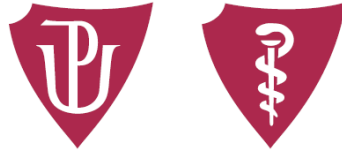


Univerzita Palackého v Olomouci
Lékařská fakulta



Vliv perioperačních faktorů na chirurgický výkon - nechtěná perioperační hypotermie

Disertační práce

MUDr. Lenka Obare Pyszková

Školitel: prof. MUDr. Milan Adamus, Ph.D., MBA

Olomouc 2021

Prohlašuji, že jsem disertační práci zpracovala samostatně pod odborným vedením prof. MUDr. Milana Adamuse, Ph.D., MBA, a uvedla všechny použité zdroje.

V Olomouci 8. dubna 2021

MUDr. Lenka Obare Pyszková

Poděkování

Děkuji všem, kteří mě podporovali a bez kterých by tato práce nikdy nevznikla.

Především děkuji svému školiteli prof. MUDr. Milanu Adamusovi, Ph.D., MBA, za dlouholeté vedení, pomoc a cenné rady nejen během mého postgraduálního studia. Velké díky za podporu, vytrvalé povzbuzování a konzultace patří MUDr. Šárce Fritscherové, Ph.D. Děkuji přednostce Kliniky anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny MUDr. Olze Klementové, Ph.D., za morální podporu a umožnění práci dokončit.

Upřímně děkuji kolegům a spolupracovníkům MUDr. Katce Dostálové, Ph.D., Mgr. Ivaně Bartíkové, Ph.D., prim. MUDr. Petru Benešovi, Ph.D., a MUDr. Petru Daňovi za korekci textů, spolupráci a pozitivní motivaci. Děkuji celému lékařskému a sesterskému kolektivu KARIM za pomoc při sběru dat.

Děkuji Mgr. Janě Zapletalové, Dr., z Ústavu lékařské biofyziky LF UP v Olomouci, která provedla statistické zpracování dat. Můj dík patří rovněž Ing. Helze Hromádkové za skvělé vedení a neutuchající podporu během celého mého doktorského studia.

Děkuji své rodině, zvláště svému otci a již zesnulé mamince za trpělivost a poskytnuté zázemí. Děkuji svému manželovi a synovi, že mi umožnili profesní růst, děkuji jim za toleranci a podporu i tehdy, když jsem nemohla dostatečně dostát svým rodičovským povinnostem.

OBSAH

1	ÚVOD DO PROBLEMATIKY	7
2	TEORETICKÁ ČÁST	9
2.1	Tělesná teplota.....	9
2.2	Historie indukované hypotermie	10
2.3	Měření tělesné teploty	11
2.4	Mechanismy termoregulace	12
2.4.1	Termosenzory	12
2.4.2	Centrální termoregulace.....	13
2.4.3	Behaviorální a autonomní odpověď	13
2.4.4	Třesavka	14
2.4.5	Kůže a termoregulace	15
2.4.6	Ztráty tepla	15
2.4.6.1	Ztráty tepla během anestezie u malých dětí.....	16
2.4.7	Termoregulace u novorozenců a malých dětí	16
2.5	Hypotermie v anesteziologii	17
2.5.1	Vliv celkové anestezie na vznik hypotermie	17
2.5.2	Vliv neuraxiální anestezie na hypotermii	19
2.5.3	Vliv hypotermie na účinek anestetik	19
2.6	Komplikace hypotermie	20
2.6.1	Koagulopatie	20
2.6.2	Afinita kyslíku k hemoglobinu	21
2.6.3	Obranyschopnost	21
2.6.4	Oběhové komplikace.....	21
2.6.5	Svalový třes	22
2.6.6	Zvýšení nákladů, prodloužení pobytu na PACU.....	23
2.6.7	Diskomfort nemocného	23
2.7	Ohřevné systémy v prevenci a léčbě hypotermie.....	23
2.7.1	Ohřev infuzních roztoků	23
2.7.2	Pasivní metody.....	24
2.7.3	Aktivní metody.....	24

2.7.3.1	Aktivní samoohřívací přikrývky.....	24
2.7.3.2	Systemy s teplým vzduchem.....	24
2.7.3.3	Systemy s horkou vodou.....	25
2.7.3.4	Kombinace systémů vzduch-voda.....	25
2.7.3.5	Podložky pod pacienta	25
2.7.4	Elektrické přikrývky	25
2.7.5	Prewarming	25
2.8	Hypertermie.....	26
2.9	Indikovaná mírná perioperační hypotermie	27
3	KLINICKÁ ČÁST.....	28
3.1	Cíl a design studie.....	28
3.2	Schválení etickou komisí.....	29
3.3	Studie – fáze 1	29
3.3.1	Úvod a cíle	29
3.3.2	Metodika, statistické zpracování	29
3.4	Studie – fáze 2	31
3.4.1	Úvod a cíle	31
3.4.2	Metodika, statistické zpracování	32
3.5	Studie – fáze 3	33
3.5.1	Úvod a cíle	33
3.5.2	Metodika, statistické zpracování	33
3.6	Výsledky.....	36
3.6.1	Výsledky 1. a 3. fáze studie	36
3.6.2	Výsledky 2. fáze studie	44
3.7	Diskuse	47
4	ZÁVĚRY	54
5	ANOTACE DISERTAČNÍ PRÁCE	56
6	POUŽITÁ LITERATURA.....	61
7	PUBLIKACE AUTORA VZTAHUJÍCÍ SE K DISERTAČNÍ PRÁCI	69
8	OBRAZOVÁ PŘÍLOHA.....	70
8.1	Formuláře.....	70
8.2	Obrázky.....	74

9	SEZNAM OBRAZOVÝCH PŘÍLOH	85
10	SEZNAM GRAFŮ	85
11	SEZNAM TABULEK	86
12	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	87

1 ÚVOD DO PROBLEMATIKY

Tři základní pilíře určující kvalitu zdravotní péče jsou dobře známé – bezpečnost, efektivita a orientace na pacienta [1, 2]. V ČR (Česká republika) se denně provede okolo 2 100 operačních zákroků, k jejichž bezpečnému a kvalitnímu provedení je zapotřebí určitého typu anestezie [3]. Již v roce 2013 Sury et al. publikovali článek, ve kterém jasně mluví o tom, že smrt pacienta, bezprostředně spojená s anestezií nebo následně po ní, je ve vyspělých zemích nízká, až ojedinělá [1]. My zdravotníci vidíme bezpečnost a efektivitu perioperační doby v preciznosti chirurgického výkonu, ve výskytu komplikací a délce hospitalizace. Výsledek dobře provedeného operačního výkonu má z pohledu pacienta jiný rozměr, a to subjektivní vnímání celé perioperační doby. V poslední dekádě bylo provedeno několik studií se zaměřením na perioperační spokojenost a stesky pacientů. Je zřejmé, že pacientův dobrý pocit či subjektivní vnímání nepohody patří mezi základní kameny v hodnocení kvality zdravotní péče, což Darzi zdůrazňuje ve své práci [2]. Posouzení kvality péče by mělo být zaměřeno na pacienta a na to, co je pro něj jednoznačně důležité [4, 5]. Nejde jen o hladký průběh anestezie a operace. Jakákoliv nepříjemná pooperační komplikace může celkové vnímání jinak excelentního operačního výkonu úplně degradovat.

Všechny nežádoucí události jsou navíc spojené s možnými komplikacemi, které prodlužují hospitalizaci a zvyšují náklady na zdravotní i sociální péči. Dle mého názoru i dostupných dat může prohlubování měření spokojenosti a stesků pacienta a s tím i ruku v ruce snižování výskytu nežádoucích událostí po anestezii vést k menšímu výskytu objektivních komplikací, zkrácení doby hospitalizace, snížení ekonomických nákladů, a především přispívá ke zvýšení kvality péče. Ta je centrem pozornosti zdravotních systémů 21. století.

Mezi nejčastější subjektivně vnímané komplikace po operaci patří pooperační bolest, nauzea a zvracení, bolest v krku a pocit chladu s třesavkou, které mohou v různé kombinaci doprovázet perioperační

hypotermii. Výskyt nechtěné perioperační hypotermie se podle dostupné literatury objevuje u 6–90 % pacientů [6–9]. Práce zabývající se výskytem této nežádoucí komplikace začaly nabírat na významu v 90. letech minulého století. Jen v roce 2018 je v databázi PubMed 19 prací na téma „inadvertent perioperative hypothermia“ [10]. Mohu se jen domnívat, nicméně data mne v tom podporují, že perioperační hypotermie svými nežádoucími důsledky nepříznivě ovlivňujícími pacientovou spokojenost, je v medicíně 21. století určitým kamenem úrazu pro mnohá zdravotnická zařízení. V posledních patnácti letech je patrná snaha o zavedení metodiky pro udržení tepelného perioperačního komfortu do každodenní praxe. V některých zemích je péči o teplotu věnována stejná pozornost jako ostatním vitálním známkám. Tepelnou homeostázu můžeme skutečně považovat za šestou vitální funkci člověka, která by měla být monitorována a léčena stejně intenzivně jako kardiovaskulární a respirační systém anebo akutní bolest [11, 12]. Přesto měření teploty zůstává jedním z nejméně monitorovaných parametrů perioperační fáze. Následná nechtěná perioperační hypotermie významně ovlivňuje mnoho fyziologických postoperačních procesů [13].

2 TEORETICKÁ ČÁST

2.1 Tělesná teplota

Rozeznáváme teplotu tělesného jádra a teplotu povrchu těla. Normální tělesná teplota jádra u zdravého člověka kolísá v rozmezí 36,0–37,0 °C. Subfebrilní je označení teploty mezi 37,0–37,9 °C, febrilní nad 38,0 °C [14, 15].

Normální teplota tělesného jádra kolísá v závislosti na cirkadiánním rytmu nejméně o 1 °C, nejvyšší teplota se vyskytuje mezi 18. a 20. hodinou večerní, nejnižší mezi 4. a 6. hodinou ranní [16, 17]. Během menstruačního cyklu je v době ovulace vzestup teploty o 0,5–0,75 °C nad bazální hodnotu. Existuje celá řada dalších faktorů ovlivňujících teplotu tělesného jádra, a to např.: cvičení, potrava, infekce, onemocnění štítné žlázy, alkohol, nikotin a různé léky. Teplota jádra je u žen mírně vyšší než u mužů [16]. Termoregulace je také celkem dobře udržována i u starších osob. Pravděpodobně je to díky behaviorální odpovědi, která kompenzuje sníženou efektivitu autonomní odpovědi na teplotní výkyvy [16].

Hypotermie je definována jako teplota jádra pod 36,0 °C. Dělíme ji podle závažnosti a teploty jádra. Jednotlivé podskupiny hypotermie se dle dostupných dat mírně liší, neexistuje jednotný celosvětový konsensus [7, 16, 18, 19]. Ve své práci uvádím dělení dle SSAIM (Slovenská společnost anesteziologie a intenzivní medicíny) [7].

- Mírná 35,0–35,9 °C
- Středně závažná 34,0–34,9 °C
- Závažná $\leq 33,9$ °C

V důsledku nerovnoměrného rozložení teplotního gradientu v těle existují i za fyziologických podmínek rozdíly mezi současně měřenými teplotami na různých místech organismu. Například teplota měřená pod jazykem je o 0,2–0,3 °C vyšší než v axile. Existují též individuální rozdíly. Asi 2 % normální populace má trvale zvýšenou teplotu (konstituční hypertermie).

U geriatrických lidí může být teplota pod 36,0 °C přirozeným projevem sníženého metabolismu [14].

Střední tělesná teplota – MBT (mean body temperature) odráží teplotní stav daného člověka a vypočítá se dle rovnice $MBT = 0,64 \times T$ (teplota) jádra + $0,36 \times T$ (teplota) kůže.

2.2 Historie indukované hypotermie

První zmínky o indukované celotělové hypotermii jako léčebné modalitě nacházíme u Hippokrata a jeho školy. Z doby renesance známe různé metody lokálního či celotělového chlazení při různých febrilních onemocněních. Italský lékař Girolamo Mercuriale zavedl metodu chlazení v řece tokem vodního pramene na bolavé místo. Jeho pacientům se říkalo „dřepící osoby v řece Arnus“. Za zmínku stojí trest smrti oběšením mladé dívky, která si po porodu schovávala své mrtvé dítě. Trest smrti nastal v době studeného počastí, teplota byla pod bodem mrazu. Po 30 minutách pověšení bylo tělo uloženo do rakve. Následně se zjistilo, že dívka stále dýchá. Studenti medicíny poté úmyslně „šlapali“ po hrudníku, prováděli „resuscitaci“. Dívka celý akt smrti přežila, neurologické funkce byly plně obnoveny kromě amnézie na proces oběšení [20]. Hunter koncem 17. století objevil základy regulace tělesné teploty a její fyziologický efekt. Hunter je též považován za zakladatele preventivní hypotermie v budoucí kardiopulmonální resuscitaci. Devatenácté století je známé léčením psychiatrických onemocnění indukovanou hypotermií (aplikace ledu na vyholenou hlavu, houpání promočených pacientů na visutém lůžku) [20, 21].

Začátek 20. století byl ve znamení intenzivního bádání, ale také využívání hypotermie jako léčebné modality. Temple Fay, přednosta neurochirurgie ve Philadelphia's Temple University Hospital, umožnil další vývoj terapeutické hypotermie v neurochirurgii. Ve své nejen lékařské, ale i vědecké praxi využíval lokální terapii chladem, kryoterapii, k léčbě nádorových metastáz a terapii bolesti. Známé je jeho zjištění, že „chlad redukuje buněčný růst, zvláště pak růst nádorových buněk“. Fay objevil protektivní efekt hypotermie na traumatické poškození mozkové tkáně [22].

V 50. a 60. letech 20. století Bigelow a spol. představuje hypotermii jako ochranu mozkové tkáně během kardiochirurgické operace. V následné dekádě White et al. intenzivně propagovali neuroprotektci během hypotermie.

Nicméně konec 20. století a 21. století se vyznačují velkou fluktuací názorů na protektivitu perioperační hypotermie u neurochirurgických pacientů [21].

2.3 Měření tělesné teploty

Důvodem měření tělesné teploty během operačního výkonu je detekce poruchy termoregulace – hypotermie i hypertermie a následná terapeutická intervence [13]. Přesnost naměřené hodnoty závisí na metodě, kterou k měření používáme, na osobě, která metodu aplikuje a hodnoty interpretuje, a na místě, kde teplotu měříme. Neexistuje jedna jediná teplota těla [16]. Na jedné straně je centrální systém, který odpovídá teplotě jádra (např.: hrudník, hlava), vysoce a relativně homogenně prokrven. Na druhé straně periferní části těla (např.: končetiny, paže a kůže) mají teplotu typicky výrazně nižší než jádro. V průběhu anestezie jsou tradiční lékařské teploměry nahrazeny teplotními čidly napojenými na monitory vitálních funkcí.

Dělení dle místa detekce teploty:

- Tělesné jádro – teplota jádra je velmi těsně regulovaná. Odpovídá jí teplota pulmonální arterie, distálního jícnu, nosohltanu (teplotní čidlo musí být zavedeno 10–20 cm hluboko) nebo teplota membrana tympani. Tato místa vykazují teplotní jednotnost. Pro snímání během anestezie je pro zavedení teplotního čidla snadno dostupný distální jícen a nosohltan.
- Močový měchýř – měření přes čidlo umístěné na konci zavedeného PMK (permanentní močový katetr). Jde o kontinuální metodu využívanou hlavně v intenzivní péči.
- Sublinguálně – naměřená hodnota dobře koreluje s teplotou jádra [23].
- Axila – axilární teplota
- Kůže – naměřené hodnoty jsou hluboko pod teplotou jádra. Nejméně variabilní je teplota kůže čela.

- Zevní zvukovod – odpovídá teplotě kůže.
- Rektum – překvapivě velmi málo odpovídá teplotě jádra. Může podstatně pomaleji reagovat na změny teploty jádra, např. na horečku nebo přehřátí [24].

Měření teploty distálního jícnu, nosohltanu či pulmonální artérie je invazivní a možné pouze v celkové anestezii nebo intenzivní péči. Snímání teploty z močového měchýře, kůže, axily, sublinguálně nebo ze zevního zvukovodu je pro klinický monitoring výhodnější. Při správné interpretaci dobře odhadují teplotu jádra [25].

Přestože je hypotermie zdaleka nejčastější perioperační termální poruchou, hypertermie či febrilie nejsou žádnou výjimkou. U pacientů s maligní hypertermií je neměření perioperační teploty významně spojeno s vyšší mortalitou [26].

Měření tělesné teploty se běžně nevyžaduje během analgosedace či výkonů prováděných v periferní nervové blokadě. U těchto procedur je kontrola termoregulace dobře zachována.

2.4 Mechanismy termoregulace

Termoregulace je fylogeneticky nejstarší fyziologická funkce a je velmi dobře vyvinutá u všech savců [27].

2.4.1 Termosensory

Primární reakce organismu na okolní teplotu je dána aktivací termosenzorů. Chladové senzory jsou umístěny blíže povrchu, v orofaryngu a v rohovce. Rozlišujeme více jak 25 druhů termosenzorů. Receptory na teplo jsou rozmístěny na povrchu těla v kůži, ve sliznicích jícnu, úst a nosní dutiny; jedná se většinou o volná nervová zakončení. Vlastní vedení chladu nebo tepla je dáno depolarizací neuronů. Jednou ze skupin odpovědných za termickou transmissi jsou TRP (transient receptor potential) kanály, které jsou uloženy v zevní části membrán různých sensorických buněk. Po jejich aktivaci dochází k influxu iontů a depolarizaci neuronů. Skupiny TRPM (melastatin),

TRPV8 (vaniloid) a TRPA1 (ankyrin) reagují na chlad (také na bolest a účastní se neuronální zánětlivé odpovědi), TRPV1 (vaniloid) reagují na teplo (horko, vyvolávající bolest). Z termoreceptorů všech oblastí těla je veden chladový signál vlákny A delta a tepelný signál nemyelinizovanými C vlákny, dále cestou tractus spinothalamicus v předních rozích míchy do centrálních regulačních struktur v hypotalamu, část tepelných informací je zpracována přímo na úrovni míchy [11, 16, 28, 29].

2.4.2 Centrální termoregulace

Do centrální termoregulace je zapojena mícha a mozek, zvláště pak hypotalamus. Termoregulace je řízena ze dvou center: 1. Aronsohn-Sachsovo, uložené v přední části hypotalamu, je termosenzitivní a 2. Isenschmidt-Krohlovo, které se nachází v zadní části hypotalamu, termoresponzivní. Informace přicházejí z chladových a tepelných termoreceptorů v kůži, které reagují na teplotu okolního prostředí, a také z vnitřních termoreceptorů v hlubokých tkáních (svalech, míše, mozku i samotném termoregulačním centru) reagujících na teplotu krve. Termoregulační centrum je velmi citlivé a reaguje na změny teploty krve řádově v setinách °C. V hypotalamu jsou zakódovány informace o žádaných hodnotách teploty tělesného jádra. Referenční teplota, „set-point“, na kterou je hypotalamické centrum naladěno, je 37,1 °C a je udržována pomocí interakce různých neurotransmiterů (např. noradrenalin, dopamin, serotonin, acetylcholin, prostaglandin E1). Pokud se tyto hodnoty neshodují s žádanými hodnotami, vyšle korekční signály do tří výkonných systémů, jimiž jsou: autonomní nervový systém (cévní reakce), endokrinní žlázy (metabolismus) a motivační centra v limbickém systému [14, 15].

2.4.3 Behaviorální a autonomní odpověď

Behaviorální odpověď, která zahrnuje volní složku, reaguje na změnu teploty či teplotní diskomfort neefektivněji a je nejdůležitější. Tyto odpovědi všichni známe. Jedná se o různé obranné polohy, adekvátní oblečení, budování přístřešků či naopak spuštění klimatizace. Regulace teplotních změn

cestou chování umožňuje lidskému jedinci tolerovat širokou škálu teplotních rozdílů [27, 30]. Regulace teploty vazokonstrikcí je ve většině případů omezená na arteriovenózní shunty končetin. Ačkoliv se tyto anastomózy nacházejí pouze v prstech a palcích, ovlivňují tok krve do celých končetin a jsou efektivní v uvolňování tepla dilatací a zároveň omezují ztrátu metabolického tepla konstrikcí. Velikost těchto cév je 100 μ m [31]. Snížení tepelné ztráty vazokonstrikcí se v průměru pohybuje okolo 25 %, což odpovídá jedné vrstvě jakékoliv izolace [32]. Na rozdíl od teploty tělesného jádra, která je velmi úzce udržována, se změna teploty na periférii může pohybovat v rozmezí několika stupňů Celsia [27]. Periferní teplotní kompartment slouží jako nárazník, chrání tělesné jádro před energeticky náročnější odpovědí, jako je pocení nebo třes.

