

PŘEHLEDOVÝ ČLÁNEK

Perioperační hypotermie u plánovaných terapeutických a diagnostických výkonů

Dostálová Vlasta, Dostál Pavel

Univerzita Karlova, Lékařská fakulta v Hradci Králové, Fakultní nemocnice Hradec Králové

Anest. intenziv. Med., 26, 2015, č. 1, s. 8-16

SOUHRN

Hypotermie v perioperačním období je definována jako pokles teploty tělesného jádra pod 36 °C. Normotermie v průběhu operačních výkonů snižuje výskyt komplikací, teplotní diskomfort a délku hospitalizace. Hypotermie je spojena se závažnými kardiálními příhodami, se zvýšeným výskytem infekcí operačních ran, ovlivňuje koagulaci, prodlužuje buzení po anestezii a zvyšuje výskyt třesavky. Udržení tělesné teploty nad 36 °C je prevencí výše uvedených komplikací, zvyšuje kvalitu a bezpečnost anesteziologické péče o pacienty. Terapeutickým cílem je dosažení komfortní teploty pacienta (v rozsahu 36,5–37,5 °C). Anestezie by neměla být zahajována při teplotě pacienta pod 36 °C. Použití jednotlivých metod ohřevu je dáno typem výkonu, rizikovostí pacienta a vstupní teplotou pacienta. Měření teploty je v současné době doporučováno u většiny výkonů, důležitá je správná volba místa měření. Období pro péči o teplotu začíná 1 hodinu před výkonem a končí 24 hodin po výkonu (od vstupu na dospávací jednotku).

KLÍČOVÁ SLOVA

normotermie – hypotermie – metody ohřevu – teplota tělesného jádra

ABSTRACT

Dostálová V., Dostál P.: Perioperative hypothermia in elective therapeutical and diagnostic procedures

Hypothermia is defined as core body temperature less than 36 °C. Maintaining intraoperative normothermia is likely to decrease the incidence of complications and thermal discomfort in patients, and to shorten their length of stay in hospital. Major consequences of inadvertent hypothermia include adverse myocardial events, reduced resistance to surgical wound infection, impaired coagulation, delayed recovery and postoperative shivering. Efforts to maintain intraoperative body core temperature higher than 36 °C will prevent significant complications, improving the quality and safety of anaesthesia care for patients. The therapeutic target is to achieve comfortable temperature of the patient (between 36.5 °C and 37.5 °C). Induction of anaesthesia should not begin unless the patient's temperature is 36.0 °C or above. The choice of optimal warming device depends on the type of surgery, patient risk profile and patient preoperative temperature. It is recommended to measure body temperature in the majority of procedures. The site of measurement is also important. The intervention phase is defined as the last hour before induction of anaesthesia through to 24 hours after entering the recovery area.

KEYWORDS

normothermia – hypothermia – warming device – body core temperature

ÚVOD

V posledních patnácti letech je patrná snaha o zavedení metodiky pro udržení tepelné perioperační pohody do každodenní praxe. V některých zemích je péči o teplotu věnována stejná pozor-

nost jako ostatním vitálním známkám. Tepelnou homeostázu můžeme považovat za šestou vitální známku člověka, která by měla být monitorována a léčena stejně intenzivně jako kardiovaskulární a respirační systém anebo reakce na akutní bolest.

Standard pro základní anesteziologické monitorování podle Americké společnosti anesteziologů (ASA) určuje požadavek na měření teploty: „Každý pacient podstupující anestezii má mít monitorovanou teplotu, pokud jsou plánovány, očekávány nebo předpokládány klinicky signifikantní změny v tělesné teplotě“ [1]. Za normotermii považujeme naměřenou teplotu jádra v rozmezí 36,5–37,5 °C. Tato teplota je označována jako teplota komfortní. Při poklesu teploty pod 36 °C hovoříme v perioperační fázi o hypotermii, kterou trpí v současné době v průběhu plánovaných výkonů až 20 % pacientů [2], ve studii Pyszkové se hypotermie vyskytovala u 63 % pacientů v době přijetí na dospávací jednotku [3].

KOMPLIKACE HYPOTERMIE

Z dostupné literatury vyplývá přímá závislost hypotermie a komplikací s ní spojených (tab. 1). U hypotermických (34,7 ± 0,6 °C versus 36,6 ± 0,5 °C) pacientů v kolorektální chirurgii byla signifikantně vyšší incidence infekcí rány (3krát vyšší), opožděné hojení a prodloužená hospitalizace (200 pacientů, prospektivní dvojité slepé studie) [4]. Normotermie má větší preventivní účinek než profylaxe antibiotiky [5]. Příčinou zhoršeného hojení je snížené prokrvení tkání a pokles dodávky kyslíku při vazokonstrikci, dále útlum fagocytární aktivity v průběhu hypotermie včetně snížené migrace polymorfonukleárů a snížení oxidativního účinku neutrofilů na bakterie. Ve studii, sledující výskyt kardiálních komplikací (nestabilní angina pectoris (AP), ischemie myokardu, srdeční zástava, infarkt myokardu (IM), komorová tachykardie (KT) u pacientů s kardiální anamnézou podstupujících nekardiologických výkonů, byl statisticky významný rozdíl v jejich incidenci ve skupině s mírnou hypotermií (35,4 °C versus 36,7 °C). Normotermie snižovala riziko

