RECOMENDAÇÕES

MANUTENÇÃO DE NORMOTERMIA NO PERÍODO PERIOPERATÓRIO EM PEDIATRIA

SECÇÃO DE ANESTESIA PEDIÁTRICA

SOCIEDADE PORTUGUESA DE ANESTESIOLOGIA

AUTORIA

Inês Mesquita[1], Daniela Pinho[2], Joana Marques[3], Jorge Paulos[4], José Mafra[5], Sofia Morais[6], Teresa Leal[7], Teresa Sevivas[8], Domingas Patuleia[9]

[1] Assistente Hospitalar de Anestesiologia – Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra – Hospital Pediátrico de Coimbra
[2] Assistente Hospitalar de Anestesiologia – Centro Hospitalar Vila Nova de Gaia/Espinho
[3] Assistente Hospitalar de Anestesiologia
[4] Assistente Hospitalar de Anestesiologia – Centro Hospitalar Universitário Lisboa Central – Hospital D. Estefânia
[5] Assistente Hospitalar Graduado de Anestesiologia – Centro Hospitalar Universitário Lisboa Central – Hospital D. Estefânia
[6] Assistente Hospitalar Graduada de Neonatologia – Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra – Maternidade Bissaya Barreto
[7] Assistente Hospitalar Graduada de Anestesiologia – Centro Hospitalar e Universitário de Santo António
[8] Assistente Hospitalar Graduada de Imunohemoterapia – Centro Hospitalar e Universitário de Coimbra – Hospital Pediátrico
[9] Assistente Hospitalar Graduada Sénior de Anestesiologia – Centro Hospitalar Universitário Lisboa Norte

Dezembro 2022

ABREVIATURAS, ACRÓNIMOS, SIGLAS E SÍMBOLOS

°C - Grau Celsius
ASA - *American Society of Anesthesiologists*
BO - Bloco operatório
CEC - Circulação extracorpórea
CI - Contra-indicação
dB - Décibeis
DGS - Direção Geral da Saúde, Ministério da Saúde, Governo de Portugal
ESAIC - *European Society of Anaesthesiology and Intensive Care*
HEPA - *High Efficiency Particulate Arrestance*
HSV - *Herpes simplex virus*
IG - Idade gestacional
IL-1 - Interleucina 1
IL-6 - Interleucina 6
Kg - Quilograma
NICE - *National Institute of Clinical Excellence*
PN - Peso ao nascimento
RN - Recém-nascido
SARS CoV-2 - coronavírus-2/Vírus do Síndrome Respiratório Agudo Grave
SNC - Sistema nervoso central
SPA - Sociedade Portuguesa de Anestesiologia
T_3 - Hormona triiodotironina (T_3 total ou T_3 livre)
T_4 - Tiroxina ou hormona tetraiodotironina
TNF - *Tumor necrosis factor*
TP - Temperatura periférica
TSH - *Thyroid-stimulating hormone*
UCIN - Unidade de Cuidados Intensivos Neonatal
UCPA - Unidade de Cuidados Pós-Anestésicos
VSR - Vírus Sincicial Respiratório
VZV - *Varicella-Zoster Virus*
FNC - Tecnologia de fluxo nulo de calor (*zero-heat flux)*

SUMÁRIO

RESUMO 4
I.INTRODUÇÃO 5
II.OBJETIVOS E METODOLOGIA 6
III.GRAUS DE RECOMENDAÇÃO E NÍVEIS DE EVIDÊNCIA 6
IV.DEFINIÇÕES 7
PARTE I – RECOMENDAÇÕES 8
PARTE II - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA 14
Capítulo I - Termorregulação em pediatria 14
I.I. Introdução 14
I.II. Normotermia 15
I.III Hipotermia 17
I.IV. Hipertermia e febre 22
Capítulo II - Técnicas anestésicas e termorregulação 26
II.I. Introdução 26
II.II. Anestesia geral 26
II.III. Anestesia Regional 27
Capítulo III - Fatores de risco para hipotermia 29
Capítulo IV - Fatores de risco para hipertermia 32
Capítulo V - Métodos de monitorização da temperatura corporal 34
V.I. Introdução 34
V.II. Métodos de monitorização e localização 34
Capítulo VI - Prevenção e tratamento da hipotermia 37
VI.I. Introdução 37
VI.II. Momentos de intervenção na termorregulação 37
Capítulo VII – Métodos e dispositivos de aquecimento e arrefecimento corporal 39
VII.I. Introdução 39
VII.II. Aquecimento passivo 39
VII.III. Aquecimento ativo 39
VII.IV. Riscos associados ao aquecimento ativo 47
V. CONCLUSÃO 49
VI. ÍNDICE DE TABELAS 50
VII. REFERÊNCIAS 51
ANEXO I - GRAUS DE RECOMENDAÇÃO E NÍVEIS DE EVIDÊNCIA 57

RESUMO

As alterações à normotermia, em especial a hipotermia, têm impacto na incidência de resultados adversos no período perioperatório, destacando-se a deiscência da ferida cirúrgica, a hemorragia, a necessidade transfusional, a necessidade de suporte respiratório e cardiovascular e a mortalidade, as duas últimas referentes a recém-nascidos prematuros. A hipertermia, encontrada com menor frequência em contexto perioperatório, relaciona-se sobretudo com o estado febril do doente e com o sobreaquecimento.

As características anatomo-fisiológicas dos recém-nascidos, lactentes e crianças explicam a vulnerabilidade perante variações térmicas, representando fatores de risco relacionados com o doente. Estes, assim como os relacionados com os procedimentos anestésico e cirúrgico, concorrem de forma conjunta para a possibilidade de eventos desfavoráveis, condicionando a evolução prognóstica e a morbimortalidade. Os fatores de risco devem ser identificados, permitindo a implementação, ao longo dos períodos pré, intra e pós-operatório, de uma estratégia de proteção térmica, que deve ser individualizada para cada doente, tendo como objetivo a manutenção da normotermia e a correção dos estados de hipotermia e hipertermia, através de atitudes clínicas partilhadas pelos vários intervenientes da equipa de saúde.

Para que tal aconteça, a monitorização da temperatura central ao longo do período perioperatório é um ponto fundamental. Esta deve ser efetuada em todos os doentes, de forma contínua, através de um dispositivo fiável, preciso e seguro, em localização ajustada ao doente e aos procedimentos anestésico e cirúrgico. As localizações esofágica, nasofaríngea e retal são consideradas adequadas para monitorização da temperatura central em pediatria. As medições a nível axilar e oral caracterizam-se como *near-core*, por estimarem razoavelmente a temperatura central. A tecnologia de fluxo nulo de calor tem mostrado correlação entre a medição da temperatura cutânea e locais de medição central, através de um dispositivo de reduzida invasibilidade e com possibilidade de utilização ao longo de todo o período perioperatório.

Existem à disposição vários métodos e dispositivos de aquecimento passivo e ativo, interno e externo, cada um com características próprias e que permitem, em segurança, por em prática as medidas preventivas e corretivas necessárias, de acordo com a circunstância clínica. Estes devem permitir também o arrefecimento. Não são, ainda assim, isentos de riscos. Os métodos ativos são considerados os mais eficazes na prevenção da hipotermia, principalmente o sistema de ar quente forçado. Os outros devem ser considerados em utilização conjunta e não como alternativa.

Este documento resume as principais evidências encontradas na literatura sobre a manutenção de normotermia no período perioperatório em pediatria, que fundamentaram a elaboração de recomendações para a atuação das equipas de saúde, de acordo com os graus de recomendação e níveis de evidência adotados pela Direção Geral de Saúde - Ministério da Saúde. Indicam também valores de referência para normo, hipo e hipertermia, fundamentais para guiar atitudes clínicas.

I.INTRODUÇÃO

A normotermia é um dos estados fisiológicos fundamentais para o equilíbrio orgânico. Em adultos, considera-se normal o valor de temperatura central de 37.0ºC ± 0.2ºC, resultado do balanço entre a produção e a perda de calor.

A termorregulação, definida como o conjunto de mecanismos de manutenção da temperatura num intervalo fisiológico estreito, é posta à prova perante a alteração provocada pelos fármacos utilizados nas técnicas anestésicas. A gestão dos fatores que a modificam e condicionam é fundamental na ação da equipa de saúde em contexto perioperatório.

Em pediatria, existem especificidades que contribuem para o risco aumentado de alterações à termorregulação. A fisiologia do crescimento e as características das distintas faixas etárias contribuem para a sua compreensão.

A modificação do estado de homeostasia térmica depende de fatores relacionados com o doente, como a idade, o peso e as características corporais, relacionados com o procedimento anestésico, como a técnica e fármacos utilizados, relacionados com o procedimento cirúrgico, como o local a intervencionar e a área de superfície corporal exposta e relacionados com o ambiente, como a temperatura da sala operatória e a eficácia dos métodos de aquecimento ou arrefecimento utilizados.

A hipotermia é o distúrbio mais frequente da termorregulação encontrado em contexto perioperatório. Mesmo durante um curto período de tempo como 30 minutos, a hipotermia aumenta o risco de resultados adversos em doentes submetidos a procedimentos cirúrgicos *minor* ou *major*, independentemente da idade[1]. A hipotermia associa-se a alterações de relevo nas funções orgânicas e pode contribuir para morbilidade significativa, estando descritos eventos adversos como aumento da perda hemorrágica, da necessidade transfusional[2] e alterações na cicatrização da ferida cirúrgica[3]. Tem impacto nos resultados globais em saúde e nos custos associados, além da experiência de desconforto térmico vivida pelo doente[4].

A hipotermia perioperatória ainda é comum na população pediátrica, podendo ser atribuída à sua vulnerabilidade fisiológica, mas, também, ao aquecimento perioperatório insuficiente[3]. Estudos mostram que a incidência de hipotermia perioperatória na população pediátrica pode superar os 50%[5] mesmo com a utilização de estratégias de aquecimento passivo e ativo[1,2]. Outros autores relatam incidências entre 4.2% a 60%, percentagens superiores às encontradas na população adulta[6].

A hipotermia intraoperatória instala-se em praticamente todos os doentes não aquecidos, resultando da combinação de vários fatores: a diminuição dos mecanismos de termorregulação de resposta ao frio provocada pelos fármacos anestésicos, a reduzida temperatura ambiente do bloco operatório, a exposição das cavidades corporais de acordo com o procedimento cirúrgico[7], a administração de fluidos não aquecidos e a utilização de gases anestésicos não humidificados[3].

A hipertermia, embora menos frequente, é também uma alteração importante a considerar.

Instituições de referência em saúde a nível mundial, como a Organização Mundial da Saúde e a *Joint Comission*, tem emanado recomendações sobre este tema dirigidas à população adulta, fruto da investigação mais focada neste grupo etário. Sendo este tema também de relevo na população pediátrica, é um desafio desenvolver recomendações sobre o mesmo, considerando a menor informação e investigação disponíveis sobre a incidência, fatores de risco e formas de prevenir a hipotermia[8].

A temperatura, enquanto sinal vital, deve ser rigorosamente medida e registada[9]. A prevenção e correção das alterações à termorregulação são fundamentais, contribuindo para a redução de eventos adversos.

O valor de temperatura no período pós-operatório é utilizado como indicador de qualidade de cuidados prestados, demonstrando a importância da termorregulação ao longo do período perioperatório.

As definições de normotermia, hipotermia e hipertermia variam na literatura de acordo com as fontes. Tentamos resumir as diferentes perspetivas, indicando um valor a considerar como referência na população pediátrica.
A variação nas definições dos vários grupos etários pediátricos também se denota na literatura, nomeadamente na abrangência das palavras-chave "*infant*" e "*children*".

II.OBJETIVOS E METODOLOGIA

O presente documento tem como objetivo emitir recomendações para a atuação no período perioperatório sobre a manutenção de normotermia na população pediátrica, após revisão bibliográfica. Divide-se em duas partes: recomendações e fundamentação teórica.

As recomendações são orientações sobre as medidas aconselhadas para a gestão da normotermia e atuação no perioperatório (pré, intra e pós-operatório). Aplicam-se à população pediátrica, considerada desde o primeiro dia de vida até aos 18 anos, exclusive. Sendo as características anátomo-fisiológicas do adolescente próximas das do adulto, este documento foca-se nas particularidades dos recém-nascidos, lactentes e crianças.

A fundamentação teórica tem como objetivo específico a revisão da literatura nos seguintes subtemas:
- termorregulação em pediatria;
- técnicas anestésicas e termorregulação;
- fatores de risco para hipotermia;
- fatores de risco para hipertermia;
- métodos de monitorização da temperatura corporal;
- prevenção e tratamento da hipotermia;
- métodos e dispositivos de aquecimento e arrefecimento corporal.

Ao longo da fundamentação teórica, nos seus capítulos, reservamos uma área a que nomeamos "particularidades do recém-nascido", pelas características específicas verificadas nesta faixa etária.

A revisão bibliográfica foi realizada utilizando as bases de dados *PubMed*, *UptoDate e Cochrane Library.* Foram utilizadas as seguintes palavras-chave: *pediatrics, newborn, infant, children, toddler, body temperature, normothermia, hypothermia, hyperthermia, fever, devices, heating, cooling, perioperative, intraoperative, operating room* e *pediatric surgery*.

III.GRAUS DE RECOMENDAÇÃO E NÍVEIS DE EVIDÊNCIA

Os graus de recomendação e níveis de evidência atribuídos neste documento têm como base os critérios para a emissão das normas clínicas da Direção Geral da Saúde - Ministério da Saúde, disponíveis no anexo I deste documento.
Sendo a informação disponível na literatura reduzida quanto às recomendações para a população pediátrica, quando estas não estão disponíveis adotamos a evidência mais recente para a população adulta ajustada à pediatria, de acordo com as suas particularidades e necessidades no período perioperatório.

IV.DEFINIÇÕES

Faixas etárias:
- recém-nascido/neonato – idade compreendida entre 1 e 28 dias de vida;
- lactente – idade compreendida entre os 29 dias de vida e os 12 meses;
- criança – idade compreendida entre os 13 meses e os 10/12 anos: criança pequena – 1 aos 5 anos (idade pré-escolar); criança mais velha – dos 6 aos 10/12 anos (idade escolar);
- adolescente – idade compreendida entre os 10/12 e os 18 anos, exclusive.

Prematuridade[10]:
- prematuros tardios – IG entre 34 e 36 semanas;
- prematuridade intermédia – IG entre 32 e 34 semanas;
- grandes prematuros – IG entre 28 e 32 semanas;
- prematuridade extrema – IG abaixo das 28 semanas.

Peso ao nascimento[10]:
- baixo peso ao nascimento - < 2500 g;
- muito baixo peso ao nascimento - < 1500 g;
- extremo baixo peso ao nascimento - < 1000 g.

- Período perioperatório – conjunto dos períodos pré, intra e pós-operatórios:
    - pré-operatório – período de 60 minutos antes da indução anestésica, durante o qual se procede à preparação e transporte do doente até ao bloco operatório;
    - intraoperatório – período desde o primeiro ato anestésico até à transferência para a Unidade de Cuidados Pós-Anestésicos ou outra;
    - pós-operatório – período até às 24 horas após admissão na Unidade de Cuidados Pós-Anestésicos ou outra.

- Normotermia - temperatura central entre 36.5ºC e 37.5ºC, considerando a possibilidade de até 38ºC para recém-nascidos.
- Hipotermia - temperatura central < 36ºC para todas as idades pediátricas, podendo ser considerado até 36.4ºC para RN.
- Hipertermia - temperatura central > 37.5ºC a partir de 1 mês de vida e > 38ºC para RN.

- Temperatura *near-core* – aquela que, em determinadas circunstâncias, estima razoavelmente a temperatura central.

- *Zero-heat flux* – fluxo nulo de calor (tradução livre).

- Cirurgia *major* em pediatria – procedimento cirúrgico que implica a abertura de uma cavidade corporal; de complexidade elevada, de recuperação prolongada e/ou com necessidade de internamento em cuidados intensivos; que apresenta risco de complicações intra e/ou pós-operatórias mais elevado; exemplos: excisão de tumores cerebrais, correção de malformações cranianas e faciais, correção de malformações da medula espinhal, coluna vertebral, cardíacas, ou intestinais, correção de lesões resultantes de trauma *major*, correção de malformações fetais (pulmonares, intestinais, diafragmáticas ou anais), transplante de órgãos.

- Cirurgia *minor* em pediatria – procedimento cirúrgico de reduzida complexidade, com recuperação e retorno rápidos às atividades diárias; apresenta risco reduzido de complicações; exemplos: miringotomia e colocação de tubos de drenagem timpânica, reparação de hérnias inguinais/umbilicais, orquidopexia, correção de fraturas ósseas fechadas, excisão de lesões da pele, biópsias.

PARTE I – RECOMENDAÇÕES

Princípios gerais no perioperatório

A. Protocolo de gestão e proteção térmica para a manutenção da normotermia

- As instituições devem elaborar um protocolo que defina a identificação de fatores de risco e o conjunto de atitudes de diagnóstico, monitorização e intervenção para a manutenção de normotermia no período perioperatório[8,11,12] (IC)

- O documento deve ser do conhecimento de todos os profissionais envolvidos e deve basear-se nas características do doente, procedimento anestésico e sua duração, procedimento cirúrgico (incluindo a utilização de garrote) e sua duração e equipamentos de aquecimento/arrefecimento disponíveis[8,11,12] (IC)

B. Manter o doente normotérmico

- O doente e/ou acompanhante devem ser informados da importância de manter o doente quente em contexto de enfermaria/unidade de acolhimento, durante o transporte até ao bloco operatório e na UCPA[4,15] (IC)

- O gradiente de temperatura entre o doente e o ar ambiente deve ser reduzido - afastar o doente de superfícies frias, correntes de ar, fechar portas e janelas, gerir a temperatura ambiente, aplicar medidas de aquecimento passivo e ativo (IC)

- Os doentes devem estar vestidos e cobertos o maior intervalo de tempo possível e deitados numa cama pré-aquecida (IC)

- O aquecimento passivo (isolamento térmico) deve ser realizado com roupa, lençol aquecido ou manta/cobertor (IC);

- Os recém-nascidos (de termo ou prematuros) devem ser mantidos aquecidos com recurso a métodos de aquecimento passivo (roupa, incluindo gorro) e ativo[10] (IB)

- As incubadoras (de parede dupla) ou berços de transporte devem ser aquecidos, conforme a idade gestacional, peso e humidade relativa, de acordo com o protocolo de atuação local (IC); quando aplicável, as portas das incubadoras devem estar fechadas e as laterais dos berços levantadas[10] (IB)

- Em RN prematuros e/ou com gastrosquisis o isolamento em saco/invólucro oclusivo de plástico deve ser mantido o maior intervalo de tempo possível (IC)

- Os métodos de aquecimento passivo e ativo devem abranger a maior área corporal exposta possível (IIaB)

C. Monitorização da temperatura central

- A temperatura central deve ser monitorizada em todos os doentes pediátricos submetidos a anestesia geral, regional, combinada ou sedação[8,13] (IC)

- A monitorização deve iniciar-se no local de acolhimento ao doente e ser mantida durante o transporte para o bloco operatório, períodos de indução anestésica, intra e pós-operatório, incluindo a Unidade de Cuidados Pós-Anestésicos ou outra[3,4] (IC)

- A monitorização deve realizar-se na mesma localização e com o mesmo dispositivo, que deve refletir de forma precisa e o menos invasiva possível a temperatura central[3,14] (IB)

- Não sendo possível, deve encontrar-se uma solução de localização ajustada a cada período (pré, intra e pós-operatório), ao procedimento cirúrgico e à segurança e conforto do doente[14] (IC)

- Em situações não emergentes, a normotermia deve ser o intervalo de temperatura central a atingir e/ou manter - entre 36.5ºC e 37.5ºC, considerando até 38ºC para RN (IC)

D. Registo e notificação

- O registo das medições efetuadas, métodos e dispositivos utilizados para a manutenção de normotermia deve ser realizado no processo individual do doente, em suporte digital e ser abrangido na transmissão de informação entre equipas de saúde, incluindo na transição de níveis de cuidados[14,15] (IC); os valores de temperatura fora do intervalo normal devem ser alvo de notificação em plataforma de risco clínico e serem identificadas, em equipa, as possíveis causas e soluções apontadas[15] (IC)

Transporte

- O doente deve estar vestido, coberto por lençóis e/ou cobertores, em cama aquecida[3] (IB)
- Os RN, especialmente os prematuros e/ou com doença grave, devem ser transportados em incubadora com sistema de aquecimento próprio[3,8] (IC)
- O percurso a realizar deve ser o menor possível e, sempre que aplicável, as crianças mais velhas devem ser encorajadas a caminhar (IC)
- Devem criar-se listas de verificação (*check-lists)* para o transporte (IC)

Pré-operatório

A. Fatores de risco

- Os fatores de risco associados a hipotermia e hipertermia devem ser identificados, de acordo com o grupo etário e os procedimentos anestésico-cirúrgico, devendo ser registados no processo individual do doente, em suporte digital e ser conhecidos por toda a equipa do pré-operatório (IC)

B. Temperatura central

- Deve ser avaliada nos 30 minutos anteriores à indução anestésica (IC)

- Os locais a considerar são a cavidade oral, a axila, o reto (em alternativa à axila) e a membrana timpânica[3], a última em crianças com idade superior a 3 anos (IB); se RN, os locais a considerar são a axila e, em alternativa, o reto e a cavidade oral (IC); dar preferência a métodos não invasivos (IC)

- Deve ser avaliado o conforto térmico e monitorizados sinais e sintomas de hipotermia e hipertermia[11] (IC)

