiančias sistemas su šildančiomis antklodėmis. Pavyzdžiui 112 dalyvių imties tyrime, plastinės chirurgijos metu oro šildymo sistemos užtikrino geresnę temperatūros kontrolę nei šildančios antklodės. Hipotermijos dažnis konvekcinio metodo grupėje buvo 25 %, palyginti su 47 % šildančių antklodžių grupėje ($p = 0,02$). Nors abi sistemos buvo laikomos saugiomis, šilumą generuojančios antklodės dažniau reikalavo papildomo šildymo [51]. Ortodontinėse operacijose šildančios antklodės taip pat parodė mažesnę efektyvumą. Palyginus jas su oro šildymo antklodėmis, hipotermijos dažnis buvo 61 % šildančių antklodžių grupėje ir 49 % oro šildymo grupėje ($p < 0,05$) [52].

Tam tikrose situacijose specifinės šildymo metodų kombinacijos buvo veiksmingiausios. Remiantis tyrimu apie įvairių šiluminės izoliacijos metodų poveikį nazofaringinei temperatūrai pacientėms, kurioms atliekama laparoskopinė histerektomija, buvo nustatyta, kad ginekologinių operacijų metu šiltų intraveninių skysčių naudojimas kartu su šildančia antklode (37°C) kombinavimas buvo reikšmingai efektyvesnis palaikant nazofaringinę temperatūrą (36,35°C po 90 min.) nei vien šildančios antklodės naudojimas (35,60°C kontrolinėje grupėje) arba šildymo antklodės ir inkubatoriaus, su nustatytais 37°C temperatūros režimais (35,85°C). Be to, pacientės, kurioms taikyta šiltų intraveninių skysčių infuzija kartu su išoriniu šildymu naudojant šildančią antklodę atsibudo po anestezijos vidutiniškai 21 min. greičiau, lyginant su šiltų intraveninių skysčių grupe (24 min., $p = 0,004$). [53].

Terminių kostiumų taikymas chirurgijoje taip pat pasirodė efektyvus. 40 dalyvių tyrime terminiai kostiumai sumažino hipotermijos dažnį iki 5 %, palyginti su 32 % apatinės kūno dalies oro šildymo sistemos grupėje ($p = 0,04$). Tačiau jų naudojimą apsunkino pacientų prakaitavimas ir galimas diskomfortas [54].

Atliekant operacijas litotomijos padėtyje, apatinės dalies šiltą orą pučiančios sistemos pasirodė efektyvesnės už viršutinės dalies sistemas. Centrinė temperatūra apatinės dalies grupėje operacijos pabaigoje buvo aukštesnė ($p < 0,01$), o periferinė temperatūra po 60 ir 90 minučių po operacijos taip pat buvo didesnė ($p < 0,01$). Be to, drebulio dažnis buvo žymiai mažesnis (2 % ir 18,4 %, kontrolinėje grupėje $p < 0,01$), o hospitalizacijos trukmė fiksuota trumpesnė (11 dienų ir 13 dienų kontrolinėje gruopėje, $p = 0,04$). [55].

Pagaliau, ambulatorinėse plastinės chirurgijos procedūrose konvekcinės oro šildymo sistemos išlaikė geresnę temperatūros kontrolę nei izoliaciniai terminiai kostiumai (atitinkamai 36,4°C ir 36,2°C, $p < 0,0001$). Tačiau nei vienas metodas visiškai neeliminavo hipotermijos [56].

Analizuoti tyrimai rodo, kad intraoperacinio šildymo metodų efektyvumas priklauso nuo jų taikymo strategijos, paciento padėties ir operacijos tipo. Konvekcinės oro šildymo sistemos dažniausiai buvo veiksmingiausios, sumažindamos hipotermijos dažnį iki 32–55 %, priklausomai nuo operacijos specifikos. Specializuoti metodai, pavyzdžiui, litotomijos padėties šildymo rankovės, visiškai eliminavo hipotermiją, o kombinuoti metodai, tokie kaip šilti intraveniniai skysčiai su konvekcinėmis oro šildymo sistemomis, užtikrina geresnį temperatūros palaikymą. Šiltą orą pučiančios sistemos taip pat pasireiškė geresniu efektyvumu negu šildančios antklodės, ypač plastinės ir ortopedinės chirurgijos metu. Rezultatai leidžia daryti išvadą, kad aktyvūs šildymo metodai yra būtini siekiant išvengti intraoperacinės hipotermijos, o optimalaus efektyvumo gali būti pasiekama derinant kelias strategijas, pritaikytas pagal operacijos pobūdį ir paciento būklę.

6.2.3. Šiltų skysčių naudojimas

Perioperacinė hipotermija gali būti nulemta ne tik aplinkos temperatūros ar anestezijos poveikio, bet ir naudojamų intraveninių skysčių bei operacijos metu taikomų tirpalų temperatūros. Siekiant sumažinti šilumos nuostolius ir pagerinti paciento termoreguliaciją, vis dažniau taikomas šiltų skysčių infuzijos metodas. Tyrimai rodo, kad šilti skysčiai ne tik mažina hipotermijos ir su ja susijusių komplikacijų dažnį, bet ir teigiamai veikia paciento komfortą, atsistatymo eigą bei kai kuriuos fiziologinius rodiklius.

Šiame skyriuje analizuojami 10 klinikinių tyrimų, nagrinėjančių šiltų intraveninių skysčių ir operacijos metu naudojamų tirpalų poveikį perioperacinės hipotermijos prevencijai. Tyrimuose vertinamas jų efektyvumas įvairiose chirurginėse operacijose, tokiose kaip kardiochirurgija, laparoskopinės, urologinės ir ortopedinės operacijos. Pagrindiniai rodikliai apima kūno temperatūros pokyčius, hipotermijos dažnį, pooperacinį drebulį ir paciento atsistatymo trukmę.

Šiltų intraveninių skysčių efektyvumas priklauso nuo jų temperatūros ir taikymo metodikos. Tyrime, kuriame dalyvavo 94 pacientai, kuriems buvo atliekama atviroji kardiochirurginė operacija, nustatyta, kad oro šildymo sistema reikšmingai sumažino hipotermijos dažnį, tačiau šiltų intraveninių skysčių (37–40 °C) infuzija taip pat buvo veiksminga, sumažindama kūno temperatūros kritimą lyginant su pasyviu paciento šildymo metodu ($p = 0,002$) [57]. Kitas tyrimas su 60 pacientais po širdies operacijos parodė, kad 500mL šalto albumino boliusas sukėlė vidutinį 0,3 °C

temperatūros kritimą, tuo tarpu šiltų skysčių infuzija leido išlaikyti pastovią kūno temperatūrą ($p < 0,001$). Be to, tiek po šalto albumino, tiek po šilto (37°C – 40°C) albumino infuzijos buvo panašiai padidėjusios vidutinio arterinio kraujospūdžio reikšmės, tačiau ši vertė grįžo į pradinį lygį greičiau po šalto albumino infuzijos [58].

Minimaliai invazinių procedūrų metu šiltų skysčių poveikis taip pat buvo reikšmingas. Atliekant perkutaninę endoskopinę juosmens diskektomiją 110 pacientų grupėje, pacientų, kuriems buvo naudojamas 37°C tirpalas, hipotermijos dažnis siekė 36,4 %, palyginti su 90,9 % kambario temperatūros naudojamų tirpalų grupėje ($p < 0,05$), o vidutinė apatinės kūno dalies temperatūra operacijos pabaigoje buvo aukštesnė ($36,3^{\circ}\text{C}$ ir $35,5^{\circ}\text{C}$ atitinkamai, $p < 0,05$) [59]. Be to, priešoperacinis skausmo lygis VAS balais buvo panašus abiejose grupėse ($7,41 \pm 4,01$ ir $7,36 \pm 3,77$ kontrolinėje grupėje, $p > 0,05$), tačiau po 6 valandų po operacijos VAS skausmo indeksas buvo reikšmingai mažesnis šiltų skysčių grupėje ($3,79 \pm 2,13$ ir $4,18 \pm 2,35$, $p < 0,05$). Vieną mėnesį po operacijos skausmo intensyvumas taip pat buvo mažesnis šildytų skysčių grupėje ($1,74 \pm 0,61$ ir $2,21 \pm 0,79$ kontrolinėje grupėje, $p < 0,05$), kas rodo geresnį ilgalaikį atsistatymą [59].

Robotu asistuojamos cistektomijos metu intraoperacinė šerdinė kūno temperatūra buvo reikšmingai aukštesnė pacientams, kuriems buvo taikyta šiltų (41°C) intraveninių skysčių infuzija ($p < 0,05$). Šioje grupėje taip pat buvo fiksuotas reikšmingai mažesnis kraujo perpylimo poreikis ($p = 0,028$) ir trumpesnė hospitalizacijos trukmė, vidutiniškai 16 dienų, palyginti su 20 dienų kontrolinėje grupėje ($p < 0,001$). Be to, šiltų skysčių grupėje nustatyti geresni krešėjimo rodikliai: pooperacinis protrombino laikas stebėtas trumpesnis, o trombocitų kiekis buvo reikšmingai didesnis. Tuo tarpu pagrindinių komplikacijų, tokių kaip šaltkrėtis ar pneumonija, dažnis tarp grupių nesiskyrė statistiškai reikšmingai [60].