těchto komplikací o 55 % [6]. U vysoce rizikových pacientů je 3krát vyšší kardiální riziko, zejména z důvodu vzniku arytmií, vzestupu hladiny noradrenalinu trojnásobně a z chladem navozené hypertenze. Schmied již v roce 1996 poukázal na statisticky významný rozdíl v krvácivosti ve skupině pacientů s mírnou hypotermií podstupujících ortopedické výkony (aloplastiku) [7]. Pokles o 1 °C signifikantně zvyšuje krevní ztrátu cca o 16 % (4 až 26 %) a zvyšuje relativní riziko pro podání transfuze o 22 % (3–37 %) [8]. Hypotermií podmíněná porucha koagulace je dána zejména ovlivněním funkce destiček sníženým uvolňováním tromboxanu A2. Podle trombelastogramu dochází k ovlivnění tvorby krevní zátky. Standardní koagulační testy jsou prodloužené, pokud jsou prováděné s nastavenou teplotou jádra pacienta. Ve studii Lenhardta byl prokázán prodloužený pobyt na dospávací jednotce o 40 minut, pokud nebylo vyžadováno dosažení teploty 36 °C, a o 90 minut při podmínce dosažení normotermie (34,8 °C ± 0,6 versus 36,7 ± 0,6 °C) [9].

Hypotermie má vliv na metabolismus léků. Dochází k ovlivnění farmakokinetiky i farmakodynamiky. Snižuje se interkompartmentová clearance léků mezi centrálním a periferním kompartmentem. Steady state plazmatické koncentrace fentanylů se zvyšuje o 5 % na 1 °C poklesu teploty, plasmatická koncentrace propofolu je zvýšena o 30 % při poklesu teploty o 3 °C. MAC inhalačních anestetik klesá o 5 % na každý 1 °C (zvýšení solubility volatilních anestetik ve tkáních při hypotermii). Vekuronium a atrakurium mají prodloužený účinek až o 60 %, je zvýšena kardiotoxicita bupivakainu. Hypotermie může být spojena s lehkou hypokalémií, nižší výbavností motorických a somatosenzorických evokovaných potenciálů, dochází k posunu saturační křivky Hb pro kyslík doleva a k hyperglykémii. Subjektivně pacienti pociťují teplotní diskomfort.

Tab. 1 Základní rizika spojená s hypotermií [10]

Komplikace	Výskyt	Relativní riziko (95% CI)
Infekce v operační ráně	3 %	4 (1,57–10,19)
Krevní transfuze (střední a velké chirurgické výkony)	12 %	1,19 (0,9–1,59)
Krevní transfuze (malé výkony)	0 %	
Závažné kardiální komplikace (20 let)	0 %	
Závažné kardiální komplikace (50 let)	2,4 %	2,2 (1,1–4,7)
Závažné kardiální komplikace (70 let)	4,5 %	
Umělá plicní ventilace (neplánovaná pooperačně)	0,27 %	1,58 (0,96–2,61)
Stresový vřed (malá chirurgie)	0 %	
Stresový vřed (střední a velká chirurgie)	1,8 %	1,87 (0,86–4,06)
Prodloužení délky hospitalizace (malá chirurgie)	o 0,25 dne	19%
Prodloužení délky hospitalizace (střední chirurgie)	o 1 den	
Prodloužení délky hospitalizace (velká chirurgie)	o 4 dny	

Poznámka: Závažné kardiální komplikace – nestabilní AP, ischemie myokardu, srdeční zástava, infarkt myokardu, komorová tachykardie.

FYZIOLOGIE TERMOREGULACE

Primární reakce organismu na okolní teplotu je dána aktivací termosenzorů. Chladové senzory jsou umístěny blíže povrchu, v orofaryngu a v rohovce. Rozlišujeme jich více než 25 druhů. Receptory na teplo jsou rozmístěny na povrchu těla v kůži, 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 senzorických buněk a po 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 a 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 rožích míchy do centrálních regulačních struktur v hypotalamu (část tepelných informací je zpracována přímo na úrovni míchy). Konstantní teplota je udržována hypofýzou v rozmezí $37 \pm 0,1$ °C pomocí interakce různých neurotransmiterů (např. noradrenalin, dopamin, serotonin, acetylcholin, prostaglandin E_1). Teplota jádra je ovlivňována dalšími faktory, např. cirkadiálním rytmem (kolísání ve dne o 1 °C, nejvyšší teplota mezi 18–20 hodinou, nejnižší mezi 4–6 hodinou), cvičením, potravou, infekcí, onemocněním štítné žlázy, menstruačním cyklem (v době ovulace vzestup o 0,5–0,75 °C nad bazální hodnotu), anestetiky, alkoholem, nikotinem a dalšími léky, a také adaptací na chlad a teplo. Pokud dojde ke změně teploty mimo teplotní práh, eferentními impulzy z hypofýzy dochází k ovlivnění krevního průtoku subkutánně, k pocení, ke změně tonu svalů a metabolické aktivity. Reakce na chlad vede k periferní vazokonstrikci (aktivací alfa-1 receptorů) subkutánně. 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. Třesavka nastává přibližně při poklesu teploty pod 36 °C (35,8 °C). Při podráždění teplem je reakce opačná, 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].

