



SITUACION CLINICA: “HIPOTERMIA INTRAOPERATORIA NO TERAPEÚTICA”

Dra. “María Vila”

Dra. “Rosa Sanchis”

Servicio de Anestesia Reanimación y Tratamiento del Dolor
Consorcio Hospital General Universitario
Valencia

**Sartd-CHGUV Sesión de Formación Continuada
Valencia “Fecha 05/02/2008”**

CASO CLINICO

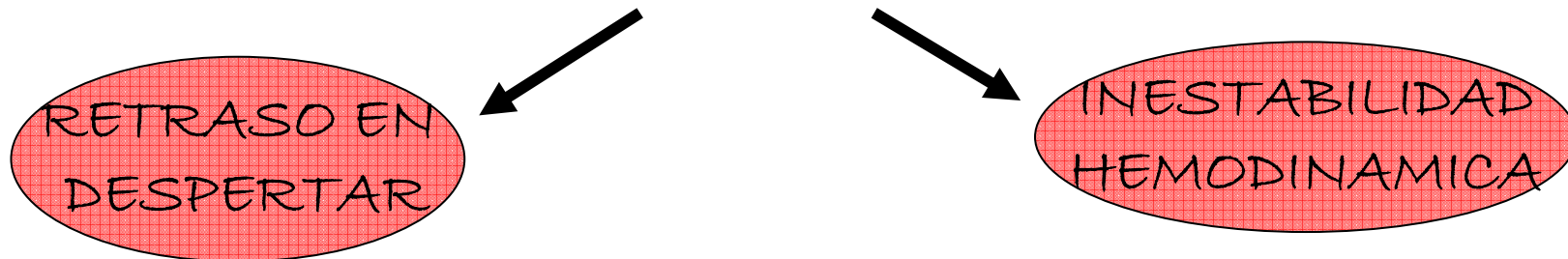
- Paciente diagnosticado de Leiomiosarcoma programado para cirugía abdominal mayor con laparotomía supra-
infraumbilical.
- Temperatura de quirófano 22°.
- Se utilizan líquidos de lavado intraperitoneal perioperatoriamente.
- Se mide una disminución de 3° en la temperatura corporal basal.
- Intraoperatoriamente tendencia a sangrado y focos arrimogenos con inestabilidad hemodinámica.
- Arreactivo en la fase de despertar sin correlación con la farmacocinética y dosis empleadas de farmacos.

A photograph of three surgeons in an operating room, wearing green scrubs and masks, focused on a patient. The scene is lit by overhead surgical lights.

CASO CLINICO

Temperatura de quirófano 22°
Lavado peritoneal abundante
Laparotomía extensa
Arreactivo al despertar
Inestabilidad hemodinámica

¿ES LA HIPOTERMIA LA UNICA CAUSA
DE LA CLINICA DEL PACIENTE?



¿PRODUCE EL DESCENSO DE
TEMPERATURA RETRASO EN
EL DESPERTAR

SI

POSTANESTESICO?