Urologinėje chirurgijoje, analizuojant 50 pacientų, nustatyta, kad priešoperacinio oro šildymo ir šiltų intraveninių skysčių kombinacija reikšmingai sumažino kūno temperatūros kritimą intraoperaciniu laikotarpiu ($0,61 \pm 0,3^{\circ}\text{C}$ prieš $0,93 \pm 0,4^{\circ}\text{C}$ kontrolinėje grupėje, $p = 0,002$) ir pagerino pacientų terminį komfortą ($p = 0,041$) [61]. Be to, 213 pacientų tyrime, kuriame vertintas šiltų intraveninių skysčių poveikis ortopedinėse operacijose, drebulio dažnis sumažėjo nuo 43 % iki 6,6 %, o buvimo PAPP trukmė sutrumpėjo nuo 51 min iki 36 min ($p < 0,001$). Šilti skysčiai taip pat sumažino pooperacinio pykinimo ir vėmimo riziką [62].

Atliekant uretroskopinę lazerinę litotripsiją, 108 pacientų tyrime buvo analizuotas operacijos metu naudojamų skysčių temperatūros poveikis pooperacinei hipotermijai, karščiavimui ir drebulio dažniui. Pooperacinio karščiavimo dažnis buvo reikšmingai mažesnis 27°C ($17,1\%$) ir 37°C ($13,5\%$) skysčių grupėse, palyginti su 17°C grupe ($38,9\%$, $p < 0,05$). Pooperacinio drebulio dažnis taip pat reikšmingai sumažėjo nuo 22,2 % (17°C grupėje) iki 5,7 % (27°C grupėje) ir 2,7 % (37°C grupėje, $p < 0,05$). Operacijos pabaigoje kūno temperatūra buvo reikšmingai aukštesnė 27°C ir 37°C

°C grupėse, palyginti su 17 °C grupe ($p < 0,001$). Leukocitų skaičiaus (WBC), prokalcitonino (PCT) lygių ir hospitalizacijos trukmės skirtumai tarp grupių nebuvo reikšmingi ($p > 0,05$) [63].

Laparoskopinės cholecistektomijos operacijų metu, vertinant šiltų intraveninių skysčių ir oro šildymo efektyvumą, reikšmingų skirtumų tarp grupių nepastebėta, tačiau abu metodai efektyviai mažino pooperacinį drebulį [64]. Tačiau dėl neilgos operacijos trukmės šie duomenys turėtų būti vertinami atsargiai.

Akušerinėse operacijose kombinuotas šildymo metodas buvo ypač efektyvus. Tyrime, kuriame dalyvavo 50 nėščiųjų, priešoperacinio oro šildymo ir šiltų skysčių derinys sumažino hipotermijos dažnį nuo 48 % iki 0 % ($p < 0,001$) ir drebulio dažnį nuo 52 % iki 22 % ($p = 0,031$), be jokio neigiamo poveikio naujagimiams [65]. Panašūs rezultatai gauti ir kituose, 135 pacienčių imties akušeriniuose tyrimuose, kuriuose taip pat stebėtas geresnis motinų terminis komfortas ($p < 0,01$) [22].

Apibendrinant, šiltų intraveninių skysčių naudojimas reikšmingai mažina perioperacinės hipotermijos dažnį (nuo 90,9 % iki 0–36,4 %), pooperacinio drebulio dažnį (nuo 43 % iki 2,7–6,6 %) ir karščiavimo atvejus (nuo 38,9 % iki 13,5 %, $p < 0,05$). Be to, trumpesnė hospitalizacija (16 prieš 20 dienų, $p < 0,05$) ir pagerėję koaguliacijos rodikliai ($p = 0,004$) rodo šiltų skysčių svarbą chirurginės priežiūros kontekste. Rezultatai patvirtina jų efektyvumą palaikant normotermiją ir mažinant pooperacines komplikacijas.

6.2.4. Chirurginių veiksnių įtaka kūno temperatūros palaikymui

Laparoskopinės chirurgijos metu pacientų kūno temperatūra dažnai mažėja. Viena iš to priežasčių – į pilvo ertmę insufliuojamos šaltos ir sausos anglies dioksido dujos, kurios skatina skysčių garavimą nuo pilvaplėvės paviršiaus ir šilumos nuostolius. Siekiant sumažinti šį poveikį, taikomas šilto ir drėkinto CO₂ (toliau – šiltas CO₂) naudojimas. Šio metodo efektyvumas ištirtas keliuose atsitiktinių imčių tyrimuose, tačiau rezultatai išlieka nevienareikšmiai.

Tyrime, atliktame su 39 pacientais, kuriems buvo atliekamos planinės laparoskopinės kolorektalinės operacijos, palygintas šildytas CO₂ (naudojant *HumiGard* sistemą) su įprastu šaltu ir nedrėkintu CO₂. Po anestezijos indukcijos kūno temperatūra sumažėjo abiejose grupėse: šilto CO₂ grupėje iki vidutiniškai 35,87 °C, o kontrolinėje – iki 36,06 °C. Operacijos pabaigoje temperatūros skirtumas tarp grupių siekė 0,14 °C ($p > 0,05$). Visgi operacijose, trunkančiose ilgiau nei 120 minučių, šiltas CO₂ padėjo sumažinti skirtumą tarp šerdinės ir periferinės temperatūros [66].

Didelio masto tyrimas, apėmęs 150 ginekologinių pacienčių, lygino tris šildymo strategijas: vien šiltas CO₂, vien išorinis šildymas naudojant konvekcines oro šildymo sistemas ir abiejų metodų kombinacija. Rezultatai parodė, kad bent vieną temperatūros kritimo žemiau 36 °C epizodą patyrė 50 % pacienčių šilto CO₂ be papildomo šildymo grupėje, 22 % grupėje, kurioje buvo naudojamas išorinis šildymas ir tik 16 % grupėje kurioje buvo derinami abu metodai. Taip pat skyrėsi ir hipotermijos trukmė – ji buvo ilgiausia vien šilto CO₂ grupėje (vidutiniškai 61,3 minutės), o kitose dviejose grupėse siekė vos 10 minučių. Be to, kombinuoto metodo grupės pacientės PAPP atvykimo metu turėjo aukščiausią šerdinę temperatūrą ir rečiausiai patyrė šaltkrėtį – tik 6 % lyginant su vien tik išorinio šildymo grupe – 20 %, vien šilto CO₂ grupe – 34 % [67]. Šis tyrimas parodė, kad šiltas CO₂ vienas pats neapsaugo nuo hipotermijos, bet naudojamas kartu su išoriniu šildymu žymiai pagerina temperatūros kontrolę.

Kitame tyrime (n = 148), kuriame pagrindinis dėmesys buvo skiriamas pooperaciniam skausmui, taip pat buvo tiriamos pacientės, kurioms atliktos laparoskopinės ginekologinės operacijos. Nors temperatūros kontrolė nebuvo pagrindinis vertinimo kriterijus, skausmo vertinimo rezultatai buvo reikšmingi. Pavyzdžiui, pacientėms, sergančioms endometrioze, skausmas po operacijos buvo žymiai mažesnis šilto CO₂ grupėje su arba be papildomo šildymo, lyginant su grupe, kuriai taikytas tik išorinis šildymas. Ibuprofeno suvartojimas antrąją pooperacinę dieną taip pat buvo mažesnis – kombinuoto šildymo grupėje jis buvo vidutiniškai 0,59 g mažesnis nei kontrolinėje grupėje (p = 0,047) [68].

Galiausiai, naujausia sisteminė apžvalga ir metaanalizė, apėmusi šešis atsitiktinių imčių tyrimus su iš viso 471 pacientais, parodė, kad šilto CO₂ poveikis kūno temperatūrai yra statistškai ir kliniškai nereikšmingas. Vidutinis temperatūros skirtumas tarp šilto ir nešildyto CO₂ grupių siekė vos 0,01 °C (95 % PI: -0,1 – 0,11, p = 0,90), o pacientų vidutinė temperatūra abiejose grupėse svyravo nuo 35,6 iki 36,6 °C. Šioje analizėje visi įtraukti tyrimai naudojo papildomas šildymo priemones (pvz. šiltus intraveninius skysčius), todėl šilto CO₂ poveikis buvo vertinamas tik kaip papildomas, o ne pagrindinis veiksnys [69].

Ne mažiau svarbu yra įvertinti ir pačią chirurginę techniką kaip temperatūros pokyčių veiksnį. Tyrimai rodo, kad laparoskopinė chirurgija siejama su ilgesne operacijos trukme (p < 0,05) ir mažesniu kraujo netekimu (p < 0,01), palyginti su atvira operacija. Kai kuriuose stebėjimuose hipotermijos epizodai dažniau pasitaikė atliekant laparoskopines procedūras nei atviras (71,2 % vs. 63,2 %; p = 0,001), tačiau atlikus daugiakintamąją analizę šis skirtumas tapo nereikšmingas [70].