C. Hipo ou hipertermia

- Perante hipotermia - temperatura central inferior a 36ºC ou 36.4ºC se RN – a mesma deve ser reportada como incidente crítico e a indução anestésica adiada, enquanto se iniciam e/ou reforçam medidas vigorosas de aquecimento ativo[14] (IC)

- Perante hipertermia - temperatura central superior a 37.5ºC ou 38ºC se RN, devem ser iniciadas medidas de arrefecimento farmacológicas e/ou não farmacológicas (IC)

D. Estratégia de aquecimento

- A temperatura ambiente da sala operatória deve ser regulada:
    - entre 24ºC e 26ºC para RN, lactentes e crianças pequenas (até à idade escolar) (IC)
    - se RN com doença grave, a temperatura deve ser no mínimo de 25ºC[21] (IB)
    - entre 20ºC e 24ºC nos restantes casos[3,16] (IB)

- Nos casos em que a anterior represente desconforto para a equipa cirúrgica, deve recorrer-se a métodos passivos e ativos, externos e/ou internos que permitam reduzir a temperatura da sala operatória (IC)

- Os RN de termo e prematuros devem ser mantidos no berço ou incubadora aquecidos até que tudo esteja pronto para a indução anestésica (IC); se houver necessidade de oxigénio, os gases inspirados devem ser humidificados e aquecidos entre 35ºC e 38ºC (IC)

E. Aquecimento antes da indução anestésica

- O aquecimento da superfície corporal antes da indução anestésica (pré-aquecimento) deve ser realizado durante pelo menos 10 minutos em todos os doentes que vão ser submetidos a anestesia geral, do neuro-eixo ou combinada[18] (IC)

- O tempo decorrido entre o pré-aquecimento e o início da indução anestésica deve ser inferior a 10 minutos[13] (IC)

- Deve utilizar-se um dispositivo de aquecimento ativo com ar forçado[8] (IC); este deve permitir a regulação para vários níveis de temperatura (IC)

- As outras medidas de aquecimento passivo e ativo devem ser consideradas como alternativa ou em conjunto (IIaB); os dispositivos devem permitir arrefecimento (IC)

Intraoperatório

A. Fatores de risco

- Os fatores de risco associados a hipotermia e hipertermia devem ser identificados, de acordo com o grupo etário e os procedimentos anestésico-cirúrgico, devendo ser registados no processo individual do doente, em suporte digital e ser conhecidos por toda a equipa do intra-operatório (IC)

B. Temperatura central

- Deve ser avaliada[7] de modo contínuo, em todos os doentes submetidos a sedação ou anestesia[19](IC); se normotermia, deve avaliar-se em intervalos de 15 minutos[11,13,14] (IC)

- Os locais a considerar são o esófago distal ou a nasofaringe, métodos não invasivos baseados em tecnologia de fluxo nulo de calor ou, como alternativas, a axila, a bexiga ou o reto[3,16,20] (IC)

- Se RN, os locais a considerar para a medição da temperatura central são o esófago distal, axila e, em alternativa, o reto e a cavidade oral, considerando-se também a região de pele sobre o fígado ou região interescapular (IC); dar preferência a métodos não invasivos (IC)

C. Estratégia de manutenção de normotermia

- A estratégia de manutenção de normotermia deve ser adaptada consoante o grau de exposição cirúrgica, o procedimento e sua duração, assim como as patologias associadas do doente (IC)

- Deve manter-se a integridade da pele, reduzindo a perda insensível de água e o risco de infeção, durante os cuidados de manipulação e posicionamento - proteção de áreas com risco de lesões de pressão, colocação e remoção de adesivos, punções venosas e arteriais (IC)

- Deve utilizar-se um dispositivo de aquecimento ativo com ar forçado (IC); este deve permitir a regulação para vários níveis de temperatura e ser mantido no menor valor de temperatura e ventilação que permita manter a temperatura central no intervalo normal[8,13] (IC)

- As outras medidas de aquecimento passivo e ativo devem ser consideradas como alternativa ou em conjunto, de acordo com o valor de temperatura considerado alvo (IA); os dispositivos devem permitir arrefecimento (IC)

- Se RN devem ser utilizadas mantas de aquecimento de ar forçado (por baixo ou por cima do doente), colchões de água aquecida ou, se indisponíveis, lençóis aquecidos (IB); devem ser isoladas as regiões corporais não expostas ao procedimento cirúrgico, incluindo a cabeça, que deve ser coberta com gorro de tecido[10] (IB); se RN de alto risco - menor idade gestacional e baixo peso - incluir a possibilidade de realização do procedimento cirúrgico na Unidade de Cuidados Intensivos (IC)

D. Procedimento cirúrgico

- As áreas de exposição corporal, cirúrgica e as zonas de pele molhada devem ser limitadas, despindo o doente o mínimo necessário também durante procedimentos como a monitorização ou punções, entre outros (IC)

- O posicionamento cirúrgico deve ser considerado na exposição da superfície corporal durante a desinfeção e ato cirúrgico em si, concentrando esforços no aquecimento passivo e/ou ativo da restante superfície corporal (IC)

- O aquecimento ativo deve ser mantido durante a preparação para o procedimento cirúrgico, nomeadamente na colocação dos "campos" cirúrgicos e ao longo de toda a cirurgia (IB)

E. Fluidos

- O aquecimento de fluidos endovenosos deve ser considerado quando se prevêem perfusões superiores a 20 ml/kg (IC) e/ou quando é necessária administração de componentes sanguíneos, tendo em atenção a distância do término do dispositivo de aquecimento ao cateter endovenoso[3,16] (IB); a temperatura média a considerar para fluidos e componentes sanguíneos é de 37ºC (IC)

- Os fluidos de irrigação corporal devem ser aquecidos para a temperatura alvo entre 38ºC e 40ºC (IC)

Pós-operatório

A. Fatores de risco

- Os fatores de risco associados a hipotermia e hipertermia devem ser identificados, de acordo com o grupo etário e os procedimentos anestésico-cirúrgico, devendo ser registados no processo individual do doente, em suporte digital e ser conhecidos por toda a equipa do pós-operatório (IC)

B. Condição de normotermia para despertar anestésico e transferência para UCPA

- A normotermia é condição para o despertar anestésico e/ou extubação (IB)
- Se verificada hipotermia, o doente deve ser aquecido antes de dar início ao despertar anestésico e extubação[3] (IB)
- A transferência da sala operatória para a UCPA/outra unidade deve ser realizada perante normotermia[14] (IC)
- Todos os RN, lactentes e crianças, após os procedimentos anestésico-cirúrgico, devem retornar a uma incubadora, berço ou cama aquecidos (IC)

C. UCPA - Temperatura central

- A temperatura central deve ser medida à entrada da UCPA/outra unidade (IC)

- Os locais a considerar são a cavidade oral, axila ou, em alternativa, o reto e a membrana timpânica, a última em crianças com idade superior a 3 anos; em RN e lactentes a

temperatura axilar apresenta boa correspondência com a retal, sendo o método preferido em muitas UCPA[19] (IC); dar preferência a métodos não invasivos (IC)

D. UCPA - Aquecimento

- A atuação será distinta consoante o doente se encontre normo ou hipotérmico:
  - se em normotermia – medidas de aquecimento passivo, temperatura ambiente entre 20-24ºC, avaliar sensação de conforto térmico, reavaliar em intervalos até 60 minutos (IC)
  - se em hipotermia – medidas de aquecimento ativo, temperatura ambiente > 24ºC, avaliar sensação de conforto térmico, reavaliação de forma contínua ou em intervalos de 15 a 30 minutos, até à normotermia[3,14] (IC)

- Deve utilizar-se um dispositivo de aquecimento ativo com ar forçado[8] (IC); este deve permitir a regulação para vários níveis de temperatura (IC)

- As outras medidas de aquecimento passivo e ativo devem ser consideradas em alternativa ou em conjunto[14] (IC); os dispositivos devem permitir arrefecimento (IC)

- A normotermia e o conforto térmico devem estar presentes no momento da alta e transferência da UCPA[8] (IB)

Formação dos profissionais

As equipas de profissionais de saúde devem estar alerta para a importância da manutenção de normotermia em idade pediátrica, pondo em prática as medidas para a sua prevenção e gestão.
As instituições de saúde devem suportar educação e formação contínua sobre os efeitos da hipotermia no doente cirúrgico[8].
A construção e implementação de protocolos de gestão e proteção térmica são recomendadas.

PARTE II - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Capítulo I - Termorregulação em pediatria

I.I. Introdução

A capacidade de manter constante a temperatura corporal central independentemente das variações da temperatura ambiente é uma das principais adaptações fisiológicas necessárias à sobrevivência dos seres vivos, homeotérmicos.

No ser humano, distinguem-se 2 compartimentos térmicos corporais[7,22]:

- Compartimento central (*core*) – conjunto de tecidos altamente vascularizados em que a temperatura se mantém relativamente uniforme. Anatomicamente corresponde ao tronco e cabeça (com exceção da pele e tecidos periféricos respetivos) e aos órgãos mais vascularizados - cérebro, coração, fígado e rins. É o principal responsável pela resposta termorreguladora central, correspondendo entre 50 a 60% da massa corporal total. A sua temperatura é referida como "temperatura corporal central" ou "temperatura central", que se mantém geralmente entre ± 0.2ºC do seu valor basal de 37.0ºC. Este intervalo define os limites entre os quais não se desencadeiam quaisquer respostas termorreguladoras.
- Compartimento periférico – conjunto de tecidos corporais em que a temperatura não é homogénea, variando ao longo do tempo. Anatomicamente corresponde aos membros superiores e inferiores, pele e tecido celular subcutâneo. Atuando como um tampão térmico, a sua temperatura é cerca de 2 a 4ºC abaixo do compartimento central em ambientes amenos, sendo referida como "temperatura periférica".

A termorregulação define-se como o conjunto de mecanismos fisiológicos ativados pelo hipotálamo, pele e temperatura corporal, que permitem controlar a produção e perda de calor[11]. Tal como outros sistemas de controlo fisiológico, está sujeito a ritmos circadianos e é controlado a nível cerebral através de mecanismos de *feedback* negativo que permitem manter as variações da temperatura corporal o mais pequenas possível. Trata-se de um ritmo dependente da idade, sendo menos marcado em extremos etários e geralmente relacionado com o ciclo sono-vigília, variando também com o nível de atividade física.

O principal local de controlo térmico a nível corporal é o hipotálamo, onde são integrados sinais aferentes provenientes da maioria dos tecidos corporais. O processamento e regulação de toda a informação ocorrem em três fases: sensação térmica aferente, regulação central e resposta eferente. O equilíbrio térmico depende de vários fatores: fluxo e temperatura do ar ambiente, humidade relativa, contacto com superfícies frias e proximidade a objetos frios[23].

Os mecanismos de regulação térmica têm um limiar superior e inferior (valores de temperatura central que a despertam), um ganho (aumento na intensidade da resposta provocada pela alteração da temperatura central para além do limiar) e uma intensidade máxima.

I.II. Normotermia

a) Definição

Segundo Ward (2022), a temperatura normal média é de 37ºC, valor encontrado em estudos datados do século XIX. Em estudos mais recentes, com jovens adultos, o limite superior da temperatura normal (medição oral) foi de 37.2ºC de manhã e 37.7ºC no geral. A temperatura normal varia com a idade, momento do dia - valor mínimo de manhã e pico superior ao final da tarde/início da noite, com amplitude média de 0.5ºC - nível de atividade física e fase do ciclo menstrual, entre outros fatores.
Comparando com adultos e crianças mais velhas, os RN, lactentes e crianças pequenas apresentam um valor de temperatura central mais elevado. No primeiro mês de vida, temperaturas entre 37.5ºC e 38ºC são consideradas normais, atribuíveis às taxas metabólicas mais elevadas e à maior área de superfície corporal por kg de peso[24,25].

Diferentes autores adotam valores-referência distintos para normotermia, referentes a grupos etários distintos[26,27,25,28,21,29,3,30].

Adotamos como <u>definição de normotermia</u> o intervalo de 36.5ºC a 37.5ºC de temperatura central para a população pediátrica, considerando a possibilidade de até 38ºC para RN.

Atualmente, a manutenção de normotermia é utilizada como indicador de qualidade em anestesia pediátrica[3]. A gestão da temperatura no período perioperatório é também utilizada como incentivo de qualidade no desempenho da prestação de cuidados de saúde seguros[19].

b) Mecanismos de perda e produção de calor

A troca de energia térmica com o ambiente (sob a forma de calor) depende do gradiente de temperatura entre este e a pele ou superfície orgânica exposta e o sistema respiratório.
Em termos físicos, existem quatro mecanismos principais responsáveis pela <u>perda de calor</u>:

- <u>Radiação</u>: emissão de energia térmica (calor) para longe do corpo humano, para o ambiente em seu redor, que contem objetos ou superfícies mais frias (paredes, equipamentos, entre outros) que não estão em contacto com o doente – p. ex. a pele descoberta exposta ao ambiente da sala operatória que contem objetos que estão a temperatura mais fria. A perda por radiação é proporcional ao gradiente térmico entre o ambiente e o compartimento central[4].
- <u>Convecção</u>: transferência de energia térmica do corpo para as moléculas de ar ou líquido em movimento em redor do doente[4], sendo a perda de calor devida ao gradiente entre a temperatura da pele e mucosas e o ar e/ou fluidos – p. ex. o fluxo de ar ambiente mais frio (na pele ou mucosas) que afasta o calor do doente ou o ar mais frio no circuito ventilatório.
- <u>Evaporação</u>: transição de uma molécula do seu estado líquido à superfície para o estado gasoso; representa a perda de calor pela perda insensível de água pelas superfícies – p. ex. pele, vísceras expostas, humidade do líquido amniótico, sudorese (em crianças mais velhas), ferida ou incisão cirúrgica, árvore traqueo-brônquica durante a ventilação mecânica. Representa 25% da perda de calor em RN de termo e adultos[19].
- <u>Condução</u>: transferência de energia térmica entre objetos sólidos que contactam um com o outro, sendo a perda de calor devida ao gradiente térmico entre o doente e a superfície fria em contacto – p. ex. quando em contacto direto com uma superfície ou objeto frio, administração de fluidos e componentes sanguíneos a temperaturas mais baixas.

Os mecanismos de perda de calor que afetam as crianças são, por ordem decrescente de importância, a radiação, convecção, evaporação e condução.
A perda de calor por radiação, especialmente pelo tamanho grande da cabeça, é o mecanismo mais relevante após a primeira semana de vida. A perda de calor por convecção é habitualmente predominante quando um RN, lactente ou criança é transportado para o bloco operatório, pelo ar ambiente mais frio[3].
A perda por condução pode ser relevante se forem colocadas almofadas de gel sob o doente para prevenir lesões por pressão. Estas almofadas são feitas de um polímero viscoelástico com elevada massa térmica, redirigindo para si o calor do doente. Na necessidade da sua utilização, devem ser previamente aquecidas com um dispositivo de ar quente forçado[31].
Apenas 10% da perda de calor ocorre através da via aérea, sendo a humidificação passiva dos gases inspirados adequada em anestesia pediátrica[31].
São vários os motivos para que a população pediátrica no geral e o RN em particular sejam mais suscetíveis à perda de calor.
Os RN, lactentes e crianças pequenas apresentam uma relação peso/área de superfície corporal reduzida (ou uma maior relação entre a área de superfície corporal e o peso). Tem maior quantidade de massa corporal no tronco e cabeça do que os adultos, com membros superiores e inferiores com menor massa corporal relativa. Esta parece ser a razão para que a redistribuição de calor contribua menos para a hipotermia inicial pós-indução anestésica nestas faixas etárias, comparativamente a crianças mais velhas e adultos, não conseguindo absorver grande quantidade de calor a partir do compartimento central[22]. No entanto, esta redução menos acentuada da temperatura central não compensa as outras fontes de perda de calor[3].
A capacidade de termorregulação é menos eficaz que a dos adultos e as reservas de gordura subcutânea (que contribui para o isolamento térmico) e de glicogénio são limitadas, contribuindo para a dificuldade de produção de calor e, assim, para o risco aumentado de hipotermia. Além destes aspetos, no doente acordado, a resposta comportamental às variações de temperatura (vestir ou despir roupa, deslocação para locais mais quentes ou mais frios) está relacionada também com o estadio de desenvolvimento associado à idade.
O centro termorregulador equilibra a produção de calor, com origem principalmente na atividade metabólica muscular e hepática, com a perda ou dissipação do mesmo, através da pele e pulmões[25].
A capacidade de produção de calor pelo organismo depende de 4 mecanismos: atividade muscular voluntária, termogénese *non-shivering*, atividade muscular involuntária ou *shivering* e termogénese pela dieta. De todos os mecanismos, a termogénese *non-shivering* é a mais importante no recém-nascido, enquanto o *shivering* é mais pronunciado em crianças mais velhas.
A perda de calor cutânea é proporcional à área de superfície, enquanto que a produção de calor é função da massa corporal[22].

c) Alterações da normotermia e termorregulação

As alterações da normotermia associam-se a diversos eventos que podem representar complicações e consequências adversas, estando os RN, lactentes e crianças pequenas em maior risco.
Em doentes acordados, o conforto térmico tem um papel importante na regulação da temperatura corporal, representando o estímulo primário para a termorregulação comportamental. Quanto à temperatura central e periférica, são estímulos fundamentais para o sistema termorregulador. Frank S. *et al* (1999) demonstraram que tanto a temperatura central como a periférica contribuem de igual forma para o conforto térmico, sendo a central predominante na regulação das respostas autonómica e metabólica.

As respostas termorreguladoras primárias de defesa ao frio são a vasoconstrição dos *shunts* arteriovenosos e o *shivering*; ao calor são a vasodilatação pré-capilar e sudorese. A temperatura corporal central que desencadeia cada uma das respostas define o limiar para ativação das mesmas[7].

I.III Hipotermia

a) Definição

Diversos autores consideram valores-referência distintos para hipotermia[1,24,33,34,35,4,15,19,36,23,26,37]; outros definem hipotermia perioperatória[3,19,30]. Os grupos etários e contextos não são transversais na literatura[28,3].

Adotamos como <u>definição de hipotermia</u> o valor de temperatura central < 36ºC para todas as idades pediátricas, podendo ser considerado até 36.4ºC para RN.

Está descrita a distinção entre hipotermia ligeira, moderada e grave, com valores distintos de acordo com os autores[33,24,41,15,42].

Vários estudos não homogéneos - com diferenças nos grupos etários, tipo de cirurgia e utilização de medidas de aquecimento - demonstraram a incidência de hipotermia perioperatória na população pediátrica, com taxas que variam entre os 22 e os 85%, com referência a monitorização em 50%. Em cirurgia *major* a incidência de hipotermia pode alcançar os 20%[4].
No estudo de Lai *et al*. (2019) a incidência de hipotermia perioperatória inadvertida foi superior em RN, lactentes e crianças até aos 5 anos, comparando com crianças de idade superior. Mostraram também que todos os grupos etários não eram capazes de manter a temperatura corporal central apesar da utilização de estratégias de aquecimento durante a cirurgia, independentemente da temperatura da sala operatória e tipo de cirurgia. Em contrapartida, os RN, lactentes e crianças até aos 5 anos apresentaram maior estabilidade térmica em cirurgias de curta duração e com temperaturas da sala operatória mais elevadas.
Outros autores demonstraram que, com atuação clínica guiada por protocolo de gestão da normotermia, a incidência de hipotermia é de até 10%, inclusive em RN pré-termo. A hipotermia perioperatória parece depender mais da estratégia de aquecimento do que dos fatores relacionados com o doente, independentemente da idade e do procedimento cirúrgico[3].
A hipotermia inadvertida deve ser evitada, sendo fator de risco para agravamento do prognóstico em termos de morbimortalidade, além da experiência de desconforto vivida pelo doente acordado.

b) Consequências da hipotermia

Os mecanismos celulares orgânicos dependem de valores eutérmicos para o seu normal funcionamento.
A hipotermia desencadeia alterações fisiológicas e processos fisiopatológicos, que se relacionam com complicações no período perioperatório:

1. Desconforto térmico sentido pelo doente;
2. Vasoconstrição periférica (dos *shunts* arteriovenosos) e *shivering* (relevante em crianças mais velhas), como respostas termorreguladoras primárias. O *shivering* tem um limiar de ativação 1ºC inferior ao de vasoconstrição. É mais comum no período pós-operatório em doentes em hipotermia, aumentando o consumo metabólico (em até 40%, segundo Misyağci e Hayli (2021)) e o desconforto do doente, devendo ser evitado[7];

3. Metabolismo prolongado de fármacos - com especial relevo para os relaxantes musculares, condicionando maior incidência de apneia (particularmente importante nos recém-nascidos) e recuperação anestésica prolongada[1];

4. Disfunção endócrino-metabólica, sendo relevantes as alterações da glicémia;

5. Alterações no mecanismo da coagulação mediadas pela diminuição da agregação plaquetar e da atividade das enzimas presentes na cascata da coagulação, reduzindo a formação do coágulo, com aumento da incidência de hemorragia e necessidades transfusionais. Num estudo com RN, lactentes e crianças até aos 18 anos, demonstrou-se associação entre hipotermia e maior perda de sangue, assim como necessidade transfusional[2];

6. Diminuição da capacidade de resistência a infeções cirúrgicas, através de mecanismos celulares imunomediados, com aumento da incidência de infeção da ferida operatória. Em crianças entre 1 e 12 anos de idade, a hipotermia associou-se a deiscência da ferida cirúrgica[43];

7. Aumento da incidência de eventos cardíacos adversos – o estímulo simpático da hipotermia resulta no aumento da libertação de noradrenalina (entre 100 a 500%, segundo Misyağci e Hayli (2021)), do consumo metabólico e hipertensão, que por sua vez aumentam o consumo de oxigénio, mais relevante na presença de *shivering*. Em doentes adultos com doença cardíaca isquémica estes mecanismos podem levar a isquémia miocárdica e arritmias[7];

8. Aumento do tempo de permanência em UCPA e de internamento global, que representam custos mais elevados em saúde[1], com implicações na gestão eficiente de uma unidade cirúrgica[19] e da instituição hospitalar no seu global.