Při podráždění teplem nastává vazodilatace s radiací tepla do okolí, cholinergní aktivace (muskarinové receptory) potních žláz vede ke zvýšení pocení (v případě cvičení dochází k pocení přímým účinkem vyplavených katecholaminů na alfa-1 receptory potních žláz), inhibice sympatiku snižuje metabolismus a termogenezi a tonus svalů je také snížen [11, 33].

Reakce na chlad vede k periferní vazokonstrikci (aktivací alfa-1 receptorů) subkutánně. Teplotní práh tělesného jádra k aktivaci vasokonstrikce je 36,5 °C. Inhibicí sympatiku v oblasti potních žláz dochází ke sníženému pocení, sympatickou aktivací nadledvin dochází k vyplavení katecholaminů se zvýšenou tvorbou hormonů štítné žlázy, se zvýšením metabolismu a produkci tepla; ve svalech je zvýšen tonus nebo dochází k třesavce.

2.4.4 Třesavka

Třesavka se aktivuje, když behaviorální a vazokonstrikční, tedy autonomní regulace je nedostatečná k udržení tělesné teploty jádra. Teplotní práh třesavky je přibližně při TT (tělesná teplota) 35,5 °C [27]. Třes může zvýšit metabolické teplo až pětinasobně, avšak po velmi krátkou dobu [34]. Většinou začíná v oblasti pektorálních svalů, ale nejvíce tepla vzniklého třesem

produkují končetiny díky největším svalovým skupinám. Přesto může být třes méně efektivní v odpovědi na teplotní regulaci. Důvodem je nutná vazodilatace v oblasti těchto svalů k umožnění dodávky kyslíku tkáním, a tím se umožní přesun metabolického tepla z jádra do periferie a odsud do okolí [16].

2.4.5 Kůže a termoregulace

Kůže má v termoregulaci rozhodující význam. Hustota cévního zásobení kůže převyšuje její požadavky na dodávku kyslíku. Změny průtoku krve kůží jsou aktivovány změnami teploty prostředí i vnitřní teploty těla. Zvláštností kožní cirkulace jsou arteriovenózní anastomózy, které obcházejí kapilární řečiště a umožňují rychlé změny prokrvení, představují tzv. nízkoodporový zkrat. Anastomózy mají silné stěny obsahující svalovinu a jsou téměř výhradně kontrolovány vazokonstrikčním sympatickým nervovým systémem. Důležitou roli ve vnitřním proudění tepla má protiproudový mechanismus. Teplo přechází z arterií přímo do přilehlých vén na základě tepelného gradientu mezi krví přicházející a vracející se. Arteriální krev se cestou k periférii ochlazuje [14, 15].

Kožní receptory, hojněji zastoupené jsou chladové, v souhře s vnitřními termoreceptory, jež se nacházejí v preoptické oblasti hypotalamu, v dolní části mozkového kmene, v míše, na zadní straně břišní dutiny a podél velkých cév, zprostředkovávají termoregulačnímu centru přesný obraz o teplotní situaci tělesného jádra a povrchu těla [14, 15].

2.4.6 Ztráty tepla

Výdej tepla do prostředí je u člověka uskutečňován povrchem těla, a to radiací, kondukcí, konvekcí a evaporací vody z povrchu kůže a sliznic [14, 15].

- Radiace (tepelné záření, sálání) = 60 % je proces, kdy povrch těla neustále emituje teplo ve formě elektromagnetického vlnění (infračervené světlo o vlnové délce 5–20 mm). Záření nepotřebuje k přenosu tepla žádný nosič. Úroveň emise je dána teplotním gradientem mezi tělem a prostředím. Při vyzařování je možno pociťovat

chlad, i když je vzduch v okolí teplý (pobyt v teplé místnosti s chladnými stěnami).

- Konvekce (proudění) = 15 % je obecně pohyb molekul plynů nebo kapaliny z místa s určitou teplotou do místa o jiné teplotě. Při absenci konvekce by bylo vedení do vzduchu zanedbatelné.
- Evaporace (vypařování) = 22 % je způsob ztráty vody odpařováním. Nastává v okamžiku, kdy teplota okolí převyšuje teplotu organismu. Důležitým faktorem ovlivňujícím pocení je relativní vlhkost vzduchu.
- Kondukcce (vedení) = 3 % jde o převod tepla z prostředí s vyšší teplotou do místa s nižší teplotou.

Ztráty tepla do okolí během anestezie se dějí radiací a konvekcí. Kondukcce a evaporace mají jen malý efekt [16].

2.4.6.1 Ztráty tepla během anestezie u malých dětí

Ztráty tepla u dětského pacienta se mohou dít ochlazováním dítěte dotykem s chladnou deskou operačního stolu, infuzí chladného náhradního roztoku či vyplachováním operační rány studeným proplachem, což je mechanismus kondukcce. Nejvýznamnějším mechanismem tepelné ztráty u dětí je však radiace. Malé děti s velkým tělesným povrchem ztrácejí radiací více tepla než dospělí. Intenzita radiace závisí přímo úměrně na rozdílu teploty těla a okolního prostředí. Ztráta tepla prouděním, konvekcí je na operačním sále vyjádřena prouděním vzduchu kolem těla operovaného dítěte a tepelnými ztrátami způsobenými výměnou dýchací směsi při řízené ventilaci plic. Ztráty evaporací jsou ztráty vody z plic při umělé plicní ventilaci a odpařování vody a tepla z otevřených tělních dutin a chirurgických ran (Obrázek 1) [35].

2.4.7 Termoregulace u novorozenců a malých dětí

Novorozenci a malí kojenci ztrácejí více tepla než dospělí. Mají méně izolačního podkožního tuku, relativně velký povrch těla vzhledem k tělesné hmotnosti, jemnou kůži a bohatou kapilární síť, což způsobuje jejich náchylnost k okolním teplotním vlivům [16, 35]. Je pro ně typická slabá svalová činnost a neschopnost třesové termogeneze. Ztráty tepla jsou následně

nahrazeny netřesovou termogenezí, tzn. metabolismem hnědé tukové tkáně, která tvoří až 5 % jejich celkové hmotnosti. Je lokalizována mezi lopatkami, v zátylku, podél velkých cév v hrudníku a břiše [60]. Hnědá tuková tkáň je velmi prokrvená, buňky obsahují vysoký počet mitochondrií a cytochromů. Mitochondrie má ve své vnitřní membráně protein termogenin, který umožňuje průchod protonů z mezimembránového prostoru do matrix. Energie z tohoto přenosu je uvolněná ve formě tepla, které slouží k udržování stálé tělesné teploty novorozence. Zásoby hnědého tuku jsou menší u nedonošených dětí, protože buňky hnědého tuku se začínají diferencovat ve 26. až 30. gestačním týdnu a vyvíjejí se až do 5. týdne po narození. Netřesová termogeneze má velký význam od narození do šesti měsíců života [35, 36].

2.5 Hypotermie v anesteziologii

2.5.1 Vliv celkové anestezie na vznik hypotermie

Za normálních okolností je aktivována sympatická vazokonstrikční termoregulace s významným gradientem teploty jádra a periferie (Obrázek 2). To vede k tomu, že za fyziologických podmínek není teplo stejnoměrně distribuováno, teplo je spíše kumulováno v oblasti tělesného jádra než v periferních tkáních. Během anestezie může ztráta tepla dosahovat až 880 kJ / hod. Produkce tepla však dosahuje jen 250 kJ / hod. [37].

Celková anestezie inhibuje centrální kontrolní mechanismus termoregulace (inhibice termoregulační vazokonstrikce cév), je vlastně efektivním vazodilatátorem. Pokles tělesné teploty po úvodu do celkové anestezie nastává ve třech fázích (Obrázek 3).

Fáze 1 – redistribuce (redistribuční hypotermie)

K největšímu poklesu teploty dochází v prvních třiceti minutách. Následkem vazodilatace a posunutím prahu pro vazokonstrikci v hypotalamu se redistribuuje teplo z jádra podle tepelného gradientu do periferie a radiací se uvolňuje do okolí. Redistribuční hypotermie znamená snížení teploty jádra.

Za normálních okolností je teplota jádra 37 °C a teplota periferie se zachovalou vazokonstrikcí je 31–35 °C. V celkové anestezii dochází po vazodilataci k přísunu teplé krve z jádra, k oteplení periferie na 33–35 °C a zároveň k ochlazení jádra na 36 °C. Tento pokles postupuje do dosažení fáze 2.

Fáze 2 – lineární pokles

Nastává asi za 1 hodinu od úvodu a je charakterizována lineárním poklesem (pomalejším než ve fázi 1), který je výsledkem mezi ztrátami tepla a jeho produkcí (nižší než výdej).

Fáze 3 – plateau

Přibližně za 3 až 5 hodin po navození ekvilibria mezi ztrátami a produkcí tepla je dosaženo plateau fáze, teplota jádra dále neklesá (práh pro vazokonstrikci je cca 34,5 °C). Obvykle dochází i k normalizaci gradientu jádro–periferie [11, 16, 33].

Samotná anestetika také vykazují vliv na teplotu pacienta. Ten může být vysvětlen třemi mechanismy:

1. Přímý (periferní) vazodilatační účinek léků (volatilní anestetika, propofol, morfin, meperidin).

2. Přímý (centrální) účinek na hypotalamus (fentanyl a jeho deriváty, inhalační anestetika – propofol, dexmedetomidin). Tímto mechanismem dochází k ovlivnění teplotního prahu hypotalamu pro pocení, vazokonstrikci a třesavku (rozšíření intervalu pocení – vazokonstrikce z normální hodnoty 0,2 °C na 2–5 °C), přičemž více je ovlivněn práh pro vazokonstrikci a třesavku než pro pocení (aktivní vazodilataci). Velikost intervalů je přímo úměrná velikosti dávky nebo koncentraci podávané látky.

3. Inhibice sympatiku (opioidy)

Zdá se, že N₂O (oxid dusný) má menší vliv na termoregulaci než volatilní anestetika. Midazolam stejně jako ostatní benzodiazepiny a tramadol v předoperační fázi zvyšují riziko peroperační hypotermie z důvodu vazodilatace [11, 16, 33].

K normalizaci tělesné teploty (36,5–37,5 °C) po operaci dochází za 2 až 5 hodin. Vliv na rychlost ohřátí pacienta má reziduální anestezie, podávání opioidních analgetik k tišení akutní bolesti, stupeň hypotermie a přidružená onemocnění [11].

2.5.2 Vliv neuroaxiální anestezie na hypotermii

Oba typy neuroaxiální anestezie, tedy epidurální a subarachnoidální blokáda brání jak aferentním, tak eferentním přenosům z dolních končetin. Pacienti jsou během těchto metod anestezie hypotermní, podobně jako během celkové anestezie. Během epidurální či subarachnoidální blokády si subjektivně nestěžují na pocit chladu. Existují tři mechanismy, které negativně ovlivňují regulaci tělesné teploty [16].

1. Z dolních končetin jde do centrálního systému omezený počet signálů z chladových termoreceptorů.
2. Neuroaxiální anestezie ovlivňuje centrální teplotní regulaci a její odpověď snížením vazokonstrikce a třesu. Centrální ovlivnění je nižší než u celkové anestezie. Platí zde přímá úměra výšky bloku. Čím vyšší blokáda, tím větší negativní vliv na centrální regulaci teploty. Mechanismus, proč lokální anestetikum, které je aplikováno daleko od mozku, negativně ovlivňuje centrální regulaci teploty, není přesně znám.
3. Neuroaxiální blokáda neovlivňuje pouze aferentní vlákna bolesti a čítí, ale také eferentní nervy, které kontrolují vazokonstrikci a třes.

Největší riziko vzniku nechtěné perioperační hypotermie je u pacientů, kteří podstupují výkon v kombinované anestezii, tedy celkové a neuroaxiální [16].

2.5.3 Vliv hypotermie na účinek anestetik

- *Inhalační anestetika*: Sevofluran, isofluran a oxid dusný (N₂O) významně snižují práh pro vazokonstrikci a třes. Toto snížení je významně závislé na koncentraci daného anestetika. Volatilní anestetika přímo inhibují TRPV1

receptory [38]. Hypotermie zvyšuje rozpustnost volatilních anestetik, což může vést k prodlouženému vyvádění pacienta z anestezie [39].

- *Svalová nedepolarizující relaxancia (NMBDs)*: Účinek vecuronia je při teplotě jádra sníženém o 2 °C až dvojnásobný. Toto prodloužení je díky působení hypotermie na farmakokinetiku vecuronia. Atracurium a délka jeho účinku je hypotermií méně ovlivněná. Při TT nižší o 3 °C, než je teplota jádra, je jeho efekt prodloužen o 60 % [40]. Předpokládá se, že i účinek rocuronia bude během hypotermie prodloužený [41]. Trvání účinku NMBDs a vyvádění z anestezie je v důsledku peroperační hypotermie signifikantně prodlouženo. Hlavním důvodem je snížená eliminace. Periferní nervová stimulace a měření hloubky svalové relaxace během anestezie je u hypotermních pacientů zásadní z důvodu možného předávkování svalovými relaxancii. Účinek neostigminu u hypotermních pacientů není ovlivněn [42].
- *Intravenózní anestetika*: Propofol u hypotermie, která se pohybuje okolo 33 °C, vykazuje u lineárního podávání vyšší koncentraci o 30 %. Je to způsobeno sníženou clearance látky mezi centrálním a periferním kompartmentem [39].
- *Opioidy*: Fentanyl vykazuje podobný účinek jako propofol, s každým poklesem o 1 °C se zvyšuje koncentrace o 5 % [39].
- *Anticholinergika*: Atropin zvyšuje práh pro pocení, vazokonstrikci a třes [27].
- *Benzodiazepiny*: Midazolam mírně snižuje práh pocení, vazokonstrikci a třes [27].

2.6 Komplikace hypotermie

Většina buněčných funkcí je závislá na stabilní teplotě. V podstatě i mírná hypotermie, tzn. teplota jádra 35,0–35,9 °C, způsobuje různé komplikace [16].

2.6.1 Koagulopatie

Příčinou snížení tvorby iniciální destičkové zátky je reverzibilní poškození agregace trombocytů kvůli redukované produkci tromboxanu A₃. Hypotermie také negativně ovlivňuje funkčnost enzymů přítomných v koagulační kaskádě, což opět vede k redukcí síly koagula. Negativní účinek hypotermie rovněž spočívá ve zvýšené fibrinolytické aktivitě. Kombinace poruchy trombocytů a funkčnosti enzymů koagulace i zvýšená fibrinolýza vedou ke zvýšené krevní ztrátě. Metaanalýzy potvrdily, že snížení teploty tělesného jádra jen o 1 °C významně zvyšuje krevní perioperační ztráty, a to až o 20 %, a zvyšuje se potřeba krevní transfuze [11, 16, 39].

2.6.2 Afinita kyslíku k hemoglobinu

U hypotermických pacientů dochází k posunu disociační křivky hemoglobinu doleva s následným horším uvolňováním kyslíku do tkání, i když je pokles teploty malý 0,5–1 °C. A opačně při vyšší teplotě dochází k posunu disociační křivky doprava [43].

2.6.3 Obranyschopnost

Sessler a spol. tvrdí, že všechny operační rány jsou kontaminovány. Zda rána zůstane pouze kontaminovaná, či se rozvine infekce, záleží na obranné schopnosti každého pacienta. Existují nejméně tři mechanismy, které se podílejí na snížení obranyschopnosti [16].

1. Mírná hypotermie spouští postoperační vazokonstrikci, která zabraňuje zvýšení teploty jádra metabolickým teplem a zrychluje opětovné zahřátí. Zároveň redukuje prokrvení operované tkáně a snižuje zásobení tkáně kyslíkem. Oxygenace rané plochy je důležitá, neboť kyslík je podstatou oxidační reakce neutrofilů, které bojují v první linii obrany tkáně proti bakteriální infekci.

2. Hypotermie redukuje systémovou imunitní odpověď a snižuje motilitu buněk imunitního systému včetně makrofágů. Byla prokázána významná korelace mezi produkcí imunoglobulinu T lymfocyty a teplotou [13].

3. Hypotermie zpomaluje hojení ran.

Hypotermie působí imunosupresivně a zvyšuje tak riziko plicních infekcí [44]. Pacienti, kteří byli v různých studiích ve skupině indukované hypotermie, měli vyšší incidenci bronchopneumonie než skupina normotermních pacientů [45].

2.6.4 Oběhové komplikace

Mechanismus vzniku komplikací spojených s výskytem srdečních příhod a arytmií u pacientů s nežádoucí perioperační hypotermií není přesně znám, je však zdokumentováno, že třes není primární příčinou. Srdeční komplikace se vyskytují u starších pacientů. Hypotermie u těchto lidí vyvolává vznik hypertenze a tachykardie. Tato chladem indukovaná hypertenze je u starších pacientů spojená s 3x vyšší koncentrací noradrenalinu, který může zvyšovat práh srdeční dráždivosti s rozvojem srdečních arytmií a jiných závažných srdečních komplikací, jako je např. akutní koronární příhoda [12, 16, 27]. Pokles teploty jádra o 1,3 °C zvyšuje koncentraci noradrenalinu až o 700 % a dvojnásobně zvyšuje spotřebu kyslíku. Vazokonstrikce jako odpověď na hypotermii zvyšuje střední arteriální tlak (MAP = mean arterial pressure). Důsledkem aktivace vazokonstrikce a vyplaveného noradrenalinu se zvyšuje i srdeční výdej k udržení zásobení svalů kyslíkem během akcelerovaného metabolismu [27, 19].

2.6.5 Svalový třes

Je termoregulační reakce na hypotermii. Volatilní anestetika a bolest potencují vznik třesu [46, 47]. Třes zvyšuje metabolické nároky a aktivuje adrenergní reakci s vyplavením noradrenalinu. Třes může zvýšit spotřebu kyslíku (O₂) až o 500 % [48]. Subjektivně je tento diskomfort pacientem velmi negativně vnímán. Třes nadto zhoršuje bolest operační rány, zvyšuje intrakraniální a nitrooční tlak [16, 27]. Při mírné hypotermii lze k potlačení svalového třesu podat neuroleptika. Magnesiumsulfát potlačuje svalový třes, má antiarytmické a potenciálně neuroprotektivní účinky [49].

2.6.6 Zvýšení nákladů, prodloužení pobytu na PACU

(post-anaesthesia care unit)

Z důvodu možných komplikací (vznik infekce, nutnost podání krevní transfuze) se jednoznačně prodlužuje doba hospitalizace pacienta a zvyšují se náklady na léčbu [7, 16, 50]. Z různých studií vyplývá, že hypotermie prodlužuje pobyt na PACU z důvodu pomalejšího probuzení a nedosažení normotermie [7, 16, 39, 51].

2.6.7 Subjektivní diskomfort pacienta

Existují práce, které jasně popisují pacientův termální diskomfort, pocit chladu, případně třes. Někteří pacienti tuto nežádoucí subjektivní komplikaci popisují jako nejhorší část operace [7, 16, 39, 52].

2.7 Ohřevné systémy v prevenci hypotermie

Efektivita vyhřívacího prostředku je dána množstvím specifického tepla na jednotku plochy násobená celkovou ohřivanou plochou: $Q = h \times \Delta T \times A$, kde Q = výkon ($W = J/s$), h = koeficient výměny tepla ($W/m^2/^\circ C$), ΔT = tepelný gradient ($^\circ C$), A = plocha (m^2).

Ohřev těla je větší a rychlejší při zahřívání trupu než končetin. Plocha trupu je $0,41 m^2$, horní končetiny $0,16 m^2$ a dolní končetiny $0,24 m^2$. Největší efekt má ohřev trupu a končetin zároveň, plocha trupu a končetin je $1,21 m^2$. Velkou plochou pro ohřev u dětí je hlavička. Efektivnější jsou metody založené na ohřevu vodou než vzduchem (specifické teplo ke zvýšení teploty o $1^\circ C$ je pro vodu $4,2 J$ a $1,0 J$ pro vzduch [11]).

2.7.1 Ohřev infuzních roztoků

Podání $1 l$ roztoku nebo $1 TU$ (transfuzní jednotka) krve o pokojové teplotě snižuje teplotu jádra o $0,25^\circ C$. Většina prostředků pro ohřev infuzí je výrobcem nastavena v rozmezí $37-41^\circ C$. Ohřev podaných tekutin nezabrání rozvoji hypotermie, pokud je rychlost intravenózního podání menší než $750 ml/h$. Pokud dochází k život ohrožujícímu krvácení, nemusí být tento

ohřev dostatečný a při masivních objemových náhradách tak hrozí riziko tekutinami indukované hypotermie [11].