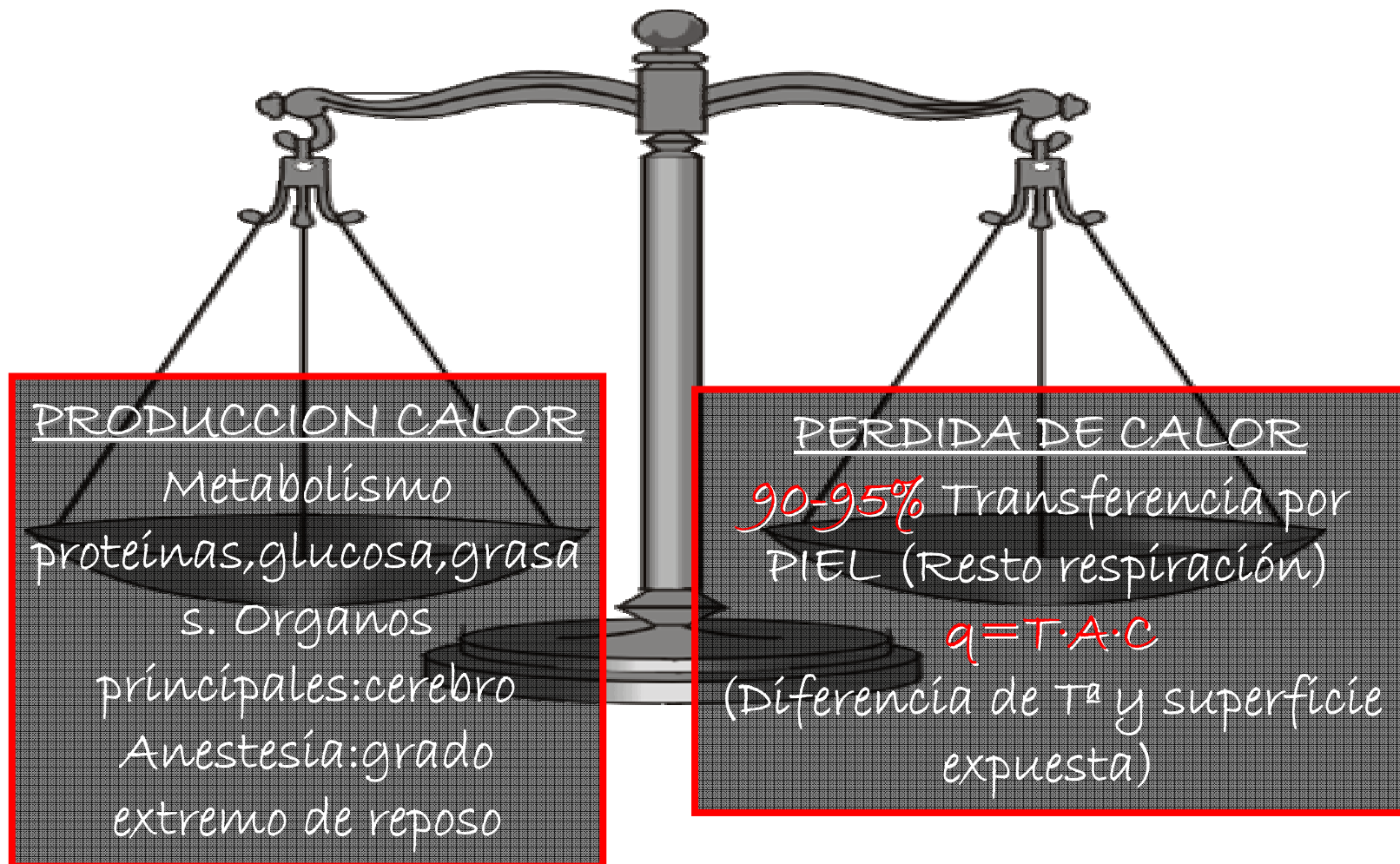
NO

MECANISMOS
FISIOPATOLÓGICOS

DIAGNÓSTICO
DIFERENCIAL
RETASO DESPERTAR

TERMORREGULACION

Fisiología



TERMORREGULACION

MECANISMO DE RETROALIMENTACION
CONTROL CENTRAL

RECEPTORES PERIFÉRICOS
CALOR: Fibras C
FRIO: Fibras A Delta



NUCLEO PREÓPTICO
HIPOTALAMO



PIEL

FLUJO SANGUINEO PIEL
Regulación SN SIMPATICO
Flujo basal: 400ml/mín 10 veces sup
necesidades nutritivas