Be to, buvo nustatyta, kad nepriklausomi intraoperacinės hipotermijos rizikos veiksniai yra paciento lytis, chirurginis metodas (laparoskopinis ar atviras), sulašintų intraveninių skysčių kiekis, anestezijos trukmė ir kraujo transfuzijos poreikis ($p < 0,05$) [71]. Įdomu tai, kad uždegiminius procesus atspindinčių žymenų (IL-6 ir IL-8) koncentracijos pooperaciniu laikotarpiu buvo reikšmingai mažesnės laparoskopinės chirurgijos grupėje ($p < 0,05$), o tai gali būti susiję su mažesniu audinių pažeidimu.

Apibendrinant galima teigti, kad šilto ir drėkinto CO₂ dujų naudojimas turi nedidelį arba nereikšmingą poveikį kūno temperatūros palaikymui, kai taikomos standartinės šildymo priemonės. Tačiau tam tikrose situacijose – kaip ilgos trukmės operacijose arba kai pacientui negalima taikyti išorinio šildymo – šis metodas gali turėti papildomos vertės. Taip pat kai kuriuose tyrimuose pastebėtas šilto CO₂ poveikis kitoms klinikinėms baigtims, tokioms kaip mažesnis pooperacinis skausmas ir mažesnis vaistų suvartojimas po operacijos, ypač jautresnėse pacientų grupėse. Taip pat svarbu pažymėti, kad pati chirurginė technika, operacijos trukmė, infuzuotų skysčių kiekis ir kraujo netekimas yra svarbūs nepriklausomi hipotermijos rizikos veiksniai.

6.3. Pooperacinis laikotarpis

6.3.1. Pooperacinio šildymo efektyvumas

Pooperacinės hipotermijos valdymui dažniausiai taikomos konvekciniai oro šildymo metodai bei papildomos priemonės, tokios kaip ankstyvas paciento mobilizavimas. Šiame skyriuje analizuojami skirtingų aktyvaus šildymo metodų efektyvumo rodikliai, įskaitant normotermijos pasiekimo laiką, paciento komfortą, drebulio dažnį bei galimas komplikacijas pooperaciniu laikotarpiu.

Tyrime dalyvaujant 67 pacientams, kuriems buvo atlikta plaučių lobektomija, šilto oro antklodės (45°C) ženkliai sutrumpino laiką iki normotermijos – 52,27 min, palyginti su 139,0 min pasyviai šildomų pacientų grupėje ($p < 0,001$). Diastolinis kraujo spaudimas ir kvėpavimo dažnis buvo statistiškai reikšmingai aukštesni intervencijos grupėje [72].

Tyrimas, kuriame dalyvavo 243 vyresnio amžiaus (65-75 metų) pacientai, parodė, kad konvekcinės oro šildymo sistemos veiksmingumas priklauso nuo šildymo temperatūros. Dalyviai buvo atsitiktinai suskirstyti į 3 grupes pagal hipotermijos valdymo būdą: 1) standartinės antklodės 2) 38°C oro antklodės ir 3) 42°C oro antklodės grupės. 42°C intervencijos grupėje sistema užtikrino greičiausią normotermijos atstatymą ($35,9 \pm 6,5$ min), standartinės antklodės grupėje šis laikas buvo

reikšmingai ilgesnis (43.5 ± 8.3 min), $p < 0.001$. Didžiausias kūno temperatūros didėjimo tempas ($0,028^{\circ}\text{C}/\text{min}$, $p < 0,001$) stebėtas 42°C grupėje. Be to, drebulio dažnis buvo reikšmingai mažesnis 42°C grupėje (12 % ir 38 % standartinės antklodės grupėje, $p < 0,001$), kaip ir aritmijų pasireiškimas (atitinkamai 6 % ir 19 %, $p = 0,041$) [73].

Be konvekcinių oro šildymo sistemų, aktyvaus pooperacinio šildymo protokolai gali pagerinti pacientų atsistatymą. 54 pacientų, kuriems atliktos didelės apimties pilvo operacijos, tyrimas parodė, kad pacientai, kuriems buvo taikytas aktyvus šildymas (elektrinės antklodės, kai centrinės-periferinės temperatūros skirtumas viršijo 1°C), pasiekė priešoperacinį temperatūros lygį per 4 valandas, o kontrolinės grupės pacientams, gavusiems tik pasyvų šildymą temperatūros skirtumas išliko didesnis net po 12 valandų ($p < 0,05$). Šildymas taip pat reikšmingai pagerino šiluminį komfortą ($p = 0,01$) ir sumažino vidutinio sunkumo drebulio atvejų skaičių, o sunkus drebulys pasireiškė tik kontrolinėje grupėje [74].

Ankstyvas pacientų mobilizavimas gali prisidėti prie pooperacinės normotermijos palaikymo per kelis fiziologinius mechanizmus. Pirmiausia, fizinis aktyvumas stimuliuoja raumenų veiklą, kas didina šilumos gamybą per raumenų tonuso palaikymą. Be to, aktyvus judėjimas skatina periferinę kraujotaką, didina kraujagyslių tonusą ir padeda tolygiau paskirstyti kūno šilumą, taip apsaugant nuo kraštutinių temperatūros svyravimų [75].

51 pacientų (50–80 metų vyrai) tyrime, kuriame buvo lyginamas 38°C orą šildančių sistemų ir lengvų pratimų poveikis, nustatyta, kad šiltą orą pučiančios sistemos užtikrino geriausią kūno ir odos temperatūrų balansą, tačiau pratimai taip pat reikšmingai pagerino kraujo cirkuliaciją ir sumažino drebulio dažnį (5,9 % ir 18,8 % pasyviai šildomų pacientų grupėje, $p < 0,05$). Šie duomenys patvirtina, kad mobilizacija gali būti efektyvus papildomas metodas termoreguliacijos stabilizavimui, ypač pacientams, kuriems dėl chirurginių ar kitų klinikinių priežasčių negali būti taikomos aktyvios šildymo sistemos [75].

Neurochirurginių pacientų grupėje konvekcinės sistemos taip pat pasirodė veiksmingos. 64 neurochirurginių pacientų, kurie po operacijos buvo stebimi PAPP ar ITS, tyrime nustatyta, kad aktyvus šildymas sutrumpino laiką iki normotermijos nuo 210 min (pasyvus šildymas) iki 120 min aktyvaus šildymo grupėje ($p < 0,05$). Be to, pacientai, kuriems buvo taikoma ši intervencija, pažymėjo geresnį terminį komfortą, rečiau patyrė stiprų drebulį ir mažiau vartojo vaistų drebulio kontrolei ($p < 0,05$) [76].

Apibendrinant, aktyvūs šildymo metodai, ypač konvekcijos principu veikiančios oro šildymo sistemos, ženkliai sutrumpina normotermijos pasiekimo laiką, mažina drebulio dažnį ir gerina paciento komfortą pooperaciniu laikotarpiu. Be šildymo sistemų, ankstyva pacientų mobilizacija yra svarbi pooperacinės normotermijos palaikymo priemonė. Judėjimas skatina endogeninę šilumos gamybą per raumenų aktyvumą ir pagerina periferinę kraujotaką, kas padeda

tolygiai paskirstyti kūno šilumą. Tai ypač aktualu pacientams, kuriems šildymo sistemos negali būti taikomos dėl klinikinių kontraindikacijų ar techninių apribojimų. Duomenys rodo, kad net lengvi fiziniai pratimai reikšmingai mažina drebulio dažnį ir gerina šiluminį komfortą, todėl turėtų būti integruojami į ankstyvo pooperacinio atsistatymo protokolus kaip papildoma termoreguliacijos palaikymo priemonė.

7. DISKUSIJA

Nepaisant to, kad perioperacinė hipotermija yra gerai ištyrinėta ir moksliškai pagrįsta klinikinė problema, jos prevencija ir valdymas realioje klinikinėje praktikoje vis dar kelia iššūkių. Hipotermija be profilaktinių priemonių pasireiškia net 25–90 % pacientų, kuriems taikoma bendroji ar regioninė anestezija [2]. Toks aukštas paplitimas rodo, kad egzistuoja aiškus atotrūkis tarp teorinių žinių ir praktinio įgyvendinimo. Ypač trumpų, mažos rizikos operacijų metu, temperatūros kontrolė dažnai laikoma antraeiliu prioritetu, nors įrankiai ir metodikos leidžia šią problemą veiksmingai spręsti.

Nepakankama perioperacinės temperatūros kontrolė gali turėti ne tik fiziologines, bet ir sistemines pasekmes. Hipotermija siejama su didesne infekcijų, kraujavimo, širdies ritmo sutrikimų rizika, taip pat padidėjusiu pooperacinio skausmo intensyvumu bei ilgesniu pabudimo laiku, kas apsunkina paciento atsistatymo procesą ir didina finansines sąnaudas [4, 5]. Literatūroje akcentuojama, kad net nedidelis temperatūros sumažėjimas gali reikšmingai paveikti paciento gijimo eigą, todėl normotermijos palaikymas turėtų būti laikomas vienu iš pagrindinių perioperacinės priežiūros tikslų [4].