Particularidades do recém-nascido

O controlo térmico depende da idade gestacional, do peso ao nascimento, da idade pós-natal e da situação clínica do recém-nascido. Quanto menor a idade gestacional e pós-natal e mais grave a situação clínica, maior a necessidade de suporte térmico ambiental[21] para a manutenção de normotermia.

O ambiente intrauterino é termoestável e o controlo térmico fetal é dependente da mãe. O feto tem uma taxa metabólica basal elevada e produz duas vezes mais calor por unidade de peso corporal que um adulto. Assim, a temperatura fetal é 0.5 a 1ºC superior à materna, estabelecendo um gradiente que propicia a transferência de calor do feto para o organismo materno[21].

Os recém-nascidos, pela sua excecionalmente grande área de superfície corporal, sobretudo dada a maior dimensão da cabeça em relação ao corpo (responsável por até 20% da área de superfície cutânea total)[16] apresentam perda de calor consideravelmente superior. Esta é potenciada pela fina camada de tecido subcutâneo e queratina na constituição da pele e pela maior quantidade de água no compartimento extracelular, que permite a perda por evaporação. O crânio e escalpe mais finos facilitam também a perda de calor cerebral.
A relação área de superfície/volume corporal é superior no RN de termo e a sua postura flácida, em abdução relativa, tende a aumentar a perda de calor[19].

A imaturidade anatómica e/ou funcional dos RN pré-termo é a razão para o risco aumentado de complicações a curto prazo[10]. A prematuridade é, assim, um fator de risco, tal como o peso. Prematuros tardios com peso igual a um RN de termo tem maior morbilidade e mortalidade[27].

Ao nascimento, a transição do ambiente intrauterino para o ambiente seco e frio da sala de partos proporciona perda de calor relevante por evaporação e convecção. Sem intervenção, a temperatura cutânea do RN diminui rapidamente, em torno de 0.3 ºC por minuto[21].

Às características que contribuem para o aumento da perda de calor associa-se uma menor capacidade de produção do mesmo, pela resposta termorreguladora menos eficaz, relacionada por sua vez com a menor quantidade de gordura castanha e menor capacidade de vasoconstrição cutânea.
A resposta metabólica dos recém-nascidos ao frio é a termogénese *non-shivering* (ou química) a partir da gordura castanha, localizada no tecido subcutâneo da nuca, mediastino e regiões interescapular, peri-vertebral e peri-renal. Esta resposta (lipólise), mediada pelo aumento da atividade do sistema nervoso simpático, compreende a libertação de noradrenalina e de TSH, que por sua vez aumenta a hormona T_3 (por conversão da T_4). De forma sinérgica, contribuem para a estimulação da oxidação de ácidos gordos livres e o aumento da produção da proteína termogenina, resultando em produção de calor. Este é distribuído para os locais necessários através da vascularização rica da gordura castanha (que justifica a sua cor escura). Este processo aumenta em cerca de 2 a 3 vezes a taxa metabólica e o consumo de oxigénio. Embora presente desde as 25 semanas de gestação, a atividade metabólica da gordura castanha é muito reduzida até às 32 semanas[21], momento em que se dá um aumento da termogenina[3].
Assim, a capacidade de manter constante a temperatura corporal quando a temperatura ambiental varia (homeotermia) é limitada no recém-nascido e a hipotermia ligeira (*stress* de frio) ocorre quando a perda de calor excede a sua capacidade de produção[21]. Este facto é mais relevante nos recém-nascidos de baixo peso e pré-termo.

Pensa-se que a atividade de termogénese *non-shivering* está mais presente até aos 2 anos de idade. Pode, no entanto, ser inibida pelos fármacos anestésicos, contribuindo para a hipotermia intraoperatória. O reduzido contributo do *shivering* para a termogénese deve-se ao desenvolvimento diminuto da massa muscular em RN, lactentes e crianças mais pequenas. Esta resposta provavelmente só se torna importante a partir do final desta fase, embora a idade concreta não tenha sido até agora bem definida. Tanto a termogénese *shivering* como a não-*shivering* aumentam o consumo de oxigénio, podendo desencadear hipoxia e retenção de dióxido de carbono, acidose metabólica, hipoglicemia e um desvio da curva de dissociação de hemoglobina para a esquerda, do qual resulta a redução da quantidade de oxigénio entregue aos tecidos[4].

A Organização Mundial da Saúde[26] classifica a hipotermia no recém-nascido de acordo com a sua gravidade, sendo distinta dos valores considerados para os lactentes e crianças em geral:

- Ligeira (*stress* do frio) – temperatura entre 36ºC e 36.4ºC;
- Moderada – temperatura entre 32ºC e 35.9ºC;
- Grave – temperatura < 32ºC.

A temperatura retal normal dos recém-nascidos de termo e pré-termo está entre 36.5ºC e 37.5º C, que corresponde a uma temperatura axilar de 36.5 a 37.3ºC[27]. Embora se considere hipotermia um valor de temperatura inferior a 36.5ºC, mesmo para temperaturas superiores, sempre que a perda de calor exija maior produção do mesmo, podem surgir respostas de *stress* causadas pelo frio[23].

O risco de hipotermia é mais elevado imediatamente a seguir ao parto, na sala de partos e à admissão em Unidade de Cuidados Intensivos. Nos RN pré-termo, em especial na prematuridade extrema, a hipotermia está associada a aumento da morbimortalidade e, nos sobreviventes, a hemorragia intraventricular, insuficiência e hemorragia pulmonares[10].

Além da prematuridade, a hipoxia e a restrição do crescimento intrauterino limitam a termogénese neonatal, aumentando o risco de hipotermia. A termogénese química é fortemente influenciada pelo grau de oxigenação e está bastante reduzida em recém-nascidos leves para a idade gestacional[21].

Compreende-se que os recém-nascidos com insuficiência respiratória que necessitam de ativar a termogénese apresentam risco de hipoxia tecidular, com consequente possibilidade de lesões neurológicas. Além disto, a hipotermia persistente pode desencadear hipoglicémia e acidose metabólica, que agravam o risco de sépsis e mortalidade. Nesta população, por cada 1ºC de redução da temperatura corporal existe um aumento de 28% da mortalidade.
Apesar dos mecanismos compensatórios descritos, esta capacidade é limitada, tornando os recém-nascidos, em especial os extremos prematuros ou de baixo peso, mais suscetíveis à redução da temperatura central[23,10].

Morehouse *et al*. (2014) demonstraram que recém-nascidos com hipotermia perioperatória apresentavam mais eventos adversos respiratórios, com necessidade 6 vezes superior de intervenções quanto à termorregulação; tinham probabilidade 5 vezes superior de necessitar de suporte cardio circulatório e 3 vezes superior de necessitar de intervenções no sistema respiratório. Sim *et al*. demonstraram uma necessidade transfusional superior em RN com enterocolite necrotizante e necessidade de laparotomia, como citado por Nemeth, Miller *et al.* (2021).

Sinais de hipotermia no RN

A hipotermia interfere com todos os sistemas orgânicos. Se não corrigida, é causa de diversas alterações fisiológicas e processos fisiopatológicos que, progressivamente, levam à insuficiência multiorgânica e morte.
A hipotermia causa aumento do consumo de oxigénio e das necessidades metabólicas em geral. Se não revertida, este estado de consumo metabólico inicia um processo de hipoxia tecidular, com metabolismo anaeróbio e redução das reservas energéticas. A hiperlactacidemia e libertação de ácidos gordos pela lipólise iniciam um processo de acidose que, com a hipóxia mantida, desencadeiam vasoconstrição pulmonar, com redução da produção de surfactante, desenvolvendo ou agravando a insuficiência respiratória. A acidose leva a hipercapnia, possibilitando a hemorragia intraventricular. Surge hipotonia, redução da atividade e reflexos, com diminuição da capacidade de sucção e presença de choro fraco. Ao mesmo tempo, a libertação de ácidos gordos leva ao aumento da bilirrubina não conjugada, que se acumula no tecido cerebral (*kernicterus*), podendo contribuir para encefalopatia.
A contratilidade do miocárdio é reduzida e, em associação com as alterações do ritmo (bradi ou taquicardia) contribui para diminuição do débito cardíaco e hipotensão arterial. O aumento inicial da resistência vascular periférica traduz-se em extremidades frias, que pode evoluir para toda a superfície cutânea. Com o agravamento da hipóxia e hipotensão há compromisso da vascularização intestinal, podendo estar na origem de enterocolite necrotizante.
O consumo metabólico global associado a hipóxia mantida reduz gravemente os níveis de glicose, cujas reservas são de si diminutas ao nascimento, surgindo hipoglicémia.
O estado de insuficiência respiratória e circulatória compromete também a perfusão cerebral, com agravamento do estado de consciência e letargia, contribuindo para um padrão respiratório

lento, superficial e irregular, com possibilidade de taquipneia e/ou apneia. O envolvimento da perfusão cerebral poderá evoluir para hemorragia intraventricular (mais frequente no prematuro) e/ou leucomalácia periventricular. A função renal é, também, comprometida e pode associar-se a náuseas, vómitos, hipercaliémia, azotémia e oligúria.
Surgem alterações da coagulação, condicionando hemorragias generalizadas, incluindo pulmonar, que contribui para a morte. Na hipotermia severa podem surgir alterações tróficas da pele, o denominado escleredema do recém-nascido.
A bradicardia associada ao débito cardíaco reduzido, à hipoglicemia, acidose e distúrbios electrolíticos instalados pode desencadear paragem cardíaca.
Devemos ter presente que estes sinais são, ainda assim, inespecíficos, podendo estar presentes noutras situações, como a sépsis neonatal.

A prevenção da hipotermia passa por atuar nas condições possíveis de modificar, nomeadamente na evicção da perda de calor para o ambiente envolvente e no suporte de funções vitais, impedindo o agravamento da condição clínica, que por sua vez dificulta também a melhoria do estado hipotérmico.

Tabela 1 - Efeitos da hipotermia em recém-nascidos e crianças, por sistemas orgânicos

(traduzido e adaptado de McCann *et al*. (2018), tendo como fonte também Misyağci e Hayli (2021))

Sistema orgânico	Alterações
Cardiovascular	○ Alterações do ritmo cardíaco ○ Aumento da vasoconstrição sistémica ○ Redução da contratilidade miocárdica ○ Alterações da pressão arterial e do débito cardíaco ○ Aumento do *shunt* direito-esquerdo
Pulmonar	○ Aumento da resistência vascular pulmonar ○ Redução da resposta ventilatória ao dióxido de carbono ○ Aumento da incidência de apneia/hipoventilação ○ Aumento da incidência de hipóxia ○ Redução da solubilidade do O_2 no sangue ○ Redução da afinidade do O_2 pela hemoglobina
Endócrino/metabólico	○ Aumento de 2-3 vezes da taxa metabólica ○ Estímulo do metabolismo da gordura castanha ○ Acidose metabólica ○ Produção de corpos cetónicos ○ Aumento das catecolaminas circulantes
Renal	○ Diurese osmótica ○ Diminuição do fluxo renal
Hematológico	○ Aumento tempo de protrombina e tempo de tromboplastina parcial ativado ○ Alteração da função dos fatores de coagulação ○ Alteração da função plaquetar ○ Desenvolvimento de fibrinólise
Imunitário	○ Alteração da função dos neutrófilos e macrófagos ○ Diminuição do oxigénio tecidular ○ Diminuição/atraso na cicatrização da ferida operatória ○ Aumento do risco de infeção da ferida operatória
Outros: Farmacocinética	○ Aumento da duração de ação dos relaxantes neuromusculares ○ Redução da concentração alveolar mínima dos anestésicos halogenados

I.IV. Hipertermia e febre

a) Hipertermia

a.1) Definição

Diversos autores consideram valores-referência distintos para a definição de hipertermia[26,19,28].

Adotamos como <u>definição de hipertermia</u> o valor de temperatura central > 37.5ºC a partir de 1 mês de vida e > 38ºC para RN.

A quantidade de calor corporal é resultado da sua produção a partir dos processos metabólicos e da absorção a partir do meio ambiente. A evaporação é o principal mecanismo de perda de calor em ambiente quente, tornando-se ineficaz quando a humidade relativa do ar é superior a 75%. Os outros mecanismos de perda de calor - radiação, condução e convecção - não são capazes de transferir calor de forma eficaz quando a temperatura ambiente excede a temperatura cutânea, considerada como o valor de 35ºC[45]. Assim, o centro termorregulador é capaz de manter a temperatura corporal estável em ambientes com temperatura até 35ºC. A partir desse momento a capacidade corporal de dissipação de calor é ultrapassada, levando ao aumento da temperatura central[25].

<u>Hipertermia</u> define-se como uma elevação da temperatura que resulta do aquecimento corporal por aquisição de calor proveniente de fontes externas, excessiva produção (exercício físico, hipertiroidismo) ou remoção inadequada de calor (excesso de roupa). O valor-referência do termostato orgânico é normal[25]. Ocorre em situações em que o organismo produz e/ou absorve mais calor do que aquele que é capaz de dissipar, estando apenas indicado fazer arrefecimento físico, sem uso de antipiréticos[9,28].
Ishimine P. (2022) define hipertermia como um processo fisiológico de elevação da temperatura central acima do intervalo normal diurno entre 36 e 37.5ºC, por falha na termorregulação inata. Embora existam muitas manifestações de doenças relacionadas com o calor, todas resultam do *stress* térmico causado pelo aumento de calor do ambiente, incapacidade do organismo em dissipar o calor endógeno ou uma combinação das duas circunstâncias. As doenças relacionadas com o calor englobam desde sintomas e síndromes *minor* (*rash* cutâneo, edema da pele ou membros inferiores, síncope, cãibras) até situações potencialmente ameaçadoras de vida (exaustão por calor e golpe de calor). A insolação ou golpe de calor é a doença mais grave relacionada com o calor, podendo levar rapidamente à morte se não for tratada de imediato. Outras, incluídas no diagnóstico diferencial do golpe de calor, são: sépsis, alterações do sistema nervoso central, *status* epilético, intoxicações por fármacos ou substâncias de abuso, síndrome serotoninérgico, choque hemorrágico associado a encefalopatia, síndrome neuroléptico maligno, tempestade tiroideia e hipertermia maligna.

Tal como a hipotermia, a hipertermia desencadeia respostas termorreguladoras próprias importantes, a partir de um limiar de temperatura central, que as ativa. No entanto, ao contrário da hipotermia em pediatria, em que este limiar pode ser até 3.5ºC abaixo dos valores fisiológicos, na hipertermia, variações entre 1.0-1.5ºC acima da temperatura central basal são suficientes para desencadear respostas fisiológicas. Os dois principais mecanismos de termorregulação para combater a hipertermia são a vasodilatação cutânea ativa (manifestada por rubor cutâneo) e a sudorese.

Os sinais e sintomas de hipertermia são a taquicardia e taquipneia, pele quente e ruborizada, irritabilidade e choro, podendo evoluir para letargia, convulsões e coma. A causa mais frequente de hipertermia no contexto perioperatório é o sobreaquecimento.

a.2) Consequências da hipertermia

A hipertermia aumenta a taxa metabólica e o consumo de oxigénio. As suas consequências são condicionadas pelos mecanismos de vasodilatação, desidratação (com perda de água por evaporação), taquicardia e pela possibilidade de lesões neurológicas (e sua gravidade), as últimas potencialmente presentes quando a temperatura central atinge valores superiores a 41ºC.

Está na origem de alterações no mecanismo de fosforilação oxidativa, com cessação de várias funções enzimáticas. Os hepatócitos, endotélio vascular e tecido neuronal são os mais sensíveis a estes efeitos, mas o envolvimento pode ser multiorgânico[46].

O pico térmico crítico (tradução livre de *critical thermal maximum*) define-se como o grau de elevação da temperatura corporal e a duração da exposição ao calor tolerados antes das lesões celulares terem início. Estima-se que o pico térmico humano seja de 42ºC, com uma duração entre 45 minutos e 8 horas. As crianças sofrem lesões graves quando este pico é ultrapassado. Os mecanismos indicados como causa de lesão celular associada ao *stress* térmico são a produção de reagentes de fase-aguda, como as citocinas, que dão início a uma cascata inflamatória, a lesão celular direta do endotélio vascular com alterações na microcirculação e coagulação intravascular disseminada e a isquémia intestinal e aumento da permeabilidade celular com libertação de endotoxinas. Estas alterações fisiopatológicas desencadeiam uma resposta inflamatória sistémica, que por sua vez é responsável por lesões e disfunção multiorgânica[46].

b) Febre

Pirexia ou, comummente, febre, define-se como o aumento da temperatura corporal em resposta a uma infeção por microrganismos ou processos inflamatórios de outra origem[26]. É um mecanismo fisiológico que ajuda o organismo a combater os processos infeciosos, alterando o ambiente ideal de reprodução dos microrganismos, como citam Misyağci e Hayli (2021). Ocorre quando existe um desequilíbrio no centro de termorregulação que controla a temperatura corporal, em resposta a diversos fatores como infeção, edema e lesão tecidular. A febre é o componente mais notório da reação de fase aguda[9], definida como o conjunto de alterações adaptativas neuroendócrinas, comportamentais, metabólicas, fisiológicas, nutricionais e laboratoriais, cujo objetivo é a defesa do organismo e a consequente sobrevivência, de preferência sem sequelas. É uma elevação anormal da temperatura corporal que ocorre como parte de uma resposta biológica específica, mediada e controlada pelo SNC, sendo o resultado de uma série coordenada de eventos que se inicia a nível periférico, com a síntese e libertação de citocinas pirogénicas endógenas (IL-1, IL-6, TNF, interferão alfa) no sangue e tecidos. Estas entram no leito vascular e dirigem-se ao hipotálamo anterior, onde induzem um aumento abrupto na síntese de prostaglandinas, especialmente a prostaglandina E_2 (PGE_2), que por sua vez aumenta o valor-referência hipotalâmico para a temperatura corporal. A partir daqui o centro termorregulador reconhece que a temperatura corporal está muito baixa e inicia uma série de eventos para elevar a temperatura para o novo valor-referência. Desencadeia-se assim o aumento da produção de calor através do aumento da taxa metabólica e do tónus e atividade muscular, assim como a redução da perda de calor através da diminuição da perfusão cutânea. A temperatura corporal aumenta até que um novo equilíbrio seja alcançado no valor-referência. O limite superior de temperatura devido à febre parece ser de 42°C, mas é incomum que a temperatura exceda 41°C sem outro elemento de hipertermia concomitante.

Além de causarem febre, as citocinas pirogénicas aumentam a síntese de proteínas de fase aguda a nível hepático, diminuem os níveis séricos de ferro e zinco, desencadeiam leucocitose e aceleram a proteólise do músculo esquelético. A IL-1 também induz alterações na transmissão neuronal, sendo uma possível explicação para a sonolência frequentemente associada a febre. O aumento da PGE_2 periférica pode também ser responsável pelas mialgias e artralgias que frequentemente acompanham os estados febris[25].
Considera-se, assim, a febre como um tipo de hipertermia[7], representando um aumento no valor-referência do termostato orgânico.
A elevação das temperaturas central e periférica é habitualmente entre 3 a 4ºC acima da temperatura basal média individual, excecionalmente 4ºC, mas nunca superior a 5ºC[9].

A DGS, na norma 004/2018, define febre na criança e no adolescente como a elevação da temperatura corporal acima da temperatura basal individual ou uma temperatura igual ou superior a 1ºC acima da média das temperaturas basais de um indivíduo, no mesmo local de avaliação e em função deste, como resultado da ativação controlada do centro termorregulador. Assim, considera-se febre como um valor de temperatura:

- ≥ 1º acima da temperatura média basal individual ou
- desconhecendo-se a temperatura média diária individual, é aceitável considerar febre, dependendo do local de avaliação, se:
  - medição rectal: ≥ 38ºC;
  - medição axilar: ≥ 37.6ºC;
  - medição timpânica: ≥ 37.8ºC;
  - medição oral: ≥ 37.8ºC.

No período intraoperatório, a ocorrência de febre é pouco frequente, verificando-se em situações de infeção que incluem as existentes previamente ao procedimento cirúrgico, reação transfusional aguda e efeitos secundários de alguns fármacos – síndrome neuroléptico maligno ou síndrome serotoninérgico. Os anestésicos inalatórios e os analgésicos opióides reduzem a resposta à febre, sendo mais frequente que esta surja no período pós-operatório, após cessarem os efeitos termorreguladores dos fármacos anestésicos.

A hipertermia pode, então, ser ou não provocada por febre.
Na ausência de infeção, a causa mais provável para a hipertermia é o sobreaquecimento, cujas medidas devem ser ajustadas. Este evento é mais frequente em lactentes e crianças pequenas do que em adultos[7]. As outras causas possíveis são desidratação, disfunção do SNC e febre materna[21], em RN.