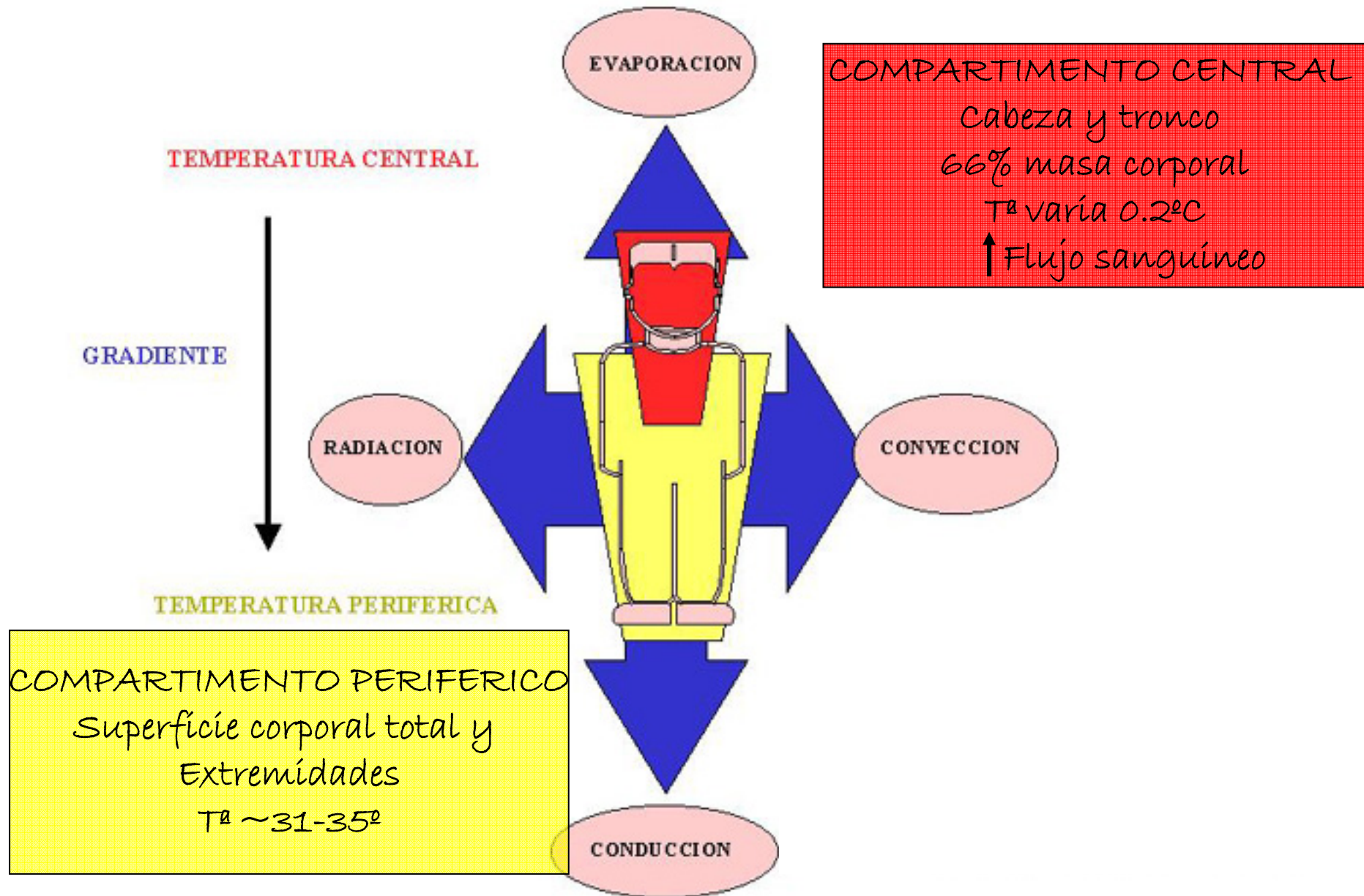


Fig.2 PERDIDAS Y DISTRIBUCION DEL CALOR CORPORAL

MECANISMOS DE PERDIDA DE CALOR

RADIACION

Principál mecanismo en paciente anestesiado (65%)
Emisión radiaciones infrarrojas entre 2 superficies de T° diferentes

CONVECCIÓN (25%)

Transferencia de calor por medio de un fluido (aire/ agua) entre zonas con diferentes T°

CONDUCCIÓN

Poca importancia clínica
Transferencia de calor de forma lenta por contacto con mesa de quirófano

EVAPORACION

Importancia clínica por las cavidades expuestas

TERMORREGULACION

Fisiología/Anestesia

Administración de anestésicos iv/inh



DEPRESION SISTEMA TERMOREGULADORES FISIOLÓGICOS

Vasodilatación: deprimida respuesta vasoconstricción
Alteración umbrales térmicos que desencadenan mecanismos de regulación

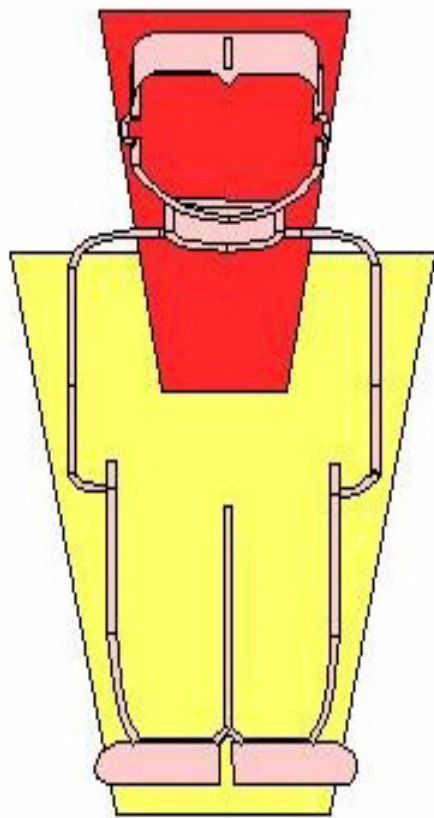


PERDIDA DE CALOR DESDE COMPARTIMENTO
CENTRAL AL PERIFÉRICO
REDISTRIBUCIÓN

FACTORES COADYUVANTES REDISTRIBUCION

Protección cutánea escasa $T^a < 20^{\circ}$
Desinfección de superficie cutánea productos T^a ambiente (pérdida de calor por evaporación).
Disminución metabolismo basal.
Evaporación por superficie expuesta.
Infusión de líquidos temperatura ambiente