Farmakologiniai aspektai

Anestezijos vaistų pasirinkimas turi tiesioginį poveikį kūno temperatūros reguliavimui, ypač kalbant apie intraoperacinę hipotermiją. Tyrimai rodo, kad intraveniniai, inhaliaciniai ir regioniniai anestetikai veikia skirtingai, todėl jų pasirinkimas gali turėti didelės įtakos rezultatams.

Remimazolamas, palyginti su kitais anestetikais, dažnai pasižymi mažesniu hipotermijos dažniu ir geresniu kūno temperatūros palaikymu. Tyrime, kuriame buvo vertinamas remimazolamo ir desflurano poveikis pacientams, kuriems atlikta endoskopinė nosies operacija, remimazolamo grupėje intraoperacinės hipotermijos dažnis buvo didesnis (63,6 %) nei desflurano grupėje (32,3 %, $p = 0,014$). Tačiau kitame tyrime, kuriame buvo lyginami remimazolamas ir propofolis,

remimazolamas rodo geresnį termoreguliacinių procesų išlaikymą, nes pacientų kūno temperatūra operacijos metu buvo aukštesnė, o vazokonstrikcijos slenkstis pasiektas greičiau ($p < 0,01$) [32, 33]. Šie prieštaringi rezultatai gali būti paaiškinti metodologiniais skirtumais, tokiomis kaip skirtingos pacientų grupės ar operacijų rūšys, kurios gali turėti įtakos šilumos netekimui.

Propofolis, dažnai naudojamas intraveninis anestetikas, gali sukelti periferinę vazodilataciją, kas lemia temperatūros kritimą dėl šilumos redistribucijos į periferinius audinius. Tyrimai rodo, kad deksmedetomidinas šiuo atžvilgiu gali būti pasirenkamas kaip alternatyvus vaistas, nes jis mažina periferinę vazodilataciją ir padeda išlaikyti aukštesnę šerdinę kūno temperatūrą [35]. Tačiau ir šiuo atveju rezultatai gali skirtis, priklausomai nuo paciento būklės ir operacijos trukmės.

Regioninė anestezija, tokia kaip spinalinė ar periferinė nervų blokada, gali būti susijusi su mažesniu hipotermijos pasireiškimu, kadangi ji mažiau veikia centrinės nervų sistemos termoreguliacinį atsaką ir nesukelia sisteminės periferinės vazodilatacijos. Tyrimai rodo, kad peties rezginio blokas tarplaptniu priėjimu peties operacijų metu sukelia mažesnę hipotermijos dažnį nei bendroji anestezija, nes ji veikia tik ribotą kūno dalį, o ne visą organizmą [36].

Apibendrinant, vaistų pasirinkimas anestezijos metu turi tiesioginį poveikį kūno temperatūros reguliavimui, tačiau kiekvienas vaistas turi savo privalumų ir trūkumų, priklausomai nuo klinikinės situacijos. Skirtingi tyrimų rezultatai gali būti susiję su metodologiniais skirtumais, kaip paciento būklė, chirurgijos tipas ir naudojamų anestetikų savybės. Todėl būtina atlikti daugiau tyrimų, kad būtų galima optimaliai pritaikyti anestezijos metodus ir sumažinti hipotermijos riziką.

Priešoperacinis šildymas

Siekiant išvengti perioperacinės hipotermijos ir su ja susijusių komplikacijų, vis dažniau taikoma priešoperacinio šildymo strategija. Dauguma literatūros šaltinių patvirtina, kad trumpalaikis aktyvus šildymas prieš bendrosios ar regioninės anestezijos pradžią padeda sumažinti kūno temperatūros kritimą, ypač per pirmąsias 60–90 minučių po anestezijos indukcijos [20-22,24-31]. Nustatyta, kad net trumpi šildymo periodai (10–15 min) gali reikšmingai pagerinti šerdinės temperatūros palaikymą ir sumažinti redistribucinės hipotermijos riziką. Pavyzdžiui, tyrime su krūtų chirurgijos pacientėmis 10 minučių priešoperacinis šildymas reikšmingai prailgino normotermijos palaikymo trukmę ir sumažino temperatūros kritimą palyginti su vien intraoperaciniu šildymu [24]. Panašūs rezultatai gauti ir kitų chirurginių intervencijų metu – priešoperacinis šildymas mažina ne tik hipotermijos dažnį, bet ir pooperacinį drebulį, skausmo intensyvumą bei trumpino PAPP buvimo

trukmę [20]. Tačiau priešoperacinio šildymo efektyvumas priklauso nuo kelių veiksnių: šildymo trukmės, anestezijos tipo, paciento individualių savybių (pvz., KMI) bei aplinkos temperatūros [23].

Vis dėlto, kai kurie tyrimai rodo, kad priešoperacinio šildymo nauda gali būti ribota, ypač kai pacientams taikoma gerai organizuota temperatūros palaikymo sistema. Pavyzdžiui, tyrime, kuriame pacientai gavo ankstyvą intraoperacinį šildymą, buvo griežtai kontroliuojama preanestezijos patalpų temperatūra, o atstumai tarp patalpų buvo minimalūs, priešoperacinis šildymas nesumažino hipotermijos dažnio ar trukmės, palyginti su kontroline grupe. Be to, pastebėtas didesnis pacientų diskomfortas priešoperacinio šildymo metu, kuris galėjo turėti įtakos intraoperacinio šildymo nutraukimui [23]. Dar viena svarbi įžvalga – pacientų premedikacija benzodiazepinais, pavyzdžiui, flunitrazepamu, gali reikšmingai sumažinti šerdinę temperatūrą iki anestezijos pradžios. Tyrimai rodo, kad net 0,3–0,5 °C temperatūros sumažėjimas gali atsirasti priklausomai nuo sedacijos lygio. Nors priešoperacinis šildymas gali sumažinti tolesnę temperatūros kritimą, jis nebūtinai kompensuoja visą premedikacijos sukeltą temperatūros sumažėjimą [27]. Tai pabrėžia, kad priešoperacinis paciento šildymas turi būti laikomas kompleksinės normotermijos palaikymo strategijos dalimi, o ne vienintele priemone. Efektyviausi rezultatai pasiekiami tuomet, kai priešoperacinis šildymas derinamas su laiku pradedamu intraoperaciniu šildymu, šiltais intraveniniais skysčiais bei kontroliuojama aplinkos temperatūra.

Intraoperacinio šildymo efektyvumas

Intraoperacinis šildymas yra būtina priemonė, siekiant išvengti perioperacinės hipotermijos ir su ja susijusių komplikacijų. Aktyvūs šildymo metodai, tokie kaip konvekcinės oro šildymo sistemos ir šilti intraveniniai skysčiai, įrodė savo efektyvumą mažinant hipotermijos dažnį, pagerinant pacientų komfortą ir paspartinant atsistatymą [6, 39-44, 46-55]. Tyrimai su kardiochirurginėmis, urologinėmis ir ortopedinėmis operacijomis parodė, kad šiltų intraveninių skysčių infuzija (37°C - 41°C) ne tik padeda išlaikyti normotermiją, bet ir pagerina paciento šiluminį komfortą, pagerina kraujo krešėjimo rodiklius, bei sumažina pooperacinį skausmą ir drebulį [22, 58-62, 65].

Kitas analizuojamas šilumos išsaugojimo būdas yra terminiai kostiumai. Nors kai kurie tyrimai rodo, kad terminiai kostiumai gali būti efektyvūs mažinant hipotermiją ir pagerinant pacientų šiluminį komfortą, kai kuriais atvejais jų efektyvumas yra ribotas, ypač palyginus su šilta ora pučiančiomis sistemomis. Šis oro šildymo metodas pasižymi pranašumu, kadangi jis sukuria nuolatinį šilumos tiekimą paciento odai, tuo tarpu terminiai kostiumai, nors ir sumažina hipotermijos dažnį, mažinant šilumos spinduliavimą, dažnai susiduria su papildomais

nepatogumais, tokiomis kaip prakaitavimas ir diskomfortas. Tai gali lemti pacientų nepasitenkinimą, o šildymo metodų taikymas gali būti apribotas dėl prastų medžiagų oro laidumo savybių bei prakaitavimo, kuris dažnai pasitaiko ilgų operacijų metu. Tuo tarpu konvekcinės sistemos, dėl jų gebėjimo reguliuoti oro temperatūrą ir pašalinti šilumos pertekliaus problemą, rodo ženkliai didesnę veiksmingumą ir yra žymiai patogesnės pacientui, nes jos nesukelia prakaitavimo [54, 56]