A causas externas de hipertermia são facilmente resolvidas através da cessação do mecanismo de sobreaquecimento, por exemplo. Já as causas da febre são mais difíceis de resolver, por corresponder a um processo de regulação fisiológica. Assim, as causas identificáveis devem ser corrigidas, como a infeção e devem ser administrados antipiréticos como o paracetamol para regular novamente o valor-referência a nível central[7].

As medidas de arrefecimento passivo (promover o arrefecimento cutâneo com remoção de roupa, cessação de aquecimento ativo) e ativo – utilização de dispositivos de ar frio forçado – devem ser iniciadas. O arrefecimento ativo pode desencadear uma resposta autonómica com atividade muscular involuntária (*shivering*), que causa desconforto ao doente acordado e aumenta o consumo metabólico, com possibilidade de agravamento dos resultados em saúde[7].

Particularidades do recém-nascido

Quando a temperatura de um recém-nascido é elevada ou superior a 37.5ºC pode não ser possível distinguir febre de outras causas de hipertermia[7].

A hipertermia não é frequente em RN prematuros, mas são importantes os riscos da exposição fetal à febre materna e a associação entre hipertermia fetal/neonatal e lesão cerebral[21].
As causas de hipertermia distribuem-se em 3 grupos[21]:

- relacionadas com febre materna - anestesia epidural, corioamniotite, infeção do trato genito-urinário;
- relacionadas com o RN - infeção, desidratação, disfunção do sistema nervoso central, fármacos;
- relacionadas com o ambiente (sobreaquecimento) - temperatura ambiente, dispositivos de aquecimento, falha de alarmes.

A sépsis neonatal é um síndrome manifestado por sinais sistémicos de infeção, com isolamento bacteriano em hemocultura. É uma causa importante de morbi-mortalidade em RN e, apesar da sua incidência reduzida, o potencial para gravidade é tão alto que o limiar para avaliação e tratamento da mesma deve ser baixo[49].
Os RN de baixo peso, prematuros ou em situação clínica grave apresentam maior risco para hipertermia. No entanto, nos RN prematuros com quadro infecioso é frequente a ausência de febre, sendo mais comum a hipotermia[21].
Ward (2022) refere que as principais causas de febre em RN são infeção por vírus - HSV, VZV, *Enterovirus*, *Influenza*, *Adenovírus*, VSR, SARS CoV-2 - e infeção bacteriana invasiva (bacteriémia, meningite e infeção urinária). A infeção vírica aumenta o risco para a bacteriana.

Por vezes, a conjugação de diversas medidas de aquecimento pode levar à hipertermia, também prejudicial[10]. São necessários mais estudos para determinar qual a combinação ideal de medidas para prevenir a hipotermia sem desenvolver hipertermia.

Capítulo II - Técnicas anestésicas e termorregulação

II.I. Introdução

A regulação da temperatura corporal está bem desenvolvida ao nascimento, incluindo em RN pré-termo[50].

A menor massa térmica (relacionada com o peso) e o maior rácio entre a área de superfície corporal e o peso tornam a população pediátrica mais suscetível a variações da temperatura ambiente do que os adultos[50]. Além disto, os fármacos anestésicos e seus adjuvantes afetam a resposta termorreguladora à hipotermia e à hipertermia. Os RN, lactentes e crianças pequenas e com doença grave têm um intervalo termoneutro estreito, com suscetibilidade a instabilidade térmica[3].

A alteração térmica perioperatória mais frequente é a hipotermia, desenvolvendo-se em quase todos os doentes cirúrgicos não sujeitos a aquecimento. Pela sua maior frequência em relação à hipertermia, focar-nos-emos na primeira.

II.II. Anestesia geral

Durante a anestesia geral, a hipotermia resulta de uma combinação da redução dos mecanismos de termorregulação provocados pelos fármacos anestésicos com a exposição a um ambiente mais frio ou com temperatura inferior à corporal. Na hipotermia, a redução dos mecanismos de termorregulação tem vindo a provar-se como mais relevante do que a exposição a ambientes frios *per se*[50].

Em contexto perioperatório, a redução da temperatura corporal central ocorre, caracteristicamente, num padrão de eventos em três fases:

- Redistribuição interna – desencadeada pela indução anestésica, na 1ª hora dá-se uma queda rápida de cerca de 1-1.5ºC devida à redistribuição de calor do compartimento central para a periferia, através da redução da termorregulação a nível central e da vasodilatação periférica; o conteúdo de calor corporal permanece praticamente inalterado, pois a maior parte da energia não é perdida para o ambiente, mas sim redistribuída entre os compartimentos central e periférico, não havendo perda significativa de calor[24]. Nos lactentes e crianças esta redistribuição é menor, devido ao tamanho das extremidades, pequenas em relação ao tronco. Assim, a redistribuição poderá ter uma contribuição pequena para a hipotermia perioperatória[4].
- Desequilíbrio térmico – durante duas a três horas, existe uma redução lenta e linear de temperatura de cerca de 0.5-1ºC/hora, devida à combinação entre a redução da produção de calor corporal (pela redução da taxa metabólica e atividade muscular, a última mais relevante em crianças mais velhas) e o aumento da perda para o ambiente[24]. Esta, que se dá sobretudo por radiação e convecção, está por sua vez relacionada com a temperatura ambiente, a exposição cirúrgica da pele e cavidades corporais e as medidas de aquecimento implementadas.
- *Plateau* ou *Steady-state* térmico – ocorre quando a temperatura corporal, em valores baixos, leva a uma redução do gradiente entre o doente e o ambiente envolvente. Nesta fase, a perda de calor é igual à sua produção e a temperatura central mantem-se relativamente constante, entre 34.5°C e 35.5°C[24]. Especialmente para valores de temperatura inferiores a 34.5°C, dá-se a ativação da vasoconstrição dos *shunts* arteriovenosos, levando à retenção do calor nos tecidos do compartimento central.

Os anestésicos halogenados[51], o protóxido de azoto[52], os anestésicos endovenosos[53], os opióides[54] e a dexmedetomidina[55] têm um profundo impacto na homeostasia térmica. Todos reduzem de uma forma concentração-dependente o limiar de temperatura corporal para a vasoconstrição e termogénese *shivering*[56], respostas fisiológicas à diminuição da temperatura. Os

mecanismos precisos não são ainda conhecidos[7]. Nenhum destes fármacos tem efeitos significativos nos limiares de sudorese.
Nas doses e combinações habitualmente usadas, os anestésicos gerais diminuem o limiar de vasoconstrição para 34.5ºC e o limiar para *shivering* 1ºC abaixo relativamente a este, diminuindo também a sua intensidade. Ao modificarem o estado de consciência do doente, têm também impacto na resposta comportamental à diminuição da temperatura corporal.
O intervalo normal de temperatura central, que inclui apenas ± 0.2ºC, aumenta entre 10 a 20 vezes durante a anestesia geral, sendo que os doentes anestesiados ativam as respostas termorreguladoras apenas quando o valor de temperatura central é inferior ao limiar para vasoconstrição ou superior ao limiar para sudorese.
Os efeitos dos anestésicos no intervalo termoneutro não são simétricos. O limite inferior deste intervalo diminui cerca de 2.5 a 3.5ºC, enquanto o superior aumenta apenas 1-1.5ºC. Assim, é mais frequente a hipotermia do que a hipertermia, atendendo também à baixa temperatura das salas de bloco operatório.

O efeito dos agentes inalatórios no intervalo termoneutro é semelhante para lactentes e crianças, quando comparado com o adulto, não sendo influenciados pelo peso ou idade. À exceção do protóxido de azoto, todos os agentes inalatórios parecem inibir a termogénese não-*shivering*[57,58]. Quando a concentração de um agente inalatório ultrapassa a sua concentração alveolar mínima, o impacto nos mecanismos de regulação térmica é desproporcionalmente maior - efeito concentração-dependente não linear. No caso dos anestésicos endovenosos, este efeito é também concentração-dependente, mas varia de forma linear com a concentração do fármaco[50]. Ao contrário dos agentes inalatórios, o propofol e a cetamina não parecem inibir a termogénese não-*shivering*[57].
O uso de midazolam não parece alterar de forma significativa a termorregulação. Todavia, apesar de não existir evidência disponível em crianças, a medicação pré-anestésica com benzodiazepinas parece conduzir a uma diminuição dose-dependente da temperatura central[59].
O efeito dos opióides na termorregulação ainda não foi bem estudado. Estes efeitos parecem depender do tipo de recetor opióide estimulado: o recetor MOP (μ) parece aumentar o limiar enquanto os KOP (κ) e os DOP (δ) parecem reduzi-lo. Estudos com alfentanil e petidina mostraram uma redução linear com a sua dose dos limiares para vasoconstrição e *shivering*. A petidina parece também diminuir o limiar para a termogénese não-*shivering* pelo seu efeito nos recetores α2[54]. Os opióides têm pouco impacto nos limiares de sudorese.
A dexmedetomidina tem efeito semelhante ao reduzir o limiar de vasoconstrição e *shivering*, sem efeito relevante no de sudorese[55].

II.III. Anestesia Regional

a) Anestesia do neuroeixo

Os bloqueios subaracnoideu e epidural bloqueiam as vias neuronais aferentes e eferentes na medula espinhal, influenciando o controlo térmico central e periférico. À exceção do bloqueio caudal, que tem pouco impacto na vasoconstrição, os bloqueios do neuroeixo impedem as manifestações locais de regulação térmica: vasoconstrição e *shivering* (redução dos limiares em 0.5ºC) e sudorese (elevação do limiar em 0.3ºC). Este impacto é tanto mais significativo quanto mais alto o nível do bloqueio. As regiões corporais sem bloqueio motor conseguem ativar os mecanismos de *shivering*, contudo são incapazes de produzir grande quantidade de calor, por serem restritos a pequenos grupos musculares[60].
O mecanismo pelo qual a anestesia do neuroeixo afeta o controlo termorregulador central não está esclarecido, sendo provável a sua origem periférica, parecendo estar

relacionado com o bloqueio dos sinais tónicos de frio provenientes da metade inferior do corpo. Este facto é interpretado pelo hipotálamo como uma indicação de um estado de manutenção do calor corporal, causando uma sensação de calor nas regiões bloqueadas, o que atrasa o diagnóstico de hipotermia nestes doentes[61]. Os mecanismos de vasoconstrição, *shivering*, vasodilatação e sudorese são respostas termorreguladoras mediadas pelo sistema nervoso autónomo, exigindo condução neuronal íntegra. A anestesia do neuroeixo, impedindo a atividade neuronal eferente e aferente de e para as extremidades inferiores e cérebro, influencia estes mecanismos termorreguladores. Contudo, este impacto é inferior ao provocado pela anestesia geral.

A redistribuição de calor durante a anestesia do neuroeixo diminui a temperatura central em aproximadamente 50% da verificada sob anestesia geral, sendo considerada, de qualquer forma, uma causa primária de perda de calor do compartimento central durante a primeira hora do procedimento cirúrgico[15].
Apesar de as etapas que conduzem à hipotermia no bloqueio do neuroeixo serem essencialmente sobreponíveis às da anestesia geral, elas diferem pelo facto de nunca ser atingida a terceira fase de *plateau*, dado que a vasoconstrição periférica se mantém afetada. Assim, a hipotermia tende a progredir ao longo da cirurgia[60].

Em pediatria, a anestesia do neuroeixo é mais comumente utilizada em combinação com anestesia geral. O uso combinado das duas técnicas tem efeitos aditivos: as reduções na temperatura limiar para vasoconstrição, a taxa de vasoconstrição e a sua intensidade máxima são a soma dos efeitos independentes de cada uma das técnicas. Assim, os doentes sob técnicas combinadas são aqueles que apresentam maior risco de hipotermia. Estes doentes arrefecem mais antes das suas respostas térmicas compensadoras serem ativadas e, quando estas surgem, são menos eficazes na prevenção da hipotermia do *core* do que no caso de qualquer uma das técnicas usadas isoladamente[62,63]. Como o bloqueio caudal tem pouco impacto na termorregulação, quando combinado com anestesia geral, o seu efeito na temperatura corporal resulta essencialmente da última técnica.

b) Bloqueio de nervos periféricos

O bloqueio de nervos periféricos não afeta de forma significativa os mecanismos de termorregulação corporal, já que o seu impacto é apenas local e pode ser compensado com as restantes regiões corporais[50].
Em pediatria, estas técnicas são habitualmente combinadas com anestesia geral. Assim, o impacto na termorregulação resultará, sobretudo, dos efeitos da anestesia geral.

c) Cuidados anestésicos de monitorização

Os procedimentos sob sedação não parecem ter impacto significativo na termorregulação corporal[50], ainda que a discriminação dos efeitos nos seus diferentes níveis não esteja descrita na literatura.

Capítulo III - Fatores de risco para hipotermia

A menor eficácia da regulação da temperatura corporal, o maior rácio entre a área de superfície corporal relativamente ao peso e a menor quantidade de gordura subcutânea para o isolamento térmico face aos adultos, tornam as crianças particularmente suscetíveis à perda de calor, particularmente se expostas a ambientes frios. O elevado gradiente de temperatura entre o doente pediátrico e a sala de bloco operatório conduzem a perdas significativas de calor, sobretudo por radiação e convecção[50]. A regulação comportamental da temperatura corporal está também afetada de forma inversamente proporcional à idade da criança[64,65], quando desperta.

Estudos mostram que a incidência de hipotermia perioperatória na população pediátrica pode superar os 50%, mesmo quando estratégias de aquecimento passivo e ativo são utilizadas durante o procedimento[1,2,5].

Lai *et al*. (2019), num estudo com 502 doentes (de RN até aos 12 anos submetidos a anestesia geral, combinada ou sedação), mostraram que a incidência de hipotermia perioperatória inadvertida foi muito superior em RN (83%) *v.* crianças dos outros grupos etários (56% em lactentes, 46% em crianças pequenas e 54% em crianças mais velhas), tendo a perda de calor sido mais lenta nas crianças mais velhas. Estes autores consideraram que a idade, o peso, a duração prolongada e o tipo de procedimento cirúrgico (*major*), a perda hemorrágica intraoperatória, o tipo de anestesia e a temperatura da sala operatória são fatores que contribuem para a hipotermia intraoperatória inadvertida.

Tander *et al*. (2005), num estudo com 60 RN e lactentes com idade inferior a seis meses, submetidos a cirurgia sob anestesia geral, com medidas de aquecimento ativo, constataram que o tipo de cirurgia e a temperatura inicial do bloco operatório eram os fatores principais associados a variações significativas da temperatura *core* nesta idade. Em todas as crianças exceto as submetidas a cirurgia *minor*, a temperatura central no final da cirurgia era inferior à temperatura basal. As crianças submetidas a cirurgia *major* tinham uma probabilidade de 2,66 vezes maior de arrefecer a sua temperatura central. Uma temperatura da sala de bloco operatório inferior a 23ºC levava a um risco de arrefecimento 1,96 vezes superior a temperaturas superiores. A maior descida da temperatura corporal ocorreu em recém-nascidos submetidos a cirurgia *major* com temperatura da sala de bloco operatório inferior a 23ºC. Para cirurgias *minor*, a redução da temperatura do *core* foi mais pronunciada nos recém-nascidos do que nos lactentes.

Em cirurgia de doentes queimados, a percentagem de área corporal queimada está diretamente relacionada com a incidência de hipotermia[2].

Estudos com amostras de doentes com idades até aos 18 anos identificaram também como fatores de risco para hipotermia intraoperatória: temperatura corporal inicial mais baixa (inferior a 36.5ºC), cirurgia *major* (por exemplo, ortopédica *major*), duração de cirurgia superior a 30 minutos, maior perda de sangue intraoperatória e maior necessidade de transfusão[2,65,66].

Segundo Misyağci & Hayli (2021), procedimentos anestésicos prolongados e administração de componentes sanguíneos contribuem para a diminuição da temperatura corporal em crianças.

A anestesia combinada pode ser também considerada fator de risco, pelo efeito cumulativo dos fármacos na termorregulação.

A maior parte dos estudos é consensual sobre o risco aumentado de hipotermia para grupos etários mais baixos (até aos seis anos e, em particular, nos recém-nascidos e lactentes)[65]. Contudo, Pearce *et al*. (2010) constataram que a hipotermia perioperatória foi mais frequente em crianças mais velhas. As possíveis justificações para este resultado serão: uma maior percentagem de crianças mais velhas/adolescentes a ser submetida a procedimentos cirúrgicos *major*, com maior duração (por exemplo, cirurgias de coluna vertebral), ao facto das suas extremidades terem maior tamanho, contribuindo para a redistribuição de calor e, por outro lado, os anestesiologistas estarem mais sensibilizados para a prevenção da hipotermia em crianças mais pequenas.

Foram associados outros fatores de risco, considerados como externos, a hipotermia perioperatória, como a realização de procedimentos invasivos e a monitorização inadequada da temperatura corporal central.
A presença de garrote num membro é considerada uma vasoconstrição intensa que não permite a troca de sangue ou calor entre a extremidade isolada e a restante massa corporal. O calor fica restrito ao compartimento central, que se mantém quente. Em adultos, a presença de garrote reduz a velocidade de instalação de hipotermia, considerando-se que pode induzir um *plateau* térmico. Em pediatria, aplicando-se medidas de aquecimento do ambiente mais marcadas que nos adultos, a utilização de garrote demonstrou aumento da temperatura central *v.* doentes sem garrote. A temperatura da extremidade com garrote é, então, reduzida drasticamente. Após desinsuflação do mesmo existe redistribuição de calor do compartimento central para a extremidade fria, com redução da temperatura central. Deste modo, os garrotes podem ajudar a prevenir a hipotermia, até aumentando a temperatura central, quando insuflados. No entanto, após a sua desinsuflação, podem desencadear hipotermia[22].
A tabela abaixo lista os fatores de risco para hipotermia em pediatria encontrados na literatura.

Tabela 2 - Fatores de risco para hipotermia em pediatria (excluindo recém-nascidos)

Relacionados com o doente	Relacionados com a anestesia	Relacionados com a cirurgia	Relacionados com o ambiente
○ Lactentes ○ Crianças pequenas ○ Temperatura inicial < 36.5ºC ○ Queimadura (relação com % de área corporal queimada)	○ Anestesia combinada ○ Anestesia de duração prolongada ○ Monitorização inadequada da temperatura corporal central	○ Duração > 30 minutos ○ Procedimentos invasivos ○ Cirurgia *major* ○ Desinsuflação de garrote ○ Maior perda de sangue intraoperatória ○ Maior necessidade transfusional	○ Temperatura da sala operatória inferior a 23ºC

Particularidades do recém-nascido

A temperatura ambiente não tem de ser baixa para o desenvolvimento de hipotermia em recém-nascidos[26].
O ambiente térmico neutro (termoneutralidade) define-se como a temperatura ambiente em que as exigências metabólicas para manter a temperatura corporal no intervalo normal (36.5 – 37.5ºC, até 38ºC) são mais baixas, sendo este o intervalo de temperatura ambiente ideal para recém-nascidos. Os valores de termoneutralidade variam consoante o peso ao nascimento, a idade gestacional e a pós-natal[21].
A temperatura ambiente necessária para manter a termoneutralidade depende de alguns fatores: humidade corporal do recém-nascido, a roupa que tem vestida, o seu peso, a idade gestacional e a idade pós-natal em horas e dias[23]. A evaporação é o principal mecanismo de perda de calor em recém-nascidos prematuros, especialmente ao nascimento e durante os primeiros dias de vida[21].
Os recém-nascidos prematuros muito pequenos e os nascidos fora do ambiente hospitalar são grupos com necessidades acrescidas de atenção, pela incidência aumentada de hipotermia à admissão em Unidade de Cuidados Intensivos Neonatal. Esta incidência decresce com o aumento da idade gestacional e peso ao nascer.

No estudo multicêntrico EPICure, à admissão em UCIN, ocorreram registos de temperatura inferior a 35°C, respetivamente, em 58%, 43% e 30% dos RN prematuros com 23, 24 e 25 semanas de idade gestacional. A baixa temperatura na admissão em cuidados intensivos é fator de risco para morte[21].

Mandy (2021) refere que os RN pré-termo apresentam risco superior para hipotermia no período imediatamente após o parto, na sala de partos e na admissão em UCIN. Num estudo *cohort* entre 2012 e 2013 com 9000 RN com IG entre as 22 e as 33 semanas, demonstrou-se uma relação inversa entre a temperatura à admissão e a mortalidade hospitalar. Este autor define como fatores de risco para hipotermia: temperatura da sala de partos < 25ºC, temperatura materna < 36ºC, ausência de medidas preventivas de perda de calor (cobertura da cabeça, envolvimento em plástico), baixo peso ao nascer, parto por cesariana e medidas de suporte respiratório com ar não aquecido.

Morehouse *et al*. (2014) demonstraram que a incidência de hipotermia intra e pós-operatória era dez vezes superior em RN submetidos a cirurgia no bloco operatório do que na Unidade de Cuidados Intensivos Neonatal. Os RN submetidos a procedimentos cardíacos de intervenção apresentam risco significativo de hipotermia[3].

Tander *et al*. (2005) identificaram fatores de risco para hipotermia perioperatória em 60 RN, sendo os mais relevantes a realização de cirurgia intestinal *major* e a temperatura do bloco operatório inferior a 23ºC.

A tabela abaixo lista os fatores de risco para hipotermia em RN (de termo e prematuros), encontrados na literatura.