Střední tělesná teplota

(mean-body temperature – MBT)

Vzhledem ke stabilitě teploty jádra (udržována v rozmezí 0,6 °C) je pro termoregulační odpověď organismu důležitá teplota kůže. Z teploty jádra a teploty kůže můžeme spočítat tzv. střední tělesnou teplotu podle Burtonovy formule:

$$MBT = 0,64 \text{ t centrální} + 0,36 \text{ t kůže} [12]$$

MBT znamená průměrnou hodnotu všech teplot těla a odpovídá teplotnímu stavu člověka. I když je velice obtížné měřit teplotu kůže (invazivní kožní čidla), je MBT důležitá při teplotním managementu, neboť 36 % tepla organismu je ovlivněno teplotou okolního prostředí.

Distribuce tepla

Distribuce tepla je popisována dvoukompartmentovým termálním modelem (zahrnujícím jádro a periferní tkáň). V běžném prostředí je teplota periferie o 2–4 °C nižší oproti jádru [13] a tento rozdíl závisí na teplotě okolí (může být minimální v teplém prostředí) a stupni vazokonstrikce periferie.

Fyzikální principy ztrát tepla z organismu

Radiací se ztrácí cca 50–70 % tepla. Jde o vyzařování tepla (infračervené záření) do okolí a záleží na teplotním gradientu a velikosti povrchu těla. Konvekce je proces přenosu tepla do okolního vzduchu. Významnou roli hraje teplota okolí, rychlost proudění vzduchu a velikost vystavené plochy těla. Zapříčiňuje přibližně 15–25 % celkových ztrát. Ztráty tepla evaporací tekutin (potu, sekretů respiračního traktu při dýchání, ztráty tekutin otevřenými dutinami těla) způsobují 5–22 % ztrát tepla. Významně ztráty mohou být při zvýšeném dechovém úsilí, nedostatečně zvlhčené vdechované směsi, nebo při rozsáhlých operacích dutin. Kondukce je nejméně důležitá (3–5 % ztrát tepla) v normálních podmínkách a dochází ke ztrátě tepla přímým předáním tepla okolnímu předmětu, který je v přímém kontaktu s tělem. Do této kategorie řadíme také podávání chladných roztoků, neboť k ochlazení dojde přesunem tepla organismu do chladné tekutiny.

VLIV ANESTETIK NA TERMOREGULACI

Vliv celkové anestezie na termoregulaci může být vysvětlen několika mechanismy:

1. *Přímý (periferní) vazodilatační účinek léků* (volatilní anestetika, propofol, morfin, meperidin)
2. *Přímý účinek na hypotalamus* (fentanyl a jeho deriváty, inhalační anestetika, propofol, dexmedetomidin)

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 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.

Vliv celkové anestezie na pokles teploty jádra

Pokles tělesné teploty nastává po úvodu do celkové anestezie ve třech fázích:

1. 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.

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).

3. Fáze 3 – plató fáze

Přibližně za 3-5 hodin po navození ekvilibria mezi ztrátami, omezenými vazokonstrikcí (po dosažení prahu pro vazokonstrikci – cca 34,5 °C), a produkcí tepla je dosaženo plató fáze, teplota jádra dále neklesá. Obvykle dochází i k normalizaci gradientu jádro-periferie.

Na výskyt hypotermie mají vliv interindividuální rozdíly. U přibližně 60 % pacientů klesá teplota lehce pod 36 °C, u 20 % pacientů je pokles mírně pod 35,5 °C a jen u 10 % pacientů je významný pokles teploty pod 35 °C. K normalizaci tělesné teploty (36,5-37,5 °C) po operaci dochází za 2-5 hodin. Vliv na rychlost ohřátí pacienta má reziduální anestezie, podávaná opioidní analgetika k tišení akutní bolesti, stupeň hypotermie a přidružená onemocnění.

Vliv centrálních neuroaxiálních bloků na termoregulaci

Epidurální a spinální anestezie snižují fyziologický práh pro vazokonstrikci a třesavku přibližně o 0,6 °C. Regulace teploty jádra závisí především na aferentních signálech z dolních končetin.

Z důvodu vazodilatace v oblasti dolních končetin vlivem regionální anestezie převažuje pocit tepla a práh pro třesavku a vazokonstrikci je snížen [14]. Pocit chladu je u pacientů potlačen, i když dochází k ochlazení organismu.