2.7.2 Pasivní metody

Zakrytí pacienta bavlněnými rouškami pokojové teploty nebo ohřátými je neefektivní a snižuje tepelnou ztrátu přibližně o 30 % [53]. Ohřev vdechované směsi pro anestezii nemá vliv na udržení teploty a není doporučen pro současnou praxi. Je dostatečné použití HMEF filtru k zabránění úniku tepla, kdy vlivem vydechovaného tepla je částečně ohřívána i vdechovaná směs [54].

2.7.3 Aktivní metody

2.7.3.1 Aktivní samoohřívací příkrývky, např. Barrier[®] EasyWarm[®] firmy Mölnlycke Health Care, Gothenburg, Sweden. Jedná se o příkrývku z polypropylenu, ve které je 12 samostatných a bezpečně utěsněných kapes, které obsahují aktivovaný uhlík, železo, vodu, sůl a hliník. Teplo je generováno exotermickou chemickou reakcí vyvolanou působením vzduchu, která je výsledkem oxidace železa. Příkrývka je vakuově balena do vzduchotěsného polymerového sáčku, jde o jednorázový prostředek bez rizika přenosu infekcí při použití na operačním sále. Lze ji použít pro „prewarming“, v průběhu operačního výkonu a dále na dospávací jednotce; průměrná teplota 44 °C je udržena až 10 hodin. Pomocí příkrývky je možno udržet tělesnou teplotu v průběhu operace na stabilní úrovni [11].

2.7.3.2 Systémy s teplým vzduchem, např. 3M[™] Bair Hugger[™] firmy 3M. I když je u systémů založených na teplém vzduchu malá jednotková efektivita, jsou velice efektivní použitím na velké ploše. V současné době jsou to prostředky volby jak v předoperační, tak pooperační fázi k udržení normotermie a terapii hypotermie. U některých výkonů jsou nedostatečně účinné, pokud jsou použity jako jediný systém k ohřevu pacienta (např. rozsáhlé nitrobřišní operace, transplantace jater) [55].

2.7.3.3 Systémy s horkou vodou přenášejí více tepla oproti systémům se vzduchem, zejména v prvních hodinách. Je mnoho systémů, které vypadají jako speciální oblečky pro pacienty „circulating-water garments“, „Kimberly-Clark Patient Warming System“ pro záda, hrudník a stehna nebo „Allon circulating – water garment“ odděleně pro horní končetiny a stehna [11].

2.7.3.4 Kombinace systémů vzduch-voda. Vodní matrace a teplý vzduch mají účinnost jako vodní „obleky“ a udržují normotermii i při rozsáhlých břišních výkonech [56].

2.7.3.5 Podložky pod pacienta (vodní, elektrické, gelové). Staré typy vyhřívacích podložek byly málo účinné pro malou velikost ohřivané plochy (90 % ztrát je přední plochou těla). Jejich použití může být spojeno s rizikem lokálního poškození. Tlakové nebo tepelné nekrózy jsou způsobeny kombinací tepla a sníženého lokálního prokrvení. Riziko se zvyšuje s vyšší hmotností pacienta a u protrahovaných operací [57].

2.7.4 Elektrické přikrývky se přikládají na přední část těla. Mají stejnou efektivitu jako teplý vzduch. Je potřeba počítat s hmotností prostředku (přibližně v rozmezí 2–4 kg podle velikosti přikrývky), např. TraumaTherm (firma Inditherm Medical UK). Tento typ ohřevného prostředku je v dnešní době nahrazen novými systémy. V USA jsou k perioperačnímu použití dokonce zakázané [58].

2.7.5 Prewarming

„Prewarming“ znamená aktivní zahřívání pacienta před úvodem do anestezie a před neuroaxiální anestézií. Tato metoda je účinná především v prevenci hypotermie u výkonů kratších než jedna hodina v kombinaci s dalšími metodami ohřevu potom i u operačních výkonů delších. Principem je navození periferní vazodilatace a snížení gradientu jádro–periferie. Mírné zvýšení okolní teploty zvyšuje teplotu periferie a vede k vazodilataci a snížení tepelné redistribuce. Efekt „prewarmingu“ je viditelný po cca 1 h insuflace teplého

vzduchu před operačním výkonem, což není vždy technicky možné. Pacienti rovněž mají vůči teplému insuflovanému vzduchu nízkou toleranci. Nejčastěji používanou metodou je ohřev teplým vzduchem. V současné době také narůstají na významu samoohřívací přikrývky, které jsou nezávislé na elektrické energii nebo jiných přístrojích. Přenos nozokomiálních infekcí je u těchto přikrývek minimalizován. Aktivní „prewarming“ vedl k dosažení signifikantně vyšší teploty jádra v průběhu anestezie a na konci výkonu. Komfort pacienta a usnadnění zavádění kanyl při vazodilataci jsou důležitými vedlejšími produkty této metody [11, 12, 33, 59].

2.8 Hypertermie a horečka

Hypertermie neboli přehřátí je jakákoliv elevace teploty tělesného jádra nad fyziologickou hodnotu 37,0 °C. Vzniká nadměrnou produkcí tepla, nadměrným zahříváním, neadekvátním uvolňováním tepla či poruchou regulace teploty [15].

Běžné prostředky u udržení perioperační normotermie mohou způsobit přehřátí, zvláště během dlouhotrvajících operačních výkonů. Nicméně, v perioperační péči o dospělé k tomu dochází zřídka, na rozdíl od operací kojenců a dětí, kde se objevit může.

Zvláštní skupinu tvoří přehřátí způsobené laváží peritonea (HIPEC = *hyperthermic intraperitoneal chemotherapy*) a hrudníku (HITOC = *hyperthermic intrathoracic chemotherapy*) chemoterapeutikem [16, 60, 61].

Příkladem zvýšené produkce tepla v perioperační době je vznik maligní hypertermie. Velmi vzácně se může přehřátí vyskytnout v případě velmi vysoké teploty operačního sálu v kombinaci s vyšší vlhkostí [16].

Horečka je typ hypertermie, která vzniká zprostředkovaně cirkulujícími pyrogeny a cytokiny, mezi které patří interleukiny a interferony, uvolněné prozánětlivými buňkami – mononukleáry [62]. Endogenní pyrogeny aktivují bloudivý nerv a spouští uvolňování prostaglandinu E₂ v přední části hypotalamu. Tento mechanismus vede ke spuštění horečky. Febrilie se během anestezie vyskytuje zřídka, neboť volatilní anestetika i opiáty tento

mechanismus otupují [63]. Přesto infekce, alergická reakce či podání transfuzní jednotky nesprávné krevní skupiny může proces vzniku febrilie iniciovat.

2.9 Indikovaná mírná perioperační hypotermie

Z dostupných dat je použití indukované mírné perioperační hypotermie v neurochirurgii vhodné u pacientů s řešením arteriovenózních malformací, u operací supratentoriálních tumorů a klipingu mozkových aneurysmat [64].

V současné době se většina kardiologických výkonů u dospělých nemocných provádí v normotermii nebo mírné hypotermii [65]. Hluboká (25–20 °C) a velmi hluboká hypotermie (19–14 °C) je vyhrazena speciálními indikacemi v kardiologické chirurgii. Jde o výkony, kdy je nutné na určitou dobu zastavit mimotělní cirkulaci, tedy při operacích na aortálním oblouku a při endarterektomii arteria pulmonalis. Při snížení tělesné teploty jádra na 18 °C je bezpečná doba zástavy cirkulace 30 minut, ovšem za předpokladu nulové mozkové aktivity [65, 66].

3 KLINICKÁ ČÁST

3.1 Cíl a design studie

Anesteziologická ambulance, rozhovor lékařky a pacientky: „Paní doktoro, prosím Vás, nechci po této operaci jít opět do té velké lednice. Byl to pro mě strašný zážitek...“

Na základě tohoto a dalších podobných sdělení jsem si stanovila cíle studie – zjistit, jaká je úroveň výskytu nechtěné perioperační hypotermie u vybraných elektivních operačních výkonů prováděných ve Fakultní nemocnici Olomouc (FNOL), a dotazníkovým šetřením zmapovat, jak pacienti sami z pohledu spokojenosti vnímají perioperační období. Jednotlivé kroky studie jsem si rozdělila do tří fází. V disertační práci budu tyto výsledky prezentovat.

Fáze

1. Hodnocení výskytu nechtěné perioperační hypotermie u krátkodobých a střednědobých operačních výkonů
2. Dotazníkové šetření spokojenosti perioperační péče z pohledu pacienta
3. Reevaluace výskytu nechtěné perioperační hypotermie u krátkodobých a střednědobých operačních výkonů po změnách, které by měly pozitivně ovlivnit management nechtěné perioperační hypotermie

Pracovní hypotézy

1. Výskyt nechtěné perioperační hypotermie není u krátkých a střednědobých operačních výkonů častý, není třeba měnit management teplotního komfortu pacienta
2. Zjištění kvality péče v průběhu perioperačního období z pohledu pacienta
3. Nové postupy orientované na teplotní komfort a dostupnost pomůcek k zajištění termálního komfortu pacienta výrazně sníží výskyt nechtěné perioperační hypotermie

3.2 Schválení etickou komisí

První fáze studie nebyla schválena Etickou komisí FNOL. Práce sloužila jako audit a kontrola kvality anesteziologické péče. Vzhledem k charakteru studie proto souhlas etické komise požadován nebyl. Druhá a třetí fáze studie byly schváleny Etickou komisí Fakultní nemocnice Olomouc a Lékařské fakulty Univerzity Palackého v Olomouci (Formuláře 1 a 2).

3.3 Fáze 1

Výskyt hypotermie v perioperačním období – unicentrická, observační studie 2013

3.3.1 Úvod a cíle studie

Nejčastější teplotní poruchou výkonů v anestezii je nechtěná perioperační hypotermie [67], definována poklesem teploty jádra pod 36,0 °C. Toto narušení homeostázy je spojeno s vyšším výskytem perioperačních komplikací, mezi které náleží prodloužení účinku léků aplikovaných během anestezie, koronární příhody, infekce v místě operační rány, poruchy koagulace a zvýšená spotřeba krevních derivátů [18]. Není na místě se ptát, zda by se nechtěná perioperační hypotermie měla nějak řešit či zda bychom měli o její prevenci přemýšlet, otázka zní, jakým způsobem realizovat prevenci co nejefektivněji [18]. Udržení normotermie, teplota jádra nad 36,0 °C, by totiž mělo být standardem perioperační péče [68].

Cílem naší studie bylo popsat výskyt perioperační hypotermie u nemocných po krátkých a středně dlouhých operačních výkonech.

3.3.2 Metodika, statistické zpracování

Jednalo se o klinickou, observační, jednoduše zaslepenou prospektivní studii. Všichni pacienti podepsali informovaný souhlas s podáním anestezie. Všechna pro studii relevantní měření jsou ve FNOL součástí standardního ošetřování nemocných. Práce sloužila jako audit a kontrola kvality anesteziologické péče. Vzhledem k charakteru studie proto nebyl požadován souhlas etické komise a informovaný souhlas nemocných se zařazením

do studie. Pacienti byli do studie zařazováni v období letních měsíců od 1. 6. 2013 do 31. 8. 2013.

Do studie byli zařazeni nemocní starší 18 let podstupující plánovaný operační výkon v celkové anestezii na centrálních operačních sálech Fakultní nemocnice Olomouc. Výkony zahrnovaly operace všeobecné, cévní a plastické chirurgie, urologie, traumatologie a očního lékařství. Z hodnocení byli vyřazeni nemocní, u nichž byla operace doprovázena větší krevní ztrátou (s nutností peroperačního podání transfuze), nemocní podstupující dvoudutinový výkon (nebývají sledováni na PACU = post-anaesthesia care unit) a ti nemocní, kteří byli po operaci hospitalizováni na jednotce intenzivní péče.

Vyšetřovali jsme nemocné, kteří byli po operaci sledováni na PACU Kliniky anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny (KARIM) FNOL před předáním na standardní pokoj příslušného oddělení.

Z anesteziologického záznamu jsme získali informace o věku a pohlaví nemocného, o typu chirurgického výkonu, délce anestezie, použití/nepoužití některé z metod teplotního managementu během anestezie a o teplotě operačního sálu, změřené elektronickým teploměrem. Anesteziolog, který vedl anestezii u daného nemocného, nebyl informován o probíhající studii, aby jeho rozhodování o peroperačním teplotním managementu nebylo ovlivněno.

Zaznamenali jsme ranní tělesnou teplotu nemocných, teplotu po ukončení anestezie (odpovídající teplotě při předání na PACU) a teplotu při předání na standardní pokoj (po dvou hodinách pobytu na PACU).

Měřili jsme teplotu bubínku teploměrem KENDALL GENIUS 2 thermometer (Tyco Healthcare Group LP, Mansfield, USA). Tento teploměr je rychlý, přesný, disponující sondou na jedno použití k zaznamenání teploty bubínku. Přístroj k detekci teploty využívá infračervené světlo. Teplota je detekována přímo z tympanické membrány ucha (Obrázek 4).

Statistické zpracování

K posouzení závislosti změn TT (tělesná teplota) na vybraných parametrech byla použita Spearmanova korelační analýza. Změna TT v čase byla analyzována pomocí Wilcoxonova párového testu s Bonferroniho korekcí signifikance na mnohonásobné porovnávání. Pro hodnocení závislosti změny TT na ohřevu, byla použita ANOVA s Bonferroniho post hoc testy, resp. ANCOVA s adjustací na teplotu sálu a délku operace. Závislost mezi změnou TT a pohlavím byla analyzována pomocí Mann-Whitney U-testu. Normalita dat byla posouzena pomocí testu Kolmogorov-Smirnov s Lillieforsovou korekcí signifikance. Testy byly prováděny na hladině signifikance 0,05.

3.4 Fáze 2

Dotazníkové šetření: Nejčastější komplikace po celkové anestezii z pohledu pacienta, dotazníková srovnávací studie 2007 a 2014

3.4.1 Úvod a cíl studie

Spokojenost pacienta s perioperačním obdobím může být definována jako „mezera“ mezi očekáváním a realitou či zkušeností [69]. Práce zabývající se spokojeností pacienta v perioperačním období tradičně zaměřují pozornost na management pooperační bolesti, zvracení či nauzeu [70]. V naší srovnávací studii jsme se zaměřili na pocity a stížnosti, kterým se věnuje obvykle menší zájem. Celkový výsledek operace však mnozí pacienti vnímají subjektivně. První vjem po probuzení z anestezie má pro hodnocení často největší význam.

Cílem našeho dotazníkového šetření bylo zjistit, jaké jsou nejčastější subjektivně vnímané komplikace spojené s perioperačním obdobím z pohledu pacienta. Na základě již v minulosti realizované dotazníkové studie jsme provedli identické šetření subjektivně vnímaných komplikací, abychom data mohli porovnat a zjistit, zda po letech došlo ke změnám, které by vedly k lepší kvalitě péče z pohledu pacienta jakožto třetího pilíře podpírajícího kvalitu zdravotní péče.

3.4.2 Metodika, statistické zpracování

Unicentrická, observační, srovnávací, dvojitě zaslepená studie byla schválena Etickou komisí Fakultní nemocnice Olomouc (Formulář 1). Od všech pacientů byl získán informovaný souhlas se zařazením do studie (Formulář 3). Podepsali také informovaný souhlas s podáním anestezie. Studie probíhala v období od 1. 3. 2014 do 31. 6. 2014.

Do studie byli zařazeni nemocní starší 18 let podstupující plánovaný operační výkon v celkové anestezii na centrálních operačních sálech a gynekologických sálech Fakultní nemocnice Olomouc (FNOL). Demografické údaje, konkrétně ASA (fyzický stav nemocného podle American society of Anesthesiologists), pohlaví, věk, výšku, vypočítaný BMI (body mass index), způsob anestezie (celková či kombinovaná), druh a časové podání analgetik, antiemetik, hodnotu tělesné teploty (TT) s případným zahříváním jsme zjišťovali z anesteziologických záznamů, z dokumentace z PACU (post-anaesthesia care unit), respektive dekurzů příslušných oddělení a jednotkách intenzivní péče (JIP).

Výkony zahrnovaly operace všeobecné, cévní a plastické chirurgie, urologie, traumatologie a gynekologie. Nemocní, u nichž byla operace doprovázena větší krevní ztrátou (s nutností peroperačního podání transfuze), nemocní podstupující dvoudutinový výkon a ti nemocní, kteří byli po operaci hospitalizováni na jednotce intenzivní péče, byli tentokrát do studie zařazeni. Anesteziolog, který vedl anestezii u daného nemocného, nebyl informován o probíhající studii, aby jeho rozhodování o peroperačním analgetickém, antiemetickém a teplotním managementu nebylo ovlivněno.

První pooperační den vyplnil lékař nebo sestra Kliniky anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny s každým pacientem strukturovaný dotazník (Formulář 4), do něhož zanesl stesky, které nemocný vnímal bezprostředně po probuzení z celkové anestezie, a dále dle specifického stesku na bolest v operační krajině, zvracení či nauzeu, případně zimnici nebo třesavku zanesl do dotazníku taktéž informaci o případné terapii. U analgetika šlo přesně

o skupinu léčiva, dávku, způsob aplikace a čas podání, tzn. na konci operace či pooperačně na PACU nebo JIP. Stejným způsobem se zapisovalo i podání antiemetik. V případě zimnice se zapsala hodnota tělesné teploty pacienta při příjezdu na jednotlivá pracoviště, a zda byl pacient k dosažení normotermie aktivně zahříván jak perioperačně, tak pooperačně. Nebylo evidováno použití ohřevu infuzních linek peroperačně.

Statistické zpracování

Ke statistické analýze dat byl použit software SPSS verze 15 (SPSS Inc., Chicago, USA). Ke srovnání dat z roku 2007 a 2014 byl použit Chíkvadrát test. Za statisticky významnou jsme považovali hodnotu $p < 0,05$.

3.5 Fáze 3

Výskyt perioperační hypotermie observační, unicentrická, prospektivní, srovnávací studie 2013 a 2019. Zlepšili jsme se?

3.5.1 Úvod a cíle studie

Již několik dekád jsou dostupné efektivní ohřívací metody k prevenci vzniku perioperační hypotermie založené na vědomostech teplotního gradientu během anestezie [71]. Aktivní zahřívání během operačního výkonu snižuje výskyt komplikací, jako jsou infekce, kardiovaskulární komplikace a množství podaných perioperačních transfuzí, a zkracuje délku hospitalizace [16, 72]. Navzdory datům podporujícím aktivní zahřívání pacienta během chirurgického výkonu a dostupnosti efektivních systémů zahřívání zůstává výskyt nechtěné perioperační hypotermie vysoký, dosahuje až 70 % v závislosti na nemocnici [73]. Průzkum v 17 zemích Evropy prokázal, že aktivní zahřívání v perioperační době se pohybuje okolo 38,5 % a monitorace perioperační teploty pouze v 19,4 % [67].

3.5.2 Metodika, statistické zpracování

Jednalo se o klinickou, srovnávací, observační, jednoduše zaslepenou, prospektivní studii.

Studie byla schválena Etickou komisí Fakultní nemocnice Olomouc (Formulář 2). Všichni pacienti podepsali informovaný souhlas s podáním anestezie, jejíž integrální součástí je měření tělesné teploty jako jedné z fyzikálních funkcí pacienta, a etická komise proto nevyžadovala souhlas pacienta se zařazením do studie.

Do studie byli zařazeni nemocní starší 18 let podstupující plánovaný operační výkon v celkové anestezii na centrálních operačních sálech Fakultní nemocnice Olomouc (FNOL). Výkony zahrnovaly operace všeobecné, cévní a plastické chirurgie, urologie, traumatologie a očního lékařství. Z hodnocení byli vyřazeni nemocní, u nichž byla operace doprovázena větší krevní ztrátou (s nutností peroperačního podání transfuze), nemocní podstupující dvoudutinový výkon (nebývají sledovaní na PACU = post-anaesthesia care unit) a ti nemocní, kteří byli po operaci hospitalizováni na jednotce intenzivní péče.

Pacienti byli do studie zařazováni opět v období jarních a letních měsíců, a to od 1. 5. 2019 do 31. 7. 2019.