Tabela 3 - Fatores de risco para hipotermia em recém-nascidos (incluindo prematuros)

Relacionados com o doente (peri nascimento)	Relacionados com a mãe	Relacionados com a anestesia	Relacionados com a cirurgia	Relacionados com o ambiente
○ Menor idade gestacional/prematuridade ○ Baixo peso ao nascer ○ Parto em ambiente não hospitalar ○ Parto por cesariana ○ Baixo índice de Apgar ○ Asfixia ○ Hipóxia ○ Outras doenças – sépsis, hemorragia intracraniana ○ Ausência de medidas preventivas de perda de calor ○ Suporte respiratório com ar não aquecido	○ Temperatura materna <36ºC ○ Hipertensão materna	○ Monitorização inadequada da temperatura corporal	○ Procedimentos cardíacos de intervenção ○ Cirurgia intestinal *major* ○ Cirurgia em ambiente de bloco operatório *v.* UCIN	○ Temperatura na sala de partos <25ºC ○ Controlo inadequado do ambiente térmico ○ Transporte neonatal ○ Temperatura da sala operatória <23ºC

Capítulo IV - Fatores de risco para hipertermia

As crianças diferem dos adultos no que diz respeito à resposta anatómica e fisiológica ao *stress* térmico. A acrescentar à temperatura ambiente e humidade, as crianças, em especial as mais pequenas e os jovens atletas, apresentam fatores de risco intrínsecos para alterações relacionadas com a hipertermia, com risco mais elevado para doenças relacionadas com o calor:

1. Produção de calor - produção de maior quantidade de calor por kg de peso devido à taxa metabólica basal mais elevada;

2. Área de superfície corporal - as crianças mais pequenas têm maior relação entre área de superfície corporal e massa corporal, apresentando uma taxa mais elevada de absorção de calor em ambientes quentes; a composição corporal e a ausência de preparação física são provavelmente fatores mais importantes para a suscetibilidade às alterações relacionadas com a hipertermia em crianças mais velhas e adolescentes;

3. Circulação sanguínea - o menor volume de sangue absoluto reduz o potencial de transferência de calor por esta via, do compartimento central para a periferia, onde este calor pode ser dissipado; além disto, o menor débito cardíaco, para uma determinada taxa metabólica *v.* adultos, limita ainda mais a dissipação de calor durante o exercício;

4. Produção de suor - menor taxa de sudorese por glândula, iniciando a transpiração a uma temperatura corporal mais alta *v.* adultos;

5. Reposição de fluidos - na ausência de vigilância adequada, as crianças têm maior probabilidade de repor inadequadamente as perdas de fluidos durante exercício físico prolongado;

6. Adaptação às mudanças de temperatura do ambiente envolvente (aclimatização) - as alterações fisiológicas que resultam no aumento de tolerância ao calor incluem aumento da taxa de sudorese, um limiar mais baixo de temperatura para a transpiração, redução das perdas de eletrólitos no suor, diminuição da frequência cardíaca, aumento da produção de aldosterona com redução do sódio urinário e temperaturas central e cutânea mais baixas; perante um ambiente quente, as crianças atingem estas adaptações de forma mais lenta que os adultos, necessitando entre 10 a 14 dias para atingir a aclimatização adequada[45,46].

A tabela abaixo lista os fatores de risco para doenças relacionadas com temperatura elevada em pediatria, encontrados na literatura.

Tabela 4 - Fatores de risco para doenças relacionadas com temperatura elevada em pediatria

(traduzido e adaptado de Ishimine (2022))

Aumento das perdas de fluidos	• Perdas gastrointestinais e renais:
	  ○ Patologias gastrointestinais
	  ○ Diabetes *mellitus*
	  ○ Diabetes *insipidus*
	  ○ Desidratação

	• Perdas insensíveis:
	  ○ Queimaduras
	  ○ Doenças que cursam com febre

	• Aumento da sudorese:
	  ○ Fibrose quística
	  ○ Doenças cardíacas congénitas

Alteração da dissipação de calor	• Menor volume de sangue • Menor débito cardíaco para taxa metabólica • Maior relação entre área de superfície corporal e massa corporal • Displasia ectodérmica • Hipertiroidismo • Lesões da medula espinhal
Alteração do mecanismo da sede	• Crianças mais pequenas • Atraso de desenvolvimento
Relacionados com o ambiente	• Índice de calor elevado* • Preparação deficitária – ausência de aclimatização, pré-hidratação inadequada, ausência de sono ou descanso, preparação física reduzida • Excesso de esforço físico • Re-hidratação insuficiente • Roupa ou equipamento que causem excessiva retenção de calor
Outros ou múltiplos mecanismos	• Maior produção de calor • Menor taxa de sudorese por glândula • Obesidade • Fármacos – dextroanfetamina, agentes colinérgicos • Substâncias de abuso – metanfetamina, cocaína • Hipertiroidismo juvenil – doença de Graves • Idade pré-púbere • Doença de células falcifomes

* medida que indica o nível de desconforto sentido pelo indivíduo, como resultado dos efeitos combinados da temperatura e humidade do ar.

Capítulo V - Métodos de monitorização da temperatura corporal

V.I. Introdução

A monitorização perioperatória da temperatura é uma responsabilidade fundamental dos anestesiologistas. Qualquer alteração da temperatura corporal deve ser detetada para prevenir a hipotermia e também detetar qualquer estado de hipertermia, seja ele maligno, iatrogénico, induzido por fármacos ou febre, requerendo intervenções imediatas. Um método de medição preciso é, portanto, indispensável para a monitorização adequada da temperatura[3].

A monitorização contínua da temperatura corporal é essencial em todas as crianças submetidas a procedimentos anestésicos. Existem vários métodos de medição de temperatura central e periférica. O tipo de monitorização escolhido depende de fatores associados à cirurgia e ao doente, sendo que cada método apresenta particularidades e pode estar sujeito a imprecisões.

Como as extremidades são geralmente 2 a 4ºC mais frias do que o compartimento central e em ambiente hospitalar a superfície da pele pode estar ainda mais fria, a medição periférica é imprecisa no ambiente perioperatório. Assim, o *gold standard* para avaliar a temperatura corporal é a temperatura central, o componente dominante para o controlo autonómico da termorregulação[3].
É consensual que a temperatura central tem maior relevância e valor do que a temperatura periférica durante a anestesia, por isso a monitorização da temperatura corporal deve ser escolhida como a mais aproximada possível à temperatura central.
Não existem contraindicações descritas para monitorização da temperatura, apenas os locais de medição podem estar condicionados pelo procedimento cirúrgico e suas implicações.

V.II. Métodos de monitorização e localização

O conhecimento acerca da termometria corporal, definida como a avaliação da temperatura nos diferentes locais de avaliação[9] e relação entre eles é fundamental para a interpretação dos resultados.
Os dispositivos utilizados devem ser fiáveis, fáceis de utilizar, reprodutíveis, custo-efetivos e sem risco de complicações. A sua localização deve basear-se também na precisão, segurança, nível de invasibilidade e adequação ao procedimento cirúrgico e ao doente.
Os valores devem ser registados ao longo do período perioperatório.

As temperaturas <u>esofágica (esófago distal), nasofaríngea e retal</u> são alternativas consideradas adequadas para a medição da temperatura central na população pediátrica, que pode ser medida também noutros locais - bexiga, membrana timpânica e diretamente no sangue. A temperatura esofágica é a que apresenta maior sensibilidade[67].
As localizações <u>oral e axilar</u> são consideradas *near-core*, por, em circunstâncias apropriadas, estimarem razoavelmente a temperatura central.
A temperatura retal é considerada *standard* para detetar febre em RN e lactentes até aos 3 meses, sendo que a maioria dos estudos que definem o risco de infeção grave baseiam-se em temperaturas medidas a nível retal. As temperaturas medidas a nível axilar, na artéria temporal e na membrana timpânica parecem ter menor fiabilidade na deteção de febre em crianças pequenas, comparando com a medição a nível retal. No entanto, podem ser utilizadas quando existe contraindicação para a anterior – situações de neutropenia, diátese hemorrágica, enterocolite necrotizante[68].
Como citado por Ward (2022), as recomendações *Bright Futures Guidelines for Health Supervision* indicam a medição a nível rectal para crianças com idade inferior a 5 anos, enquanto as recomendações do NICE indicam a medição axilar em RN e axilar ou timpânica a partir de 1 mês de vida até aos 5 anos de idade.

Apresentamos um resumo dos principais métodos de monitorização da temperatura corporal, com as respetivas vantagens, desvantagens e possíveis fontes de erro na avaliação.

Tabela 5 - Métodos de monitorização da temperatura corporal

(traduzido e adaptado de McCann *et al*. (2018))

Localização	Vantagens	Desvantagens	Fontes de erro
Artéria pulmonar	○ *Gold standard* ○ Leitura contínua	○ Invasivo	
Esófago (distal) 19,24,67	○ Seguro ○ Correlação com temperatura central ○ Facilidade de colocação ○ Leitura contínua ○ Adequada a cirurgias *major*	○ Requer colocação no terço distal	○ Fluxo alto de gases inspirados em anestesia por máscara facial ○ Tubo endotraqueal sem *cuff* ○ Procedimentos sob toracotomia
Nasofaringe 3,24	○ Seguro se respeitadas as CI ○ Correlação com temperatura central ○ Facilidade de colocação ○ Leitura contínua ○ Fórmulas para comprimento de inserção em pediatria	○ Requer colocação exata na nasofaringe posterior, próximo ao palato mole ○ CI: fraturas base do crânio, alterações anatómicas *major*, coagulopatia ○ Estimativa da temperatura cerebral	○ Fluxo alto de gases frescos em anestesia por máscara facial ○ Tubo endotraqueal sem *cuff* ○ Cirurgia oral
Membrana timpânica 9,24,33	○ Correlação com temperatura central	○ Medição não contínua ○ Não fiável na deteção de hipotermia ○ A partir dos 3 anos	○ Leitura na pele do canal auditivo externo
Axilar 9,24	○ Correlação com temperatura central para temperaturas normais ○ Leitura contínua	○ Menos preciso ○ Requer colocação exata: contacto próximo com a pele na região da artéria axilar e adução do braço	○ Perfusão de fluidos endovenosos não aquecidos no membro ipsilateral ○ Proximidade dos dispositivos de aquecimento corporal
Sublingual 14	○ Fidedigno e reprodutível em adultos ○ Facilidade de colocação ○ Correlação com temperatura central ○ Possível monitorização pré, intra e pós-operatório	○ Requer encerramento permanente da cavidade oral	○ Ingestão recente de líquidos quentes ou frios[25]
Retal 19,24,68	○ Correlação com temperatura central ○ Facilidade de colocação ○ Leitura contínua	○ Precisa para procedimentos que não envolvam aquecimento ou arrefecimento do abdómen/pélvis ○ Requer colocação entre 2-3 a 5 cm de profundidade ○ CI: neutropenia, trombocitopenia, doença inflamatória intestinal, imperfuração anal ○ Atraso na medição se alterações térmicas rápidas	○ Presença de fezes ○ Retorno venoso dos membros inferiores (mais frios) ○ Laparotomia ○ Irrigação da cavidade abdominal ○ Irrigação vesical
Vesical 24	○ Correlação com temperatura central ○ Leitura contínua ○ Integrado no cateter vesical	○ Requer cateterização vesical ○ Atraso na medição se alterações térmicas rápidas	○ Oligúria/anúria ○ Irrigação vesical
Pele 9,24	○ Facilidade de colocação ○ Artéria carótida: precisão e correlação com temperatura central/nasofaríngea	○ Correlação fraca com temperatura central (exceto artéria carótida) ○ Artéria temporal: sensibilidade limitada, não fiável na deteção de hipotermia, poucos dados a suportar a sua utilização	○ Variação da perfusão cutânea local ○ Proximidade dos dispositivos de aquecimento corporal

Particularidades do recém-nascido

Em recém-nascidos, a temperatura central pode ser medida na região axilar e a periférica nas extremidades, mais comummente nos pés. Giugliani *et al*. (2014) não recomendam a avaliação da temperatura retal, pois a informação obtida depende da profundidade de inserção da sonda e da evacuação, além de existir risco de lesão da mucosa. A DGS, na norma 004/2018 defende que na 1ª semana de vida a temperatura deve ser avaliada na região axilar, podendo a temperatura retal ser avaliada a partir da 2ª ou 3ª semanas de vida.

Como a pele do abdómen não apresenta habitualmente vasoconstrição, a temperatura da pele sobre o fígado tem sido utilizada como indicador da temperatura central[21], através da colocação do sensor na linha média da metade superior do abdómen. Se limitada pelo procedimento cirúrgico, o sensor pode ser colocado na região escapular.

A medição da temperatura de forma isolada permite saber se o recém-nascido mantem o calor, não indicando o gasto energético para que tal ocorra. A medição contínua da temperatura central e periférica pode indicar o início do *stress* de frio (hipotermia ligeira) antes de ocorrer a diminuição da temperatura central. A temperatura periférica diminui primeiro, aumentando a normal diferença entre elas de 0.5-1ºC. Se a diferença for superior a 2ºC geralmente deve-se a *stress* de frio[21]. No entanto, esta diferença pode ocorrer também na hipovolémia (com diminuição da temperatura periférica) e na sépsis (com possível aumento da temperatura central).

São diversas as tecnologias dos termómetros existentes, não se versando este documento na exploração do tema. Pela não invasibilidade do método de medição e a existência de estudos em pediatria, deixamos uma nota sobre a tecnologia de fluxo nulo de calor (*zero-heat flux)*.

Tecnologia de fluxo nulo de calor

Método de monitorização da temperatura central na superfície cutânea, a nível esternal ou frontal. Com este método, a temperatura central é medida à superfície da pele com a utilização de um sensor isolado com aquecimento controlado, assumindo que as temperaturas central e cutânea são iguais quando o fluxo de calor entre os tecidos profundos e a pele termina, através da criação de um canal isotérmico. Vários dispositivos têm sido desenvolvidos desde a sua criação, em 1970. Um dos mais recentes utiliza elétrodos descartáveis colocados na região frontal, com o objetivo de alcançar o parênquima cerebral localizado entre 1 a 2 cm de profundidade, medindo a sua temperatura, com um tempo de resposta de cerca de 3 minutos. Em adultos, tem sido demonstrada a concordância deste método com medições convencionais da temperatura central em cirurgia de trauma, ginecológica e vascular, assim como a sua fiabilidade relativamente à temperatura esofágica e na artéria ilíaca, em doentes do foro cirúrgico internados em cuidados intensivos. Em doentes submetidos a craniotomia, foi demonstrada concordância, considerada como boa, entre a medição da temperatura central com este dispositivo e a nasofaringe[69]. Tem sido demonstrada também concordância com medições na artéria pulmonar[70].

Esta tecnologia permite ultrapassar a invasibilidade de outros métodos de medição da temperatura, com a mesma eficácia, ao mesmo tempo que possibilita a utilização de um único dispositivo nos períodos pré, intra e pós-operatório. Este facto melhora a consistência das medições, reduz as possibilidades de erro e elimina a multiplicação de trabalho associado ao uso de vários dispositivos, não sofrendo interferência dos dispositivos de aquecimento ativo habitualmente utilizados.

Sendo os estudos referidos realizados em adultos, em pediatria acredita-se que a fiabilidade e concordância com dispositivos de monitorização da temperatura central se verifique, dada a menor espessura do osso frontal e, assim, maior proximidade ao tecido cerebral.

Um estudo com 100 crianças até aos 6 anos comparou um dispositivo de FNC - medição na região frontal lateral - com a medição da temperatura por via esofágica, em cirurgia sob anestesia geral, tendo concluído que, embora a medição cutânea sobrevalorize a temperatura esofágica em

0.26ºC, mostrou elevada precisão, tendo sido considerado com valor para a monitorização intraoperatória da temperatura em crianças pequenas[71].
Carvalho H. *et al*. (2019) compararam um dispositivo FNC – medição na região frontal lateral - com a medição da temperatura por via esofágica em 54 crianças entre os 1 e os 12 anos de idade, submetidas a cirurgia sob anestesia geral, tendo concluído pela precisão equivalente.

Capítulo VI - Prevenção e tratamento da hipotermia

VI.I. Introdução

As medidas de prevenção da hipotermia são fundamentais para a melhoria dos resultados em saúde. Considerando a incidência superior de hipotermia *v.* hipertermia em contexto perioperatório, focar-nos-emos na primeira alteração.
Segundo a ASA, recomenda-se a manutenção de uma temperatura corporal adequada durante todo o procedimento anestésico, considerando-se que a monitorização deve ser realizada em todos os doentes submetidos a procedimentos anestésicos, quando alterações clínicas significativas na temperatura corporal sejam pretendidas, antecipadas ou suspeitas.

VI.II. Momentos de intervenção na termorregulação

Considera-se terapêutica de aquecimento o conjunto de medidas aplicado nos períodos pré, intra e pós-operatório, que conduzem à manutenção de normotermia num doente com indicação para intervenção cirúrgica.
Deve definir-se uma estratégia de gestão térmica antes de um recém-nascido, lactente ou criança chegar ao bloco operatório[3].
A estratégia de aquecimento ou manutenção de normotermia deve considerar os seguintes momentos: transporte até ao bloco operatório, antes e durante a indução anestésica, durante o procedimento anestésico-cirúrgico e após o mesmo, na Unidade de Cuidados Pós-Anestésicos ou outra.

Particularidades do recém-nascido

Em recém-nascidos, a importância da temperatura corporal como indicador de prognóstico traduz-se na sua inclusão como *item* de avaliação nos *scores* de risco neonatal[21]. Ao nascer, assim que o RN contacta com um ambiente a temperatura inferior, inicia-se a perda de calor.
Os RN prematuros com hipotermia, à entrada da UCIN, apresentam taxas superiores de morbimortalidade. A temperatura do local de nascimento provou ter relação com estas taxas[23].

A proteção térmica do recém-nascido[26] define-se como o conjunto de medidas para garantir que o RN, desde o nascimento e durante os primeiros dias de vida, mantenha a temperatura central no intervalo de termoneutralidade, de acordo com o peso e idade gestacional.
Tendo como meta valores de temperatura superiores a 36.5ºC e de acordo com os fatores de risco referidos no capítulo anterior, o controlo térmico do ambiente envolvente do RN inicia-se durante o parto.

O tratamento da hipotermia passa por atuar nos fatores de risco possíveis de modificar:

- temperatura materna;
- temperatura ambiente - sala de partos, incubadora, Unidade de Cuidados Intensivos, bloco operatório;
- tratamento da hipoglicémia, hipoxia e apneia, assim como tratamento específico na presença de sepsis e hemorragia intracraniana.

A equipa de anestesiologia, ao receber o RN no bloco operatório nas primeiras horas ou dias de vida, deve verificar a monitorização da temperatura e as medidas em curso para manutenção de normotermia.
Aplicando-se a toda a população pediátrica e, os assinalados com *, aos RN a partir das 32 semanas, propõem-se as seguintes medidas de prevenção da hipotermia, de acordo com os mecanismos físicos de perda de calor.

Tabela 6 - Medidas de prevenção da hipotermia em pediatria, incluindo recém-nascidos, em relação com os mecanismos de perda de calor

(tradução e adaptação a partir de McCann *et al*. (2018), The Royal Children's Hospital - Melbourne, n.d., British Association of Perinatal Medicine (2019))

Mecanismo	Definição	Medidas
Radiação	Transferência de calor para objetos sólidos a temperatura mais fria que não estão em contacto com o doente. Ex.: a pele descoberta exposta ao ambiente da sala operatória que contem objetos a temperatura mais fria (janelas, paredes)	Diminuir o gradiente de temperatura entre o doente e o ambiente: o Afastar o doente de superfícies frias o Aquecer o ambiente/sala operatória - 24-26ºC o Isolamento do doente com roupa (incluindo gorro, meias), cobertores aquecidos o *Fonte de calor radiante
Convecção	Transferência de calor para moléculas em movimento (ar ou líquido), para o ar em circulação, mais frio. Ex.: transferência de calor da superfície corporal para o ar em redor do doente através de corrente de ar mais fria, correntes de ar no quarto, na sala operatória	Diminuir o gradiente de temperatura entre o doente e o ar ambiente: o Afastar o doente de correntes de ar, fechar portas e janelas o Aquecer o ar ambiente/sala operatória - 24-26ºC o Aquecimento por ar forçado o *Aumentar a temperatura da sala de partos para valores entre 23 e 28ºC (intervalo que abrange a indicação de diversos autores, considerando-se um valor médio de 25ºC)
Evaporação	Transferência de calor que ocorre durante a conversão do estado líquido para gasoso. Ex.: perda insensível de água pelas superfícies – pele, incisão cirúrgica, vísceras expostas, líquido amniótico, sudorese (crianças mais velhas), urina, compressas ou campos** molhados, árvore traqueobrônquica * Ex.: perda de humidade e calor da pele molhada quente para o ambiente com menor humidade e mais frio * Ex.: perda de humidade e calor da mucosa do trato respiratório	Minimizar as perdas insensíveis: o Manter o doente seco, removendo roupa, compressas e campos** molhados o Cobrir o doente com saco de plástico o Humidificar e aquecer os gases inspirados RN: o Secar o RN após nascimento (exceto se IG<28 sem) o Cobrir o RN com saco/invólucro oclusivo de plástico (apenas nos prematuros) o Gorro de lã ou plástico o Humidificar e aquecer os gases inspirados
Condução	Transferência de calor entre duas superfícies/objetos sólidos, em contacto direto Ex.: cobertores não aquecidos, almofadas da mesa operatória, *balanças não aquecidas	Diminuir o gradiente de temperatura entre o doente e a mesa operatória: o Cobrir as superfícies frias com cobertores/lençóis aquecidos o Cobertor/manta de aquecimento na mesa operatória o Aquecimento de fluidos endovenosos e soluções de irrigação corporal o * Colchões/mantas térmicas

** tecidos de proteção de ambiente cirúrgico estéril

Capítulo VII – Métodos e dispositivos de aquecimento e arrefecimento corporal

VII.I. Introdução

A maioria dos doentes cirúrgicos são aquecidos ativamente através da superfície cutânea, sendo a pele de fácil acesso, possível de aquecer em segurança e fonte da maior parte da perda de calor[7].