RIZIKOVÉ FAKTORY PRO VZNIK HYPOTERMIE

Zvýšené riziko hypotermie vyplývá:

1. z charakteristiky pacienta:

- BMI – vyšší BMI s mírným protektivním efektem
- věk nad 60 let
- fyzický stav pacienta hodnocený podle ASA klasifikace (American Society of Anesthesiologists Physical Status)
- přidružené choroby – diabetes mellitus s neuropatií, onemocnění štítné žlázy, srdeční onemocnění, onemocnění spojená s nedostatkem nebo nadbytkem kortikosteroidů

2. z typu výkonu – závisí na jeho délce, rozsahu a otevření dutin, množství náhradních tekutin, krve a irigačních roztoků a jejich teplotě

3. z volby anestezie – závisí na typu anestezie, její délce, délce přípravy, podané premedikaci a intervalu pro lačnění a příjem tekutin před výkonem.

Rizikové faktory prostředí mohou být ovlivněny úsilím personálu o zachování teploty pacienta předoperačně, v průběhu transportu a překládání na operační stůl, teplotou okolí a možností použití metody ohřevu pacienta [15].

Dalšími rizikovými faktory jsou podávaná léčiva, jejich druh, dávka a časový vztah k operaci.

Tab. 2 Hlavní rizika pro vznik peroperační hypotermie [10]

A) klasifikace podle ASA vyšší než I (vyšší stupně klasifikace ASA jsou spojeny se stoupajícím rizikem hypotermie)
B) riziko pro vznik kardiálních komplikací
C) předoperační teplota pod 36 °C
D) kombinovaná regionální a celková anestezie
E) střední a velký chirurgický výkon.

Poznámka: Musí být přítomny minimálně 2 faktory.

Tab. 3 Relativní riziko hlavních rizikových faktorů pro vznik hypotermie [10]

Rizikový faktor	Relativní riziko (95% CI)
Střední versus malá chirurgie	4,1 (2,03-9,13)
Velká versus malá chirurgie	3,2 (1,68-6,07)
ASA II versus ASA I	1,97 (1,19-3,24)
ASA > II versus ASA I	2,68 (1,4-5,12)
Kombinovaná versus regionální nebo celková anestezie	2,86 (1,81-4,51)

Poznámka: Rozdílné relativní riziko pro střední a velkou chirurgii je výsledkem různých studií, studujících pouze jeden typ chirurgického výkonu.

ANESTEZIOLOGIE

Například atropin v premedikaci zvyšuje teplotu jádra, midazolam předoperačně a pooperačně teplotu jádra snižuje. Ketamin teplotu jádra peroperačně zvyšuje. Meperidin pooperačně teplotu snižuje.

Za rizikového pacienta pro rozvoj hypotermie, u kterého volíme aktivní ohřev, považujeme takového, u kterého dojde ke splnění dvou a více následujících kritérií – tabulky 2 a 3.

MĚŘENÍ TEPLoty

Teplota by měla být měřena v intervalu 1 hodiny před odjezdem na sál (k ohřevu pacienta z 35 °C na 36 °C je potřeba 75 minut), před úvodem do anestezie, dále à 30 minut do konce operačního výkonu a na dospávací jednotce à 15 minut v případě hypotermie. Pokud je pacient normotermický, je dostatečná frekvence měření à 1 hodinu [16]. Na pooperačním oddělení by měla být měřena teplota ve 4hodinových intervalech, v případě použití ohřevu každých 30 minut [10]. Místo měření by mělo odpovídat teplotě jádra (teplota hrudníku, břicha a CNS) – tabulka 4. Teplota jádra je měřena v distálním jícnu, močovém měchýři (pokud je dostatečná tvorba moči), nazofaryngu a v plicní arterii. Blízká teplotě jádra je teplota měřená v axile (přímo nad arteria axillaris), močovém měchýři při nižší produkci moče a rektálně. Tato místa jsou používána u pacientů v regionální anestezii. V průběhu anestezie je doporučováno jako místo volby měření tělesné teploty pacienta v jícnu (nízké riziko, nízké náklady, přesnost měření i při velkých výkyvech v teplotě) [17]. Ostatní metody nejsou pro nepřesnost doporučovány.

FYZIKÁLNÍ PRINCIPY VYUŽITELNÉ PŘI OHŘEVU PACIENTA

Podle druhého zákona termodynamiky se teplo šíří podle teplotního gradientu (jádro – periferie, teplotní gradient je přibližně 2–4 °C, dále se šíří z periferie do prostředí).

Efektivita vyhřívacího prostředku je dána množstvím specifického tepla na jednotku plochy násobená celkovou ohřívanou plochou:

$$Q = h \cdot \Delta T \cdot A$$

kde Q = výkon ($W = J \cdot s^{-1}$), h = koeficient výměny tepla ($W \cdot m^{-2} \cdot ^\circ C^{-1}$), ΔT = tepelný gradient ($^\circ C$), A = plocha (m^2).