Anesteziologický záznam nám poskytl údaje o věku a pohlaví nemocného, typu chirurgického výkonu, délce anestezie, použití/nepoužití některé z metod teplotního managementu během anestezie a teplotě operačního sálu zjištěnou elektronickým teploměrem. Anesteziolog, který vedl anestezii u daného nemocného, nebyl informován o probíhající studii, aby jeho rozhodování o peroperačním teplotním managementu nebylo ovlivněno.

Vyšetřovali jsme nemocné, kteří byli po operaci sledováni na PACU Kliniky anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny (KARIM) FNOL před předáním na standardní pokoj příslušného oddělení.

Zaznamenali jsme ranní tělesnou teplotu nemocných, teplotu po ukončení anestezie (odpovídající teplotě při předání na PACU) a teplotu při předání na standardní pokoj (po dvou hodinách pobytu na PACU). Teplota byla měřená středním zdravotnickým personálem.

Měřili jsme teplotu bubínku identickým teploměrem KENDALL GENIUS 2 thermometer (Tyco Healthcare Group LP, Mansfield, USA). Tento

teploměr je rychlý, přesný a disponuje sondou na jedno použití k zaznamenání teploty bubínku. Přístroj k detekci teploty využívá infračervené světlo (Obrázek 4).

V obou studiích 2013 a 2019 byl zajištěn identický postup monitorace perioperační hypotermie, byly použity stejné teploměry k měření tělesné teploty a anesteziologové o této na kvalitu zaměřené srovnávací studii nevěděli, abychom mohli výsledky jednotlivých studií mezi sebou validně porovnat.

Výsledky primární studie z roku 2013 byly prezentovány na interním semináři kliniky KARIM (Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny) a taktéž byly o výskytu perioperační hypotermie na PACU informovány chirurgické obory Fakultní nemocnice Olomouc. Všichni anesteziologové byli srozuměni s doporučeními stran měření tělesné teploty u operačních výkonů delších než 30 minut [74]. Taktéž byli informováni o možnostech zajištění teplotního managementu v perioperační fázi pacienta, tzn. ohřevy roztoků (Obrázky 5, 5a, 6), tepelné matrace (Obrázky 7, 7a), které se umisťují pod pacienta, a použití aktivních ohřevných přikrývek Barrier[®] EasyWarm[®], Molnlycke, Gothenburg, Sweden (Obrázek 8) již před indukcí do anestezie. Přikrývky jsou dostupné na všech sálech pro všechny pacienty. Chirurgická oddělení byla informována o možnostech použití Barrier[®] EasyWarm[®] již před operací jako „prewarming“ s následným využitím na sále. Rozhodnutí, jaká metoda ohřevu k udržení teplotního managementu pacienta bude použita, bylo plně na úvaze anesteziologa.

Postup jednotlivých kroků a doporučení shrnuje vývojový diagram (Obrázek 9).

Statistické zpracování

Všechna data byla zanesena do tabulkového procesoru Microsoft Excel spreadsheet 14 (Microsoft Office 2010, Redmond, Washington) a statistická analýza byla provedena softwarem IBM SPSS Statistics, Version 22 (IBM Corp., Armonk, NY, USA).

Numerická data byla matematicky popsána průměrem, střední odchylkou a mediánem. Tělesná teplota a její závislost na specifických parametrech byla analyzována Spearmanovou korelací. Wilcoxon párový test byl použit na změny tělesných teplot. Vztah mezi teplotou po anestezii a premedikaci byl analyzován Studentovým t-testem. Shapiro-Wilk test sloužil k verifikaci distribuce. Hladina signifikance testů byla 0,05.

3.6 Výsledky

3.6.1 Výsledky 1. a 3. fáze studie

V roce 2013 byla provedena primární studie. Studii jsme pojali jako interní anesteziologický audit kvality perioperační péče se zaměřením na výskyt perioperační hypotermie u krátkých a střednědobých operačních výkonů. Celkem bylo do studie zařazeno 401 pacientů. V kontrolní studii, která proběhla po 6 letech, v roce 2019, bylo zařazeno 439 pacientů.

V obou studiích byl poměr mužů a žen téměř identický. Ani v jedné studii nebyla prokázána signifikantní závislost mezi změnou TT (tělesná teplota) a pohlavím (Tabulka 1).

Tabulka 1 Četnost (absolutní, relativní) mužů a žen

pohlaví		muži		ženy		p
		počet	procento	počet	procento	
rok	2013	216	53,9 %	185	46,1 %	0,324
	2019	221	50,5 %	217	49,5 %	

Věk pacientů, délku operace a teplotu sálu v roce 2013 a 2019 shrnují Tabulky 2 a 3.

Tabulka 2 Věk nemocných, délka operace a teplota sálu 2013

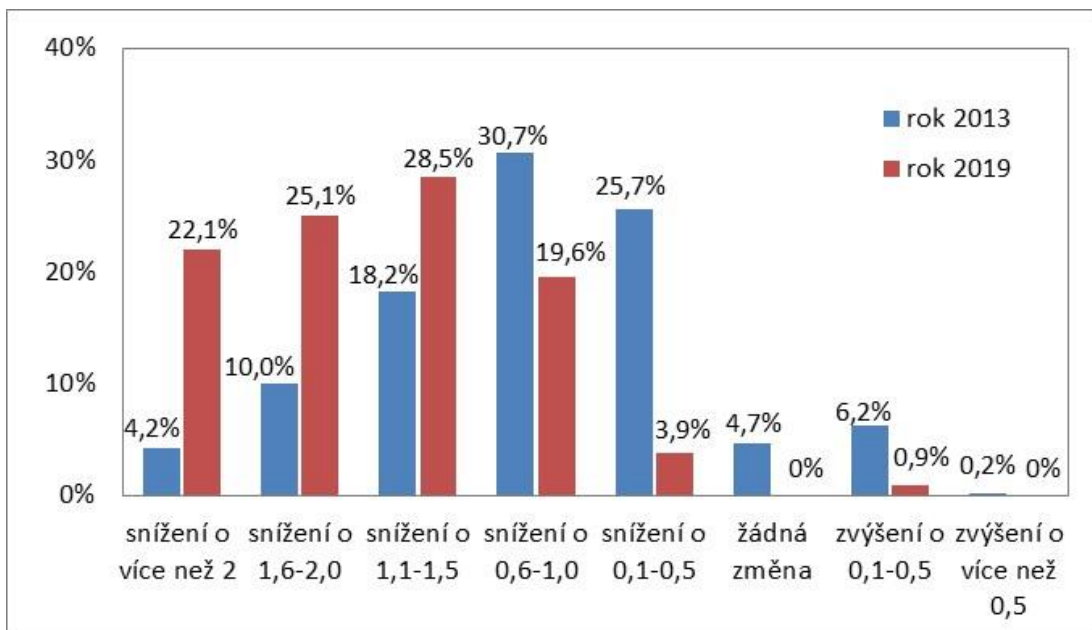
	průměr	SD	medián	min.	max.
věk (roky)	51,3	17,3	53,7	14,8	88,6
délka anestezie (h:mm)	1:28	0:39	1:20	0:20	5:10
teplota sálu (°C)	21,9	1,3	21,8	20	28

Tabulka 3 Věk nemocných, délka operace a teplota sálu 2019

	průměr	SD	medián	min.	max.
věk (roky)	54,2	15,7	55,0	18,0	88
délka anestezie (h:mm)	1:28	1:10	1:20	0:20	12:40
teplota sálu (°C)	21,7	1,0	21,7	19,0	27,1

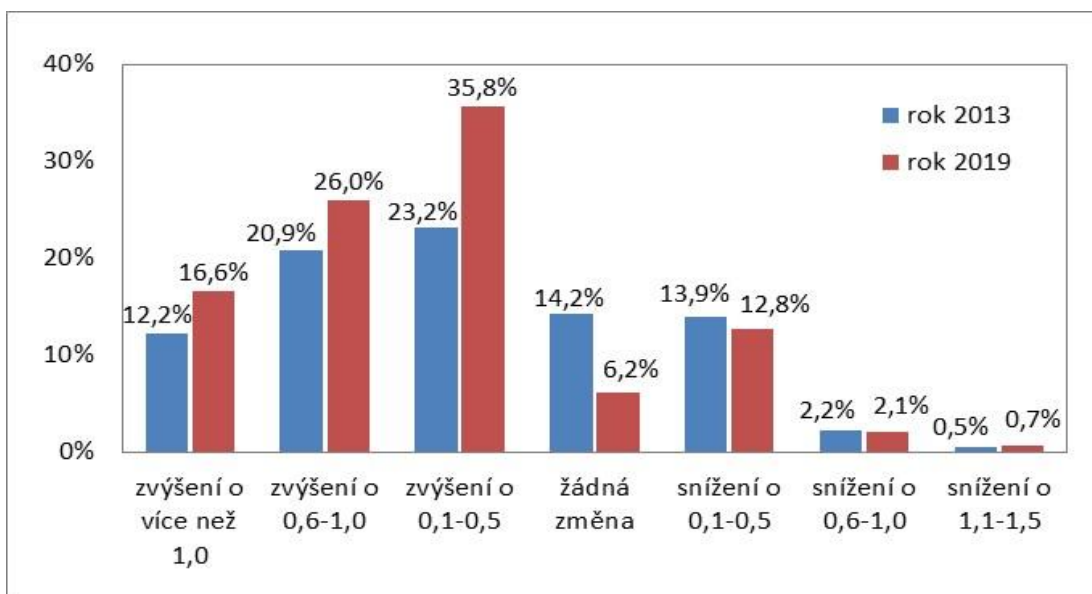
Pooperační hypotermie, tedy teplota jádra pod 36,0 °C se v roce 2013 vyskytovala v době přijetí na PACU (post-anaesthesia care unit) u 288 nemocných (72,1 %), z toho u 40 pacientů (10 %) byl pokles tělesné teploty mezi 1,5 až 2,0 °C, u 17 (4,2 %) pak více než 2,0 °C.

Nechtěná perioperační hypotermie v roce 2019 se vyskytovala u 418 pacientů (95,2 %), navíc pokles tělesné teplot (1,5–2,0 °C) byl zjištěn u 110 pacientů (25,1 %) a pokles o více než 2,0 °C u 97 pacientů (22,1 %). Výsledky zobrazuje graf 1.



Graf 1 Změna tělesné teploty po anestezii = příjezd na PACU (PACU = post-anaesthesia care unit)

Na dalším grafu jsou vidět změny teplot mezi příjezdem na PACU a odjezdem z PACU. Z grafu 2 je patrné, že během 2hodinového pobytu na PACU se teplota zvýší. Zvýšení teploty o více jak 1 °C bylo v primární studii u 48 pacientů (12,2 %) a v kontrolní studii dokonce u 70 pacientů (16,6 %). Tabulka 4 pak ukazuje, že i přes zahřívání na PACU však není normotermie dosaženo u všech pacientů.



Graf 2 Změna teploty mezi příjezdem = teplota po anestezii na PACU a odjezdem z PACU (PACU = post-anaesthesia care unit)

Tabulka 4 Počet hypotermních (TT pod 36,0 °C) a normotermních (TT nad 36,0 °C) pacientů po zahřátí na PACU

TT = tělesná teplota, PACU = post-anaesthesia care unit

	počet		procento %	
	2013	2019	2013	2019
TT <36,0 °C při příjezdu na PACU	289	418	72,1	95,2
TT ≥36,0 °C při odjezdu z PACU	218	62	54,4	14,1

Byla prokázána velmi slabá korelace změny mezi TT po anestezii a teplotou sálu ($r = 0,225$, $r = 0,168$). Mezi změnou TT po anestezii a délkou operace byla prokázána slabá negativní závislost ($r = -0,215$, $r = -0,299$). Nebyla prokázána signifikantní korelace mezi změnou teploty po anestezii a věkem pacientů ($r = -0,065$, $r = -0,013$). Výsledky shrnuje tabulka 5.

Tabulka 5 Změna TT po anestezii k věku, teplotě sálu a délce operace

TT = tělesná teplota, N = celkový počet pacientů

			věk	teplota sálu	délka operace
změna TT po anestezii	2013	N	401	401	401
		r	-0,065	0,168	-0,299
	2019	N	439	439	439
		r	-0,013	0,225	-0,215

Ani v jedné studii nebyl zjištěn signifikantní pokles TT po anestezii u pacientů nad 60 let (Tabulka 6).

Tabulka 6 Změna TT po anestezii u pacientů nad 60 let

TT = tělesná teplota

	průměr	SD	medián	min.	max.	<i>p</i>
2013	35,5	0,7	35,5	33,3	36,9	0,138
2019	34,9	0,6	34,9	33,1	36,6	0,164

V obou studiích bylo prokázáno signifikantní snížení TT po anestezii vzhledem k hodnotám před anestezii ($p < 0,0001$). Hodnoty TT byly signifikantně nižší také při odjezdu z PACU ve srovnání s hodnotami před anestezii ($p < 0,0001$) – Tabulky 7 a 8.

Tabulka 7 Naměřené teploty a rozdíly teplot 2013

TT = tělesná teplota, PACU = post-anaesthesia care unit

	průměr	SD	medián	min.	max.	<i>p</i>
TT na oddělení	36,4	0,2	36,4	35,8	37,5	-
TT po anestezii	35,6	0,6	35,6	33,3	37,7	-
TT při odjezdu z PACU	36,0	0,5	36,0	34,6	37,4	-
změna TT po anestezii	-0,8	0,6	-0,8	-2,9	0,8	<0,0001
změna TT při odjezdu z PACU	-0,4	0,5	-0,4	-2,1	1,2	<0,0001

Tabulka 8 Naměřené teploty a rozdíly teplot 2019

TT = tělesná teplota, PACU = post-anaesthesia care unit

	průměr	SD	medián	min.	max.	<i>p</i>
TT na oddělení	36,4	0,2	36,4	36,0	37,1	-
TT po anestezii	34,9	0,6	34,9	33,1	36,6	-
TT při odjezdu z PACU	35,4	0,5	35,4	34,0	37,0	-
změna TT po anestezii	-1,5	0,7	-1,5	-3,4	0,3	<0,0001
změna TT při odjezdu z PACU	-1,0	0,5	-1,1	-2,5	0,6	<0,0001

Metody teplotního managementu shrnují Tabulky 9 a 10. Analýza rozptylu (ANOVA) prokázala v roce 2013 signifikantně vyšší pokles TT po anestezii u pacientů, u nichž byl použit průtokový ohřev + příkrývka a/nebo vyhřívaná podložka ve srovnání s pacienty bez ohřevu nebo jen s průtokovým ohřevem $p < 0,0001$. V kontrolní studii nebyl prokázán signifikantní rozdíl ve změně TT po anestezii v závislosti na použité metodě ohřevu ($p = 0,847$).

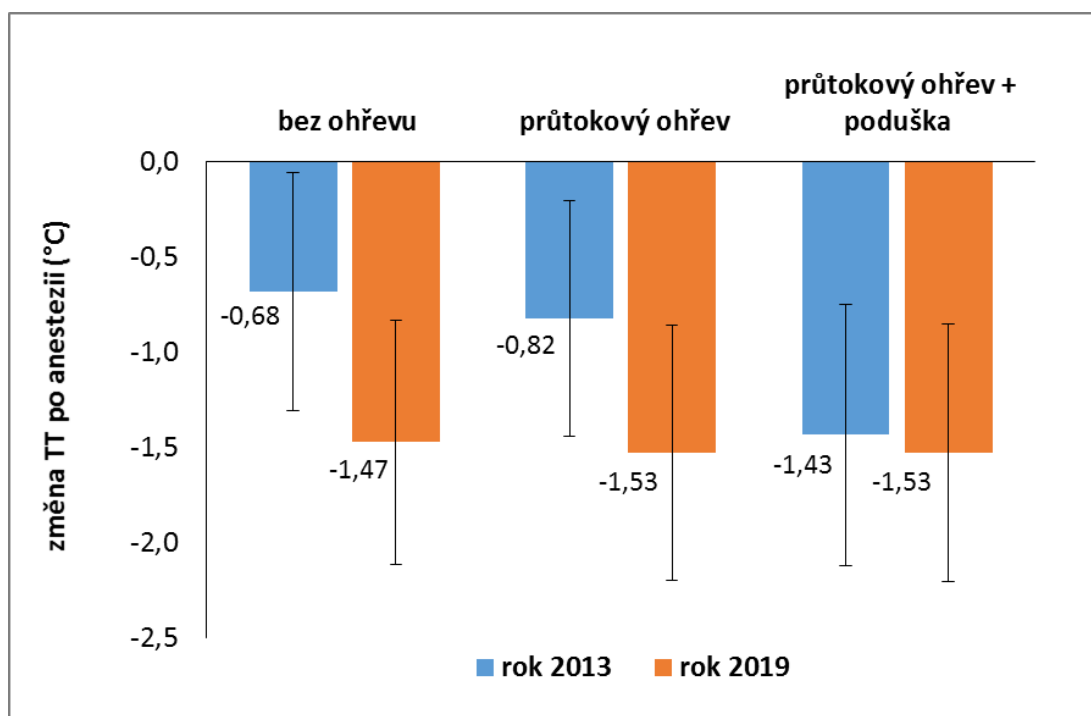
Tabulka 9 Změna TT po anestezii vzhledem k typu ohřevu 2013

změna TT po anestezii	průměr	SD	medián	min.	max.	<i>p</i> (Kruskal-Wallis)
0 - bez ohřevu	-0,68	0,62	-0,60	-2,40	0,80	$p < 0,0001$
1 - průtokový ohřivač	-0,82	0,62	-0,80	-2,80	0,40	
2 - průtokový ohřivač + poduška	-1,43	0,69	-1,20	-2,90	-0,60	

Tabulka 10 Změna TT po anestezii vzhledem k typu ohřevu 2019

změna TT po anestezii	průměr	SD	medián	min.	max.	p (ANOVA)
0 - bez ohřevu	-1,47	0,64	-1,45	-3,10	0,10	p=0,847
1 - průtokový ohřívač	-1,53	0,67	-1,50	-3,40	0,30	
2 - průtokový ohřívač + poduška	-1,53	0,68	-1,55	-3,30	0,00	

V roce 2019 byl signifikantně menší počet operací bez ohřevu a signifikantně vyšší počet operací s průtokovým ohřevem + poduškou. Použití jedné nebo obou modalit k udržení termálního komfortu pacienta – průtokového ohřevu nebo podušky – nesnížilo propad TT během anestezie a vznik perioperační hypotermie (Graf 3). Naopak u těchto metod došlo ještě k výraznější hypotermii, než když byl pacient úplně bez ohřevu.



Graf 3 Změna TT (tělesná teplota) po anestezii vzhledem k různým metodám ohřevu. Délka sloupce odpovídá průměrné hodnotě změny TT po anestezii, svorka prezentuje směrodatnou odchylku změny (SD).

Přesný počet různých metod ohřevu popisují Tabulky 11 a 12.

Tabulka 11 Metody teplotního managementu na operačním sále v roce 2013

	četnost	
	absolutní	relativní
bez teplotního managementu	112	28 %
průtokový ohřívač infuzí	259	65 %
průtokový ohřívač infuzí + podložka	23	6 %
průtokový ohřívač infuzí + příkrývka s teplým vzduchem	7	2 %
celkem	401	100 %

Tabulka 12 Metody teplotního managementu na operačním sále v roce 2019

	četnost	
	absolutní	relativní
bez teplotního managementu	56	13 %
průtokový ohřívač infuzí	294	67 %
průtokový ohřívač infuzí + podložka	86	19,3 %
průtokový ohřívač infuzí + příkrývka s teplým vzduchem	1	0,2 %
pouze podložka pod pacientem	2	0,5 %
celkem	439	100 %

3.6.2 Výsledky 2. fáze studie

V roce 2014 za období březen až červen byla získána data od 693 pacientů (370 žen, 323 mužů). Demografické údaje shrnuje Tabulka 13. Srovnání demografických dat (věk, výška, hmotnost) mužů a žen prokázalo statisticky významný rozdíl $p < 0,05$.