Um grupo de autores demonstrou, em lactentes e crianças até aos 10 anos de idade, que os doentes em hipotermia antes da indução anestésica não eram capazes de manter a normotermia no intraoperatório sem a introdução de medidas de aquecimento[30].

A taxa de reaquecimento é função da transferência de calor cutâneo a somar à produção metabólica de calor, a dividir pela massa corporal, como descrito por Szmuk *et al*. (2001). Estes autores testaram a hipótese de a taxa de reaquecimento com ar quente forçado ser inversamente proporcional ao tamanho corporal, tendo demonstrado que os lactentes e crianças apresentam taxas de reaquecimento 2 a 3 vezes superiores à dos adultos, recuperando assim rapidamente da hipotermia inadvertida ou terapêutica.

VII.II. Aquecimento passivo

Define-se como o conjunto de medidas simples que podem reduzir a perda de calor, contribuindo para o isolamento térmico. Inclui a remoção dos tecidos frios e/ou molhados e a aplicação de medidas de isolamento seco[72]: utilização de lençóis, roupa (incluindo gorro e meias), saco/invólucro de plástico, "campos" cirúrgicos, cobertores e mantas de algodão/lã. O número de tecidos sobrepostos é pouco relevante, já que a barreira mais importante é a camada de ar que não está em movimento entre a superfície corporal e o tecido utilizado[7]. Através do isolamento, a perda de calor pode ser reduzida em até 30%, segundo Witt et al. (2013), como citado por Misyağci & Hayli (2021). No entanto, estas medidas não são eficazes na prevenção de hipotermia, se utilizadas como método único de aquecimento.

VII.III. Aquecimento ativo

Os métodos de aquecimento ativo são considerados como sendo as medidas mais eficazes na prevenção da hipotermia, principalmente o sistema de ar quente forçado.

Os primeiros dispositivos foram utilizados em contexto de anestesia pediátrica em meados do século XX, perante a constatação de morbimortalidade associada a hipotermia.

As diferenças de resultados com os diferentes sistemas de aquecimento resultam principalmente das regiões corporais em contacto com os dispositivos e a área de superfície disponível para a transferência de calor[74].

O aquecimento ativo pode ser aplicado através de ar quente ou de sistemas que utilizam uma resistência[34].

a) Métodos externos:

Os métodos externos de aquecimento cutâneo incluem colchões elétricos de água circulante aquecida, cobertores e almofadas de aquecimento elétrico, dispositivos de vestuário com circulação de água e aquecedores de ar forçado, sendo considerados como eficazes no tratamento de hipotermia ligeira em crianças[75].

O aquecimento ativo com medidas externas deve ser utilizado cuidadosamente em doentes com circulação periférica comprometida[72].

a.1) Aquecimento da superfície cutânea

a.1.1) Aquecedores de ar forçado

O desenvolvimento do primeiro dispositivo de aquecimento de ar forçado em pediatria data de 1973[3], sendo considerado o método mais eficaz para manter a normotermia e tratar a hipotermia[31].

São dispositivos de aquecimento por convecção, amplamente utilizados, tendo como base o aquecimento de ar que circula em fluxo laminar dentro de uma manta/cobertor próprio[7]. Permitem a transferência de grandes quantidades de calor para a superfície da pele, estando provada a sua eficácia[74,79]. Reduzem a perda de calor por radiação, fornecendo uma barreira térmica entre a pele e o ar ambiente.

Permitem a criação de um microclima ao redor do RN, lactente ou criança, tornando desnecessária a regulação da temperatura do bloco operatório para valores sentidos como desconfortáveis pela equipa. São mais eficazes em pediatria do que na população adulta, devido à maior área de superfície corporal que pode ser abrangida pelo ar quente. Quando uma área suficiente de superfície corporal é coberta, estes dispositivos podem eliminar a perda de calor pela pele[19,31].

Existem mantas ou cobertores de tamanho pediátrico, que podem ser colocados por cima do doente ou, no caso de RN, lactentes ou crianças pequenas, por baixo deles, em situações em que é possível a insuflação de ar por cima e à sua volta, criando um espaço fechado, com o devido cuidado para que o fluxo de saída de ar não esteja obstruído e os orifícios por onde o ar entra para preencher a manta ou cobertor não estejam comprimidos[31].

O aquecimento com um dispositivo de ar forçado antes da indução anestésica previne a hipotermia por redistribuição após a mesma. No entanto, pode não ser tolerado pelo doente enquanto acordado[31]. Quanto maior a superfície corporal abrangida, maior a eficácia de utilização.

Em adultos e na população pediátrica, está demonstrada a eficácia destes dispositivos *v.* os colchões de água circulante aquecida na prevenção da hipotermia intraoperatória[77].

É possível o desenvolvimento de queimaduras se o dispositivo for utilizado sem a manta ou cobertor próprio, sendo também um risco com a manta adequada e quando utilizada corretamente. A temperatura do bocal no local de inserção da manta ou cobertor é elevada e o contacto de uma mão ou pé de um doente pediátrico neste local expõe-no a uma temperatura do ar mais quente do que a temperatura corporal[31]. Apesar de relatos de queimaduras em crianças, estes dispositivos apresentam excelentes registos de segurança[19].

Como citado por Waisel *et al*. (2020), uma revisão Cochrane de 2016 avaliou os sistemas de aquecimento ativo da superfície cutânea na prevenção da hipotermia inadvertida em adultos, tendo verificado que o método de aquecimento por ar forçado era benéfico no que diz respeito a infeções de local cirúrgico (número menor) e ao conforto do doente (mais elevado), comparando com a não utilização de qualquer dispositivo de aquecimento. Não está provada a relação da utilização destes dispositivos com o aumento da taxa de infeção da ferida cirúrgica, por contaminação direta pelo dispositivo ou por disrupção do fluxo laminar.

a.1.2) Colchões elétricos de água circulante aquecida[19,74]

São colchões preenchidos com água aquecida que permitem aquecer a região posterior do corpo através de condução. Apresentam capacidade elevada de aquecimento, utilizando a condutividade térmica da água. Reduzem a perda de calor por condução, apresentando eficácia relativamente reduzida pelos seguintes motivos:

- Apenas a superfície corporal posterior é aquecida, o que representa uma porção pequena da superfície corporal total disponível para a transferência de calor;
- A área aquecida apresenta perfusão limitada, pela pressão exercida pelo peso corporal nas terminações capilares;
- A maior parte do calor é perdida através de radiação e convecção pela superfície corporal anterior e não por condução para o colchão da mesa operatória, representando esta um pequeno contributo para a perda de calor global.

Uma das limitações deste dispositivo é o pequeno gradiente de temperatura conseguido entre este e o doente. A utilização de temperaturas mais elevadas representa risco de queimadura, estando descritas lesões na superfície corporal posterior. Deste modo, a utilização de colchões de água circulante aquecida tem valor limitado na gestão da hipotermia em doentes pediátricos com indicação cirúrgica.

a.1.3) Cobertores e almofadas de aquecimento elétrico

São dispositivos aquecidos eletricamente e colocados por baixo do doente, que aquecem através da condução de calor. Devem ser pré-aquecidos durante 30 minutos e durante a sua utilização a temperatura deve ser regulada entre os 37ºC e 40ºC.

Apresentam eficácia limitada pelos mesmos motivos dos colchões de água circulante aquecida. Apesar disso, mantem a normotermia e podem ser utilizados em conjunto com um dispositivo de ar quente forçado. Foi demonstrada a sua eficácia quando associado a outro método de aquecimento: aquecedor de ar forçado[75] ou cobertor comum[76]. As recomendações do NICE sugerem a sua utilização quando não for possível a utilização de um dispositivo de ar quente forçado[31].

Tanto os colchões como os cobertores, sendo aquecedores de condução, são considerados de menor eficácia relativamente aos aquecedores de ar forçado[3].

a.1.4) Dispositivos de vestuário com circulação de água

São dispositivos de aquecimento por condução, considerados úteis quando a área de superfície corporal disponível para a transferência de calor é reduzida, como em cirurgias de transplante hepático, *bypass* coronário, politrauma e cirurgia abdominal *major*. Permitem aquecer a superfície corporal nos segmentos livres e regiões em contacto direto com a mesa operatória, através de vestuário que os envolve, por onde circula água aquecida[74]. Podem também envolver os sistemas de perfusão de fluidos.

Incorporam um mecanismo de *feedback* que ajusta a temperatura a partir dos valores de temperatura central e periférica do doente, recebidos através de sensores térmicos que podem ser colocados no reto, bexiga, esófago e/ou pele, mantendo um gradiente de temperatura *core*-periferia dentro de um limite estreito[77].

Motta *et al*. (2004) demonstraram a eficácia da utilização de um modelo destes dispositivos em cirurgia cardíaca com circulação extracorpórea em doentes pediátricos, em comparação com as medidas habituais - colchão de aquecimento, aquecimento e humidificação dos gases do circuito ventilatório e temperatura da sala operatória a 20ºC[77]. Nesher *et al*. (2001) demonstraram eficácia e segurança na utilização de um modelo destes dispositivos em cirurgia não cardíaca de curta duração em pediatria[29].

b) Métodos internos:

b.1) Não invasivos

b.1.1) Aquecimento e humidificação de gases inspirados (a 37ºC)[19,31,33]

Durante a ventilação mecânica, necessária em grande parte dos procedimentos anestésicos em pediatria, existe perda de calor e fluidos a partir da árvore traqueobrônquica por evaporação, especialmente quando são utilizados gases inspirados não humedecidos. Esta perda pode ser evitada através da utilização de gases humidificados e aquecidos.

Cerca de 10% do calor é perdido através da via aérea. Deste, aproximadamente dois terços são utilizados no processo de humidificação dos gases inspirados, sendo sugerido que a utilização de filtros de humidificação passiva seja suficiente na maioria das situações, aumentando tanto a humidade como a temperatura dos gases inspirados. Assim, a utilização de um circuito ventilatório aquecido e humidificado apresenta eficácia apenas modesta na prevenção e tratamento da hipotermia intraoperatória. Se associado a um fluxo reduzido de gases frescos no circuito, é suficiente para conservar o calor e a humidade durante os procedimentos anestésicos em lactentes e crianças pequenas.

A utilização de humidificadores ativos que utilizam energia elétrica apresenta riscos de queimadura, desconexão e fuga de ar do circuito ventilatório, não sendo atualmente utilizados em contexto de bloco operatório.

O peso da perda de calor pela árvore traqueobrônquica em lactentes poderá ser superior, dada a taxa de ventilação por minuto mais elevada, em comparação com a população adulta.

b.1.2) Aquecimento de fluidos endovenosos (excluindo componentes sanguíneos e derivados)

Os aquecedores de fluidos são habitualmente utilizados em pediatria. Através da transferência de calor por condução, ajudam a prevenir a hipotermia, mas não transferem calor suficiente para aquecer o doente[31].

Esta constatação deve-se a três motivos: os fluidos a administrar apresentam um limite de temperatura seguro à qual podem ser aquecidos, que é pouco mais elevado do que a temperatura corporal central, criando um gradiente reduzido entre a temperatura do fluido e o doente; a maioria dos procedimentos cirúrgicos não justifica a administração de grandes quantidades de fluidos endovenosos; a distância entre o final do dispositivo de aquecimento de fluidos e o cateter pode ser considerável. Esta constatação é particularmente importante e verdadeira em RN, lactentes e crianças pequenas, pela velocidade reduzida de perfusão por hora, que permite o arrefecimento dos fluidos antes de alcançarem o cateter endovenoso[19]. Pelos motivos apresentados, o aquecimento de fluidos endovenosos é considerado um método pouco eficaz para tratar ou prevenir a hipotermia.

Os sistemas de aquecimento adequados para o efeito são os que permitem o controlo e visualização da temperatura, dos quais os mais eficazes são os dispositivos com linhas de aquecimento[14].

Na população pediátrica, a taxa de perfusão de fluidos de manutenção de 10 ml/Kg/h é utilizada habitualmente como valor de referência, sendo superior quando consideradas perdas insensíveis e/ou de sangue elevadas. Na prática, muitos anestesiologistas pediátricos não aquecem os fluidos de manutenção, não sendo também apresentadas taxas elevadas de hipotermia. Possivelmente, as perdas contínuas de calor da perfusão de manutenção serão compensadas pela utilização de aquecimento de ar forçado. No entanto, esta situação muda quando é necessária a administração massiva de fluidos e componentes sanguíneos, que devem ser aquecidos[3].

Alguns autores consideram a indicação para aquecimento de fluidos quando o volume a perfundir é superior a 30 ml/kg[13,80] ou quando é necessária administração de componentes sanguíneos, tendo em atenção a distância do término do dispositivo de aquecimento ao cateter endovenoso[3,16]. Desta forma, o dispositivo de aquecimento deve ser utilizado de forma a manter quente o fluido na sua entrada, o mais próximo possível do cateter endovenoso. O comprimento do sistema de perfusão após o final do dispositivo de aquecimento deve ser minimizado, tendo em conta a perda de calor neste trajeto[3].
Os dispositivos que permitem aquecer os fluidos em todo o trajeto até ao cateter endovenoso têm sido considerados eficazes e úteis na prática anestésica em pediatria, perdendo alguma eficácia para velocidades de perfusão mais elevadas[31]. Em alternativa, pode considerar-se a colocação do sistema de perfusão sob o cobertor de aquecimento de ar forçado para evitar o arrefecimento do fluido aquecido[3].

Considerando as evidências para a população adulta, o aquecedor de fluidos deve ser utilizado perante a necessidade de quantidades superiores de fluidoterapia (cristalóides, coloides ou componentes sanguíneos). Não existe, até ao momento, um valor de consenso definido para iniciar estratégias de aquecimento de fluidos em pediatria, considerando-se, de acordo com a literatura disponível e a experiência clínica dos autores destas recomendações, valores superiores a 20 ml/kg.
A temperatura média a considerar para fluidos endovenosos é de 37ºC[14].

b.1.3) Aquecimento de componentes sanguíneos

O aquecimento por rotina de componentes sanguíneos não está indicado.
Beneficiam deste aquecimento crianças sob transfusão massiva, com necessidade de perfusões > 15 ml/kg/h, com necessidade de exsanguíneo-transfusão e perante doença grave de aglutininas frias[81,82].
A temperatura média a considerar para componentes sanguíneos é de 37°C[14].

Os dispositivos de aquecimento devem ser objeto de verificação e manutenção técnica regulares e utilizados de acordo com as instruções do fabricante, devendo estar visível o termómetro e programado o alarme sonoro. Os componentes sanguíneos não devem, em nenhuma circunstância, ser aquecidos de outra forma. Componentes submetidos a temperaturas superiores a 40°C podem desencadear reações adversas graves relacionadas com a transfusão[81].

<u>Cirurgia (não cardíaca) e transfusão massiva neonatal</u>
Em alguns tipos de cirurgia neonatal, como a craniofacial ou a hepática, pode ser necessária transfusão massiva, definida como a administração de pelo menos uma volémia circulante (aproximadamente 80 ml/kg em neonatos) durante 24h, ou 50% da mesma em 3 horas. Se for prevista hemorragia *major* (> 40 ml/kg) deve considerar-se a utilização de anti fibrinolíticos, como o ácido tranexâmico, embora seja reduzida a evidência na literatura relativamente a recém-nascidos submetidos a cirurgia não cardíaca.
A transfusão massiva deve ser administrada através de um dispositivo de aquecimento de componentes sanguíneos, para evitar o desenvolvimento de hipotermia. A temperatura central deve ser monitorizada, de acordo com as recomendações do NICE (2008) na população adulta, como citado por New *et al*. (2016) em *Guidelines on transfusion for fetuses, neonates and older children*.

b.2) Invasivos

b.2.1) Irrigação corporal com fluidos aquecidos

A irrigação da cavidade peritoneal com fluidos aquecidos (frequentemente soro fisiológico), permite a transferência para o doente de quantidades reduzidas de calor, por condução. Por outro lado, os doentes arrefecem quando expostos a fluidos não aquecidos, tanto por via endovenosa como através da irrigação da cavidade peritoneal[7].

A irrigação pode incluir as lavagens gástrica, pleural ou vesical. Estas são utilizadas em situações de hipotermia moderada ou severa, perante a ausência de resposta às medidas iniciais de aquecimento[33].

Azenha *et al*. (2017), nos Consensos de Manutenção de Normotermia no período Perioperatório, recomendam o aquecimento das soluções de irrigação a uma temperatura entre os 38ºC e os 40ºC, valores adotados pelos autores do presente documento. Outros autores referem temperaturas que variam entre os 33ºC e 44ºC[72,15].

Nas tabelas seguintes resumem-se os métodos de aquecimento utilizados em contexto perioperatório, com foco na população pediátrica. Dependendo dos modelos e fabricantes, alguns dispositivos possibilitam também arrefecimento.

Tabela 7 - Métodos externos de aquecimento e arrefecimento utilizados em contexto perioperatório em pediatria

(tradução e adaptação a partir de Association of Surgical Technologists (2019), Sims *et al*. (2020)

Tipo de aquecimento	Método	Vantagens	Desvantagens
Passivo	Isolamento com roupa, manta, lençol, invólucro/saco de plástico	○ Simples ○ Baixo custo	○ Não eficaz se medida única de aquecimento
Ativo	Aquecimento da sala operatória	○ Simples ○ Na impossibilidade de criação de microambiente quente em torno do doente	○ Possível interferência no desempenho da equipa cirúrgica
	Colchões elétricos de água circulante	○ Possibilidade de arrefecimento ○ Não aquece o ar ambiente	○ Possibilidade de fuga de água se colchão danificado ○ Transporte, manipulação e posicionamento difícil devido ao peso do dispositivo ○ Valor limitado na gestão da hipotermia
	Cobertor/almofada de aquecimento elétrico	○ Colocado por baixo do doente ○ Recomendado quando não é possível a utilização de dispositivo de ar quente forçado	○ Pré-aquecimento de 30 minutos; durante a utilização, a temperatura deve estar entre 37ºC e 40ºC ○ Eficaz se associado a outro método de aquecimento
	Vestuário com circulação de água	○ Útil quando a área de superfície corporal disponível para a transferência de calor é reduzida ○ Aquece a superfície corporal nos segmentos livres e regiões em contacto direto com a mesa operatória ○ Eficácia em cirurgia cardíaca com CEC em doentes pediátricos *v.* outras medidas ○ Eficácia e segurança em cirurgia não cardíaca de curta duração em pediatria	○ Área reduzida para transferência de calor ○ Não adequado para todos os procedimentos cirúrgicos
	Aquecedores de ar forçado	○ Produção de ar quente de forma rápida ○ Possibilidade de arrefecimento ○ Baixo risco de queimadura ○ Eficácia comprovada ○ Possibilidade de criação de microclima em redor do doente, não sendo necessárias temperaturas ambientes elevadas ○ Método mais eficaz para manter a normotermia e tratar a hipotermia	○ Manta de uso único ○ Aquece o ar ambiente, podendo ser desconfortável para a equipa cirúrgica ○ Requer proteção de zonas de pressão, não aquecidas

Tabela 8 - Métodos internos de aquecimento e arrefecimento utilizados em contexto perioperatório em pediatria

(tradução e adaptação a partir de Association of Surgical Technologists (2019), Sims *et al*. (2020))

Tipo de aquecimento	Método	Vantagens	Desvantagens
Passivo	Humidificação e aquecimento passivo de gases inspirados	○ Possível através da colocação de filtro HEPA no circuito ventilatório	○ Eficácia reduzida na prevenção da perda de calor
Ativo	Aquecedor de fluidos endovenosos	○ Facilidade e rapidez de configuração da unidade portátil (conforme os dispositivos) ○ Aquecimento direto de fluidos endovenosos e componentes sanguíneos antes da sua administração	○ Uso apenas para fluidos endovenosos e componentes sanguíneos ○ Eficácia reduzida se velocidades de perfusão muito reduzidas ou elevadas ○ Não eficaz se método único de aquecimento
	Irrigação corporal com fluidos aquecidos	○ Aquecimento a temperaturas entre os 33ºC e os 44ºC (intervalo que abrange a indicação de diversos autores, considerando-se um valor entre 38ºC e 40ºC)	○ Recomendado com a utilização de outros métodos de aquecimento

Particularidades do recém-nascido

Na abordagem dos RN, devemos considerar dispositivos de aquecimento particulares.

a) Fonte de calor radiante

Dispositivo colocado à cabeceira do RN, fornece calor localmente. Pouco utilizado em contexto de bloco operatório, é comum em Unidades de Cuidados Intensivos Neonatais e na sala de partos, particularmente em situações de reanimação neonatal. Neste contexto, é eficaz apenas se em associação com a regulação da temperatura da sala de partos. Isoladamente é pouco eficaz, pela pequena área de superfície corporal abrangida pelo calor emanado e porque a maioria da radiação infravermelha produzida atinge a pele num ângulo que a faz refletir, não sendo absorvida. O calor originado pode ser desconfortável para os profissionais de saúde. Permite a observação direta e acesso livre ao RN, devendo ser colocado a 50 cm de distância.