Ohřev je větší a rychlejší, pokud je zahříván trup než končetiny (plocha trupu je 0,41 m², horní končetiny 0,16 m² a dolní končetiny 0,24 m², největší efekt má ohřev trupu a končetin zároveň (plocha trupu a končetin 1,21 m²). Velkou plochou pro ohřev u dětí je hlavička. Efektivnější jsou metody založené na ohřevu vodou než vzduchem (specifické teplo ke zvýšení teploty o 1°C je pro vodu 4,2 J · g⁻¹ · °C⁻¹ a 1,0 J · g⁻¹ · °C⁻¹ pro vzduch).

Metody ohřevu

1. Pasivní metody

Zakrytí pacienta bavlněnými rouškami pokojové teploty nebo ohřátými je neefektivní (snižuje tepelnou ztrátu přibližně o 30 %) [18]. Ohřev vdechované směsi pro anestezii nemá vliv na udržení teploty a není doporučen pro současnou praxi [19].

2. Ohřev roztoků

Podání 1 l roztoků nebo 1 TU krve o pokojové teplotě snižuje teplotu jádra o 0,25 °C. Většina prostředků pro ohřev infuzí je výrobcem nastavena v rozmezí 37–41 °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 může vzniknout tekutinami indukovaná hypotermie při masivních objemových náhradách.

3. Aktivní ohřívací systémy

3.1. Aktivní samoohřívací příkrývky, např. BARRIER® EasyWarm® firmy Mölnlycke Health Care, s. r. o.

Jedná se o příkrývku z polypropylenu, ve které je 12 samostatných a bezpečně utěsněných kapes, které obsahují aktivovaný uhlík, železo, vodu, sůl a hlinku. Teplo je generováno exoter-

Tab. 4 Místo měření teploty a limitace zvolené metody [10]

Místo	Přesnost	Ovlivnění
Distální jícen	- jádra	okolím při thorakotomii
Nazofarynx	mozku	teplotou plynů při inspiriu
Membrána bubinku	= jádra	ušní maz
Močový měchýř		velikostí diurézy, výkony v podbřišku
Rektum	- jádra	bakteriemi stolice (produkují teplo)
Axila	= jádra	polohou HK (HK připažena a teploměr uložen přímo nad a. axillaris)

Poznámka: - je teplota blízká teplotě jádra, = je rovna teplotě jádra

mickou 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. Příkrývku je možno 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.

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 [20]. U některých výkonů jsou nedostatečně účinné, pokud jsou použity jako jediný systém k ohřevu pacienta (např. rozsáhlé nitrobráňní operace, transplantace jater).

3. 3. Podložky pod pacienta (vodní, elektrické, gelové)

Staré typy vyhřívacích podložek byly málo účinné pro malou velikost ohřívané 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 snížené lokální perfuze. Riziko se zvyšuje s vyšší hmotností pacienta a u dlouhých operací [21].

3. 4. Elektrické příkrývky (TraumaTherm, firma Inðitherm Medical UK)

Mají stejnou efektivitu jako teplý vzduch, protože jsou použity na přední část těla [22]. Je potřeba počítat s hmotností prostředku (přibližně v rozmezí 2–4 kg podle velikosti příkrývky). I tyto prostředky jsou v dnešní době nahrazeny novými systémy. V USA jsou k perioperačnímu použití zakázané.

3. 5. Ohřev vodou

Přenáší 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 HK a stehna.

3. 6. Kombinace systémů vzduch-voda

Vodní matrace a teplý vzduch mají účinnost jako vodní „obleky“ a udržují normotermii i při rozsáhlých břišních výkonech [23].

DOPORUČENÍ PRO PRAXI (TAB. 5)

Profylaktické intervence k udržení normotermie u anestetizovaných pacientů by měly být standardem. Metodou volby jsou systémy se vzduchem. Vodní „oděvy“ jsou ponechány pro rozsáhlé

výkony, kde je k ohřevu dostupná jen malá plocha těla [24].

Péče o tělesnou teplotu pacienta je rozdělena do tří etap – předoperační, peroperační a pooperační.

Předoperační fáze

Začíná 1 hodinu před výkonem. Hlavním cílem je dosažení komfortní teploty pacienta (36,5–37,5 °C). Je doporučeno začlenit do této fáze pacienta a jeho rodinu (možnost použití vlastních pomůcek pro zvýšení tepelného komfortu – ponožek, rukavic, čepice apod.). Zdá se, že nejlepší prevencí je fyzická aktivita pacienta, která je v našich podmínkách a z důvodu podávané premedikace minimalizována. V tomto případě je nezbytná aktivní účast personálu v udržení normotermie pacienta. V rámci předanaestetické vizity musí být pacient informován o tom, že prostředí sálů je chladnější než prostředí domova a dále o požadavku informovat zdravotnický personál vždy, pokud cítí chlad. Na oddělení by měl být zahájen aktivní ohřev, pokud tělesná teplota pacienta klesne pod 36,0 °C.