Tabulka 13 Demografická data pacientů z roku 2007 a 2014
BMI = body mass index

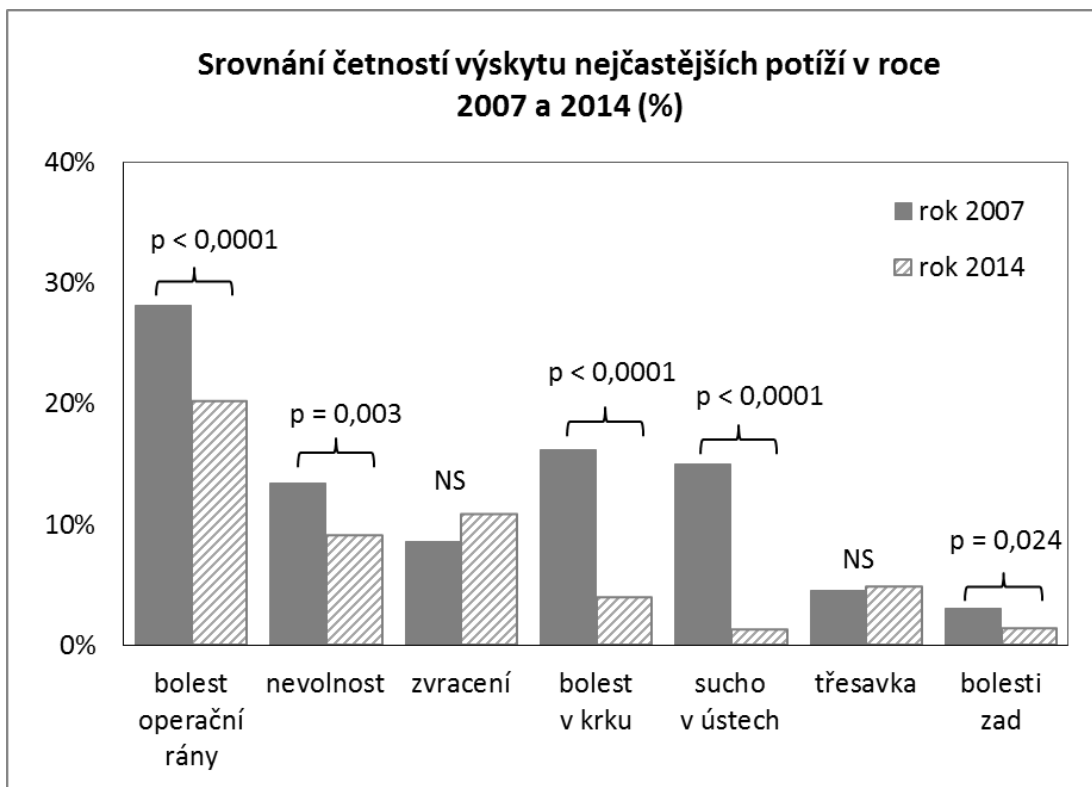
	muži		p	ženy		p
	2007	2014		2007	2014	
n	944 (48,6 %)	323 (46,6 %)	0,365	998 (51,4 %)	370 (53,4 %)	0,365
věk (roky)	51,1 (±17,8)	57,0 (±15,6)	<0,0001	51,7 (±15,9)	55,8 (±16,3)	<0,0001
výška (cm)	175,2 (±7,6)	176,9 (±7,1)	0,0004	163,5 (±7,5)	165,4 (±6,3)	<0,0001
hmotnost (kg)	82,4 (±16,1)	85,0 (±14,9)	0,011	69,7 (±14,9)	72,5 (±15,3)	0,002
BMI (kg/m ²)	26,81 (±4,84)	27,1 (±4,2)	0,321	26,14 (±5,75)	26,5 (±5,6)	0,250

V roce 2014 bylo relativně více pacientů po anestezii zcela bez potíží – 53,4 % oproti roku 2007. Bolest v operační krajině se vyskytla ve 20,2 % případů oproti 28,1 % ($p < 0,0001$), bolest v krku ve 3,9 % namísto 16,2 % ($p < 0,001$), nevolnost v 9,1 % oproti 13,4 % ($p < 0,003$), zvracení se mírně zvýšilo, a to na 10,8 % z 8,6 %. Incidence zimnice a třesavky se v roce 2014 nesnížila (Tabulka 14).

Tabulka 14 Srovnání všech potíží v roce 2007 a 2014

potíže	2007		2014		p
	absolutní četnost	relativní četnost	absolutní četnost	relativní četnost	
bez potíží	852	43,9 %	370	53,4 %	
bolest operační rány	546	28,1 %	140	20,2 %	<0,0001
zvracení	167	8,6 %	75	10,8 %	0,082
nevolnost	261	13,4 %	63	9,1 %	0,003
bolest v krku	315	16,2 %	27	3,9 %	<0,0001
zimnice / třesavka	87	4,5 %	33	4,8 %	0,760
chrapot	56	2,9 %	21	3,0 %	0,844
sucho v ústech	292	15,0 %	9	1,3 %	<0,0001
kašel	39	2,0 %	8	1,2 %	0,145
dušnost	34	1,8 %	7	1,0 %	0,176
bolest zad	59	3,0 %	10	1,4 %	0,024
bolest hlavy	58	3,0 %	14	2,0 %	0,180
nespavost	41	2,1 %	14	2,0 %	0,886

Srovnání výskytu nejčastějších komplikací po anestezii z pohledu pacienta zobrazuje také graf 4.



Graf 4 Srovnání četnosti výskytu nejčastějších potíží v roce 2007 a 2014 (%)

3.7 Diskuse

Ve dvou studiích provedených v odstupu šesti let jsme prokázali výskyt nechtěné perioperační hypotermie u krátkých a střednědobých operačních výkonů. V první studii (2013) jsme zachytili perioperační pokles tělesné teploty u 288 pacientů (72,1 %), z toho u 40 pacientů (10 %) byl pokles tělesné teploty mezi 1,5–2,0 °C, u 17 (4,2 %) pak více než 2,0 °C. Druhá studie – kontrolní – z roku 2019 ukázala perioperační hypotermii u 417 pacientů (95,2 %), navíc pokles tělesné teploty mezi 1,5–2,0 °C byl zjištěn u 110 pacientů (25 %) a pokles o více než 2,0 °C u 97 pacientů (22 %). Tyto údaje o výskytu nechtěné hypotermie odpovídají datům ve světovém písemnictví publikovaným v poslední dekádě [6, 51, 75–77].

Předpokládali jsme, že v kontrolní studii (2019) bude výskyt hypotermie nižší, než tomu bylo ve studii první (2013). Anesteziologové totiž byli informováni nejen o výsledcích primární studie, ale i o komplikacích spojených s perioperační hypotermií. Po provedení první studie (a zjištění vysokého výskytu perioperační hypotermie) byl o možnostech zajištění tepelné pohody pacienta poučen lékařský i nelékařský personál operačních oborů FN Olomouc. Na každém sále byl umístěn ohřev infuzí (Obrázky 5, 5a, 6), výhřevné elektrické podložky (Obrázky 7, 7a) byly dostupné na všech centrálních operačních sálech FN Olomouc. Od roku 2015 byly k dispozici zahřívací přikrývky Barrier® EasyWarm® (Obrázek 8) i v předsálích centrálních operačních sálů. Anesteziologové, anesteziologické sestry i sálový personál byli informováni a proškoleni o možnostech i o správném užívání této přikrývky. Veškeré výše zmíněné teplotní modality ohřevu jsou snadno použitelné, žádná z těchto pomůcek při použití v praxi nevyžaduje zvýšenou časovou, fyzickou ani psychickou zátěž.

Ve srovnání s rokem 2013 četnost použití pomůcek pro teplotní management v roce 2019 vzrostla – ohřev infuzí byl použit u 294 pacientů (67 %), elektrická podložka pak u 86 nemocných (19 %). I přes častější používání pomůcek v roce 2019 byl však pokles teploty pacienta po operaci

a celkový výskyt nechtěné hypotermie statisticky vyšší. V obou studiích byl dokonce pokles teploty pacienta i přes použití dvou modalit ohřevu, tedy zahřívání infuzí a použití podložky pod pacienta vyšší než u pacientů bez jakéhokoliv ohřevu. Jak je to možné?

Aplikace jednoho litru krystaloidu o pokojové teplotě sníží střední tělesnou teplotu dospělého jedince v průměru o 0,25 °C [78]. Průtokové ohříváče takto snižují ztráty tepla, zvláště při aplikaci vyššího množství infuzních roztoků. Není však bezpečné ohřívát tekutiny více než na normální teplotu tělesného jádra [39]. Ohřev infuzí není náhradou modality povrchového ohřevu. Navíc samostatně použité ohřevy infuzí pacienta v normotermii neudrží [6, 39].

Otázkou také je, kdy tyto dvě modalitty (ohřev infuzí a vyhřívací podložka) k udržení normotermie byly použity. Časový údaj o zapnutí ohřevu jsme ani v jedné studii nezaznamenávali. Z praxe se můžeme jen domnívat, že zapnutí ohřevné podložky a zapnutí ohřevu infuzí bylo provedeno až po úvodu do anestezie, po napohování pacienta a přípravě operačního pole. Důvodem může být jistý komfort a „nezatěžování“ anesteziologického a perioperačního personálu myšlenkami, že teplotní komfort je součástí homeostázy pacienta a je třeba na ni myslet od začátku. Pro většinu sálového personálu je jednodušší (i když nesprávné) tyto ohřevy spustit, až když jsou nejdůležitější části v úvodu operačního výkonu (zajištění vstupů, indukce anestezie, polohování pacienta, příprava operačního pole) hotové, a nezabývat se jimi v úplném začátku.

Z výsledků primární studie (2013) vyplývá, že tepelné přikrývky poháněné horkým vzduchem WarmTouch^{MT} WT-5800, M. S. M. (Obrázek 10) či přikrývky Barrier[®] EasyWarm[®] (Obrázek 8) se využily pouze ve 2 % (7) případů, v roce 2019 jen u 1 pacienta (0,2 %). Je pravda, že Barrier[®] EasyWarm[®] v roce 2013 nebyly ve FN Olomouc dostupné na každém sále a byly určené pacientům podstupujícím delší operační výkony. Po této studii a následné informovanosti jak anesteziologů, tak lékařů i sester perioperačních oborů jsou uhlíkové přikrývky Barrier[®] EasyWarm[®] dostupné

na každém operačním sále. Přesto hodnoty o četnosti použití v kontrolní studii ukazují úplně neočekávané výsledky. Můžeme jen spekulovat, proč tomu tak je. Předpokládáme, že jde s velkou pravděpodobností o nezájem či negativní benevolenci anesteziologického týmu. Nezanedbatelný je trvalý tlak a orientace na výkon, jelikož jsou operační programy naddimenzované. Snaha o co nejvyšší efektivitu (resp. rychlost průchodu pacienta operačním sálem) může vést ke snížení zájmu o **zdánlivě** méně významnou vitální funkci, tělesnou teplotu, která je součástí fyziologické homeostázy pacienta. Na tělesnou teplotu je kladen důraz vždy u dětského pacienta, ne tolik u dospělého.

Burns et al. popisuje, že pacienti starší 70 let mají vyšší riziko vzniku perioperační hypotermie [75]. Podobná data jsou i v práci Kongsayreepong et al. [79], nicméně zde hypotermie nebyla statisticky významná. Práce Vaughan et al. přináší data o nižší perioperační teplotě jádra a delším trvání pooperační hypotermie u pacientů starších 60 let [80]. Termoregulace u starších pacientů je méně efektivní než u mladších, a to bez anestezie i během ní. Obranná reakce na hypotermii, tedy vazokonstrikce a třes je u této skupiny nižší [81]. V naší práci byl medián věku v roce 2013 53,7 let a v roce 2019 55,0 let. Ani jedna naše studie neprokázala signifikantní korelaci mezi věkem pacienta a teplotou po anestezii ($r = -0,065$, resp. $r = -0,013$). V obou našich studiích byl medián věku pod uvedenými věkovými skupinami, které patří mezi rizikové z hlediska vzniku nechtěné perioperační hypotermie. U pacientů nad 60 let byla v roce 2013 průměrná TT po anestezii $35,5\text{ °C}$ ($p < 0,138$) a v roce 2019 $34,9\text{ °C}$ ($p < 0,614$). Neprokázali jsme signifikantní závislost mezi věkem nad 60 let a větším poklesem TT.

Medián teploty sálu v obou našich studiích byl v roce 2013 $21,8\text{ °C}$ a v roce 2019 $21,7\text{ °C}$. Obě studie prokázaly velmi slabou pozitivní korelaci mezi změnou teploty po anestezii a teplotou sálu ($r = 0,225$, resp. $r = 0,168$). Studie Gamala et al. a také Torossian et al. potvrzují, že teplota operačního sálu je u anestezovaných pacientů možným prognostickým faktorem vzniku hypotermie. Tělesná teplota je signifikantně vyšší, pokud je teplota operačního sálu v rozmezí $20\text{--}24\text{ °C}$, a na druhé straně nižší při teplotě sálu $18\text{--}21\text{ °C}$

[9, 81]. Doporučuje se teplota operačního sálu alespoň 21 °C u dospělého pacienta a 24 °C u dětského pacienta [7, 67, 73, 74, 81–83]. Dokonce i při teplotě sálu 23 °C byla u starších pacientů teplota jádra pod 35,5 °C [81]. Teplota operačního sálu nad 26 °C je efektivní v prevenci vzniku perioperační hypotermie bez ohledu na věk pacienta [81]. Tato teplota je však pro personál na operačním sále neakceptovatelná a je nutné hledat jiné možnosti v aktivním zahřívání.

Mezi délkou operace a perioperační hypotermií byla prokázána slabá negativní korelace, a to v obou studiích ($r = -0,215$, resp. $r = -0,299$). Medián délky operace v roce 2013 byl 1 hodina, 20 minut, v roce 2019 taktéž 1 hod. 20 min. Torossian et al. ve své práci uvádí, že anestezie delší než 2 hodiny je rizikovým faktorem pro vznik hypotermie [9]. Z jednotlivých fází perioperační hypotermie je zřejmé, že největší pokles teploty jádra se děje v 1. fázi, která trvá 1–2 hodiny od indukce do anestezie. V této době dochází k redistribuci tepla mezi jádrem a periferií. V 1. fázi je propad teploty nejhlubší, a to o 0,5–1,5 °C. Ve fázích 2 a 3 sice nadále teplota jádra klesá, ale rychlost je díky lineárnímu poklesu a vzniku určitého ekvilibria mezi jádrem a periferií velice pomalý a současně malý [11, 16, 33]. Naše studie zahrnovaly výkony s průměrným trváním do 2 hodin, což odpovídá 1. fázi vzniku hypotermie. Taktéž pokles teploty o 0,5–1,5 °C byl v obou studiích významný, v roce 2013 se jednalo o 48,9 % a v roce 2019 48,1 %.

Národní anesteziologické společnosti identifikovaly významnou roli perioperačního měření tělesné teploty a tuto skutečnost vyjádřily ve svých doporučeních:

- V České republice jde o doporučení České společnosti anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny (ČSARIM) z roku 2017 – Doporučený postup zásady bezpečné anesteziologické péče. Dokument se zmiňuje i o měření tělesné teploty během anestezie. Měření je doporučeno u novorozenců a kojenců vždy a u dospělých a dětí s předpokladem doby trvání výkonu nad 30 minut [74].

- Slovenská spoločnosť anesteziológie a intenzívnej medicíny (SSAIM) doporučuje kontinuálné či intermitentné merenie TT u výkonů delších než 60 minút [7].

- NICE (National Institute for Health and Clinical Excellence) ve Velké Británii navrhuje merenie perioperačnej TT u výkonů delších než 30 minút [22].

- Americká spoločnosť (ASA = American Society of Anesthesiologists) doporučuje merať teplotu každého pacienta během anestézie v prípade, kedy je vznik hypotermie zřejmý alebo by k němu mohlo dojít [82].

- American Society of PeriAnesthesia Nurses doporučuje identifikovať pacienty, ktorí majú riziko vzniku nechťenej perioperačnej hypotermie, a merať teplotu v úvode do anestézie a celou perioperačnou dobu [83].

Tělesná teplota by měla být monitorována u všech pacientů podstupujících operační výkon delší než 1 hodinu [25]. V naší studii nemáme zdokumentován přesný čas operací, avšak medián anestézie byl v roce 2013 i v roce 2019 1 hodina a 20 minut. Časově nejdelší anestézie v roce 2013 trvala 5 hodin a 10 minut, a v roce 2019 dokonce 12 hodin a 40 minut. Přes veškerá doporučení, česká i mezinárodní, měření tělesné teploty během operace nebylo monitorováno a prokazatelně dokumentováno v záznamu o anestézii.

Většina pacientů podstupujících chirurgický výkon má relativní pocit chladu a zimy před samotným operačním výkonem. Již při příjezdu na operační sál mají rozdílný stupeň teplotního gradientu jádro–periferie [39]. Jedna z možností, jak minimalizovat tento gradient a zabránit tím poklesu teploty z důvodu redistribuce tepla během úvodu do anestézie, je tzv. „prewarming“ (metoda aktivního zahřívání periferních tkání před indukci anestézie). Jde o způsob vazodilatace se snížením teplotního gradientu jádro–periferie. Během úvodu do anestézie nedojde k redistribuci tepla a poklesu teploty jádra. Výsledkem „prewarmingu“ je udržení normotermie, tedy teploty jádra nad 36,0 °C během operačního výkonu [84]. „Prewarming“ se doporučuje 30 minut až 2 hodiny před operačním výkonem. Další výhodou „prewarmingu“ je pacientův komfort a spokojenost bez vzpomínky na pocit chladu a třesu již při příjezdu na operační sál. Teplem indukovaná vazodilatace

usnadňuje inzerci periferních žilních kanyl a arteriálních katetrů [39, 56, 85]. Pasivní „prewarming“, tedy přikrytí přikrývkou či peřinou nedosáhl udržení normotermie perioperačně ve srovnání s aktivním „prewarmingem“ [87, 88]. U pacientů s klasifikací fyzikálního stavu dle ASA (American Society of Anesthesiologists) II–V je „prewarming“ doporučen nejlépe před anestezí s měřením TT [7].

V žádné z našich studií nebyla metoda „prewarmingu“ k udržení normotermie použita. Uhlíkové přikrývky Barrier® EasyWarm® jsou schopné aktivního zahřívání až po dobu 10 hodin. Poskytují tedy dostatečný čas na „prewarming“, intraoperační použití a následné udržení termálního komfortu pooperačně na PACU (post-anaesthesia care unit) či jednotce intenzivní péče (JIP). Tyto přikrývky patří mezi jednorázové prostředky bez rizika přenosu infekcí, a jsou tedy obzvláště vhodné při použití na operačním sále [11].

Ekonomický aspekt aplikace aktivních přikrývek je jistě na místě. Cena přikrývky není zanedbatelná. Na druhou stranu náklady na zvládnutí komplikací spojených i s mírnou perioperační hypotermií včetně podání krevních transfuzí, možný vznik infekce a komplikací s ní spojených, prodloužení doby hospitalizace o několik dnů až týdnů [7, 16, 27, 39, 51] cenu přikrývek jistě převyšují.

Frank et al. ve své práci shrnují, že pacienti s kardiálním rizikem, kteří během operačního výkonu byli normotermní, měli snížený výskyt nežádoucích kardiálních komplikací spojených s hypotermií [19]. Některé práce potvrzují, že hypotermický pacient strávil signifikantně delší dobu na PACU. Fáze plného zotavení z anestezie u podchlazených bývá prodloužená, a ne všichni nemocní byli při propuštění normotermní [39, 89]. Pacienti v obou studiích byli na PACU po dobu 120 minut. Z celkového počtu hypotermních pacientů, tedy s TT pod 36,0 °C bylo z PACU propuštěno s TT nad 36,0 °C 54,4 % v roce 2013 a v roce 2019 14,1 % normotermních pacientů. Doba zotavení při nechtěné perioperační hypotermii je tedy delší a návrat k normotermii nemusí nastat ani za 120 minut, což potvrzují i literární zdroje.

Výsledky dotazníkového šetření z roku 2014 zaměřeného na subjektivní diskomfort pacientů po operaci v celkové anestezii prokázaly, že výskyt zimnice a třesavky, které doprovázejí hypotermii, se nesnížil, ale byl v obou studiích přibližně stejný, a to 4,7 % a 4,8 % bez statistické významnosti ($p < 0,076$). Průměrná teplota u pacientů s třesavkou byla 35,5 °C, minimální teplota 34,2 °C. Výrazně se snížila bolest v krku po operačním výkonu, a to na 3,9 % oproti primárnímu šetření z roku 2007, kdy její výskyt byl 16,2 %. Bolest v krku je multifaktoriální. Od roku 2009 se ve FN nepoužívá k ošetření distálního konce endotracheální kanyly voda či 1 % trimekain gel (Mesokain® 1 %, Zentiva a. s., Slovenská republika), při kterých byla incidence bolestí v krku signifikantně vyšší. Nahradili jsme je indiferentním lubrikačním gelem (OptiLube™, Optimal medical solution, UK). Bolesti operační rány se proti roku 2007 rovněž významně snížily z 28,1 % na 20,2 % ($p < 0,0001$). Anesteziolog má možnost výběru a podání neopioidní analgezie na konci operačního výkonu k potenciaci opioidní pooperační analgezie. V roce 2017 bylo před každým operačním výkonem (kromě diagnostických a terapeutických výkonů) zavedeno podávání preemptivní analgezie Paracetamolem tbl. V dávce 500–1 000 mg. Dalším velmi častým steskem a zároveň pooperační komplikací je nauzea a zvracení, jež jsou v literatuře zahrnuty pod jeden pojem, PONV (post-operative nauzea and vomiting). V naší studii jsme je sledovali odděleně. Zvracení se vyskytlo v roce 2014 častěji, a to v 10,8 % případů oproti 8,6 % v roce 2007. Nauzea se vyskytovala v 9,1 % případů v roce 2014 a ve 13,4 % v roce 2007. Ve FN Olomouc je k dispozici perioperační profylaxe i terapie samotného PONV. Nejčastějšími léky jsou kortikoidy, používané v profylaxi PONV v úvodu do anestezie či terapie antagonistou 5-HT₃ receptorů nebo kombinace obou.