Deve ser utilizado apenas por períodos curtos, pelos riscos de desidratação, sobreaquecimento e queimaduras. Deve ser possível monitorizar e idealmente regular a sua temperatura[19,26].

b) Colchão de água aquecida

Colchão preenchido com 5 litros de água, com temperatura regulada entre 35ºC e 38ºC, colocado num berço de utilização comum. Se existir falha elétrica, o colchão mantém a temperatura da água durante algumas horas. O RN deve ser mantido vestido e coberto com um cobertor. Habitualmente utilizam-se em RN clinicamente estáveis, sem capacidade de manter a temperatura corporal (pré-termo tardio, baixo peso). Permitem o contacto direto entre o RN e a mãe. Perante um RN com doença grave, a incubadora é o dispositivo de eleição. No entanto, este método de aquecimento considera-se como alternativa segura e mais económica do que uma incubadora[26].

c) Incubadora com ar aquecido

Utilizada em RN prematuros, de muito baixo peso e/ou com doença grave, permite um ambiente limpo e quente, com controlo de temperatura (entre 30ºC e 37ºC) e humidade e a disponibilidade de oxigénio. Permite fácil observação do RN despido e aquecimento passivo. Cria uma barreira física entre o RN e a mãe, com implicações no aleitamento e no contacto pele a pele.

Atualmente, as incubadoras mais utilizadas são de parede dupla, o que limita a perda de calor por radiação verificada nas de parede única, em desuso. Ao utilizar estas, deve ser tida em conta a necessidade de regular a temperatura ambiente a pelo menos 25ºC e o RN deve estar vestido[26].

Na situação de hipotermia, a melhor estratégia para a sua reversão na incubadora é a fonte de calor radiante e, em segundo lugar, o aumento gradual da temperatura no interior da mesma, que se deve ajustar entre 1ºC a 2ºC acima da temperatura do RN, seguindo-se um aumento de 1ºC por hora até à normalização[21].

VII.IV. Riscos associados ao aquecimento ativo

O aquecimento ativo perioperatório é geralmente muito seguro, sendo as vantagens superiores aos raros eventos adversos relatados. O mais comum dos eventos é o aquecimento insuficiente, apesar da terapêutica de aquecimento ativo. Na maioria dos casos, este problema pode ser ultrapassado utilizando um método de aquecimento mais adequado e/ou eficaz[3].

Os métodos de aquecimento podem provocar aumentos artificiais na medição da temperatura. Devido à possibilidade de artefactos e ao *timelag* – atraso ou demora na medição – alguns autores indicam que a temperatura central deve ser medida em dois locais (p. ex. esófago e bexiga), particularmente em situações clínicas de gravidade[33].

A presença de riscos associados ao aquecimento e a necessidade de verificar a sua eficácia reforçam a importância da monitorização contínua da temperatura central, com possibilidade de gestão dos dispositivos utilizados, de acordo com os valores de temperatura registados.

a) Riscos associados ao aquecimento por ar forçado

a.1) Aquecimento e alteração da conformação do tubo traqueal

Pelo aumento da temperatura na região contígua ao tubo traqueal, este pode aquecer e torcer, podendo ocluir e originar dificuldades na ventilação[3].

a.2) Queimaduras

As queimaduras são as complicações mais preocupantes. No entanto, a utilização correta do aquecimento com ar forçado reduz drasticamente o seu risco, havendo apenas relatos de casos esporádicos. A causa mais comum de queimadura é o uso de um dispositivo de aquecimento sem a manta ou cobertor adequado. Deste modo, o seu uso indevido não é recomendado. Ainda assim, foram publicados casos de queimaduras com a utilização de um cobertor conectado à unidade de energia adequada. As mesmas podem ser causadas pelo contato direto do bocal de aquecimento com a pele, sendo esta terminação uma das partes do aparelho com temperatura mais elevada. As queimaduras também podem ocorrer quando a perfusão dos tecidos periféricos está gravemente comprometida[3].

b) Risco de aquecimento por condução

O aquecimento com métodos externos por condução - colchões elétricos de água circulante aquecida, cobertores e almofadas de aquecimento elétrico, dispositivos de

vestuário com circulação de água - também apresenta risco de queimadura, principalmente devido à combinação de pressão e calor. Os primeiros relatos de queimaduras com aquecimento datam de 1960, tendo sido descritos vários casos de queimaduras de terceiro grau em crianças[3].

c) Riscos de aquecimento dos fluidos em perfusão

c.1) Queimaduras

Se a temperatura dos fluidos em perfusão for elevada existe risco de queimaduras profundas da pele e de trombose venosa. O contato próximo do sistema de aquecimento de fluidos com a pele também pode originar queimadura[3], devendo ser protegida a superfície cutânea que está exposta ao sistema.

c.2) Infeções e hemólise

Os dispositivos de aquecimento de fluidos que utilizam água como meio de troca de calor podem aumentar o risco de complicações infeciosas. Quando ocorrem extravasamentos dentro do sistema de perfusão destes aquecedores, pode haver uma mistura do fluido de perfusão, estéril, com o fluido de aquecimento, contaminado por bactérias, podendo estar na origem de bacteriémia, distúrbios eletrolíticos e hemólise[3].

c.3) Embolia gasosa

Com o aumento da temperatura, a solubilidade dos gases em líquidos ou sangue diminui, podendo formar-se de bolhas de ar contendo azoto. Se um fluido em perfusão contiver pequenas bolhas, as mesmas expandem quando este é aquecido, havendo a possibilidade de ficarem retidas na circulação pulmonar. As plaquetas agregam-se na interface sangue-ar dos vasos arteriais pulmonares, formando micro trombos. Normalmente, estas embolias gasosas são consideradas pequenas, não estando associadas a tradução clínica, em pediatria. No entanto, em crianças com cardiopatias congénitas de *shunt* direito-esquerdo - *foramen ovale* patente, defeitos do septo auricular e ventricular, transposição das grandes artérias, tetralogia de *Fallot*, entre outros - existe risco de embolia gasosa cerebral ou para outros órgãos. Por outro lado, devemos ressalvar que ocorre um processo de desgaseificação com o aquecimento de fluidos frios, dando-se dentro do organismo quando os fluidos são infundidos sem aquecimento[3].

d) Sobreaquecimento

Este risco é superior em crianças mais pequenas e submetidas a procedimentos cirúrgicos de maior duração, em que são utilizados dispositivos de aquecimento por ar forçado.
A hipertermia leva ao aumento do fluxo sanguíneo cutâneo e muscular, com aumento da permeabilidade vascular, edema e progressão para falência orgânica.
A hipertermia intraoperatória tem sido associada a infeção do local cirúrgico em RN e lactentes/crianças pequenas[3]. Se a temperatura corporal central numa criança em normotermia aumenta de forma constante, então o aquecimento deve ser avaliado e ajustado. Como regra, a temperatura da fonte de calor pode ser reduzida para 32ºC a 34°C, quando a temperatura central atinge os 37°C[3].

V. CONCLUSÃO

O estado eutérmico é fundamental para o normal funcionamento orgânico.
Em contexto perioperatório, os desvios à normotermia representam potencial para risco aumentado de eventos adversos, com impacto na morbimortalidade.
Este documento pretendeu rever a literatura disponível sobre a manutenção de normotermia no período perioperatório em pediatria, elaborando recomendações para a atuação clínica.
Destacamos como dificuldades metodológicas a diversidade de abrangências encontrada para as palavras-chave "*infant*" e "*children*" e de valores considerados para normotermia, hipotermia e hipertermia. Neste documento pretendemos também definir um valor considerado guia para os conceitos referidos relativos à temperatura.
A hipotermia em contexto perioperatório é uma realidade em anestesia pediátrica, com maior incidência que a hipertermia. A incidência de hipotermia está presente em percentagens que variam entre 4.2% e 85%, dependendo dos estudos referidos. Associa-se a resultados adversos como o aumento da taxa de deiscência da ferida operatória, hemorragia, a necessidade transfusional, a necessidade de suporte respiratório e cardiovascular e a mortalidade, as duas últimas referentes a recém-nascidos prematuros. A hipertermia encontrada em contexto perioperatório está frequentemente, mas não apenas, relacionada com o sobreaquecimento.
Conhecem-se os mecanismos pelos quais as técnicas anestésicas, através dos fármacos utilizados, condicionam os desvios à normotermia, assim como a influência da exposição corporal – pele e cavidades orgânicas – requerida para os procedimentos cirúrgicos. Assim, identificamos os fatores de risco para os desvios da normotermia relacionados com o doente e com os procedimentos anestésico-cirúrgicos, particularizando a faixa etária dos RN e em especial dos prematuros.
Compreendemos também a necessidade fundamental de monitorização da temperatura, sendo a central a mais indicada, por ser a principal responsável pela resposta termorreguladora a nível central. Estão descritos vários locais para a sua medição, tendo sido encontrada correlação fidedigna entre a temperatura central e aquela medida nas localizações esofágica, nasofaríngea e retal. A temperatura medida a nível axilar e oral é considerada *near-core*, por, em determinadas circunstâncias, estimar razoavelmente a temperatura central. Destaca-se a tecnologia de fluxo nulo de calor que, através de leitura cutânea, apresenta correlação com alguns locais de medição da temperatura central.
Conhecemos também, através da revisão realizada, os vários mecanismos e dispositivos de aquecimento disponíveis para manutenção da normotermia ou tratamento da hipo e hipertermia. Encontramos evidências que demonstram a maior eficácia dos dispositivos de aquecimento ativo por ar forçado na manutenção da normotermia e tratamento da hipotermia.
A revisão efetuada permite-nos compreender a importância da abordagem da manutenção de normotermia em pediatria, em contexto perioperatório, de forma multidimensional, destacando a vantagem da existência de protocolos de atuação clínica. Estes permitem, de forma individualizada para cada doente, identificar os fatores de risco para o desvio da normotermia relacionados com a sua faixa etária e possíveis patologias associadas, relacionando também a técnica anestésica planeada e o procedimento cirúrgico que a justifica. Neste protocolo, devem estar também definidas as possibilidades de monitorização da temperatura, preferencialmente central, de acordo com os recursos disponíveis localmente e a experiência clínica. Devem também ter-se em consideração as medidas preventivas ou corretivas de atuação (aquecimento e/ou arrefecimento) de acordo com os mecanismos físicos de perda de calor. Deste modo, é permitido atuar nos fatores contribuintes para os desvios à normotermia que são possíveis de modificar desde o período pré-operatório, incluindo o transporte do doente até ao bloco operatório, atravessando o intra e terminando no pós-operatório. Este protocolo de gestão clínica deve ser construído e conhecido por todos os intervenientes das equipas multidisciplinares que prestam cuidados. A formação nesta área deve fazer parte dos temas de anestesia pediátrica.

O conjunto de recomendações produzidas pretende ser um apoio para a gestão e proteção térmica da população pediátrica em contexto perioperatório, sendo uma base possível para desenvolver a prática clínica, na busca de resultados cada vez mais positivos em anestesia pediátrica. Acreditando que existe muito espaço para a investigação clínica nesta área, estamos certos de que a mesma poderá enriquecer a atualização das presentes recomendações.

VI. ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Efeitos da hipotermia em recém-nascidos e crianças, por sistemas orgânicos 21
Tabela 2 - Fatores de risco para hipotermia em pediatria (excluindo recém-nascidos) 30
Tabela 3 - Fatores de risco para hipotermia em recém-nascidos (incluindo prematuros).....31
Tabela 4 - Fatores de risco para doenças relacionadas com temperatura elevada em pediatria 33
Tabela 5 - Métodos de monitorização da temperatura corporal.....35
Tabela 6 - Medidas de prevenção da hipotermia em pediatria, incluindo recém-nascidos, em relação com os mecanismos de perda de calor.....38
Tabela 7 - Métodos externos de aquecimento e arrefecimento utilizados em contexto perioperatório em pediatria 45
Tabela 8 - Métodos internos de aquecimento e arrefecimento utilizados em contexto perioperatório em pediatria 46

VII. REFERÊNCIAS

1. Lai LL, See MH, Rampal S, Ng KS, Chan L. Significant factors influencing inadvertent hypothermia in pediatric anesthesia. J Clin Monit Comput. 2019 Dec 1;33(6):1105–12.
2. Pearce B, Christensen R, Voepel-Lewis T. Perioperative hypothermia in the pediatric population: Prevalence, risk factors and outcomes. J Anesth Clin Res. 2010 Oct;1(1).
3. Nemeth M, Miller C, Bräuer A. Perioperative hypothermia in children. Int J Environ Res Public Health. 2021 Jul 2;18(14).
4. Bajwa SJS. Perioperative hypothermia in pediatric patients: diagnosis, prevention and management. ANAESTH, PAIN & INTENSIVE CARE; 2014;18(1):147001.
5. Hu Y, Tian Y, Zhang M, Zhao J, Shu Q. Study of risk factors for intraoperative hypothermia during pediatric burn surgery. World Journal of Pediatric Surgery. 2021 Feb 4;4(1).
6. Kim P, Taghon T, Fetzer M, Tobias JD. Perioperative Hypothermia in the Pediatric Population: A Quality Improvement Project. American Journal of Medical Quality. 2013 Sep;28(5):400–6.
7. Sessler D. Perioperative temperature management [Internet]. UpToDate. 2021 [cited 2022 May 15]. Available from: https://www.uptodate.com/contents/perioperative-temperature-management
8. Fleming S. Pediatric Normothermia During Surgery - Master's thesis [Internet]. 2017 [cited 2022 May 22]. Available from: https://spark.bethel.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1210&context=etd
9. DGS 004/2018. Norma DGS 004/2018 de 3/8/2018 - Febre na Criança e no Adolescente – Definição, Medição e Ensino aos Familiares: Cuidadores [Internet]. Normas DGS - Direção Geral de Saúde, Ministério da Saúde, Governo de Portugal. Lisbon; 2018 [cited 2022 May 8]. Available from: https://www.dgs.pt/directrizes-da-dgs/orientacoes-e-circulares-informativas/orientacao-n-0042018-de-030820181.aspx
10. Mandy GT. Short-term complications of the preterm infant [Internet]. UpToDate. 2021 [cited 2022 May 15]. Available from: https://www.uptodate.com/contents/short-term-complications-of-the-preterm-infant?search=short-term-complications-of-the-preterm-&source=search_result&selectedTitle=1~150&usage_type=default&display_rank=1
11. AESOP - Associação de Enfermeiros de Sala de Operações Portugueses. Guidelines Prevenção e controlo da hipotermia perioperatória inadvertida [Internet]. Práticas Recomendadas para Bloco Operatório. 2017 [cited 2022 Jun 5]. Available from: https://www.ulsguarda.min-saude.pt/wp-content/uploads/sites/6/2018/02/Draft-Brochura-AESOP-PR-Hipotermia-Pantone-569.pdf
12. Link T. Guidelines in Practice: Hypothermia Prevention. AORN J [Internet]. 2020 Jun 1 [cited 2022 Jun 10];111(6):653–66. Available from: https://aornjournal.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/aorn.13038
13. Duren A. 3M Medical Solutions Division-Patient Warming Business-Technical Report An Evidence-based Warming Protocol Compliant with the ERAS ® Society Guidelines Recommendation for Perioperative Normothermia [Internet]. 2019 [cited 2022 Jun 9]. Available from: https://multimedia.3m.com/mws/media/1758781O/eras-compliant-perioperative-normothermia-protocol.pdf
14. Azenha M, Rocha C, Oliveira E, Cruz L, Pascoal M, Luísa Macedo A, et al. RECOMENDAÇÕES DA SOCIEDADE PORTUGUESA DE ANESTESIOLOGIA PARA MANUTENÇÃO DE NORMOTERMIA NO PERÍODO PERIOPERATÓRIO [Internet]. 2017 [cited 2022 May 8]. Available from: http://www.spanestesiologia.pt/ficheiros/Consensos%20normotermia.pdf
15. Association of Surgical Technologists. AST Guidelines for Best Practice in Maintaining Normothermia in the Perioperative Patient [Internet]. 2015 [cited 2022 Jun 9]. Available from: https://www.ast.org/uploadedFiles/Main_Site/Content/About_Us/ASTGuidlinesNormothermia.pdf
16. Black SA, Maxwell LG. General anesthesia in neonates and children: Agents and techniques - UpToDate [Internet]. UpToDate. 2021 [cited 2022 May 15]. Available from: https://www.uptodate.com/contents/general-anesthesia-in-neonates…ch_result&selectedTitle=1~150&usage_type=default&display_rank=1OfficialreprintfromUpToDatewww.uptodate.com
17. CardinalHealth. Introducing the Cardinal Health ™ CoolSource ™ Cooling System [Internet]. 2020 [cited 2022 Jun 9]. Available from:

https://www.cardinalhealth.com/content/dam/corp/web/documents/brochure/cardinal-health-coolsource-cooling-system-brochure.pdf
18. ESAIC. Guidelines Normotermia Comparison. In: Webcast on Normothermia Quality Improvement in Clinical Practice - 6th Oct 2020.
19. Waisel D, Brown T, Black S, Lockman J, Schwartz A, Yaster M, et al. Gregory's Pediatric Anesthesia. 6th ed. Andropoulos DB, Gregory GA, editors. Wiley-Blackwell; 2020.
20. Torossian A, Becke K, Bein B, Bräuer A, Gantert D. S3 Leitlinie "Vermeidung von perioperativer Hypothermie" Aktualisierung 2019 [Internet]. AWMF Online. 2019 [cited 2022 May 21]. Available from: https://www.awmf.org/uploads/tx_szleitlinien/001-018l_S3_Vermeidung_perioperativer_Hypothermie_2019-08.pdf
21. Giugliani E et al. Atenção à saúde do recém-nascido: guia para os profissionais de saúde / Brasil, Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Ações Programáticas Estratégicas [Internet]. 1st ed. Silva C, Moreira A, Cortes C, Cordova F, Cerqueira J, Espírito-Santo L, editors. Vol. 4, Normas e Manuais Técnicos - Cuidados com o Recém-Nascido Pré-Termo. Brasília: Brasil. Ministério da Saúde. Secretaria da Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas e Estratégicas; 2014 [cited 2022 Dec 21]. Available from: https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/s/saude-da-crianca/publicacoes/atencao-a-saude-do-recem-nascido-guia-para-os-profissionais-de-saude-vol-iv/view
22. Sessler D. Perioperative Heat Balance. Anesthesiology [Internet]. 2000 [cited 2022 May 15];92(2):578–96. Available from: https://www.dcdproducts.com.ar/documentos/51/Sessler%202000%20Perioperative_Heat_Balance.pdf
23. Balest AL. Hipotermia em neonatos [Internet]. Manual MSD - Versão para Profissionais de Saúde. 2022 [cited 2022 May 16]. Available from: https://www.msdmanuals.com/pt-pt/profissional/pediatria/problemas-perinatais/hipotermia-em-neonatos
24. McCann M, Kelly L, Mancuso T, Vinson A, Nasr V, DiNardo J, et al. Essentials of Anesthesia for Infants and Neonates. 1st ed. McCann ME, Greco C, Matthes K, editors. Essentials of Anesthesia for Infants and Neonates. Cambridge University Press; 2018.
25. Ward M. Fever in infants and children: Pathophysiology and management [Internet]. UpToDate. 2022 [cited 2022 Jul 23]. Available from: https://www.uptodate.com/contents/fever-in-infants-and-children-pathophysiology-and-management
26. World Health Organization. Maternal and Newborn Health/Safe Motherhood. WHO - Thermal protection of the newborn [Internet]. In Thermal Protection of the Newborn: A Practical Guide; World Health Organization: Geneva, Switzerland, 1997. 1997 [cited 2022 May 8]. Available from: https://apps.who.int/iris/handle/10665/63986
27. Balest AL. Prematuros [Internet]. Manual MSD - Versão para Profissionais de Saúde. 2021 [cited 2022 May 15]. Available from: https://www.msdmanuals.com/pt-pt/profissional/pediatria/problemas-perinatais/prematuros
28. The Royal Children's Hospital - Melbourne. Clinical Guidelines (nursing) - Temperature management [Internet]. [cited 2022 May 31]. Available from: https://www.rch.org.au/rchcpg/hospital_clinical_guideline_index/Temperature_management/
29. Nesher N, Wolf T, Kushnir I, David M, Bolotin G, Sharony R, et al. A novel thermoregulatory system maintains perioperative normothermia in children undergoing elective surgery. Ann Thorac Surg. 2001;72:1069–76.
30. Beedle SE, Phillips A, Wiggins S, Struwe L. Preventing Unplanned Perioperative Hypothermia in Children. AORN J. 2017 Feb 1;105(2):170–83.
31. Sims C, Farrell T, Thompson J, Khoo L, Ungern-Sternberg B, Bergesio R, et al. A Guide to Pediatric Anesthesia. 2nd ed. Sims C, Weber D, Johnson C, editors. Springer Nature; 2020.
32. Frank SM, Raja SN, Bulcao CF, Goldstein DS. Relative contribution of core and cutaneous temperatures to thermal comfort and autonomic responses in humans. J Appl Physiol [Internet]. 1999;1588–93. Available from: http://www.jap.org
33. Corneli HM, Kadish H. Hypothermia in children: Clinical manifestations and diagnosis [Internet]. UpToDate. 2021 [cited 2022 May 16]. Available from: https://www.uptodate.com/contents/hypothermia-in-children-clini…t?search=temperature%20pediatrics&topicRef=6598&source=see_linkOfficialreprintfromUpToDatewww.uptodate.com