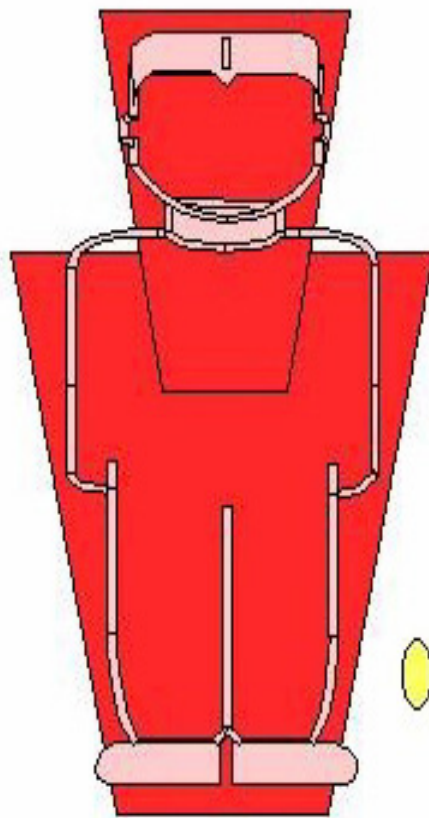
Rev. Esp. Anestesiól. Reanim 2003;50. Hipotermia intraoperatoria no terapéutica: causas, complicaciones, prevención y tratamiento.



DESPIERTO



ANESTESIA



**REDISTRIBUCIÓN DE CALOR
PRIMERA HORA DE CIRUGIA**

 **Representación
COMPARTIMIENTO
CENTRAL**



**Representación compartimentos
Cutáneo y Periférico llamados en
conjunto COMPARTIMIENTO
PERIFERICO**

COMPLICACIONES HIPOTERMIA NO TERAPEUTICA

- Alteraciones hemodinámicas: arritmias ventriculares e isquemia miocárdica.
- Alteración cascada de coagulación.
- Retraso cicatrización y predisposición infección de heridas quirúrgicas.
- Altera la FC/FD de algunos agentes anestésicos

COMPLICACIONES HIPOTERMIA

SISTEMA CARDIOVASCULAR

ISQUEMIA MIOCARDICA

- Escalofríos: medida de termoregulación fisiológica para aumentar la producción endógena de calor. No existe demostración científica.
- Anesthesiology 2001;95. Complications and treatment of mild hypothermia. Review. Sessler.
- Rev. Esp. Anestesiol. Reanim. Hipotermia operatoria no terapéutica: causas, complicaciones, prevención y tratamiento. Campos JM, Zaballo.

HIPOTERMIA operatoria no terapéutica ~ aumento actividad adrenérgica paciente

Frank et al. JAMA 97

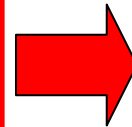
Dos grupos pacientes > 60ª con antecedentes patología CV. Tª 37.1/ 35.4. No diferencia significativa presencia eventos CV en intraoperatorio.

Grupo calentamiento activo

Menor incidencia isquemia miocárdica postop.

Menor incidencia de taquicardia ventricular.

Factor predictivo independiente morbilidad cardíaca (reducción 55% en normotermia)




Recuperación postanestésica
SNC recupera función.

Reactivan sistema termorreguladores centrales q interpretan Tª central esta disminuida.

Activa respuesta adrenérgica.

vasoconstricción intensa

HIPOTERMIA operatoria no terapéutica ~ aumento
actividad adrenérgica paciente



Dísfunción miocárdica
Aumento RVP
Aumento consumo O₂
Aumento trabajo cardíaco

COMPLICACIONES HIPOTERMIA

ALTERACIONES COAGULACION

- Alteración función plaquetar: Inhibida la liberación tromboxano A₂.
- Alteración función enzimas de cascada de coagulación. No producen alteraciones pruebas de coagulación porque se realizan in vitro a T^a fisiológica de 37^o.
- Hipotermia retrasa formación coagulo.
Alteración factores activador plasminogeno

Anesthesiology 2008; 108:71-7. The Effects of Mild Perioperative Hypothermia on Blood Loss and Transfusion Requirement. Suman Rajagopalan, M.D., Edward Mascha, Ph.D.,† Jie Na, M.S.,‡ Daniel I. Sessler, M.D.§*

COMPLICACIONES HIPOTERMIA INFECCION Y CICATRIZACION

- La infección herida quirúrgica es complicación frecuente y grave que se relaciona aumento estancia (5-20 días) y coste hospitalario.
- Incidencia infección cirugía colón: 9-27% según series.

IN VITRO: HIPOTERMIA FACILITA INFECCIÓN.

1) Disminuye tensión tisular de O₂ periférica por vasoconstricción termoreguladora.

2) Alteración inmunidad: disminución actividad neutrófilos en la destrucción bacteriana (T^B dependiente)

Anesthesiology 2001. Complications and treatment of mild hypothermia. Sessler et al

COMPLICACIONES HIPOTERMIA INFECCION Y CICATRIZACION

Infección bacteriana se produce 2-3 horas posterior a la colonización → Tiempo admón ATB profilaxis.
Pacientes postquirúrgicos $<34^{\circ}\text{C}$ tardan recuperar normotermia 5h.

ESTUDIOS EXPERIMENTALES

La hipotermia disminuye la resistencia a infecciones en animales.

Descenso de 1.9°C triplica incidencia infección herida quirúrgica en cirugía colón.