Pacienti často sami uvádějí, že pocit chladu v těsné pooperační době je jeden z nejhorších zážitků jejich hospitalizace. Někteří dokonce tuto negativní zkušenost vnímají hůře než bolest v místě operační rány [39]. Stejná pozornost, jaká se věnuje léčbě akutní pooperační bolesti, by proto měla být věnována i úsilí v prevenci a terapii tepelného diskomfortu [39].

4 ZÁVĚRY

1. Prokázali jsme výskyt perioperační hypotermie u krátkých a střednědobých operačních výkonů. V kontrolní studii se i přes informovanost anesteziologů a operačních oborů o nechtěné perioperační hypotermii a zvýšené dostupnosti modalit k udržení normotermie výskyt hypotermie nesnížil.
2. V kontrolní studii jsme prokázali častější použití ohřevu infuzí a ohřevné podložky během anestezie.
3. Neproukázali jsme častější použití zahřívací příkrývky Barrier® EasyWarm® (Molnlycke, Gothenburg, Sweden).
4. Neproukázali jsme signifikantní korelaci mezi věkem pacienta a výskytem perioperační hypotermie.
5. Neproukázali jsme významnou souvislost mezi teplotou sálu a perioperační hypotermií.
6. Neproukázali jsme korelaci mezi délkou operace a perioperační hypotermií.
7. Výskyt zimnice a třesu zůstává na stejné úrovni subjektivních stesků pacienta, nedošlo ke snížení.

Perioperační hypotermie, i když jen mírná, znamená narušení tepelné homeostázy člověka a je prokazatelně spojená s významnými komplikacemi a rizikem zvýšené morbidity. Ve studii jsme prokázali, že její výskyt je zásadní.

Častější použití některých modalit ohřevu a edukace perioperačních oborů realitu výskytu perioperační hypotermie nezměnilo.

Perspektivu změny výskytu této tepelné poruchy homeostázy vidím v kooperaci s chirurgickými obory, a to v zavedení „prewarmingu“ před operačním výkonem. Pokud by tato metoda z různých důvodů (kapacitních, časových, odmítání pacientem) nebyla možná, pak by bylo na místě použití aktivní zahřívací příkrývky, např. Barrier® EasyWarm® již v předsáli a během indukce do anestezie. Perioperačně je vždy možnost zahřívání končetin či hrudníku samostatně.

Nezajištění tepelného komfortu pacientů během perioperačního období je v rozporu s dosavadním vědeckým poznáním.

Nezhoršujme si výsledky své práce a registrujme i drobné změny tepelné homeostázy, které mohou být nenápadným varovným signálem.

5 ANOTACE DISERTAČNÍ PRÁCE

Název práce	Vliv perioperačních faktorů na chirurgický výkon – nechtěná perioperační hypotermie
Title	Influence of perioperative factors on surgical procedure – inadvertent perioperative hypothermia
Autor	MUDr. Lenka Obare Pyszková
Vedoucí práce	prof. MUDr. Milan Adamus, Ph.D., MBA
Instituce	Lékařská fakulta Univerzity Palackého v Olomouci Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny FN Olomouc
Department	Faculty of medicine and dentistry, Palacky University, Olomouc Department of Anaesthesiology, resuscitation and intensive care medicine, University hospital Olomouc
Klíčová slova	Perioperační nechtěná hypotermie, metody termálního komfortu, subjektivně vnímané komplikace
Key words	Complications from patients' perspective, inadvertent perioperative hypothermia, methods of patients thermal comfort

Souhrn

Cíle: Cílem studie bylo zhodnotit výskyt nechtěné perioperační hypotermie u krátkých a střednědobých operačních výkonů. Perioperační hypotermie je definována poklesem teploty jádra pod 36,0 °C. Toto narušení homeostázy je spojeno s vyšším výskytem perioperačních komplikací. Součástí práce bylo také posoudit, zda změny v managementu k udržení teplotního komfortu sníží výskyt nechtěné perioperační hypotermie u krátkých a střednědobých operačních výkonů.

Typ pracoviště: Centrální operační sály Fakultní nemocnice Olomouc (FNOL), PACU (post-anaesthesia care unit)

Materiál a metoda: Jednalo se o unicentrickou, observační, prospektivní studii. Studie obsahovala tři fáze.

1. Hodnocení výskytu nechtěné perioperační hypotermie u krátkodobých a střednědobých operačních výkonů
2. Dotazníkové šetření spokojenosti perioperační péče z pohledu pacienta
3. Reevaluace výskytu nechtěné perioperační hypotermie u krátkodobých a střednědobých operačních výkonů po změnách, které by měly pozitivně ovlivnit management perioperační hypotermie u těchto výkonů

Během první a třetí fáze jsme vyšetřovali nemocné podstupující plánovaný operační výkon v celkové anestezii ve FNOL. Všichni pacienti byli po operaci sledovaní na PACU. Zaznamenali jsme ranní tělesnou teplotu nemocných, teplotu po ukončení anestezie a teplotu po dvou hodinách pobytu na PACU. Měřili jsme teplotu bubínku teploměrem KENDALL GENIUS 2 thermometer. Z anesteziologického záznamu jsme získali demografické údaje, informace o délce anestezie, použití/nepoužití některé z metod teplotního managementu během anestezie a o teplotě operačního sálu měřenou elektronickým teploměrem.

Druhá fáze studie zahrnovala operace prováděné na COS a gynekologické operace. Anesteziolog, který vedl anestezii u daného nemocného, nebyl informován o probíhající studii, aby jeho rozhodování o perioperačním analgetickém, antiemetickém a teplotním managementu nebylo ovlivněno. První pooperační den se s každým pacientem vyplnil strukturovaný dotazník o diskomfortu, který nemocný vnímal bezprostředně po probuzení z celkové anestezie. V případě zimnice se zapsala hodnota tělesné teploty (TT) pacienta při příjezdu na jednotlivé pracoviště, a zda byl pacient k dosažení normotermie aktivně zahříván ať perioperačně, či pooperačně. K hodnocení jsme použili statistický software SPSS s příslušnými testy na hladině významnosti $p < 0,05$.

Výsledky: Prokázali jsme výskyt nechtěné perioperační hypotermie u krátkých a střednědobých operačních výkonů. V roce 2013 to bylo u 289 pacientů (72,1 %). V roce 2019 se vyskytovala u 418 pacientů (95,2 %). Neprokládali jsme významnou závislost mezi výskytem hypotermie a věkem nad 60 let. Teplota sálu, délka operace či pohlaví byla bez signifikantní korelace s perioperační hypotermií. V kontrolní studii jsme prokázali častější použití ohřevu infuzí 67 % (294) a ohřevných elektrických podložek pod pacienta 19,3 % (86). V primární studii bylo použití ohřevu u 65 % (259) a elektrických podložek u 6 % (23). Použití aktivního zahřívání pomocí přikrývky Barrier® EasyWarm® (Molnlycke, Gothenburg, Sweden) bylo v kontrolní studii použito jen ve 0,2 % (1). Nejčastější komplikace z pohledu pacienta se v naší kontrolní studii z roku 2014 ve většině případů statisticky významně snížily. Bolest v místě operační rány poklesla na 20,2 % oproti 28,1 %, bolest v krku na 3,9 % namísto 16,2 %, nauzea klesla na 9,1 % z původních 13,4 %, výskyt zvracení se zvýšil na 10,8 % z původních 8,6 %, zimnice a třesavka se u obou studií pohybovala na stejném procentu výskytu, a to 4,5 % a 4,8 %.

Závěr: Výskyt nechtěné perioperační hypotermie je u krátkých a střednědobých operačních výkonů zásadní. Přes dostupnost pomůcek k udržení teplotního komfortu pacientů se výskyt nesnížil. Častěji se používají ohřevy infuzí a elektrické podložky pod pacienta, ale bez efektu na snížení četnosti výskytu nechtěné perioperační hypotermie. Doporučuji aktivní ohřev pacienta před příjezdem na sál a v době indukce do anestezie.

Summary

Aims: The aim of the study was to determine occurrence of inadvertent perioperative hypothermia after short-and medium-duration operations. To establish the complications of anaesthesia from the perspective of the patient. And find out if some changes in the thermal comfort management decrease the occurrence of inadvertent perioperative hypothermia after those operations. Inadvertent perioperative hypothermia is defined as a decrease of

core temperature below 36,0 °C. This homeostatic disbalance is linked to perioperative complications

Settings: Central operation theatres of the University hospital Olomouc, PACU (post-anaesthesia care unit)

Material and methods

The study was divided into three phases.

1. Occurrence of inadvertent perioperative hypothermia after short- and medium-duration operations
2. Determination of the complications of anaesthesia from the perspective of the patient
3. Re-evaluation of occurrence of inadvertent perioperative hypothermia after short- and medium-duration operations following some management changes in the approach towards thermal comfort of patients

The first and the third phase focused on patients undergoing an elective operation in general anaesthesia at the University hospital Olomouc. After operation, all the patients were monitored at PACU. From the anaesthesiology chart, the following were recorded: the age, sex, duration of anaesthesia, use/non-use of temperature management devices and electronic measurements of the operating theatre temperature. The anaesthesiologists who were responsible for anaesthesia of patients were unaware of the ongoing research in order to avoid a predetermined approach towards temperature management in patients. The morning body temperature of each patient, their respective temperatures at the end of anaesthesia and temperatures at discharge from PACU were recorded. Tympanic temperature was measured using the KENDALL GENIUS 2 thermometer.

The second phase included patients undergoing elective surgery under general anaesthesia at the central and gynaecological operating theatres of the University hospital Olomouc. In order to avoid biases, the anaesthesiologist in charge of anaesthesia, perioperative analgesics, anti-emetics and temperature management of a patient was not informed of

the ongoing study. The day after the operation each patient was given a structured questionnaire in which they had to record discomforts experienced immediately after waking up from general anaesthesia. Body temperature of patients with chills was recorded. Among them, those actively heated were recorded as well. Statistical significance was set at $p < 0.05$.

Results: We recorded occurrence of inadvertent perioperative hypothermia after short-duration and medium-duration operations. There were 289 patients (72.1 %) hypothermic in 2013. There were 418 (95.2 %) patients hypothermic in 2019. We didn't prove strong correlation between body temperature after anaesthesia and the age of 60 and above. The ambient temperature, sex and the duration of operation didn't show significant correlation with inadvertent perioperative hypothermia. There was high use of fluid warming system 67 % (294) and heating mattress under a patient 19.3 % (86) in our comparative study. Only 0.2 % (1) of the active warming system – blankets Barrier® EasyWarm® (Molnlycke, Gothenburg, Sweden) was used in the comparative study. In our study, the most often complications of anaesthesia from the perspective of the patient were pain in a surgical site 20.2 % in comparison to 28.1 %, sore throat 3.9 % in comparison to 16.2 %, PONV nausea 9.1 % in comparison to 13.4 % and vomiting 10.8 % in comparison to 4.8 %, in both studies, chills and shivering were almost the same 4.5 % and 4.8 %.

Conclusion: We proved occurrence of inadvertent perioperative hypothermia after short-duration and medium-duration operations. Despite the measures taken to prevent perioperative hypothermia, such as the availability of active self-warming blankets in each theatre and for each patient, fluid warming, our follow-up study failed to confirm any lower rates of perioperative hypothermia in short- and medium-duration operations. I recommend warming patients before arrival to an operation theatre and at the time of induction of anaesthesia.

6 POUŽITÁ LITERATURA

1. Sury MR, Palmer JH, Cook TM, Pandit JJ. The state of UK anaesthesia: a survey of National Health Service activity in 2013. *Br J Anaesth*. 2014;113(4):575–84.
2. Darzi A. High Quality Care For All: NHS Next Stage Review final report. [Internet]. London, UK: The Stationery Office, Department of Health, HMSO 2008 [cited 2021 March 23]. Dostupné na: <https://www.gov.uk/government/publications/high-quality-care-for-all-nhs-next-stage-review-final-report>
3. Drábková J. Statistika oboru anesteziologie a resuscitace, ARO, KARIM, KAR – Česká republika 2014. *Anest intenziv med*. 2016;27(1):40–45
4. Cohen MM, Duncan PG, DeBoer DP. Assessing discomfort after anaesthesia: should you ask the patient or read the record? *Qual Health Care*. 1994;3(3):137–41
5. Berning V, Laupheimer M, Nübling M, Heidegger T. Influence of quality of recovery on patient satisfaction with anaesthesia and surgery: a prospective observational cohort study. *Anaesthesia*. 2017;72(9):1088–1096
6. Monzon CGS, Arana CAC, Valz HAM, Rodríguez FA, Mejía JJB, Gómez JAA. Temperature management during perioperative period and frequency of inadvertent hypothermia in a general hospital. *Rev Colomb Anesthesiol*. 2013;41(2):97–103
7. Prevencia a manažment nežiaducej perioperačnej hypotermie odporúčanie. SSAIM [Internet]. 2019 [cited 2021 March 29]. Dostupné na: http://www.ssaim.sk/wp-content/uploads/2019/05/prevencia_a_manazment_neziaducej_perioperacnej_hypotermie-odporucanieSSAIM2019-final.pdf
8. Esnaola NF, Cole DJ. Perioperative normothermia during major surgery: is it important? *Adv Surg*. 2011;45:249–63.
9. Torossian A, Bräuer A, Höcker J, Bein B, Wulf H, Horn EP. Preventing inadvertent perioperative hypothermia. *Dtsch Arztebl Int*. 2015;112(10):166–72
10. [Internet] Dostupné na: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/?term=inadvertent+perioperative+hypothermia&filter=years.2018-2018&timeline=expanded>

11. Dostálová V, Dostál P. Perioperační hypotermie u plánovaných terapeutických a diagnostických výkonů. *Anest intenziv Med.* 2015;26(1):8–16
12. Hannenberg AA, Sessler DI. Improving perioperative temperature management. *Anesth Analg.* 2008;107(5):1454–7
13. Horosz B, Malec-Milewska M. Inadvertent intraoperative hypothermia. *Anaesthesiol Intensive Ther.* 2013;45(1):38–43
14. Trojan S, et al. Lékařská fyziologie. 3. vydání. Grada publishing; 1999. 300–309, 552–852. ISBN80-7169-788-5
15. Ganong WF. Přehled lékařské fyziologie. 20. vydání. Grada publishing; 2005. 257 p. ISBN 978-80-271-1025-4
16. Sessler DI. Perioperative thermoregulation and heat balance. *Lancet.* 2016;387(10038):2655–2664
17. Sessler DI, Lee KA, McGuire J. Isoflurane anesthesia and circadian temperature cycles in humans. *Anesthesiology.* 1991;75(6):985–9
18. Abelha FJ, Castro MA, Neves AM, Landeiro NM, Santos CC. Hypothermia in a surgical intensive care unit. *BMC Anesthesiol.* 2005;5:7
19. Frank SM, Fleisher LA, Breslow MJ, Higgins MS, Olson KF, Kelly S, et al. Perioperative maintenance of normothermia reduces the incidence of morbid cardiac events. A randomized clinical trial. *JAMA.* 1997;277(14):1127–34
20. Hughes JT. Miraculous deliverance of Anne Green: an Oxford case of resuscitation in the seventeenth century. *Br Med J.* 1982;285(6357):1792–3
21. Bohl MA, Martirosyan NL, Killeen ZW, Belykh E, Zabramski JM, Spetzler RF, et al. The history of therapeutic hypothermia and its use in neurosurgery. *J Neurosurg.* 2018;1–15
22. Filler AG. A historical hypothesis of the first recorded neurosurgical operation: Isis, Osiris, Thoth, and the origin of the djed cross. *Neurosurg Focus.* 2007;23(1):E6
23. Langham GE, Maheshwari A, Contrera K, You J, Mascha E, Sessler DI. Noninvasive temperature monitoring in postanesthesia care units. *Anesthesiology.* 2009;111(1):90–6
24. Laizzo PA, Kehler CH, Zink RS, Belani KG, Sessler DI. Thermal response in acute porcine malignant hyperthermia. *Anesth Analg.* 1996;82(4):782–9
25. Sessler DI. Temperature monitoring and perioperative thermoregulation. *Anesthesiology.* 2008;109(2):318–38

26. Larach MG, Brandom BW, Allen GC, Gronert GA, Lehman EB. Malignant hyperthermia deaths related to inadequate temperature monitoring, 2007–2012: a report from the North American malignant hyperthermia registry of the malignant hyperthermia association of the United States. *Anesth Analg.* 2014;119(6):1359–66
27. Doufas AG, Sessler DI. Physiology and clinical relevance of induced hypothermia. *Neurocrit Care.* 2004;1(4):489–98
28. Premkumar LS, Abooj M. TRP channels and analgesia. *Life Sci.* 2013;92(8-9):415–24
29. Fealey RD. Interoception and autonomic nervous system reflexes thermoregulation. *Handb Clin Neurol.* 2013;117:79–88
30. Schlader ZJ, Simmons SE, Stannard SR, Mündel T. The independent roles of temperature and thermal perception in the control of human thermoregulatory behavior. *Physiol Behav.* 2011;103(2):217–24
31. Hensel H. Thermoreception and temperature regulation. *Monogr Physiol Soc.* 1981;38:1–321
32. Sessler DI, McGuire J, Sessler AM. Perioperative thermal insulation. *Anesthesiology.* 1991;74(5):875–9
33. Buggy DJ, Crossley AW. Thermoregulation, mild perioperative hypothermia and postanesthetic shivering. *Br J Anaesth.* 2000;84(5):615–28
34. Eyolfson DA, Tikuisis P, Xu X, Wessen G, Giesbrecht GG. Shivering endurance *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1996;74:293–95
35. Mixa V, Kaplanova V. Tělesná teplota dítěte v průběhu anestezie. *Anest intenziv med.* 2016;27(5):320–26
36. Duryea EL, Nelson DB, Wyckoff MH, Grant EN, Tao W, Sadana N, et al. The impact of ambient operating room temperature on neonatal and maternal hypothermia and associated morbidities: a randomized controlled trial. *Am J Obstet Gynecol.* 2016;214(4):505e1–e7
37. Larsen R. Anestezie. 7. přepracované vydání. Praha: Grada publishing; 2004. 1392 p. ISBN 80-247-0476-5
38. Caterina MJ. Transient receptor potential ion channels as participants in thermosensation and thermoregulation. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol.* 2007;292(1):64–76
39. Sessler DI. Complications and treatment of mild hypothermia. *Anesthesiology.* 2001;95(2):531–43

40. Leslie K, Sessler DI, Bjorksten AR, Moayeri A. Mild hypothermia alters propofol pharmacokinetics and increases the duration of action of atracurium. *Anesth Analg.* 1995;80(5):1007–14
41. Smeulers NJ, Wierda JM, van den Broek L, Gallandat Huet RC, Hennis PJ. Effects of hypothermic cardiopulmonary bypass on the pharmacodynamics and pharmacokinetics of rocuronium. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 1995;9(6):700–5
42. Heier T, Caldwell JE. Impact of hypothermia on the response to neuromuscular blocking drugs. *Anesthesiology.* 2006;104(5):1070–80
43. Bacher A, Illievich UM, Fitzgerald R, Ihra G, Spiss CK. Changes in oxygenation variables during progressive hypothermia in anesthetized patients. *J Neurosurg Anesthesiol.* 1997;9(3):205–10
44. Ševčík P, et al. Intenzivní medicína. 3. vydání. Praha: Galén; 2014. 1195 p. ISBN 97-880-7492-066-0
45. Baranov D. Should One Prevent or Treat Hypothermia in the Intensive Care Unit? In: Clifford S, Deutschman P, Neligan J, editors. Evidence-Based Practice of Critical Care [Internet] W. B. Saunders; 2010 [cited 2021 Feb 25]. p. 612–17. ISBN 9781416054764. Dostupné na <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781416054764000870>
46. Horn EP, Sessler DI, Standl T, Schroeder F, Bartz HJ, Beyer JC, et al. Non-thermoregulatory shivering in patients recovering from isoflurane or desflurane anesthesia. *Anesthesiology.* 1998;89(4):878–86
47. Horn EP, Schroeder F, Wilhelm S, Sessler DI, Standl T, von dem Busche K, et al. Postoperative pain facilitates nonthermoregulatory tremor. *Anesthesiology.* 1999;91(4):979–84
48. Good KK, Verble JA, Secretst J, Norwood BR. Postoperative hypothermia--the chilling consequences. *AORN J.* 2006;83(5):1054–66
49. Černý V, Matějovič M, Dostál P. Vybrané doporučené postupy v intenzivní medicíně. 1. vydání. Praha: Maxdorf; 2009. 255 p. ISBN 978-80-7345-183-7
50. Giuliano KK, Hendricks J. Inadvertent Perioperative Hypothermia: Current Nursing Knowledge. *AORN J.* 2017;105(5):453–463
51. Harper CM, Andrzejowski JC, Alexander R. NICE and warm. *Br J Anaesth.* 2008;101(3):293–5
52. Kajimura S, Saito M. A new era in brown adipose tissue biology: molecular control of brown fat development and energy homeostasis. *Annu Rev Physiol.* 2014;76:225–49