Pasyvūs šildymo metodai paprastai apima priemones, kurios užtikrina šilumos sulaikymą, tačiau nesuteikia aktyvaus šilumos tiekimo. Tai gali būti terminiai kostiumai, antklodės ar izoliaciniai sluoksniai, kurie padeda mažinti šilumos praradimą dėl konvekcijos ir šilumos spinduliavimo į aplinką mažinimo. Nors jie gali būti naudingi šilumos sulaikymui trumpalaikiu laikotarpiu, jie nėra tokie veiksmingi kaip aktyvūs šildymo metodai [43, 57, 75, 76]

Galimos priežastys, kodėl pasyvūs šildymo metodai buvo mažai veiksmingi:

1. Neužtikrina pakankamos šilumos tiekimo – pasyvūs šildymo metodai, tokie kaip termo kostiumas, riboja šilumos nuostolius, tačiau nesuteikia pakankamo šilumos tiekimo, kad būtų išvengta reikšmingo temperatūros kritimo.
2. Ilgos pertraukos tarp šildymo sesijų – pasyvūs metodai negali užtikrinti nuolatinio šilumos tiekimo, ypač kai šildymo priemonės nutraukiamos dėl paciento transportavimo ar pozicionavimo operacijos metu.
3. Aplinkos temperatūros poveikis – pasyvūs metodai, kaip antklodės, negali kompensuoti aplinkos temperatūros poveikio, kuris gali sukelti papildomą šilumos nuostolį. Tai ypač svarbu ilgesnėse operacijose, kai aplinkos temperatūra ir paciento padėtis gali turėti įtakos šilumos išsaugojimui.

Aptarti tyrimai taip pat patvirtina, kad šiltų intraveninių skysčių infuzija yra viena iš efektyviausių strategijų palaikant normotermiją operacijos metu. Šilti intraveniniai skysčiai ne tik padeda išvengti kūno temperatūros kritimo, bet ir gerina pooperacinę atsistatymą, mažina drebulį bei pagerina kai kuriuos fiziologinius rodiklius, tokius kaip koaguliacijos rodikliai. Šiuo atžvilgiu šiltų intraveninių skysčių derinimas su aktyviu šildymu, gali užtikrinti optimalius rezultatus, o jų derinys padeda užtikrinti stabilų kūno temperatūros palaikymą ir sumažina perioperacines komplikacijas [22, 57-65].

Apibendrinant, aktyvūs šildymo metodai, ypač šiltą orą pučiančios sistemos ir šilti intraveniniai skysčiai, efektyviai mažina hipotermijos riziką ir pagerina pacientų komfortą, o pasyvūs metodai nesugeba suteikti pakankamos šilumos kontrolės ilgesnėse operacijose.

Kombinuoti metodai, kurie apima tiek aktyvų šildymą, tiek šiltų skysčių infuziją, bei pasyvių šildymo metodus yra geriausias pasirinkimas užtikrinant normotermiją ir sumažinant komplikacijų riziką.

Pooperacinis hipotermijos valdymas

Pooperacinės hipotermijos valdymas yra kritinis aspektas, siekiant užtikrinti greitą paciento atsistatymą ir sumažinti komplikacijų riziką po operacijų. Pooperacinės hipotermijos valdymas naudojant aktyvius šildymo metodus, tokias kaip konvekcinės oro šildymo sistemos, pasirodė esantys labai veiksmingi. Tyrimai rodo, kad šilto oro antklodės ženkliai sutrumpina laiką, per kurį pasiekama normotermija, ir mažina drebulio dažnį, kas yra svarbu pacientų komfortui ir mažina pooperacinių komplikacijų išsivystymo riziką. Pavyzdžiui, tyrime su pacientais, kuriems buvo atlikta plaučių lobektomija, šių antklodžių taikymas (45°C), sutrumpino laikotarpį iki normotermijos pasiekimo apie 3 kartus lyginant su pasyviais šildymo metodais [72]. Tai rodo, kad aktyvus šildymas gali žymiai pagerinti šilumos reguliavimą po operacijos, o greitesnis normotermijos atkūrimas gali turėti teigiamą poveikį pacientų atsigavimui. Tačiau, nors aktyvus šildymas yra efektyvus, reikia atkreipti dėmesį į papildomas fiziologines reakcijas. Intervencijos pacientų grupėje buvo pastebėti aukštesni diastolinio kraujo spaudimo ir kvėpavimo dažnio rodikliai, kas gali reikšti, kad šildymo sistema gali turėti įtakos autonominei nervų sistemos veiklai. Šie pokyčiai reikalauja tolimesnių tyrimų [72].

Kitas svarbus aspektas, kuris yra dažnai pamiršamas, yra mobilizacijos vaidmuo pooperacinėje priežiūroje. Tyrimai rodo, kad ankstyvas pacientų mobilizavimas taip pat gali reikšmingai pagerinti šilumos gamybą ir kraujotaką, taip palaikant normotermiją. Pavyzdžiui, tyrimas, kuriame buvo lyginamos 38°C oro antklodės ir lengvų pratimų poveikis pacientams, parodė, kad pratimai sumažino drebulio dažnį ir pagerino kraujotaką ($p < 0,05$) [75]. Judėjimas stimuliuoja raumenų veiklą, kas padeda generuoti šilumą ir užkirsti kelią šilumos praradimui.

Nepaisant šių teigiamų rezultatų, yra ir tam tikrų apribojimų, kuriuos būtina apsvarstyti. Aktyvios šildymo sistemos, nors ir efektyvios, ne visada yra tinkamos visiems pacientams dėl galimų kontraindikacijų ar techninių apribojimų. Be to, nors aktyvus šildymas gerina šilumos balansą ir sumažina drebulio dažnį, reikia nuodugniau įvertinti galimus šildymo sistemų šalutinius poveikius, tokius kaip širdies ir kraujagyslių sistemos reakcijos, ypač pacientams, kuriems yra širdies ligų rizika [72]. Taigi, nors aktyvus šildymas ir mobilizacija yra veiksmingi metodai pooperacinės hipotermijos valdymui, reikėtų pasirūpinti, kad šie metodai būtų pritaikyti individualiai, atsižvelgiant į paciento sveikatos būklę ir klinikines indikacijas.

Darbo apribojimai

Tyrimas turi kelis apribojimus, kurie gali turėti įtakos rezultatų interpretacijai. Pirma, literatūros apžvalga aprėpė tik straipsnius, paskelbtus per 2019–2025 metus, todėl galėjo būti praleisti svarbūs ankstesni tyrimai, galintys papildyti esamus duomenis. Antra, nors buvo įtraukti įvairūs anestezijos ir šildymo metodai, tyrimuose nebuvo pilnai įvertinti individualūs paciento veiksniai, tokie kaip amžius, gretutinės ligos, chirurginės procedūros sudėtingumas ar skirtingos paciento fiziologinės savybės, kurios galėtų paveikti kūno temperatūros pokyčius. Tai gali apriboti šio tyrimo išvadų taikymą platesnei pacientų populiacijai. Be to, kai kurie įtraukti tyrimai turėjo mažas imtis, o tai galėjo paveikti rezultatų statistinį patikimumą ir tikslumą.

9. IŠVADOS

1. Perioperacinė hipotermija yra dažna, bet dažnai nuvertinama problema, kurios pasireiškimo dažnis be prevencijos priemonių siekia 25–90 %. Ją lemia anestetikų poveikis termoreguliacijos centrui, periferinė vazodilatacija, ekspozicija šaltai aplinkai ir perioperaciniu laikotarpiu naudojami šalti skysčiai.
2. Hipotermija susijusi su didesne infekcijų, kraujavimo, širdies ritmo sutrikimų, pooperacinio skausmo, ilgesnės hospitalizacijos rizika ir didesnėmis sveikatos priežiūros išlaidomis.
3. Priešoperacinis šildymas sumažina hipotermijos dažnį nuo 54 % iki 12–30 %, o pooperacinio drebulio – nuo 42–56 % iki mažiau nei 4–19 %. Be to, pabudimo palatoje buvimo trukmė sutrumpėja vidutiniškai 34–42 minutėmis.
4. Aktyvus intraoperacinis šildymas –konvekcinės oro šildymo sistemos ir šilti intraveniniai skysčiai – leidžia sumažinti hipotermijos dažnį iki 0–7 %, pagerina šiluminį komfortą ir sutrumpina PAPP praleistą laiką 10–15 min.
5. Remimazolamas, palyginti su propofoliu užtikrina geresnę termoreguliacinę apsaugą – hipotermijos dažnis siekia 27,8 %, o pooperacinio drebulio – 19,4 %.
6. Temperatūros stebėsenos tikslumas ir reguliarumas yra esminis prevencijos komponentas. Paviršutiniškas ar vėluojantis matavimas neleidžia laiku įgyvendinti korekcinų priemonių.
7. Pacientų individualūs veiksniai – amžius, KMI, anemija, sepsis – turi būti įvertinami planuojant anesteziją, skysčių terapiją ir šildymo strategiją.