Anesthesiology 2001. Complications and treatment of mild hypotermia. Sessler et al

COMPLICACIONES HIPOTERMIA

EFFECTO ACCIÓN RELAJANTES MUSCULARES

Anesthesiology 2006; Impact of hypothermia on the response to neuromuscular blocking drugs. Heier et al

Relación entre la respuesta al estímulo neuromuscular y la temperatura (sin relajantes ms)

Estudios en humanos:

La respuesta a la neuroestimulación de adductor del pulgar está disminuida. Reducción 10%/°C <36°C



Es independiente del método enfriamiento, del anestésico utilizado y del rango de Tª estudiado

COMPLICACIONES HIPOTERMIA

EFFECTO ACCIÓN RELAJANTES MUSCULARES

Relación entre la hipotermia y acción de relajantes musculares

ESTUDIOS EN ANIMALES:

- 1) Aumento del 50% de la disminución de la respuesta neuroestimulación tras la admon de dosis tubocurarina a $T^{\circ} 28-30^{\circ}$.
- 2) Aumento 2-3 veces de la duración de acción tras la admon de dosis clínicas de todos rel.ms

ESTUDIOS EN HUMANOS:

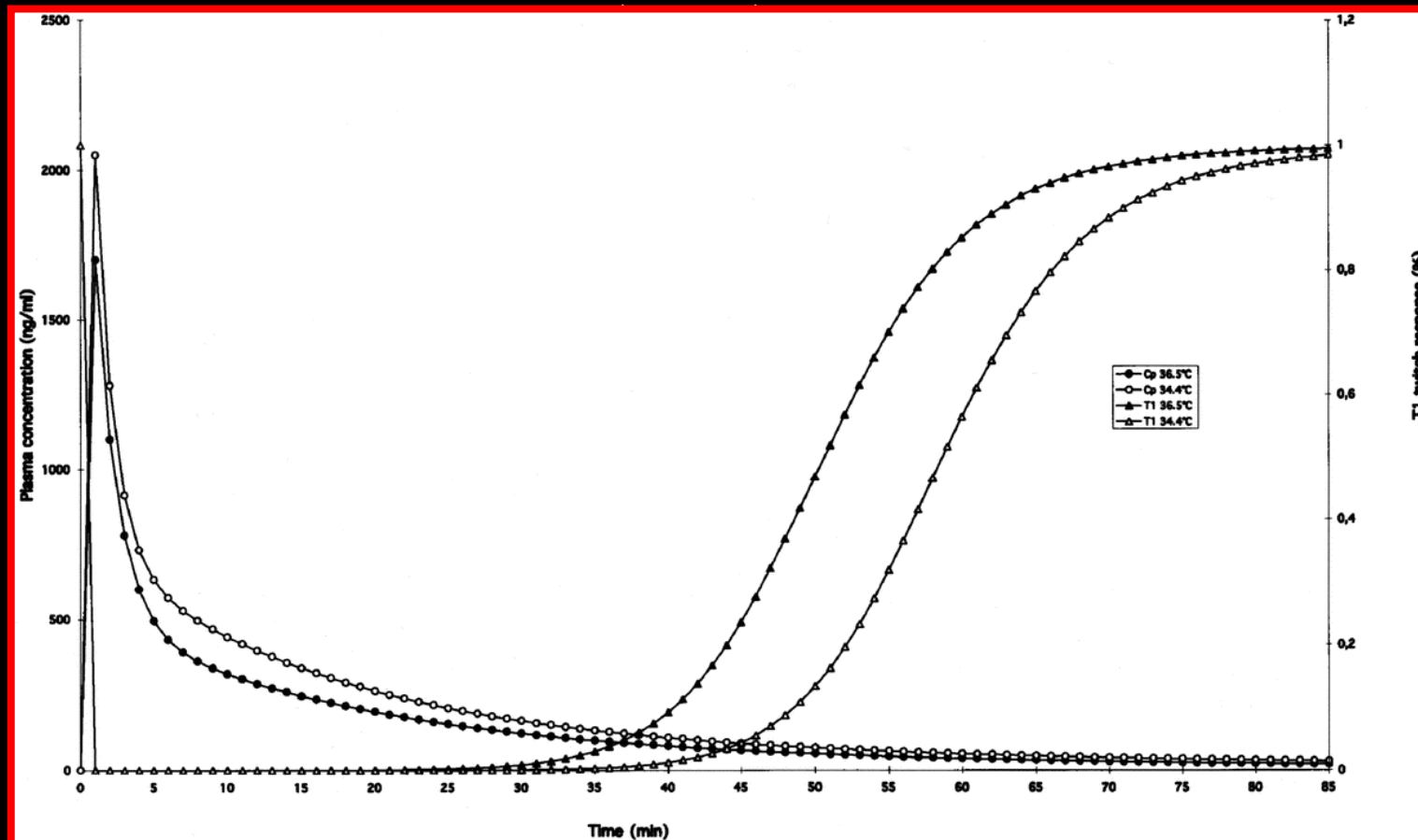
- 1) Aumento de la duración de la acción y del tiempo de recuperación 60-100% a $T^{\circ} 34-36^{\circ}$ (T° central).
- 2) Aumento de la duración de acción y del tiempo de recuperación 60-100% a $T^{\circ} < 27$ medida en piel periférica.
- 3) Disminución 40-80% de las necesidades de infusión en CPB