53. Tsuei BJ, Kearney PA. Hypothermia in the trauma patient. *Injury*. 2004;35(1):7–15
54. Bräuer A, English MJ, Steinmetz N, Lorenz N, Perl T, Weyland W, et al. Efficacy of forced-air warming systems with full body blankets. *Can J Anaesth*. 2007;54(1):34–41
55. Recommended practices for safe care through identification of potential hazards in the surgical environment. Association of Operating Room Nurses. *AORN J*. 1996;63(4):802–6
56. Perl T, Peichl LH, Reyntjens K, Deblaere I, Zaballos JM, Bräuer A. Efficacy of a novel prewarming system in the prevention of perioperative hypothermia. A prospective, randomized, multicenter study. *Minerva Anestesiol*. 2014;80(4):436–43
57. Camus Y, Delva E, Just B, Lienhart A. Leg warming minimizes core hypothermia during abdominal surgery. *Anesth Analg*. 1993;77(5):995–9
58. Perez-Protto S, Sessler DI, Reynolds LF, Bakri MH, Mascha E, Cywinski J, et al. Circulating-water garment or the combination of a circulating-water mattress and forced-air cover to maintain core temperature during major upper-abdominal surgery. *Br J Anaesth*. 2010;105(4):466–70
59. Berning V, Laupheimer M, Nübling M, Heidegger T. Influence of quality of recovery on patient satisfaction with anaesthesia and surgery: a prospective observational cohort study. *Anaesthesia*. 2017;72(9):1088–1096
60. Sohan Lal, Sudipta Mukherjee, Vandana Agarwal, Raghu SxThota, Kalpana Balakrishnan, et al. Society of Onco-Anaesthesia and Perioperative Care consensus guidelines for perioperative management of patients for cytoreductive surgery and hyperthermic intraperitoneal chemotherapy (CRS-HIPEC), *Indian J Anaesth*. 2019;63(12):972–987
61. Bleiler D, Bleiler S, Sinner B. Perioperatives Management im Rahmen der CRS und HIPEC: Anästhesiologische Aspekte [Perioperative management for CRS and HIPEC: Anesthesiological aspects]. *Anaesthesist*. 2020;69(2):89–94
62. Duff GW, Durum SK. Fever and immunoregulation: hyperthermia, interleukins 1 and 2, and T-cell proliferation. *Yale J Biol Med*. 1998;55(5-6):437–42
63. Negishi C, Lenhardt R, Sessler DI, De Witte J, Ikeda T, Kurz A, et al. Desflurane reduces the febrile response to administration of interleukin-2. *Anesthesiology*. 1998;88(5):1162–9
64. Gál R. Mírná hypotermie v neuroanesteziologii a neurointenzivní péči [Internet]. 2010 [cited 2021 March 26]. Dostupné na: <https://www.akutne.cz/res/publikace/18-rizena-hypotermie-v-intenzivni-peci.pdf>

65. Mlejnský F, Vykydal I, Lindner J, et al. Hluboká hypotermie v současné kardiologii. *Cor Vasa*. 2010;52:759–61
66. Pretre R, Turina MI. Deep hypothermic circulatory arrest, neurologic injury after DHCA in clinical practice. In: Cohn LH, Edmunds LH Jr., editors. *Cardiac surgery in the adult*. New York: McGraw-Hill; 2003. p. 406–407
67. National Collaborating Centre for Nursing and Supportive Care (UK). The Management of Inadvertent Perioperative Hypothermia in Adults [Internet]. London: Royal College of Nursing (UK); 2008, [cited 2021 Feb 24]. PMID: 21678626
68. Alfonsi P, Bekka S, Aegerter P; SFAR Research Network investigators. Prevalence of hypothermia on admission to recovery room remains high despite a large use of forced-air warming devices: Findings of a non-randomized observational multicenter and pragmatic study on perioperative hypothermia prevalence in France. *PLoS One*. 2019;23;14–12
69. Heidegger T, Saal D, Nübling M. Patient satisfaction with anaesthesia-Part 1: satisfaction as part of outcome and what satisfies patients. *Anaesthesia*. 2013;68(11):1165–72
70. Horosz B, Malec-Milewska M. Methods to prevent intraoperative hypothermia. *Anaesthesiol Intensive Ther*. 2014;46(2):96–100
71. Sun Z, Honar H, Sessler DI, Dalton JE, Yang D, Panjasawatwong K, et al. Intraoperative core temperature patterns, transfusion requirement, and hospital duration in patients warmed with forced air. *Anesthesiology*. 2015;122(2):276–85
72. Burns SM, Piotrowski K, Caraffa G, Wojnakowski M. Incidence of postoperative hypothermia and the relationship to clinical variables. *J Perianesth Nurs*. 2010;25(5):286–9
73. Torossian A. TEMMP (Thermoregulation in Europe Monitoring and Managing Patient Temperature) Study Group. Survey on intraoperative temperature management in Europe. *Eur J Anaesthesiol*. 2007;24(8):668–75
74. Zásady bezpečné anesteziologické péče doporučený postup [Internet]. ČSARIM;. 2017 Dec [cited 2021 March 26]. Dostupné na: <https://www.csarim.cz/getmedia/bf2afe85-bd5b-4050-acd6-0cd4583aff9b/doporuceny-postup-zasady-bezpecne-anesteziologicke-pece-2017.pdf.aspx>
75. Burns SM, Wojnakowski M, Piotrowski K, Caraffa G. Unintentional hypothermia: implications for perianesthesia nurses. *J Perianesth Nurs*. 2009;24(3):167–73
76. Knaepel A. Inadvertent perioperative hypothermia: a literature review. *J Perioper Pract*. 2012;22(3):86–90

77. Moola S, Lockwood C. Effectiveness of strategies for the management and/or prevention of hypothermia within the adult perioperative environment. *Int J Evid Based Healthc*. 2011;9(4):337–45
78. Sessler DI. Consequences and treatment of perioperative hypothermia. *Anesth Clin North Am*. 1994;12:425–56
79. Kongsayreepong S, Chaibundit C, Chadpaibool J, Komoltri C, Suraseranivongse S, Suwannanonda P, et al. Predictor of core hypothermia and the surgical intensive care unit. *Anesth Analg*. 2003;96(3):826–33
80. Vaughan MS, Vaughan RW, Cork RC. Postoperative hypothermia in adults: relationship of age, anesthesia, and shivering to rewarming. *Anesth Analg*. 1981;60(10):746–51
81. El-Gamal N, Elkassabany N, Frank SM, Amar R, Khabar HA, El-Rahmany HK, et al. Age-related thermoregulatory differences in a warm operating room environment (approximately 26 degrees C). *Anesth Analg*. 2000;90(3):694–8
82. American Society of Anesthesiologists. Standards for Basic Anesthetic Monitoring [Internet]. 2020 Dec 13. [cited March 15]. Dostupné na: <https://www.asahq.org/standards-and-guidelines/standards-for-basic-anesthetic-monitoring>
83. Hooper VD, Chard R, Clifford T, Fetzer S, Fossum S, Godden B, et al; ASPAN. ASPAN's evidence-based clinical practice guideline for the promotion of perioperative normothermia: second edition. *J Perianesth Nurs*. 2010;25(6):346–65
84. Camus Y, Delva E, Sessler DI, Lienhart A. Pre-induction skin-surface warming minimizes intraoperative core hypothermia. *J Clin Anesth*. 1995;7(5):384–8
85. Just B, Trévien V, Delva E, Lienhart A. Prevention of intraoperative hypothermia by preoperative skin-surface warming. *Anesthesiology*. 1993;79(2):214–8
86. Panagiotis K, Maria P, Argiri P, Panagiotis S. Is postanesthesia care unit length of stay increased in hypothermic patients? *AORN J*. 2005;81(2):379–82, 385–92
87. Vanni SM, Braz JR, Módolo NS, Amorim RB, Rodrigues GR Jr. Preoperative combined with intraoperative skin-surface warming avoids hypothermia caused by general anesthesia and surgery. *J Clin Anesth*. 2003;15(2):119–25
88. Horn EP, Torossian A. Perioperative Hypothermie – Prophylaxe, Therapie und Physiologie [Prevention of perioperative hypothermia]. *Anesthesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther*. 2010;45(3):160–7

89. Luis C, Moreno C, Silva A, Páscoa R, Abelha F. Inadvertent postoperative hypothermia at post-anesthesia care unit, predictors and outcomes. *Open Journal of Anesthesiology*, 2012;2(5);205–213
90. Luginbuehl I, Bissonnette B, Davis PJ. Thermoregulation: Physiology and Perioperative Disturbances. In Davis PJ, Cladis FP, Motoyama EK, eds. *Anesthesia for Infants and Children*. Philadelphia: Elsevier Mosby; 2011:157–187. Obrázek 1 dostupný na: <https://aneskey.com/thermoregulation-physiology-and-perioperative-disturbances/>
91. Sessler DI. Temperature regulation and monitoring. In: Miller RD, Eriksson LI, Fleisher LA, Wiener-Kronish JP, eds. *Miller's Anesthesia*. 7th ed. Philadelphia: Churchill Livingstone/Elsevier; 2010. p. 1533–1536. Obrázek 2 dostupný na: <http://europepmc.org/article/PMC/3179201>
92. Sessler DI. Temperature regulation and monitoring. In: Miller RD, Eriksson LI, Fleisher LA, Wiener-Kronish JP, eds. *Miller's Anesthesia*. 7th ed. Philadelphia: Churchill Livingstone/Elsevier; 2010. p. 1533–1536. Obrázek 3 dostupný na: https://www.researchgate.net/figure/Phases-of-hypothermia-under-general-anesthesia_fig5_319627607

7 PUBLIKACE AUTORA VZTAHUJÍCÍ SE K DISERTAČNÍ PRÁCI

Původní vědecké publikace in extenso uveřejněné v časopise s IF

Stourac P, Adamus M, Seidlova D, Pavlik T, Janku P, Krikava I, Mrozek Z, Prochazka M, Klucka J, Stoudek R, Bartikova I, Kosinova M, Harazim H, Robotkova H, Hejduk K, Hodicka Z, Kirchnerova M, Francakova J, Obare Pyszkova L, et al. Low-Dose or High-Dose Rocuronium Reversed with Neostigmine or Sugammadex for Cesarean Delivery Anaesthesia: A Randomised Controlled Noninferiority Trial of Time to Tracheal Intubation and Extubation. *Anesth Analg.* 2016;122:1536–45 (IF 4,014).

Kosinova M, Stourac P, Adamus M, Seidlova D, Pavlik T, Janku P, Krikava I, Mrozek Z, Prochazka M, Klucka J, Stoudek R, Bartikova I, Harazim H, Robotkova H, Hejduk K, Hodicka Z, Kirchnerova M, Francakova J, Obare Pyszkova L, et al. Rocuronium versus suxamethonium for rapid sequence induction of general anaesthesia for caesarean section: influence on neonatal outcomes. *International Journal of Obstetric Anaesthesia.* 2017;32:4–10 (IF 3,404).

Původní vědecké publikace in extenso uveřejněné v recenzovaném časopise

Obare Pyszková L, Nevtípilová M, Žáčková D, Fritscherová Š, Zapletalová J, Hrabálek L, Adamus M. Výskyt hypotermie v perioperačním období – unicentrická observační studie. *Anest. intenziv. Med.* 2014;15(4):267–273.

Obare Pyszková L, Dostálová K, Davidová B, Kozlová M, Zapletalová J, Adamus M, Fritscherová Š. Nejčastější komplikace po celkové anestezii z pohledu pacienta: dotazníková srovnávací studie 2007 / 2014. *Anest. intenziv. Med.* 2017;28(17):5–11.

Dostálová K, Doubravská L, Fritscherová Š, Koutná J, Obare Pyszková L, Zapletalová J, Adamus M. Sledování bolesti v krku po zavedení laryngeální masky. *Anest. intenziv. Med.* 2015;26(2):72–78.

8 OBRAZOVÁ PŘÍLOHA

8.1. Formuláře



FAKULTNÍ NEMOCNICE
OLOMOUC

Etická komise Fakultní nemocnice Olomouc a Lékařské fakulty UP v Olomouci
I. P. Pavlova 6, 775 20 Olomouc
předseda: doc.MUDr. Vladko Horčíčka, CSc., tel: 588 443 381, e-mail: vladko.horcicka@fnol.cz
tajemnice tel., fax 588442477, e-mail: iveta.sudolska@fnol.cz

STANOVISKO ETICKÉ KOMISE *Opinion of the Ethics Committee*

Číslo jednací/Reference number: 39/14

Název KH/Full Title of Clinical Trial: Sledování pooperačního dyskomfortu u pacientů po elektivním operačním výkonu v celkové anestezii

Žadatel/Applicant: MUDr. Šárka Fritscherová, Ph.D., Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny FN Olomouc

Datum doručení žádosti/Date of submission of the Application Form: 7.3.2014

Datum jednání EK /Date of Ethics Committee's session: 17.3.2014

Vyjádření EK/ Ethics Committee's opinion:

- EK vydala souhlasné stanovisko/ EC issues favourable opinion
 EK vzala na vědomí / Taken into account

Seznam míst hodnocení s označením míst, ke kterým se EK vyjádřila jako místní EK a kde vykonává dohled/List of clinical trial sites in the Czech Republic where EC has given its opinion and will perform supervision:

Místo hodnocení/ Jméno zkoušejícího Trial Site / Name of Investigator	Místní EK Local EC	Adresa místní EK Address
MUDr. Šárka Fritscherová, Ph.D., Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny FN Olomouc I.P.Pavlova 6, 775 20 Olomouc	<input checked="" type="checkbox"/>	EK FNOL

Seznam hodnocených dokumentů/List of all submitted documents:

Název dokumentu, verze, datum Document title, version, date	Schváleno /Approved		Vzato na vědomí / Taken into account	
	ANO Yes	NE No	ANO Yes	NE No
Žádost o projednání výzkumného projektu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Informovaný souhlas se zařazením nemocného do studie	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Strukturovaný životopis hlavního řešitele	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Dotazník SSS 2014	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Etická komise prohlašuje, že byla ustavena a pracuje podle jednacího řádu v souladu se správnou klinickou praxí (GCP) a platnými právními předpisy/The Ethics Committee hereby declares that it was established and operates in accordance with its Rules of Procedure in compliance with Good Clinical Practice and valid legal regulations:

Ano/Yes Ne/No

Datum/Date: 17.3.2014

Rozdělovník/Distribution list:
-Zadavatel
-EK
-Řešitel
1/1

doc.MUDr. Vladko Horčíčka, CSc.
předseda EK FNOL a LF UP
Chairman of the EC FNOL and LF UP

ETHICS COMMITTEE
the University Hospital
and the Faculty Medicine
Pavlovsky University in
OLOMOUC

Formulář 1 Souhlas etické komise Sledování pooperačního dyskomfortu u pacientů po elektivním operačním výkonu v celkové anestezii



**FAKULTNÍ NEMOCNICE
OLOMOUC**

Etická komise Fakultní nemocnice Olomouc a Lékařské fakulty UP v Olomouci
I. P. Pavlova 185/6, 779 00 Olomouc
předseda: MUDr. Jindřiška Burešová, tel: 588 443420, e-mail: jindriska.buresova@fnol.cz
tajemnice tel., fax 588442477, e-mail: iveta.sudolska@fnol.cz

STANOVISKO ETICKÉ KOMISE
Opinion of the Ethics Committee

Číslo jednací/Reference number: 57/19

Název KH/Full Title of Clinical Trial: Výskyt hypotermie v perioperačním období, srovnávací, unicevní, observační studie 2013/2019

Žadatel/Applicant: MUDr. Lenka Obare Pyszková, KARIM FN Olomouc

Datum doručení žádosti/Date of submission of the Application Form: 21.5.2019

Datum jednání EK /Date of Ethics Committee's session: 10.6.2019

Vyjádření EK/ Ethics Committee's opinion:

- EK vydala souhlasné stanovisko / EC issues favourable opinion
 EK vzala na vědomí / Taken into account

Seznam míst hodnocení s označením míst, ke kterým se EK vyjádřila jako místní EK a kde vykonává dohled/List of clinical trial sites in the Czech Republic where EC has given its opinion and will perform supervision:

Místo hodnocení/ Jméno zkoušejícího Trial Site / Name of Investigator	Místní EK Local EC	Adresa místní EK Address
MUDr. Lenka Obare Pyszková, KARIM FN Olomouc, I.P.Pavlova 185/6, 779 00 Olomouc	<input checked="" type="checkbox"/>	EK FNOL

Seznam hodnocených dokumentů/List of all submitted documents:

Název dokumentu, verze, datum Document title, version, date	Schváleno /Approved		Vzato na vědomí / Taken into account	
	ANO Yes	NE No	ANO Yes	NE No
Žádost o projednání výzkumného projektu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sylabus projektu	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Strukturovaný životopis hlavního řešitele	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Tabulka zápisu hodnot	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Etická komise prohlašuje, že byla ustavena a pracuje podle jednacího řádu v souladu se správnou klinickou praxí (GCP) a platnými právními předpisy/The Ethics Committee hereby declares that it was established and operates in accordance with its Rules of Procedure in compliance with Good Clinical Practice and valid legal regulations:

- Ano/Yes Ne/No

Datum/Date: 10.6.2019

Rozdělovník/Distribution list:
-Zadavatel
-EK
-Rešitel
1/1

MUDr. Jindřiška Burešová
předseda EK FNOL a LF UP
Chairman of the EC FNOL and LF UP

ETHICS COMMITTEE
the University Hospital
and the Faculty Medicine
Palacky University in
OLOMOUC

Formulář 2 Souhlas etické komise Výskyt hypotermie v perioperačním období, srovnávací, unicevní, observační studie

INFORMOVANÝ SOUHLAS SE ZAŘAZENÍM NEMOCNÉHO DO STUDIE

Název studie: SSS 2014- Sledování pooperačního dyskomfortu u pacientů po elektivním operačním výkonu v celkové anestezii

MUDr. Šárka Fritscherová

Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny Fakultní nemocnice Olomouc

Tel.: +420 728 401 528

Vážená paní, vážený pane,

Podstoupil(a) jste plánovaný výkon v celkové anestezii. Tato studie je zaměřena na výskyt pooperačních potíží po celkové anestezii, které nejsou přímo komplikacemi, ale mohou být pro pacienta obtěžující a mohou mu znepříjemňovat celkový pooperační stav. Cílem této studie je minimalizovat nežádoucí účinky celkové anestezie a srovnat vývoj pooperační péče v roce 2014 s rokem 2008, kdy jsme na našem pracovišti provedli stejné dotazníkové šetření.

První pooperační den Vás navštíví anesteziolog nebo anesteziologická sestra a zeptá se Vás, zda jste po operačním výkonu pociťoval nějaké obtíže. Získané informace statisticky zpracujeme a výsledek bude sloužit k zlepšení anesteziologické péče o Vás i další nemocné podstupující operaci.

Prohlášení o ochraně osobních údajů:

Údaje, které nám poskytnete, považujeme za důvěrné. Budou zpracovány tak, aby nebylo možné jejich zneužití, a výsledky z nich získané budou prezentovány vždy v souhrnu bez možnosti Vaší identifikace.

Přejeme Vám brzké uzdravení, děkujeme za spolupráci.

Podpisem stvrzuji, že jsem dostal odpověď na všechny své otázky a souhlasím se zařazením do studie.