10. PRAKTINĖS REKOMENDACIJOS

1. Užtikrinti nuolatinę ir tikslią kūno temperatūros stebėseną viso perioperacinio laikotarpio metu, naudojant centrinius temperatūros matavimo metodus (pvz., ezofaginius ar nosiaryklės jutiklius), kad būtų galima anksti nustatyti temperatūros pokyčius ir laiku taikyti korekcines priemones.
2. Individualizuoti anestetikų pasirinkimą pagal paciento hipotermijos riziką – esant padidintai hipotermijos rizikai, vengti propofolio monoterapijos ir apsvarstyti alternatyvas, tokias kaip remimazolamas, ketaminas ar regioninė anestezija.
3. Taikyti aktyvaus šildymo metodus visuose chirurginio gydymo etapuose, ypač jei operacijos trukmė viršija 30 minučių arba pacientui nustatyta padidėjusi hipotermijos rizika. Rekomenduojami metodai: konvekinės oro šildymo sistemos ir šilti intraveniniai skysčiai (37–41 °C).
4. Įtraukti bent 10–15 minučių priešoperacinį paciento šildymą į standartinės perioperacinės priežiūros gaires, ypač pacientams, kuriems nustatyti hipotermijos rizikos veiksniai.
5. Naudoti kombinuotas šilumos palaikymo strategijas pacientams su padidinta hipotermijos rizika.
6. Užtikrinti, kad šilti intraveniniai skysčiai būtų standartinė praktika operacijų metu.

11. LITERATŪROS SĄRAŠAS

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 Jan;18(16):8749 [žiūrėta 2024-11-23]. Prieiga per: <https://www.mdpi.com/1660-4601/18/16/8749>
2. Lee Y, Kim K. Optimal Application of Forced Air Warming to Prevent Peri-Operative Hypothermia during Abdominal Surgery: A Systematic Review and Meta-Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2021 Jan;18(5):2517 [žiūrėta 2024-11-26]. Prieiga per: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7967382/>
3. Roth JV, Braitman LE, Hunt LH. Induction techniques that reduce redistribution hypothermia: a prospective, randomized, controlled, single blind effectiveness study. *BMC Anesthesiol*. 2019 Nov 6;19(1):203 [žiūrėta 2024-11-25]. Prieiga per: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6836364/>
4. Balki I, Khan JS, Staibano P, Duceppe E, Bessissow A, Sloan EN, et al. Effect of Perioperative Active Body Surface Warming Systems on Analgesic and Clinical Outcomes: A Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Anesthesia & Analgesia*. 2020 Nov;131(5):1430 [žiūrėta 2024-11-25]. Prieiga per: https://journals.lww.com/anesthesia-analgesia/abstract/2020/11000/effect_of_perioperative_active_body_surface.19.aspx
5. Adeyinka A, Layer DA. Neuromuscular Blocking Agents. [Updated 2024 Jun 8]. In: *StatPearls*. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan- [žiūrėta 2024-02-25]. Prieiga per: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537168/>
6. Kang S, Park S. Effect of the ASPAN Guideline on Perioperative Hypothermia Among Patients With Upper Extremity Surgery Under General Anesthesia: A Randomized Controlled Trial. *J Perianesth Nurs*. 2020 Jun;35(3):298–306 [žiūrėta 2024-11-23]. Prieiga per: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32005604/>
7. National Institute for Health and Care Excellence (NICE). Hypothermia: prevention and management in adults having surgery. London: NICE; 2008 [žiūrėta 2024-02-22]. Prieiga per: <https://www.nice.org.uk/guidance/cg65>

8. Folino TB, Muco E, Safadi AO, et al. Propofol. [Updated 2023 Jul 24]. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan- [žiūrēta 2024-02-26]. Prieiga per:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK430884/>
9. Williams LM, Boyd KL, Fitzgerald BM. Etomidate. [Updated 2023 Jun 26]. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan- [žiūrēta 2024-02-26]. Prieiga per:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK535364/>
10. Rosenbaum SB, Gupta V, Patel P, et al. Ketamine. [Updated 2024 Jan 30]. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan- [žiūrēta 2024-02-26]. Prieiga per:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470357/>
11. Edgington TL, Muco E, Maani CV. Sevoflurane. [Updated 2023 Jun 5]. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan- [žiūrēta 2024-02-26]. Prieiga per:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK534781/>
12. Khan J, Patel P, Liu M. Desflurane. [Updated 2024 Feb 23]. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan- [žiūrēta 2024-02-26]. Prieiga per:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537106/>
13. Hawkey TF, Preston M, Maani CV. Isoflurane. [Updated 2023 Aug 8]. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan- [žiūrēta 2024-02-27]. Prieiga per:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK532957/>
14. Jain A, Wermuth HR, Dua A, et al. Rocuronium. [Updated 2024 Feb 28]. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan- [žiūrēta 2024-02-27]. Prieiga per:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539888/>
15. Ramos-Matos CF, Bistas KG, Lopez-Ojeda W. Fentanyl. [Updated 2023 May 29]. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan- [žiūrēta 2024-02-27]. Prieiga per:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK459275/>
16. Murphy PB, Bechmann S, Barrett MJ. Morphine. [Updated 2023 May 22]. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan- [žiūrēta 2024-02-27]. Prieiga per:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK526115/>
17. Lingamchetty TN, Hosseini SA, Saadabadi A. Midazolam. [Updated 2023 Jun 5]. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan- [žiūrēta 2024-02-26]. Prieiga per:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537321/>
18. Beecham GB, Nessel TA, Goyal A. Lidocaine. [Updated 2024 Aug 16]. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan- [žiūrēta 2024-02-26]. Prieiga per:
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK539881/>

19. Bounds CG, Patel P. Benzodiazepines. [Updated 2024 Jan 30]. In: StatPearls. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2025 Jan- [žiūrėta 2024-02-26]. Prieiga per: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK470159/>
20. Becerra Á, Valencia L, Saavedra P, Rodríguez-Pérez A, Villar J. Effect of prewarming on body temperature in short-term bladder or prostatic transurethral resection under general anesthesia: A randomized, double-blind, controlled trial. *Sci Rep*. 2021 Oct 21;11(1):20762 [žiūrėta 2024-11-23]. Prieiga per: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8531284/>
21. Nayeibi N, Tekgül ZT, Şahinkaya HH. Effect of Prewarming on Skin Temperature Changes After Spinal Anesthesia in Transurethral Resection of the Bladder. *J Perianesth Nurs*. 2024 Jun;39(3):391–6 [žiūrėta 2024-11-23]. Prieiga per: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38206216/>
22. Ni TT, Zhou ZF, He B, Zhou QH. Effects of combined warmed preoperative forced-air and warmed perioperative intravenous fluids on maternal temperature during cesarean section: a prospective, randomized, controlled clinical trial. *BMC Anesthesiol*. 2020 Feb 26;20(1):48 [žiūrėta 2024-11-23]. Prieiga per: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7043061/>
23. Recio-Pérez J, Miró Murillo M, Martín Mesa M, Silva García J, Santonocito C, Sanfilippo F, et al. Effect of Prewarming on Perioperative Hypothermia in Patients Undergoing Loco-Regional or General Anesthesia: A Randomized Clinical Trial. *Medicina (Kaunas)*. 2023 Nov 27;59(12):2082 [žiūrėta 2024-11-23]. Prieiga per: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10744774/>
24. Kawanishi R, Honda Y, Bando Y, Kakuta N, Tanaka K. Effect of 10-minute prewarming plus intraoperative co-warming on core temperature maintenance during breast surgery compared to intraoperative co-warming alone: a randomized controlled trial. *J Med Invest*. 2023;70(1.2):74–9 [žiūrėta 2024-11-23]. Prieiga per: https://www.jstage.jst.go.jp/article/jmi/70/1.2/70_74/_article
25. Xiao Y, Zhang R, Lv N, Hou C, Ren C, Xu H. Effects of a preoperative forced-air warming system for patients undergoing video-assisted thoracic surgery: A randomized controlled trial. *Medicine (Baltimore)*. 2020 Nov 25;99(48):e23424 [žiūrėta 2024-11-23]. Prieiga per: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7710179/>
26. Oh EJ, Han S, Lee S, Choi EA, Ko JS, Gwak MS, et al. Forced-air prewarming prevents hypothermia during living donor liver transplantation: a randomized controlled trial. *Sci Rep*. 2023 Apr 6;13(1):3713 [žiūrėta 2024-11-24]. Prieiga per: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10079654/>
27. Bräuer A, Müller MM, Wetz AJ, Quintel M, Brandes IF. Influence of oral premedication and prewarming on core temperature of cardiac surgical patients: a prospective, randomized, controlled trial. *BMC Anesthesiol*. 2019 Apr 12;19(1):55 [žiūrėta 2024-11-24]. Prieiga per: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6466686/>