Metoda prewarming

Jedná se o aktivní zahřívání pacienta před úvodem do anestezie a před epidurální anestézií. Jde o metodu efektivní prevence hypotermie u výkonů pod 1 hodinu a efektivní prevence hypotermie v kombinaci s dalšími metodami ohřevu u dlouhých výkonů. 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. Komfort pacienta a usnadnění zavádění kanyl při vazodilataci jsou důležitými vedlejšími produkty této metody. Nejčastěji používanou metodou je ohřev teplým vzduchem, v současné době existují aktivní metody s využitím samoohřívacích příkrývek, nezávislých na elektrické energii nebo jiných přístrojích. Přenos nozokomiálních infekcí je proto minimalizován. Aktivní prewarming (metodou teplého vzduchu) vedl k dosažení signifikantně vyšší teploty jádra v průběhu anestezie a na konci výkonu [25, 26].

Peroperační fáze

V peroperační fázi je doporučeno zahájení anestezie, pokud je teplota pacienta vyšší než 36,0 °C u plánovaných výkonů. Ohřev infuzí není efektivní, pokud pacientovi podáme méně než 750 ml/hod náhradních roztoků nebo krevních derivátů. Metodou volby je použití aktivního ohřevu pomocí teplého vzduchu k udržení teploty nad 36,5 °C a primárně u pacientů s vysokým rizikem hypotermie (viz tab. 2). U těchto pacientů monitorujeme teplotu vždy, a to v intervalu 30 minut. Další in-

ANESTEZIOLOGIE

Tab. 5 Doporučení pro udržení perioperační normotermie [27]

Doporučení	Třída doporučení	Úroveň doporučení
1. Před operací		
Stanovení rizikových faktorů pro vznik hypotermie	I	C
Změření teploty pacienta	I	C
Stanovení pacientovy komfortní teploty	I	C
Pátrání po známkách hypotermie – třes, piloerekce, chladná akra	I	C
Předání zjištěných rizikových faktorů operačnímu týmu	I	A
Použití pasivních pomůcek k udržení tělesné teploty	I	B
Udržení teploty pokoje na 24 °C nebo více	I	C
Aktivní ohřev hypotermického pacienta	IIb	B
Zvážení aktivního ohřevu ke snížení rizika hypotermie peri- a pooperačně	IIb	B
Prewarming minimálně 30 minut může snižovat riziko hypotermie		
Plánované terapeutické nebo diagnostické výkony mohou být provedeny pouze u pacientů s normotermií		
Pacienti s akutním onemocněním by měli být ohříváni co nejdříve		
2. V průběhu výkonu		
Identifikování rizikových faktorů pro vznik hypotermie	I	C
Měření teploty u všech pacientů opakovaně	I	C
Pátrání po známkách a symptomech hypotermie	IIb	C
Stanovení pacientovy komfortní teploty	IIb	C
Informování operačního týmu o rizikových faktorech hypotermie	I	A
Minimalizace času, po který je pacient vystaven chladnému prostředí	I	C
Použití pasivních metod ohřevu (např. bavlněné roušky, chirurgické rouškování)	I	C
Udržování teploty operačního sálu mezi 20–25 °C	I	C
Ohřev teplým vzduchem je indikován u pacientů:	I	A
– s délkou anestezie nad 30 min a/nebo	I	C
– hypotermických předoperačně a/nebo	I	C
– s rizikem rozvoje hypotermie a/nebo	I	C
– s rizikem komplikací	I	C
Alternativní metody ohřevu samostatně nebo s teplým vzduchem:	IIb	C
– ohřáté intravenózně podávané tekutiny	IIa	B
– ohřáté irigační tekutiny	IIb	B
– „oděvy“ s cirkulující teplou vodou	IIb	B
– vodní matrace, podložky	IIb	B
– vodní systémy (Arctic Sun)	IIa	B
– prostředky na elektrický proud, elektrické přikrývky	IIa	B
3. Pooperační období		
Identifikace rizik pro hypotermii.	I	C
Předání informací o rizikových faktorech ošetřujícímu týmu.	I	A
Změření teploty při příjmu na dospávací jednotku:	I	C
– v případě normotermie měření teploty à 1 hod. a před překladem	I	C
– v případě hypotermie měření teploty à 15 min. do normotermie	I	C
Stanovení pacientovy komfortní teploty	I	C
Pátrání po známkách hypotermie – třes, piloerekce, chladná akra	I	C
Použití pasivních pomůcek k udržení tělesné teploty.	I	C
Udržení teploty pokoje na 24 °C nebo více	I	C
Zahájení ohřevu teplým vzduchem v případě hypotermie	I	A
Lze kombinovat s ohřátými intravenózně podávanými roztoky	IIb	B
– nebo ohřátým zvlhčeným kyslíkem	IIb	C
Měření teploty à 15 min do dosažení normotermie	I	C
Předání informací pacientovi a rodině o použití prostředků k udržení normotermie (oděvy, ponožky, deky, teploty pokoje)	I	C

dikace pro peroperační měření teploty je celková anestezie u dětí a u dospělých trvající déle než 30 minut. V případě plánované regionální anestezie je měření doporučeno při očekávaných změnách teploty a u rozsáhlých výkonů.