34. Misyağci NM, Hayli ÇM. Evidence-Based Approaches in Children with Hypothermia. Black Sea Journal of Health Science. 2021 Jan 24;
35. Scarfone RJ, Cho CS. Ill-appearing infant (younger than 90 days of age) [Internet]. UpToDate. 2020 [cited 2022 Jul 23]. Available from: https://www.uptodate.com/contents/approach-to-the-ill-appearing-infant-younger-than-90-days-of-age
36. National Institute for Health and Care Excellence. Clinical Guideline - Hypothermia: prevention and management in adults having surgery [Internet]. 2008 [cited 2022 May 31]. Available from: https://www.nice.org.uk/guidance/cg65/resources/hypothermia-prevention-and-management-in-adults-having-surgery-pdf-975569636293
37. Mccall EM, Alderdice F, Halliday HL, Vohra S, Johnston L. Interventions to prevent hypothermia at birth in preterm and/or low birth weight infants. Cochrane Database of Systematic Reviews [Internet]. 2018 Feb 12 [cited 2022 Dec 21];2018(2). Available from: https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD004210.pub5/epdf/full
38. Martins LA, Camargo CL de, Fernandes ETBS, Marques PF, Aguiar AC de SA, Castro CT de. Prevention of hypothermia in newborn submitted to surgical procedures: an integrative review. Rev Bras Enferm. 2022;75(1):e20200940.
39. Mutchnick I, Thatikunta M, Braun J, Bohn M, Polivka B, Daniels MW, et al. Protocol-driven prevention of perioperative hypothermia in the pediatric neurosurgical population. J Neurosurg Pediatr. 2020 May 1;25(5):548–54.
40. Görges M, West NC, Cheung W, Zhou G, Miyanji F, Whyte SD. Preoperative warming and undesired surgical and anesthesia outcomes in pediatric spinal surgery—a retrospective cohort study. Paediatr Anaesth. 2016 Sep 1;26(9):866–75.
41. Adams P, Aganga D, Barnes S, Bissonette B, Blasiole B, Bosenberg A, et al. Smith's Anesthesia for Infants and Children. 10th ed. Davis P, Cladis F, editors. Elsevier; 2021.
42. UTHealth Houston McGovern Medical School D of S. Preventing and Correcting Hypothermia in Pediatric Trauma Patients [Internet]. 2013 [cited 2022 Jun 10]. Available from: https://med.uth.edu/surgery/preventing
43. Görges M, Afshar K, West N, Pi S, Bedford J, Whyte SD. Integrating intraoperative physiology data into outcome analysis for the ACS Pediatric National Surgical Quality Improvement Program. Paediatr Anaesth. 2019 Jan 1;29(1):27–37.
44. Morehouse D, Williams L, Lloyd C, McCoy DS, Walters EM, Guzzetta CE, et al. Perioperative hypothermia in NICU infants: Its occurrence and impact on infant outcomes. Advances in Neonatal Care. 2014;14(3):154–64.
45. Ishimine P. Heat illness (other than heat stroke) in children [Internet]. UpToDate. 2021 [cited 2022 Jul 20]. Available from: https://www.uptodate.com/contents/heat-illness-other-than-heat-stroke-in-children
46. Ishimine P. Heat stroke in children [Internet]. UptoDate. 2022 [cited 2022 Jul 14]. Available from: https://www.uptodate.com/contents/heat-stroke-in-children
47. Rosenberg H, Davis M, James D, Pollock N, Stowell K. Malignant hyperthermia. Orphanet J Rare Dis [Internet]. 2007 [cited 2022 Dec 21];2(1). Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4524368/pdf/13023_2015_Article_310.pdf
48. Rosenbaum H, Rosenberg H. Malignant hyperthermia: Diagnosis and management of acute crisis [Internet]. UpToDate. 2022 [cited 2022 Nov 19]. Available from: https://www.uptodate.com/contents/malignant-hyperthermia-diagnosis-and-management-of-acute-crisis
49. Edwards M. Clinical features, evaluation, and diagnosis of sepsis in term and late preterm infants [Internet]. UpToDate. 2021 [cited 2022 Jul 23]. Available from: https://www.uptodate.com/contents/clinical-features-evaluation-and-diagnosis-of-sepsis-in-term-and-late-preterm-infants
50. Sessler DI. Perioperative thermoregulation and heat balance. The Lancet. 2016 Jun 25;387(10038):2655–64.
51. Annadata R, Sessler D, Tayefeh F, Kurz A, Dechert M. Desflurane slightly increases the sweating threshold but produces marked, non linear decreases in the vasoconstriction and shivering thresholds. Anesthesiology. 1995;83:1205–11.
52. Ozaki M, Sessler DI, Suzuki H, Ozaki K, Tsunoda C, Atarashi K. Nitrous Oxide Decreases the Threshold for Vasoconstriction Less Than Sevoflurane or Isoflurane. Anesth Analg. 1995;80:1212–6.

53. Matsukawa T, Kurz A, Sessler D, Bjorksten A, Merrifield B, Cheng C. Propofol Linearly Reduces the Vasocontriction and Shivering Thresholds. Anesthesiology. 1995 May;82(5):1169–80.
54. Kurz A, Go JC, Sessler D, Kaer K, Larson M, Bjorksten A. Alfentanil slightly increases the sweating threshold and markedly reduces the vasoconstriction and shivering threshold. Anesthesiology. 1995;83:293–9.
55. Talke P, Tayefeh F, Sessler D, Jeffrey R, Noursalehi M, Richardson C. Dexmedetomidine does not alter the sweating threshold, but comparably and linearly decreases the vasoconstriction and shivering thresholds. Anesthesiology. 1997;87:835–41.
56. Plattner O, Semsroth M, Sessler D, Papousek A, Klasen C, Wagner O. Lack of non shivering thermogenesis in infants. Anesthesiology. 1997;86:772–7.
57. Ohlson KBE, Lindahl SGE, Cannon B, Nedergaard J. Thermogenesis Inhibition in Brown Adipocytes Is a Specific Property of Volatile Anesthetics. Anesthesiology [Internet]. 2003;98:437–48. Available from: www.anesthesiology.org.
58. Becker DE, Rosenberg M. Nitrous Oxide and the Inhalation Anesthetics. Anesth Prog. 2008;55:124–31.
59. Bräuer A, Müller MM, Wetz AJ, Quintel M, Brandes IF. Influence of oral premedication and prewarming on core temperature of cardiac surgical patients: A prospective, randomized, controlled trial. BMC Anesthesiol. 2019 Apr 12;19(1).
60. Lenhardt R. Body temperature regulation and anesthesia. In: Romanovsky AA, editor. Handbook of Clinical Neurology - Thermoregulation: From Basic Neuroscience to Clinical Neurology, Part II. 3rd ed. Elsevier B.V.; 2018. p. 635–44.
61. Doufas AG, Morioka N, Maghoub AN, Mascha E, Sessler DI. Lower-body warming mimics the normal epidural-induced reduction in the shivering threshold. Anesth Analg. 2008;106(1):252–6.
62. Joris J, Ozaki M, Sessler D, Hardy AF, Lamy M, McGuire J. Epidural Anesthesia impairs both central and peripheral thermoregulatory control during general anesthesia 1994. Anesthesiology. 1994;80(2):268–77.
63. Arkiliç CF, Akça O, Taguchi A, Sessler DI, Kurz A. Temperature Monitoring and Management During Neuraxial Anesthesia: An Observational Study. Anesth Analg. 2000;91:662–6.
64. Galante D. Intraoperative hypothermia. Relation between general and regional anesthesia, upper- and lower-body warming: What strategies in pediatric anesthesia? Paediatr Anaesth. 2007 Sep;17(9):821–3.
65. Tander B, Baris S, Karakaya D, Ariturk E, Rizalar R, Bernay F. Risk factors influencing inadvertent hypothermia in infants and neonates during anesthesia. Paediatr Anaesth. 2005;15(7):574–9.
66. Riley C, Andrzejowski J. Inadvertent perioperative hypothermia. BJA Educ. 2018 Aug 1;18(8):227–33.
67. Carvalho H, Najafi N, Poelaert J. Intra-operative temperature monitoring with cutaneous zero-heat-flux-thermometry in comparison with oesophageal temperature: A prospective study in the paediatric population. Paediatr Anaesth. 2019;29(8):865–71.
68. Smitherman HF, Macias CG. The febrile infant (younger than 90 days of age): Definition of fever [Internet]. UpToDate. 2021 [cited 2022 Jul 23]. Available from: https://www.uptodate.com/contents/the-febrile-infant-younger-than-90-days-of-age-definition-of-fever
69. Pesonen E, Silvasti-Lundell M, Niemi TT, Kivisaari R, Hernesniemi J, Mäkinen MT. The focus of temperature monitoring with zero-heat-flux technology (3M Bair-Hugger): a clinical study with patients undergoing craniotomy. J Clin Monit Comput. 2019 Oct 15;33(5):917–23.
70. 3M HealthCare. Sistema de Monitorização de temperatura central 3MTM Bair HuggerTM - 3M Prevenção da Infeção [Internet]. 2017 [cited 2022 Jul 9]. Available from: https://www.3m.com.pt/3M/pt_PT/Medical-PT/produtos/patient-monitoring/monitorização-de-temperatura/
71. Nemeth M, Lovric M, Asendorf T, Bräuer A, Miller C. Intraoperative zero-heat-flux thermometry overestimates esophageal temperature by 0.26°C: an observational study in 100 infants and young children. J Clin Monit Comput. 2021 Dec 1;35(6):1445–51.
72. Corneli HM, Kadish H. Hypothermia in children: Management [Internet]. UpToDate. 2021 [cited 2022 May 20]. Available from: https://www.uptodate.com/contents/hypothermia-in-children-mana…?search=temperature%20pediatrics&topicRef=6597&source=see_linkOfficialreprintfromUpToDatewww.uptodate.com

73. Witt L, Dennhardt N, Eich C, Mader T, Fischer T, Bräuer A, et al. Prevention of intraoperative hypothermia in neonates and infants: Results of a prospective multicenter observational study with a new forced-air warming system with increased warm air flow. Paediatr Anaesth. 2013 Jun;23(6):469–74.
74. Taguchi A, Ratnaraj J, Kabon B, Sharma N, Lenhardt R, Sessler DI, et al. Effects of a Circulating-water Garment and Forced-air Warming on Body Heat Content and Core Temperature. Anesthesiology [Internet]. 2004 [cited 2022 May 15];1058–64. Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1409744/
75. Liu X, Shi Y, Ren C, Li X, Zhang Z. Effect of an electric blanket plus a forced-air warming system for children with postoperative hypothermia: A randomized controlled trial. Medicine (United States) [Internet]. 2017 Jun 1 [cited 2022 Dec 21];96(26). Available from: https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5500094/pdf/medi-96-e7389.pdf
76. Shen J, Wang Q, Zhang Y, Wang X, Shi P. Combination of warming blanket and prewarmed intravenous infusion is effective for rewarming in infants with postoperative hypothermia in China. Paediatr Anaesth. 2015 Nov 1;25(11):1139–43.
77. Motta P, Mossad E, Toscana D, Lozano S, Insler S. Effectiveness of a Circulating-Water Warming Garment in Rewarming after Pediatric Cardiac Surgery Using Hypothermic Cardiopulmonary Bypass. J Cardiothorac Vasc Anesth. 2004;18(2):148–51.
78. Wadhwa A, Komatsu R, Orhan-Sungur M, Barnes P, In J, Sessler DI, et al. New circulating-water devices warm more quickly than forced-air in volunteers. Anesth Analg. 2007;105(6):1681–7.
79. Warttig S, Alderson P, Campbell G, Smith AF. Interventions for treating inadvertent postoperative hypothermia. Cochrane Database of Systematic Reviews [Internet]. 2014 Nov 20 [cited 2022 Dec 21];(11). Available from: https://www.cochranelibrary.com/cdsr/doi/10.1002/14651858.CD009892.pub2/epdf/full
80. Haberman E. TEMPERATURE MANAGEMENT IN CHILDREN - ANAESTHESIA TUTORIAL OF THE WEEK 305 - 31ST MARCH 2014 - WORLD FEDERATION OF SOCIETIES OF ANEASTHESIOLOGISTS [Internet]. 2014 [cited 2022 Jun 10]. Available from: https://resources.wfsahq.org/wp-content/uploads/305_english.pdf
81. National Blood Users Group. Guidelines for the Administration of Blood and Blood Components Issued by the National Blood Users Group [Internet]. 2004 [cited 2022 Sep 20]. Available from: https://www.giveblood.ie/media/publications/other_documents/guidelines_for_the_administration_of_blood_and_blood_components.pdf
82. Cowell DA. Paediatric Safe Transfusion Practice Workbook [Internet]. 2009 [cited 2022 Sep 20]. Available from: https://www.uhs.nhs.uk/Media/suhtideal/CommonStatutoryAndMandatoryTraining/BloodTransfusionSafeTransfusionPractice/PaediatricSafeTransfusionPracticeWorkbook.pdf
83. Bindu B, Bindra A. Perioperative Thermoregulation in Children and Temperature Monitoring. In: Fundamentals of Pediatric Neuroanesthesia. Springer Singapore; 2021. p. 153–63.
84. Cravero JP. Thermoregulation: Hypothermia and Hyperthermia. In: Pediatric Anesthesiology Review. Springer International Publishing; 2017. p. 667–80.
85. Adams T, Adler A, Ames W, Anderson B, Andropoulos D, Anixter M, et al. A Practice of Anesthesia for Infants and Children. 6th ed. Cote C, Lerman J, Anderson B, editors. Elsevier; 2019.
86. Pardo M, Cohen N, Sullivan KR, Berenstain L, Sinskey J, Kim TK, et al. Miller's Basics of Anesthesia. 8th ed. Pardo M, editor. Elsevier; 2022.
87. Bräuer A. Perioperative Temperature Management. 1st ed. Cambridge University Press; 2017.
88. Ribeiro AF, Pereira E, Matias F, Azenha M, Macedo AL, Órfão M do R. MANUTENÇÃO DA NORMOTERMIA PERIOPERATÓRIA EM PORTUGAL: RESULTADOS DE UM INQUÉRITO DE AVALIAÇÃO. Revista Sociedade Portuguesa de Anestesiologia [Internet]. 2017 [cited 2022 Nov 19];10–7. Available from: https://revistas.rcaap.pt/anestesiologia/article/view/10127
89. World Health Organization. Global guidelines for the prevention of surgical site infection [Internet]. 2018 [cited 2022 Nov 19]. Available from: https://www.who.int/publications/i/item/global-guidelines-for-the-prevention-of-surgical-site-infection-2nd-ed
90. Kato S, Iwata O, Iwata S, Yamada T, Tsuda K, Tanaka T, et al. Admission temperature of very low birth weight infants and outcomes at three years old. Sci Rep. 2022 Dec 1;12(1).
91. Mohamed SOO, Ahmed SMI, Khidir RJY, Shaheen MTHA, Adam MHM, Ibrahim BAY, et al. Outcomes of neonatal hypothermia among very low birth weight infants: a Meta-analysis. Matern Health Neonatol Perinatol. 2021 Dec;7(1).

92. Singer D. Pediatric hypothermia: An ambiguous issue. Int J Environ Res Public Health. 2021 Nov 1;18(21).
93. New H v., Berryman J, Bolton-Maggs PHB, Cantwell C, Chalmers EA, Davies T, et al. Guidelines on transfusion for fetuses, neonates and older children. Br J Haematol. 2016 Dec 1;175(5):784–828.
94. Sessler DI. Forced-air warming in infants and children. Paediatr Anaesth. 2013;23(6):467–8.
95. American Society of PeriAnesthesia Nurses. Clinical Guideline for the Prevention of Unplanned Perioperative Hypothermia [Internet]. [cited 2022 Jun 10]. Available from: http://or.org/pdf/HYPOTHERMIA_GUIDELINE10-02.pdf
96. British Association of Perinatal Medicine. Improving Normothermia in Very Preterm Infants A Quality Improvement Toolkit [Internet]. 2019 [cited 2022 Jun 10]. Available from: https://hubble-live-assets.s3.amazonaws.com/bapm/redactor2_assets/files/158/Normothermia_Toolkit_Full_version.pdf
97. 3M HealthCare. Best Practices in Active Prewarming: A Summary of Current Guidelines/Recommendations [Internet]. 2017 [cited 2022 Jun 10]. Available from: https://multimedia.3m.com/mws/media/1409815O/prewarming-guidelines-info-sheet.pdf
98. Schroeck H, Lyden AK, Benedict WL, Ramachandran SK. Time Trends and Predictors of Abnormal Postoperative Body Temperature in Infants Transported to the Intensive Care Unit. Anesthesiol Res Pract. 2016;2016.
99. Brozanski BS, Piazza AJ, Chuo J, Natarajan G, Grover TR, Smith JR, et al. Stepp in: Working together to keep infants warm in the perioperative period. Pediatrics. 2020 Apr 1;145(4).
100. Hsu KH, Chiang MC, Lin SW, Lin JJ, Wang YC, Lien R. Thermal blanket to improve thermoregulation in preterm infants: A randomized controlled trial. Pediatric Critical Care Medicine. 2015 Sep 1;16(7):637–43.
101. Mance M. Keeping Infants Warm, Challenges of Hypothermia. Advances in Neonatal Care. 2008;8(1):6–12.
102. Lee SY, Wan SYK, Tay CL, Tan ZH, Wong I, Chua M, et al. Perioperative Temperature Management in Children: What Matters? Pediatr Qual Saf. 2020 Sep;5(5):e350.
103. Sun Z, Honar H, Sessler D, Dalton J, 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.
104. Sessler DI. Perioperative Temperature Monitoring. Anesthesiology [Internet]. 2021 [cited 2022 May 29];134(1):111–8. Available from: https://pubs.asahq.org/anesthesiology/article/134/1/111/108291/Perioperative-Temperature-Monitoring
105. Stanford Children's Health. Types of Surgery for Children [Internet]. [cited 2022 Nov 19]. Available from: https://www.stanfordchildrens.org/en/topic/default?id=types-of-surgery-for-children-90-P03042
106. Direção Geral da Saúde - Ministério da Saúde. Normas Clínicas - Graus de Recomendação e Níveis de Evidência [Internet]. [cited 2022 May 22]. Available from: https://www.dgs.pt/ficheiros-de-upload-3/normas-clinicas-graus-de-recomendacao-e-niveis-de-evidencia-pdf.aspx
107. The Johns Hopkins Hospital/Johns Hopkins University. Johns Hopkins Nursing Evidence-Based Practice Appendix C: Evidence Level and Quality Guide [Internet]. Johns Hopkins Nursing Evidence-Based Practice . [cited 2022 May 22]. Available from: https://www.hopkinsmedicine.org/evidence-based-practice/_docs/appendix_c_evidence_level_quality_guide.pdf
108. DGS 020/2015. Norma DGS 020/2015 atualizada a 17/11/22 - "Feixe de Intervenções" de Prevenção de Infeção de Local Cirúrgico [Internet]. Normas DGS - Direção Geral de Saúde, Ministério da Saúde, Governo de Portugal. 2015 [cited 2022 Nov 23]. Available from: https://www.dgs.pt/normas-orientacoes-e-informacoes/normas-e-circulares-normativas/0312013-de-31122013-atualizada-a-17112022-pdf.aspx
109. Azenha M, Rocha C, Oliveira E, Cruz L, Pascoal De Carvalho M, Luísa Macedo A, et al. RECOMENDAÇÕES DA SOCIEDADE PORTUGUESA DE ANESTESIOLOGIA DE MANUTENÇÃO DA NORMOTERMIA EM CIRURGIA DE AMBULATÓRIO [Internet]. [cited 2022 May 8]. Available from: https://www.apca.com.pt/documentos/2018/RECOMENDACOES_PORTUGUESAS_DE_MANUTENCAO_DA_NORMOTERMIA_EM_CIRURGIA_DE_AMBULATORIO.pdf
110. Ministério da Saúde - Brasil. Controle Térmico do Recém-Nascido Pré-Termo. In: Portal de Boas Práticas em Saúde da Mulher, da Criança e do Adolescente - Atenção ao Recém-Nascido [Internet].

2011 [cited 2022 May 13]. Available from: https://www.arca.fiocruz.br/bitstream/icict/30146/2/controletermico-180906183840.pdf
111. Szmuk P, Rabb MF, Baumgartner JE, Berry JM, Sessler AM, Sessler DI. Body Morphology and the Speed of Cutaneous Rewarming. Anesthesiology [Internet]. 2001;95:18–21. Available from: http://pubs.asahq.org/anesthesiology/article-pdf/95/1/18/652131/0000542-200107000-00008.pdf

ANEXO I - GRAUS DE RECOMENDAÇÃO E NÍVEIS DE EVIDÊNCIA

Grau de recomendação	Descritivo
I	Existem evidências e/ou consenso geral de que determinado procedimento/tratamento é benéfico, útil e eficaz.
II	Existem evidências contraditórias e/ou divergências de opiniões sobre a utilidade/eficácia de determinado tratamento ou procedimento.
IIa	Evidências/opinião maioritariamente a favor da utilidade/eficácia.
IIb	Utilidade/eficácia pouco comprovada pelas evidências/opinião.
III	Existem evidências e/ou consenso geral de que determinado procedimento/tratamento não é benéfico/eficaz e poderá ser, em certas situações, prejudicial.

Tabela 1: Graus de Recomendação

Nível de evidência	Descritivo
A	Informação recolhida a partir de vários ensaios clínicos aleatorizados ou meta-análises.
B	Informação recolhida a partir de um único ensaio clínico aleatorizado ou estudos alargados não aleatorizados.
C	Opinião consensual dos especialistas e/ou pequenos estudos, estudos retrospetivos e registos.

Tabela 2: Níveis de Evidência

Fonte: https://www.dgs.pt/ficheiros-de-upload-3/normas-clinicas-graus-de-recomendacao-e-niveis-de-evidencia-pdf.aspx