Anesthesiology 2006; impact of hypothermia on the response to neuromuscular blocking drugs. Heier Et al

COMPLICACIONES HIPOTERMIA EFECTO ACCIÓN RELAJANTES MUSCULARES

FARMACOCINÉTICA:

La hipotermia produce reducción del metabolismo y excreción



COMPLICACIONES HIPOTERMIA

EFFECTO ACCIÓN RELAJANTES MUSCULARES

Conclusiones y aplicación clínica

- Monitorización neuromuscular:
- ✓ La respuesta contráctil del adductor del pulgar está determinada por T^a flujo sanguíneo muscular $\sim T^a$ central.
- ✓ Respuesta adductor del pulgar disminuye $10\%/^{\circ}\text{C}$ ($\downarrow 20\%/^{\circ}\text{C}$ vecuronio).
- ↑ Duración acción (tiempo a respuesta T1 se recupera en 10%) y del tiempo de recuperación (tiempo tren de 4 alcanza 75%) en hipotermia.
- ↑ Duración acción 100% en $\downarrow T^a 2^{\circ}\text{C}$.

COMPLICACIONES HIPOTERMIA

EFFECTO ACCIÓN RELAJANTES MUSCULARES

Conclusiones y aplicación clínica

RECOMENDACIÓN CLÍNICA:

Monitorización estimulación periférica para evitar sobredosificación relajantes musculares.

En casos de ser necesario completa recuperación fuerza muscular: no retirar VM hasta alcanzar

$T^{\circ} > 36^{\circ}\text{C}$

CASO CLINICO

HIPOTERMIA

FACTORES PREDISPONENTES
Laparotomía amplia: ↑ superficie expuesta.
Tª quirófano 22°C ΔTª: ↑ Transferencia q.
Lavados peritoneal abundante

Aumento de
pérdida de calor
Redistribución

Disminución
producción
anestesia.

DESCENSO DE TEMPERATURA 33-34°

Aumento duración relajantes ms ~ 60-100%. →

Aumento de sangrado y necesidades
transfusionales. →

Aumento incidencia arritmias ventriculares
durante recalentamiento. →

Arreactividad fase despertar;
paciente curarizado

Tendencia al sangrado

Inestabilidad hemodinámica

MONITORIZACIÓN Tª CORPORAL

- Detección **hipotermia**/ **hipertermia** intraoperatoria.

- Mediciones en:

- Sitios fiables:

- Membrana timpánica.
- Nasofaringe.
- Arteria pulmonar.
- Esófago distal.

Miden
Tª Central

- Sitios intermedios:

- Boca.
- Axila.
- Recto.
- Vejiga urinaria.

Se estima
Tª central



MONITORIZACIÓN T^a CORPORAL

- T^a cutánea:

- T^a frontal durante anestesia general es 1 a 2°C menor a T^a central.
- Podemos estimar T^a core. Termómetros adhesivos de cristal líquido. Posibilidad de errores.¹



Failure of intraoperative liquid crystal temperature monitoring. *Anesth Analg* 1996; 82

MONITORIZACIÓN Tª CORPORAL

- ¿**Cuándo** medir Tª corporal?
 - Anestesia general: Cirugías > de 30 mín.
 - Anestesia Regional: Cirugía de larga duración
 - Recuperación postanestésica: siempre, en especial si hipotermia intraoperatoria, transfusión, fiebre o sépticos.
- ¿**Dónde y cada cuánto**?
 - Intubados: Sonda Tª esofágica.
 - Anestesia regional y ventilados con mascarera facial:
 - Medición continua Tª timpánica
 - Medición intermitente Tª axilar, oral y frontal c/10-15 mín.

Temperature monitoring. Int Anesthesiol Clin 1996;34

The etiology and management of inadvertent perioperative hypothermia. J clin Anesth 1995: 7

PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO HIPOTERMIA



PREVENCIÓN HIPOTERMIA

➤ Pérdidas por redistribución:

■ vasodilatación farmacológica preoperatoria

- Estudios con NIFEDIPINO.
- $\downarrow T^a$ 0.8°C (frente a 1.7°C).¹
- Limitado por efectos secundarios.²

■ Precaletamiento cutáneo

- $\uparrow T^a$ periférica.
- Vasodilatación periférica.
- Ideal 30-60 mín antes cirugía.³

¹ Anesthesiology 1994 80,123-8.