Pooperační fáze

Je definována jako období 24 hod od přijetí pacienta na dospávací jednotku. U pacientů s hypotermií je doporučeno měření teploty à 15 minut, u pacientů normotermických à 1 hodinu. Podmínkou pro překlad pacienta na standardní oddělení nebo do domácího ošetřování je dosažení tělesné teploty nad 36,0 °C. Měření teploty na oddělení je doporučeno v intervalu 4 hodin.

ZÁVĚR

Hypotermie je častá v průběhu chirurgických výkonů v celkové i regionální anestezii. Dochází k redistribuci teploty z jádra do periferie na podkladě anestetiky navozené vazodilatace a deprese hypotalamického termoregulačního centra. Ztráta tepla kůže je způsobena především radiací a konvekcí. Běžný pokles teploty je o 1-2 °C. Nežádoucími účinky hypotermie jsou závažné srdeční komplikace, vyšší četnost infekcí v operační ráně, ovlivněná koagulace se zvýšením peroperačního krvácení a počtu krevních transfuzí, prodloužený pobyt na dospávací jednotce, prodloužená hospitalizace a zvýšený výskyt pooperační třesavky s pocitem teplotního diskomfortu a celkové nespokojenosti pacientů. Terapeutické úsilí o udržení tělesné teploty nad 36 °C a docílení komfortní teploty snižuje komplikace spojené s hypotermií. Jednotný postup zdravotníků by měl být standardizován a každá nemocnice by měla péči o perioperační normotermii věnovat maximální pozornost.

LITERATURA

- American Society of Anesthesiologists, 2010. Standards for basic anesthetic monitoring. Dostupné na www: <http://www.asahq.org/For-Healthcare-professionals/media/For%20Members/documents/Standards%20Guidelines%20Stmnts/Basc%20Anesthetic%20Monitoring%202011.ashx>. Accessed January 13, 2011.
- Kurz, A. Physiology of thermoregulation. *Best Pract. Res. Clin. Anaesthesiol.*, 2008, 22(4), p. 627-644.
- Obare Pyszková, L., Nevtípilová, M., Žáčková, D., Fritschero-vá, Š., Zapletalová, J., Hrabálek, L., Adamus, M. Výskyt hypotermie v perioperačním období-unicentrická observační studie. *Anest. intenziv. Med.*, 2014, 25, 4, s. 267-273.
- Kurz, A., Sessler, D. I., Lenhardt, R. Perioperative normothermia to reduce the incidence of surgical-wound infection and shorten hospitalization. Study of Wound Infection and Temperature Group. *N. Engl. J. Med.*, 1996, 334, 19, p. 1209-1215.
- Melling, A. C., Ali, B., Scott, E. M., Leaper, D. J. Effects of pre-operative warming on the incidence of wound infection after clean surgery, a randomised controlled trial. *Lancet*, 2001, 358, 9285, p. 876-880.
- Frank, S. M., Fleisher, L. A., Breslow, M. J., Higgins, M. S., Olson, K. F., Kelly, S., Beattie, C. Perioperative maintenance of normothermia reduces the incidence of morbid cardiac events. A randomized clinical trial. *JAMA*, 1997, 277, 14, p. 1127-1134.
- Schmied, H., Kurz, A., Sessler, D. I., Kozek, S., Reiter, A. Mild hypothermia increases blood loss and transfusion requirements during total hip arthroplasty. *Lancet*, 1996, 347, 8997, p. 289-292.
- Rajagopalan, S., Mascha, E., Na, J., Sessler, D. I. The effects of mild perioperative hypothermia on blood loss and transfusion requirement. *Anesthesiology*, 2008, 108, 1, p. 71-77.
- Tschernich, H., Kurz, A., Sessler, D. I., Narzt, E., Lackner, F. Mild intraoperative hypothermia prolongs postanesthetic recovery. *Anesthesiology*, 1997, 87, 6, p. 1318-1323.
- National Institute for Health and Care Excellence. Inadvertent perioperative hypothermia: The management of inadvertent perioperative hypothermia for adults. 2008. Dostupný na [www: http://www.nchinl.nitr.gov/pubmed/21678626](http://www.nchinl.nitr.gov/pubmed/21678626).
- Diaz, M., Becker, D. E. Thermoregulation: Physiological and Clinical Considerations during Sedation and General Anesthesia. *Anesth. Prog.*, 2010, 57, 1, p. 25-33.
- Lenhardt, R., Sessler, D. I. Estimation of Mean-body Temperature From Mean-skin and Core Temperature. *Anesthesiology*, 2006, 105, 6, p. 1117-1121.
- Rajek, A., Greif, R., Sessler, D. I., Baumgardner, J., Laciny, S., Bastanmehr, H. Core cooling by central-venous infusion of 4 °C and 20 °C fluid: Isolation of core and peripheral thermal compartments. *Anesthesiology*, 2000, 93, p. 629-637.
- Rajek, A., Greif, R., Sessler, D. I. Effects of epidural anesthesia on thermal sensation. *Reg. Anesth. Pain. Med.*, 2001, 26, 6, p. 527-531.
- Aston, J., Shi, E., Bullot, H., Galway, R., Crisp, J. Qualitative evaluation of regular morning meetings aimed at improving interdisciplinary communication and patient outcomes. *International Journal of Nursing Practice*, 2005, 11, p. 206-213.
- Hooper, V. D. ASPAN's Evidence-Based Clinical Practice Guideline for the Promotion of Perioperative Normothermia: Second Edition. *Journal of PeriAnesthesia Nursing*, 2010, 25 (6), p. 346-365.
- Kurz, A. Thermal care in the perioperative period. *Best Pract. Res. Clin. Anaesthesiol.*, 2008, 22, p. 39-62.
- Anonymous. Recommended practices for the prevention of unplanned perioperative hypothermia. *AORN J.*, 2007, 85, p. 972-988.
- Tsuei, B. J., Kearney, P. A. Hypothermia in the trauma patient. *Injury*, 2004, 35, 1, p. 7-15.
- Brauer, A., English, M. J., Steinmetz, N., Lorenz, N., Perl, T., Weyland, W. Efficacy of forced-air warming systems with full body blankets. *Canadian Journal of Anaesthesia*, 2007, 54, p. 34-41.
- Anonymous. Recommended practices for safe care through identification of potential hazards in the surgical environment. *AORN J.*, 1996, 63, p. 802-806.
- Camus, Y., Delva, E., Just, B. et al. Leg warming minimizes core hypothermia during abdominal surgery. *Anesth Analg.*, 1993, 77, p. 995-999.