Datum:

Podpis nemocného:

Jmenovka a podpis lékaře/sestry:

Formulář 3 Souhlas se zařazením do studie „Sledování pooperačního dyskomfortu u pacientů po elektivním operačním výkonu v celkové anestezii“

SSS 2014- Sledování pooperačního dyskomfortu u pacientů po elektivním operačním výkonu v celkové anestezii

DEMOGRAFIE

Jméno:	Ročník:	Den operace:	Oddělení:
Pohlaví: muž / žena	ASA:	Výška (cm):	Hmotnost (kg):

SPONTÁNNÍ STESKY PACIENTA

Trápilo Vás po operaci něco? (Označte, co nemocný sám řekne.)

Nic	nemohl(a) jsem mluvit	kašel	dušnost
Bolesti v místě OP	špatné vidění	nemožnost pohybu	cefalea
Nevolnost/zvracení	retence moči	bolesti svalů	teplota
Bolesti v krku	nemožnost polykat	třesavka	bolesti zad
Chrapot	sucho v ústech	nevyspal(a) jsem se	jiné

CÍLENÁ ZJIŠTĚNÍ Z DOKUMENTACE (anesteziologický záznam, protokol z DP, dekurz)

1. Byla v případě nevolnosti/zvracení podána medikace?

Během anestezie	Pooperačně
-----------------	------------

Medikament:.....

2. Byla v případě bolesti po operaci by podána medikace?

Zahájení analgetizace na OP sále: Na konci výkonu	Pooperačně
---	------------

NSA	NSA
Opioidy	Opioidy
EDA	EDA

3. V případě zimnice/třesavky, jaká byla tělesná teplota po návratu pacienta z operačního sálu?

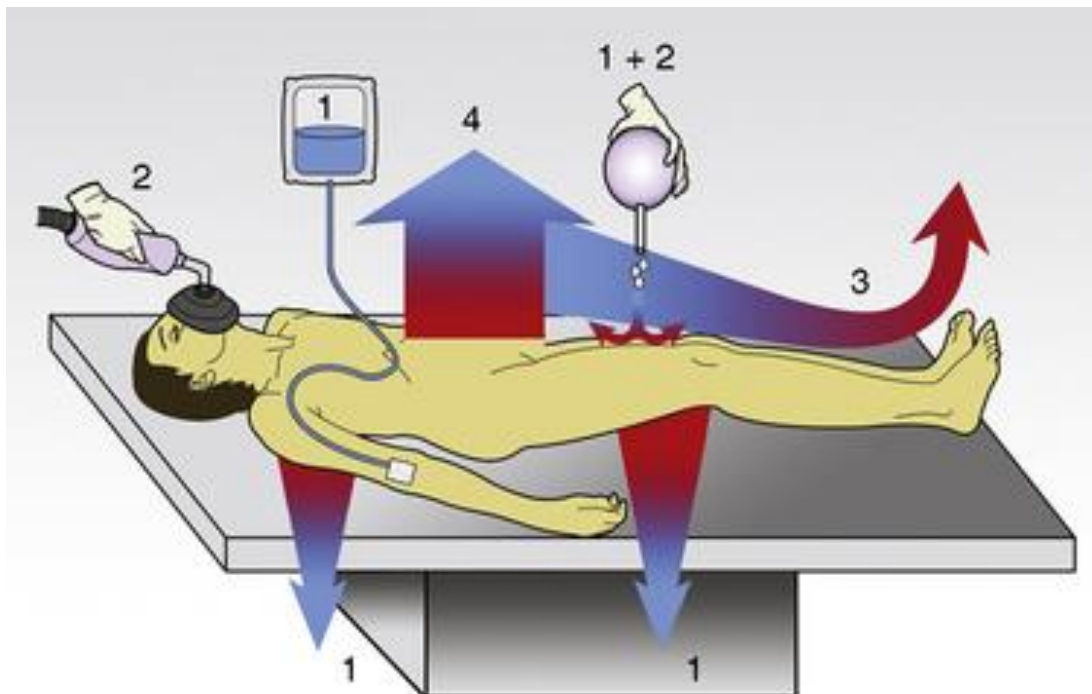
TT °C

Byl pacient aktivně zahříván?

Ano	Ne
-----	----

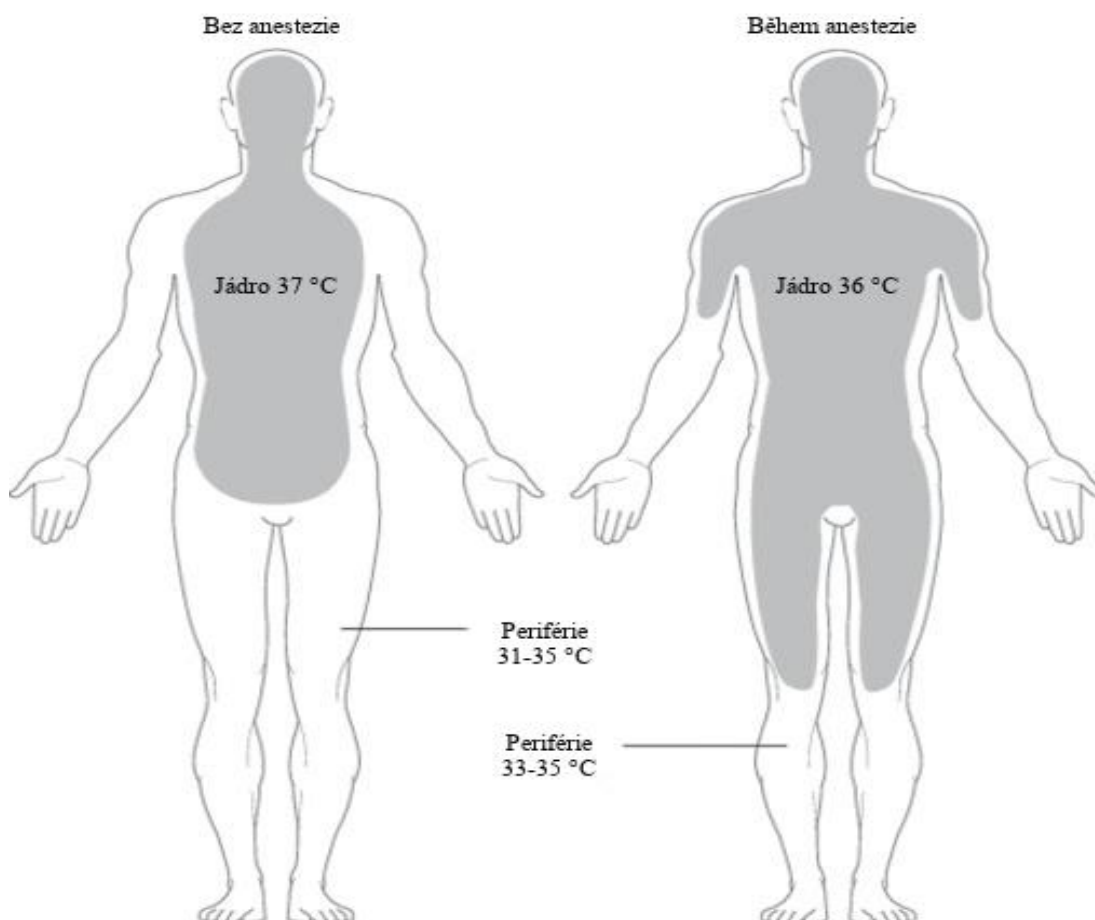
Formulář 4 Dotazník „Sledování pooperačního diskomfortu u pacientů po elektivním operačním výkonu v celkové anestezii“

8.2. Obrázky



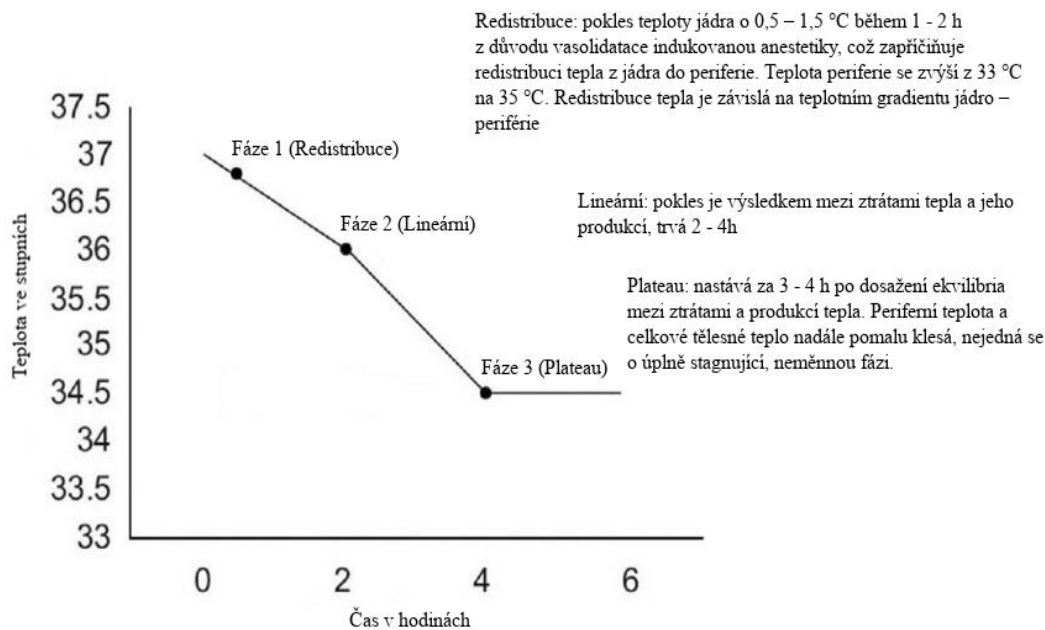
Obrázek 1 Způsoby ztráty tepla během operačního výkonu [90]
1 – kondukce, 2 – evaporace, 3 – konvekce, 4 – radiace.

Volně podle Luginbuehl I, Bissonnette B, Davis PJ. Thermoregulation: Physiology and Perioperative Disturbances. In Davis PJ, Cladis FP, Motoyama EK, eds. Anesthesia for Infants and Children. Philadelphia: Elsevier Mosby, 2011. p. 157–187 Dostupné na: <https://aneskey.com/thermoregulation-physiology-and-perioperative-disturbances/>



Obrázek 2 Rozložení tělesné teploty u pacienta v anestezií a bez anestezie [91]

Volně podle Sessler DI. Temperature regulation and monitoring. In: Miller RD, Eriksson LI, Fleisher LA, Wiener-Kronish JP, eds. Miller's Anesthesia. 7th ed. Philadelphia: Churchill Livingstone/Elsevier; 2010. p. 1533–36. Tento obrázek je dostupný na: <http://europepmc.org/article/PMC/3179201>



Obrázek 3 Graf poklesu teploty během anestezie [92]

Volně podle Sessler DI. Temperature regulation and monitoring. In: Miller RD, Eriksson LI, Fleisher LA, Wiener-Kronish JP, eds. Miller's Anesthesia. 7th ed. Philadelphia: Churchill Livingstone/Elsevier; 2010. p. 1533–36. Tento obrázek je dostupný na: https://www.researchgate.net/figure/Phases-of-hypothermia-under-general-anesthesia_fig5_319627607



Obrázek 4 Teploměr snímající teplotu bubínku, KENDALL GENIUS 2 thermometer (Tyco Healthcare Group LP, Mansfield, USA). Volně dostupné na: <https://www.alternup-medical.com/en/diverse/1066-kendall-genius-2-tympanic-thermometer.html>



Obrázek 5 Ohřev infuzních roztoků OTI A1 Kendall (RTE, s. r. o.)



Obrázek 5a Ohřev infuzních roztoků OTI A1 Kendall (RTE, s. r. o.)



Obrázek 6 Ohřev infuzních roztoků Biegler BW 685 (Medicin Elektronik)



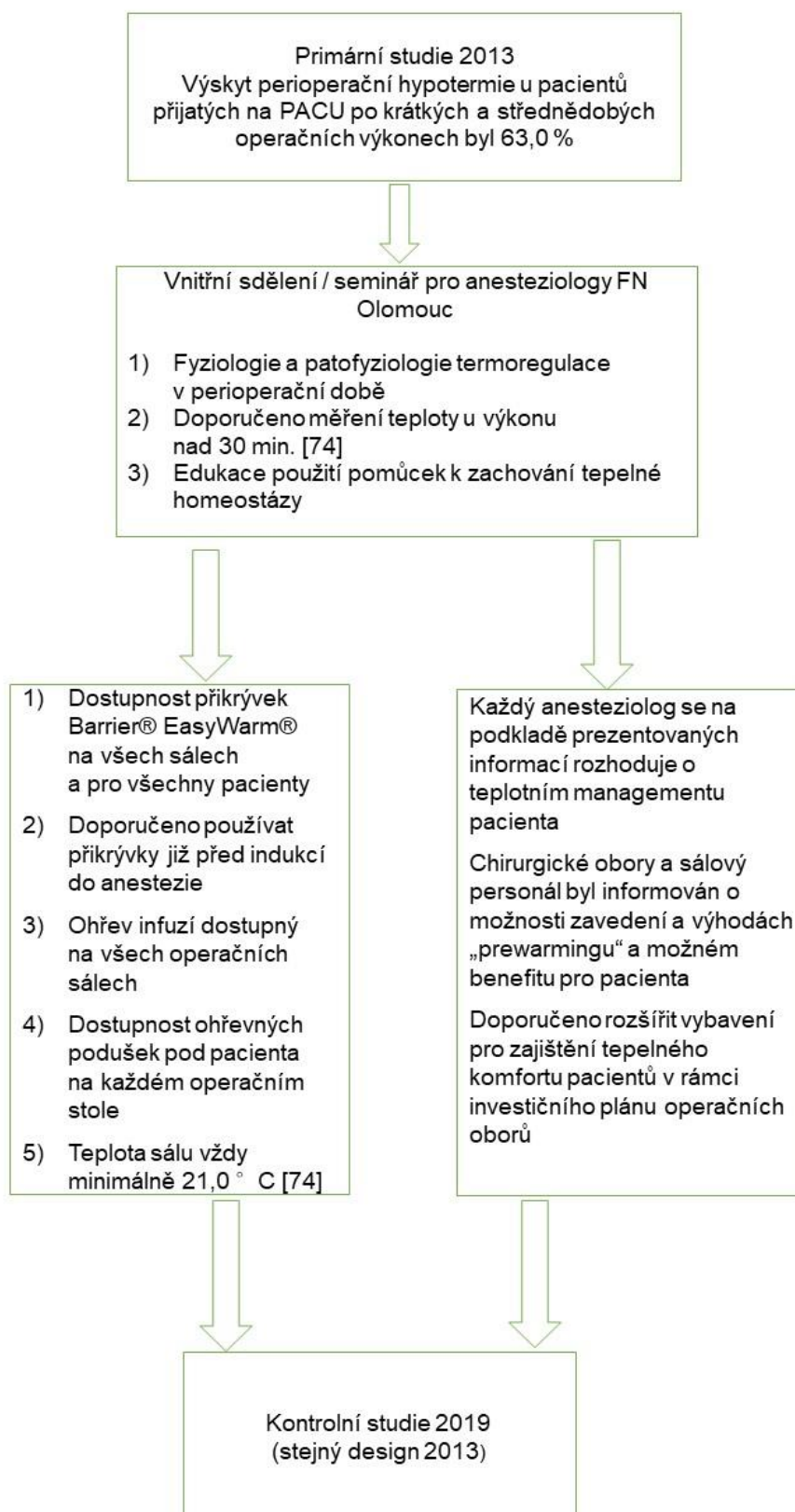
Obrázek 7 Vyhřívací podložka do 38 °C (Alsa Medik) umístěná pod pacienta



Obrázek 7a Vyhřívací podložka do 38 °C (Alsa Medik) umístěná pod pacienta



Obrázek 8 Aktivní ohřevná přikrývka Barrie® EasyWarm®, Molnlycke, Gothenburg, Sweden



Obrázek 9 Vývojový diagram změn



Obrázek 10 Aktivní ohřevný systém poháněný horkým vzduchem WarmTouch™, model WT-5800, (M. S. M.)

9 SEZNAM OBRAZOVÝCH PŘÍLOH

Formulář 1	Souhlas Etické komise FNOL	72
Formulář 2	Souhlas Etické komise FNOL	73
Formulář 3	Souhlas se zařazením do studie	74
Formulář 4	Dotazník.....	75
Obrázek 1	Způsoby ztráty tepla během operačního výkonu.....	76
Obrázek 2	Rozložení teploty u pacienta v anestezii a bez anestezie ..	77
Obrázek 3	Graf poklesu teploty během anestezie	78
Obrázek 4	Teploměr snímající teplotu bubínku KENDALL GENIUS 2	79
Obrázek 5	Ohřev infuzních roztoků OTI A1 Kendall.....	80
Obrázek 5a	Ohřev infuzních roztoků OTI A1 Kendall.....	81
Obrázek 6	Ohřev infuzních roztoků Biegler BW 685	81
Obrázek 7	Vyhřívací podložka do 38 °C umístěná pod pacienta.....	82
Obrázek 7a	Vyhřívací podložka do 38 °C umístěná pod pacienta.....	83
Obrázek 8	Aktivní ohřevná přikrývka Barrier® EasyWarm®	84
Obrázek 9	Vývojový diagram změn	85
Obrázek 10	Aktivní ohřevný systém poháněný horkým vzduchem WarmTouch™ WT-5800.....	86

10 SEZNAM GRAFŮ

Graf 1	Změna tělesné teploty po anestezii (= příjezd na PACU)...	38
Graf 2	Změna teploty mezi příjezdem na PACU (= teplota po anestezii) a odjezdem z PACU	38
Graf 3	Změna TT po anestezii vzhledem k různým metodám ohřevu	42
Graf 4	Srovnání četnosti výskytu nejčastějších potíží v roce 2007 a 2014 (%)	46

11 SEZNAM TABULEK

Tabulka 1	Četnost (absolutní, relativní) mužů a žen.....	36
Tabulka 2	Věk nemocných, délka operace a teplota sálu 2013.....	37
Tabulka 3	Věk nemocných, délka operace a teplota sálu 2019.....	37
Tabulka 4	Počet hypotermních = TT pod 36,0 °C a normotermních = TT nad 36,0 °C (po zahřátí) pacientů na PACU.....	39
Tabulka 5	Změna TT po anestezii k věku, teplotě sálu a délce op.	39
Tabulka 6	Změna TT po anestezii u pacientů nad 60 let	40
Tabulka 7	Naměřené teploty a rozdíly teplot 2013	40
Tabulka 8	Naměřené teploty a rozdíly teplot 2019	41
Tabulka 9	Změna TT po anestezii vzhledem k typu ohřevu 2013.....	41
Tabulka 10	Změna TT po anestezii vzhledem k typu ohřevu 2019.....	42
Tabulka 11	Metody teplotního managementu na operačním sále 2013...	43
Tabulka 12	Metody teplotního managementu na operačním sále 2019 ..	43
Tabulka 13	Demografická data pacientů z roku 2007 a 2014.....	44
Tabulka 14	Srovnání všech subjektivních potíží v roce 2007 a 2014.....	45

12 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ASA	American Society of Anesthesiologists
ASA	hodnocení fyzického stavu dle ASA
ASPAN	American Society of PeriAnesthesia Nurses
BMI	body mass index
ČR	Česká republika
ČSARIM	Česká společnost anest., resuscitace a intenzivní medicíny
FN	fakultní nemocnice
FNOL	Fakultní nemocnice Olomouc
h	koeficient výměny tepla
HIPEC	hyperthermic intraperitoneal chemotherapy
HITOC	hyperthermic intrathoracic chemotherapy
JIP	jednotka intenzivní péče
KARIM	Klinika anesteziologie, resuscitace a intenzivní medicíny
kJ	kilojoule
MAP	mean arterial pressure
MBT	mean body temperature
N ₂ O	oxid dusný
NICE	National Institute for Health and Clinical Excellence
NMBDs	svalová nedepol. relaxancia (Neuromuscular blocking drugs)
O ₂	kyslík
PACU	post-anaesthesia care unit
PMK	permanentní močový katetr
PONV	post-operative nauzea and vomiting
Q	výkon
SD	směrodatná odchylka
SSAIM	Slovenská společnost anesteziologie a intenzivní medicíny
TRP	transient receptor potential
TRPA1	ankyrin
TRPM	melastatin
TRPV1	vaniloid

TRPV8	vaniloid
TT	tělesná teplota
TU	transfuzní jednotka
W	watt
ΔT	teplotní gradient
$^{\circ}\text{C}$	stupeň Celsia
5-HT3	5-hydroxytryptamin