Nifedipine and intraoperative core body temperature in humans

² Rev. Esp. Anestesiolog. Reanim. Vol 50,4,2003,80,123-8

Hipotermia intraoperatoria no terapéutica

³ Optimal duration and temperature of prewarming. Anesthesiology 1995

PREVENCIÓN HIPOTERMIA

- ↓ Gradiente T^a central-periférica.
- Termorregulación fisiológica competente.

PREVENCIÓN HIPOTERMIA

- Medidas pasivas:

- Modificar T^a ambiente quirófano

- ↓ pérdida radiante
 - 21°C 100% hipotermia
 - 21°-24°C 30% hipotermia
 - >24°C 0%

Epidual vs general anesthesia, ambient room temperature and patient age as predictors of inadvertent hypothermia. Anesthesiology 1992, 77

- Cobertura superficie corporal

- ↓ Convección y radiación
 - Más importante area total que parte cubierta o material utilizado.

Mild perioperative hypothermia. New Eng J Med 1997, 336; 1730-1737

PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO HIPOTERMIA

- *Sistemas de calentamiento:*

- Lámparas de infrarrojos
- Colchonetas agua caliente
- Aire caliente convectivo
- Mantas eléctricas
- Calentadores de fluidos iv
- Humidificadores de gases anestésicos
- Calentadores CO2 cirugía laparoscópica
- Calentamiento líquidos irrigación

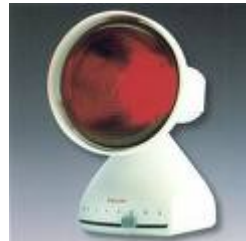


- *Otras medidas*

- Infusión aa iv

PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO HIPOTERMIA

- Lámparas de infrarrojos
 - Radiación infrarroja transferida por fotones
 - Aporta 17,7 cal·h⁻¹
 - Distancia mínima 70 cm
 - No evitan pérdidas por convección
 - Útiles en RN, politraumatizados, quemados



Rev. Esp. Anestesiolog. Reanim. Vol 50,4,2003, 80,123-8.
Hipotermia intraoperatoria noterapéutica

PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO DE LA HIPOTERMIA

- Colchonetas agua caliente
 - ↓ Pérdidas por conducción
 - Bajo espalda riesgo necrosis tisular (calor + presión).¹
 - 90% pérdidas térmicas en superficie anterior cuerpo
 - Nuevas modalidades:
 - Thermo wrapping Allon System: traje alrededor area no quirúrgica. + efectivo que aire convectivo.
 - Hidrogel

¹ Complications and treatment of mild hypothermia. Anesthesiology 2001,95

PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO DE LA HIPOTERMIA

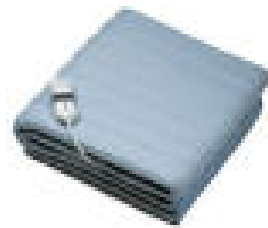
- **Aire caliente convectivo:**
 - Cobertura papel o plástico. (Manta)
 - Desechable.
 - ↓ Pérdidas radiantes y por convección.¹
 - No chorro aire caliente sobre piel.
 - No ↑ riesgo infección (Filtros)
 - Posible ↑ T^a corporal media $\approx 1.5^{\circ} / h$.²
 - Sistemas **más eficaces** en prevención y tto hipotermia.²

¹ Complications and treatment of mild hypothermia. Anesthesiology 2001,95

² Comparison of forced air warming systems for perioperative use. Anesthesiology 1994,80

PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO DE LA HIPOTERMIA

- Mantas eléctricas (fibra de carbono):
 - Adaptable.
 - Lavable.
 - Cobertura gran parte superficie corporal.
 - Cirugía abdominal, mantenimiento $T^a \approx$ a aire caliente convectivo.¹



¹ The effect of carbon fiber resistive heating on perioperative management of core hypothermia. Anesthesiology 2001, 95

PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO HIPOTERMIA

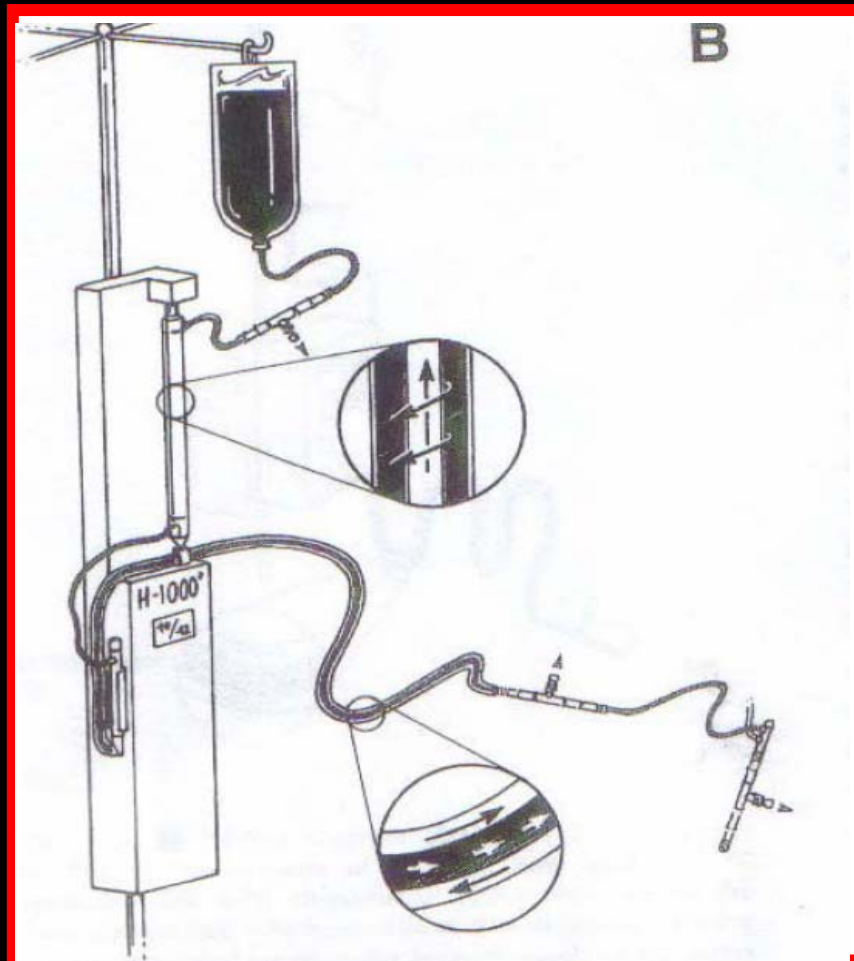
- Calentamiento de fluidos administrados i.v:
 - 1CH(refrigerado) o 1L cristaloides (T^a ambiente) $\downarrow T^a \approx 0.25^{\circ}\text{C}$ (conducción).^{1,2}
 - No recomendable calentar sueros/sangre $> T^a$ corporal.^{1,2}
 - No ventaja clínica si no precisa de rápida velocidad de perfusión i.v y no se usan otros métodos de calentamiento.



1. Consequences and treatment of perioperative hypothermia. *Anesthesiology Clinics of NA*. 1994
2. Complications and treatment of mild hypothermia. *Anesthesiology* 2001, 95

PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO HIPOTERMIA

• Tipos de calentadores de fluidos:



PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO HIPOTERMIA

- Calentamiento y humidificación de gases anestésicos:
 - Vías respiratorias suponen $<10\%$ pérdidas calor metabólico.
 - Circuitos cerrados o semicerrados a bajos flujos ↓ pérdidas.
 - Humidificadores:
 - ↓ pérdidas por evaporación

PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO HIPOTERMIA

- Humidificadores:

- Activos:

- Nebulización ultrasónica.
- Evitan enfriamiento sangre aórtica.
- Eficaces sobre todo en niños.
- $T^a < 40.5^{\circ}\text{C}$
- Insuficientes por sí solos para recalentar paciente.

- Pasivos:

- Filtros o narices artificiales
- Son la mitad de eficaces que los activos.

PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO HIPOTERMIA

- Calentamiento de líquidos de irrigación de cavidades
 - Líquidos de irrigación a 38°C disminuye significativamente incidencia de hipotermia intraoperatoria.



Effects of irrigation fluid warming on hypothermia during urologic surgery. Urol Nurs
1994;14

PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO HIPOTERMIA

- Calentadores de CO₂ para cirugía laparoscopia:
 - Pérdidas por evaporación
 - Pérdidas = 0 > a cirugía abdominal abierta.¹
 - Insuflación peritoneal de CO₂ seco y a baja T^a
 - Gran capacidad de absorción de superficie peritoneal.
 - Calentando y humidificando gas de insuflación peritoneal
 - Previene la hipotermia que provocaría esta técnica.²
 - disminuye dolor postoperatorio y tiempo de recuperación postanestésica

¹-Intraoperative thermal regulain in patients udergoing laparoscopic vs opensurgical procedures.
Surd endosc.2001; 15

²- Warmed gas prevents hypothermia during laparocpic surgery.Anesthesiology 2001, 95

CONCLUSIONES

- El calentamiento superficie corporal anterior a la inducción minimiza el descenso de T^a que se da en ésta.
- El aislamiento pasivo ↓ pérdida de calor corporal.
- Para mantener normotérmico al paciente durante la cirugía se precisarían medidas de calentamiento activas (la mayoría de ocasiones)
- Aire caliente convectivo y circulación de agua caliente son los más eficaces.

CONCLUSIONES

- El calentamiento de los líquidos iv debe usarse cuando se prevea necesario perfundir rápidamente cantidades importantes de fluidos y debe considerarse un sistema complementario al calentamiento corporal para mantener la normotermia.