28. Thiel B, Mooijer BC, Kolff-Gart AS, Kerklaan BM, Poolman RW, de Haan P, et al. Is preoperative forced-air warming effective in the prevention of hypothermia in orthopedic surgical patients? A randomized controlled trial. *J Clin Anesth*. 2020 May;61:109633 [žiūrēta 2024-11-23]. Prieiga per: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31706739/>
29. Shirozu K, Nobukuni K, Maki J, Nagamatsu K, Tanaka R, Oya K, et al. Redistributive Hypothermia Prevention by Prewarming with Forced-Air: Exploratory, Open, Randomized, Clinical Trial of Efficacy. *Ther Hypothermia Temp Manag*. 2023 Jun;13(2):55–61 [žiūrēta 2024-11-24]. Prieiga per: <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/ther.2022.0009>
30. Cho SA, Lee SJ, Kim JH, Kwon W, Sung TY. The effect of combining prewarming with intraoperative phenylephrine infusion on the prevention of hypothermia in patients undergoing urological surgery: a prospective, randomized, and controlled trial. *Int J Med Sci*. 2023;20(13):1774–82 [žiūrēta 2024-11-23]. Prieiga per: <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/ther.2022.0009>
31. Kaufner L, Niggemann P, Baum T, Casu S, Sehouli J, Bietenbeck A, et al. Impact of brief prewarming on anesthesia-related core-temperature drop, hemodynamics, microperfusion and postoperative ventilation in cytoreductive surgery of ovarian cancer: a randomized trial. *BMC Anesthesiol*. 2019 Aug 22;19(1):161 [žiūrēta 2024-11-24]. Prieiga per: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6706928/>
32. Cho SA, Lee SJ, Kwon W, Jung JY, You HJ, Yoon SE, et al. Effect of Remimazolam on the Incidence of Intraoperative Hypothermia Compared with Inhalation Anesthetics in Patients Undergoing Endoscopic Nasal Surgery: A Prospective Randomized Controlled Trial. *Int J Med Sci*. 2024;21(13):2510–7 [žiūrēta 2024-11-23]. Prieiga per: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11492874/>
33. Lee C, Lee C, Lee J, Jang G, Kim B, Park S. Comparison of Core Body Temperatures in Patients Administered Remimazolam or Propofol during Robotic-Assisted and Laparoscopic Radical Prostatectomy. *Medicina (Kaunas)*. 2022 May 23;58(5):690 [žiūrēta 2024-11-23]. Prieiga per: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9144657/>
34. Lee C, Lee C, Lee H, Park J, Lim J, Kim H. The Effect of Remimazolam Compared to Sevoflurane on Postoperative Shivering in Patients Undergoing Laparoscopic Gynecologic Surgery under General Anesthesia: A Prospective Randomized Controlled Trial. *Medicina (Kaunas)*. 2023 Mar 15;59(3):578 [žiūrēta 2024-11-24]. Prieiga per: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10054077/>
35. Chang M, Cho SA, Lee SJ, Sung TY, Cho CK, Jee YS. Comparison of the effects of dexmedetomidine and propofol on hypothermia in patients under spinal anesthesia: a prospective,

- randomized, and controlled trial. *Int J Med Sci.* 2022;19(5):909–15 [žiūrėta 2024-11-24]. Prieiga per: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9149636/>
36. 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 Jan 12;103(2):e36855 [žiūrėta 2024-11-25]. Prieiga per: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10783373/>
 37. Feng G, Wang Y, Feng J, Luo X, Li C, Yao S. The relationship between core temperature and perioperative shivering during caesarean section under intrathecal anesthesia with bupivacaine and ropivacaine: a randomized controlled study. *J Anesth.* 2021 Dec;35(6):889–95 [žiūrėta 2024-11-25]. Prieiga per: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8595161/>
 38. Kinjo T, Tadokoro T, Tokushige A, Zamami T, Taira S, Ikehara Y, et al. Effects of Perioperative Administration of Acetaminophen on Postoperative Shivering: A Randomized, Triple-Blind, Placebo-Controlled Trial. *Anesth Analg.* 2020 Apr;130(4):983–90 [žiūrėta 2024-11-25]. Prieiga per: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31274602/>
 39. Hoyos AE, Perez Pachon ME, Benavides JE, Eljaiek A, Borrás Osorio M, Ramirez B. Effects of Optimal Temperature Control in Body Contouring Surgery: A Nonrandomized Controlled Clinical Trial. *Aesthet Surg J.* 2024 Oct 15;44(11):NP790–7 [žiūrėta 2024-11-25]. Prieiga per: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38953184/>
 40. Talhaoğlu D, Başer M, Özgün MT. The Effects of Actively Warming the Patient on Maternal and Infant Well-Being in a Cesarean Section Operation. *J Perianesth Nurs.* 2024 Jun;39(3):366–74 [žiūrėta 2024-11-25]. Prieiga per: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38219080/>
 41. Baradaranfard F, Jabalameli M, Ghadami A, Aarabi A. Evaluation of Warming Effectiveness on Physiological Indices of Patients Undergoing Laparoscopic Cholecystectomy Surgery: A Randomized Controlled Clinical Trial. *J Perianesth Nurs.* 2019 Oct;34(5):1016–24 [žiūrėta 2024-11-25]. Prieiga per: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30879908/>
 42. Chen X, He L, Yu X, Bo Y, Yu L, Chen Q, et al. Effects of Thermal Insulation on Recovery and Comfort of Patients Undergoing Holmium Laser Lithotripsy. *Med Sci Monit.* 2024 Apr 18;30:e942836 [žiūrėta 2024-11-25]. Prieiga per: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11036894/>
 43. Yoo JH, Ok SY, Kim SH, Chung JW, Park SY, Kim MG, et al. Efficacy of active forced air warming during induction of anesthesia to prevent inadvertent perioperative hypothermia in intraoperative warming patients: Comparison with passive warming, a randomized controlled trial.

Medicine (Baltimore). 2021 Mar 26;100(12):e25235 [žiūrėta 2024-11-25]. Prieiga per:

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9281959/>

44. Zhang M, Wang L, Tan L, Sun C, Xiao Y, Zhang T, et al. Effects of Heated Infiltration Solutions and Forced-Air Heating Blankets on Intraoperative Hypothermia During Liposuction: A Factorial Randomized Controlled Trial. *Aesthetic Plast Surg.* 2024 May;48(10):1956–63 [žiūrėta 2024-11-26]. Prieiga per: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00266-023-03801-5>
45. Haim S, Cohen B, Lustig A, Greenberger C, Aptekman B, Weiniger CF. Lower-body warming and postoperative temperature in cesarean delivery under spinal anesthesia: a randomized controlled trial. *Int J Obstet Anesth.* 2024 May;58:103990 [žiūrėta 2024-11-25]. Prieiga per: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38614895/>
46. Yoo JH, Ok SY, Kim SH, Chung JW, Park SY, Kim MG, et al. Comparison of upper and lower body forced air blanket to prevent perioperative hypothermia in patients who underwent spinal surgery in prone position: a randomized controlled trial. *Korean J Anesthesiol.* 2022 Feb;75(1):37–46 [žiūrėta 2024-11-25]. Prieiga per: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8831429/>
47. Gulia A, Gupta N, Kumar V, Bhoirwal S, Malhotra RK, Bharti SJ, et al. Comparison of two forced air warming systems for prevention of intraoperative hypothermia in carcinoma colon patients: a prospective randomized study. *J Clin Monit Comput.* 2022 Feb;36(1):215–20 [žiūrėta 2024-11-25]. Prieiga per: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10877-020-00639-z>
48. Yin W, Wan Q, Jia H, Jiang X, Luo C, Zhang L. Comparison of two different uses of underbody forced-air warming blankets for the prevention of hypothermia in patients undergoing arthroscopic shoulder surgery: a prospective randomized study. *BMC Anesthesiol.* 2022 Feb 28;22(1):55 [žiūrėta 2024-11-25]. Prieiga per: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8883687/>
49. Shi CJ, Zhong BY. A Novel Device for Intraoperative Hypothermia Prevention in Patients with Lower Abdominal Surgery: A Prospective Randomized Single-Center Study. *Ther Hypothermia Temp Manag.* 2023 Jun;13(2):66–9 [žiūrėta 2024-11-24]. Prieiga per: <https://www.liebertpub.com/doi/10.1089/ther.2022.0017>
50. Santos RM da SF, Boin I de FSF, Caruy CAA, Cintra E de A, Torres NA, Duarte HN. Randomized clinical study comparing active heating methods for prevention of intraoperative hypothermia in gastroenterology. *Rev Lat Am Enfermagem.* 2019 Jan 17;27:e3103 [žiūrėta 2024-11-25]. Prieiga per: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6336363/>
51. Tyvold SS. Preventing hypothermia in outpatient plastic surgery by self-warming or forced-air-warming blanket: A randomised controlled trial. *Eur J Anaesthesiol.* 2019 Nov;36(11):843–50 [žiūrėta 2024-11-25]. Prieiga per: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31567576/>