ANESTEZIOLOGIE

23. **Perez-Proto, S., Sessler, D. I.** 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.

24. **Editorial II NICE and warm.** *British Journal of Anaesthesia*, 2008, 101, 3, p. 293–295.

25. **Perl, T., Peichl, L. H., Reyntjens, K., Deblaere, I., Zaballos, J. M., Bräuer, A.** Efficacy of a novel prewarming system in the prevention of perioperative hypothermia. A prospective, randomized, multicenter study. *Minerva Anesthesiol.*, 2014, 80, 4, p. 436–443.

26. **Vanni, S. M., Braz, J. R., Modolo, N. S., Amorim, R. B., Rodrigues, G. R. Jr.** Preoperative combined with intraoperative skin-surface warming avoids hypothermia caused by general anesthesia and surgery. *J. Clin. Anesth.*, 2003, 15, p. 119–125.

27. **ASPAN.** Clinical guideline for the prevention of unplanned perioperative hypothermia. *J. Perianesth. Nurs.* 2001, 16, p. 305–314. Dostupné na [www: http://www.aspan.org/Portals/6/docs/ClinicalPractice/Guidelines/Normothermia_Guideline_12-10_JoPAN.pdf](http://www.aspan.org/Portals/6/docs/ClinicalPractice/Guidelines/Normothermia_Guideline_12-10_JoPAN.pdf)

Prohlášení autora o střetu zájmů: Autor byl honorován firmou Mölnlycke Health Care, s. r. o., za přednášku o udržení normotermie u pacientů, podstupujících plánované operační výkony na páteři.

Do redakce došlo dne 1. 9. 2014.

Do tisku přijato dne 20. 11. 2014.

Adresa pro korespondenci:

MUDr. Vlasta Dostálová

Brozanská 76

530 09 Pardubice

e-mail: dostavla@seznam.cz

Jan Bělohlávek, Pavel Osmančík, Regina Votavová,
Aleš Linhart a kolektiv

EKG V AKUTNÍ KARDIOLOGII **2. ROZŠÍŘENÉ VYDÁNÍ**

Průvodce pro intenzivní péči i rutinní klinickou praxi

Publikace kolektivu předních českých kardiologů EKG v akutní kardiologii vzbudila zasloužený zájem jak mezi kardiology, tak mezi internisty a intenzivisty. Po úspěchu prvního vydání autoři nyní publikaci rozšířili a doplnili, přičemž využili velmi kladného ohlasu u odborné veřejnosti spojeného s řadou námětů a návrhů. Přestože elektrokardiografie je dnes považována za zcela rutinní metodu, jejíž důvěrná znalost se všeobecně předpokládá, situace v reálné praxi je bohužel zcela opačná. Správná interpretace EKG křivek je ve své podstatě velmi obtížná. O to cennější je originální koncepce této publikace, která na rozdíl od většiny „klasických“ učebnic neuvádí pouze výčet typických obrazů, ale pečlivě vysvětluje, jakým postupem dojdeme ke správné diagnóze. Kniha tak umožňuje naučit se na každý obraz adekvátně klinicky reagovat a přijmout optimální terapeutická opatření.

Maxdorf 2014, 468 str., edice Jessenius, ISBN: 978-80-7345-419-7, cena: 1195 Kč, formát: 214 × 272 mm, vázaná

Objednávky zasílejte e-mailem nebo poštou: Nakladatelské a tiskové středisko ČLS JEP, Sokolská 31, 120 26 Praha 2, fax: 224 266 226, e-mail: nts@cls.cz. Na objednávce laskavě uveďte i jméno časopisu, v němž jste se o knize dozvěděli.