52. Lauronen SL, Kalliovalkama J, Aho A, Mäkinen MT, Huhtala H, Yli-Hankala AM, et al. Self-warming blanket versus forced-air warming blanket during total knee arthroplasty under spinal anaesthesia: A randomised non-inferiority trial. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2023 Sep;67(8):1102–9 [žiūrēta 2024-11-23]. Prieiga per: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/aas.14283>
53. Yang G, Zhu Z, Zheng H, He S, Zhang W, Sun Z. Effects of different thermal insulation methods on the nasopharyngeal temperature in patients undergoing laparoscopic hysterectomy: a prospective randomized controlled trial. *BMC Anesthesiol*. 2021 Apr 5;21(1):101 [žiūrēta 2024-11-23]. Prieiga per: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8020548/>
54. Lauronen SL, Mäkinen MT, Annala P, Huhtala H, Yli-Hankala A, Kalliomäki ML. Thermal suit connected to a forced-air warming unit for preventing intraoperative hypothermia: A randomised controlled trial. *Acta Anaesthesiol Scand*. 2021 Feb;65(2):176–81 [žiūrēta 2024-11-25]. Prieiga per: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/aas.13714>
55. Hara K, Kuroda H, Matsuura E, Ishimatsu Y, Honda S, Takeshita H, et al. Underbody blankets have a higher heating effect than overbody blankets in lithotomy position endoscopic surgery under general anesthesia: a randomized trial. *Surg Endosc*. 2022 Jan;36(1):670–8 [žiūrēta 2024-11-25]. Prieiga per: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7845577/>
56. Brodshaug I, Tettum B, Raeder J. Thermal Suit or Forced Air Warming in Prevention of Perioperative Hypothermia: A Randomized Controlled Trial. *J Perianesth Nurs*. 2019 Oct;34(5):1006–15 [žiūrēta 2024-11-25]. Prieiga per: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31204273/>
57. Akbarpour Roshan MB, Jafarpour H, Shamsalinia A, Fotokian Z, Hamidi SH. Effects of a forced-air warming system and warmed intravenous fluids on hemodynamic parameters, shivering, and time to awakening in elderly patients undergoing open cardiac surgery. *Ann Card Anaesth*. 2023;26(4):386–92 [žiūrēta 2024-11-26]. Prieiga per: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10691583/>
58. Yanase F, Bitker L, Lucchetta L, Naorungroj T, Cutuli SL, Osawa EA, et al. Comparison of the Hemodynamic and Temperature Effects of a 500-mL Bolus of 4% Albumin at Room Versus Body Temperature in Cardiac Surgery Patients. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 2021 Feb;35(2):499–507 [žiūrēta 2024-11-26]. Prieiga per: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32654806/>
59. Sun M, Chu F, Zhang L, Zhao R, Liu X, Yu H, et al. Effect of medium with moderate temperature on patient's body temperature during percutaneous endoscopic lumbar discectomy. *J Orthop Surg Res*. 2022 Jun 28;17(1):336 [žiūrēta 2024-11-26]. Prieiga per: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9237985/>
60. Luo J, Zhou L, Lin S, Yan W, Huang L, Liang S. Beneficial effect of fluid warming in elderly patients with bladder cancer undergoing Da Vinci robotic-assisted laparoscopic radical

cystectomy. *Clinics (Sao Paulo)*. 2020;75:e1639 [žiūrėta 2024-11-27]. Prieiga per:

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC7153363/>

61. Oh YJ, Jun IJ. The Effect of Brief Warming during Induction of General Anesthesia and Warmed Intravenous Fluid on Intraoperative Hypothermia in Patients Undergoing Urologic Surgery. *Medicina (Kaunas)*. 2024 Apr 30;60(5):747 [žiūrėta 2024-11-27]. Prieiga per:

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC11123144/>

62. Mortazavi Y, Seyfi S, Jafarpour H, Esbakian B, Gholinia H, Esmaeili M, et al. The Effect of Warmed Serum on Shivering and Recovery Period of Patients Under General and Spinal Anesthesia: A Randomized Clinical Trial. *J Perianesth Nurs*. 2024 Feb;39(1):38–43 [žiūrėta 2024-11-27]. Prieiga per: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37725032/>

63. He Y, Feng YG, He J, Liang B, Jiang MD, Liu J, et al. Effects of irrigation fluid temperature during flexible ureteroscopic holmium laser lithotripsy on postoperative fever and shivering: a randomized controlled trial. *BMC Urol*. 2021 Apr 27;21(1):72 [žiūrėta 2024-11-27]. Prieiga per:

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8077842/>

64. Baradaranfard F, Jabalameli M, Ghadami A, Aarabi A. Evaluation of Warming Effectiveness on Physiological Indices of Patients Undergoing Laparoscopic Cholecystectomy Surgery: A Randomized Controlled Clinical Trial. *J Perianesth Nurs*. 2019 Oct;34(5):1016–24 [žiūrėta 2024-11-25]. Prieiga per: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30879908/>

65. Jun JH, Chung MH, Jun IJ, Kim Y, Kim H, Kim JH, et al. Efficacy of forced-air warming and warmed intravenous fluid for prevention of hypothermia and shivering during caesarean delivery under spinal anaesthesia: A randomised controlled trial. *Eur J Anaesthesiol*. 2019 Jun;36(6):442–8 [žiūrėta 2024-11-25]. Prieiga per: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30985539/>

66. Reeves N, White J, Bird S, Shinkwin M, Cornish J, Torkington J. Warmed and humidified insufflation to prevent perioperative hypothermia and improve the quality of recovery in elective laparoscopic colorectal resection patients: a feasibility study for a triple-blind randomized controlled trial. *Colorectal Dis*. 2021 Dec;23(12):3262–71 [žiūrėta 2025-05-01]. Prieiga per: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/codi.15984>

67. Wittenborn J, Mathei D, van Waesberghe J, Zeppernick F, Zeppernick M, Tchaikovski S, et al. The effect of warm and humidified gas insufflation in gynecological laparoscopy on maintenance of body temperature: a prospective randomized controlled multi-arm trial. *Arch Gynecol Obstet*. 2022 Sep;306(3):753–67 [žiūrėta 2025-05-01]. Prieiga per: <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9411231/>

68. Breuer M, Wittenborn J, Rossaint R, Van Waesberghe J, Kowark A, Mathei D, et al. Warm and humidified insufflation gas during gynecologic laparoscopic surgery reduces postoperative pain

in predisposed patients-a randomized, controlled multi-arm trial. Surg Endosc. 2022

Jun;36(6):4154–70 [žiūrēta 2025-05-01]. Prieiga per:

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9085687/>

69. Sharma S, McKechnie T, Khamar J, Wu K, Hong D, Eskicioglu C. The role of warmed-humidified carbon dioxide insufflation in colorectal surgery: A systematic review and meta-analysis. Colorectal Dis. 2024 Jan;26(1):7–21 [žiūrēta 2025-05-01]. Prieiga per:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/codi.16798>

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/codi.16798>

70. Cumin D, Fogarin J, Mitchell SJ, Windsor JA. Perioperative hypothermia in open and laparoscopic colorectal surgery. ANZ J Surg. 2022 May;92(5):1125–31 [žiūrēta 2025-05-01].

Prieiga per: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ans.17493>

71. Tu YH, Zhang D. Risk Factors for Hypothermia during Laparoscopic or Open Surgery of Colorectal Cancer under General Anesthesia. Ann Ital Chir. 2025;96(1):108–15 [žiūrēta 2025-05-01]. Prieiga per:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39815844/>

72. Işıklı AG, Fındık ÜY. Determining the Effectiveness of Forced-Air Warming Blankets in Maintaining Postoperative Body Temperature: A Randomized Controlled Trial. J Perianesth Nurs. 2022 Aug;37(4):533–9 [žiūrēta 2024-11-28]. Prieiga per:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35012871/>

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35012871/>

73. Xu H, Xu G, Ren C, Liu L, Wei L. Effect of forced-air warming system in prevention of postoperative hypothermia in elderly patients: A Prospective controlled trial. Medicine (Baltimore). 2019 May;98(22):e15895 [žiūrēta 2024-11-28]. Prieiga per:

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6708676/>

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC6708676/>

74. Kameda N, Okada S. Evaluation of Postoperative Warming Care Protocol for Thermal Comfort and Temperature Management Immediately After Surgery: Nonrandomized Controlled Trial. J Perianesth Nurs. 2023 Jun;38(3):427–33 [žiūrēta 2024-11-28]. Prieiga per:

[https://www.jopan.org/article/S1089-9472\(22\)00432-4/fulltext](https://www.jopan.org/article/S1089-9472(22)00432-4/fulltext)

[https://www.jopan.org/article/S1089-9472\(22\)00432-4/fulltext](https://www.jopan.org/article/S1089-9472(22)00432-4/fulltext)

75. Kameda N, Isono S, Okada S. Effects of postoperative active warming and early exercise on postoperative body temperature distribution: Non-blinded and randomized controlled trial. Jpn J Nurs Sci. 2020 Jul;17(3):e12335 [žiūrēta 2024-11-28]. Prieiga per:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jjns.12335>

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/jjns.12335>

76. Özşaban A, Acaroğlu R. The Effect of Active Warming on Postoperative Hypothermia on Body Temperature and Thermal Comfort: A Randomized Controlled Trial. J Perianesth Nurs. 2020 Aug;35(4):423–9 [žiūrēta 2024-11-28]. Prieiga per:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32360129/>