

Revista Mexicana de Enfermería Cardiológica

Volumen 9
Volume

Número 1-4
Number




Enero-Diciembre 2001
January-December

Artículo:




Derivación cardiopulmonar con hipotermia profunda y paro circulatorio

Derechos reservados, Copyright © 2001:
Sociedad Mexicana de Cardiología

Otras secciones de
este sitio:

-  [Índice de este número](#)
-  [Más revistas](#)
-  [Búsqueda](#)

*Others sections in
this web site:*

-  [Contents of this number](#)
-  [More journals](#)
-  [Search](#)



Medigraphic.com

Derivación cardiopulmonar con hipotermia profunda y paro circulatorio

Enf. Perf. Amalia Reyes Guevara,* Enf. Perf. Beatriz González Vergara**

* Jefe del Servicio de Perfusión, Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez".

** Enfermera del Servicio de Perfusión del Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez".

RESUMEN

En este procedimiento, se describen las técnicas de derivación cardiopulmonar con hipotermia profunda y paro circulatorio en el paciente neonato y lactante. Se mencionan también los objetivos, principios, indicaciones y contraindicaciones de la hipotermia profunda, así como complicaciones.

Palabras clave: Hipotermia, derivación cardiopulmonar, paro circulatorio.

ABSTRACT

In this procedure deep hypothermia, arrest circulatory and cardiopulmonary bypass techniques in neonates, infant and young childrens are discusses. The objectives, principles, indications and non indications as well as complications of the hypothermia are mentioned too.

Key words: Hypothermia, bypass cardiopulmonary, circulatory arrest.

CONCEPTO

La hipotermia es un estado en el cual la temperatura del cuerpo de un mamífero hemotérmico está por abajo de 35°C. Es una modalidad terapéutica muy importante, disponible para el cirujano cardiovascular, anesthesiólogo y perfusionista. La hipotermia profunda permite someter al paciente a un paro circulatorio total que permite al cirujano realizar técnicas quirúrgicas especiales.

La hipotermia se clasifica en:

- Hipotermia ligera 32 - 34°C
- Hipotermia moderada 26 - 31°C
- Hipotermia profunda 20 - 25°C
- Hipotermia muy profunda 14 - 19°C o < 20°C

OBJETIVOS

- Prevenir la isquemia celular.
- Proporcionar protección cerebral.
- Interrumpir el flujo sistémico y por consiguiente reducir la hemólisis.
- Contribuir a la protección miocárdica.
- Proporcionar un margen de seguridad ante un evento de falla mecánica inesperada (en el circuito de perfusión).
- Proporcionar al cirujano un campo quirúrgico ideal.

PRINCIPIOS

- La hipotermia sistémica disminuye todas las reacciones bioquímicas así como la actividad metabóli-

Recibido para publicación: 13 de noviembre de 2001.

Aceptado para publicación: 17 de enero de 2002.

Dirección para correspondencia:

Enf. Perf. Amalia Reyes Guevara

Instituto Nacional de Cardiología "Ignacio Chávez".

Juan Badiano No.1 Col. Sección XVI, 14080, México, D.F.

Tel: 55732911 Ext. 1274.

ca, reduce en forma importante el consumo de sustratos metabólicos y oxígeno, disminuyendo el metabolismo basal de 5 - 7% por cada grado centígrado que desciende la temperatura. Esta reacción dependiente de la temperatura ha sido descrita por el concepto Q-10, que se define como el aumento o disminución en la velocidad de reacción en los procesos metabólicos en relación a los cambios de temperatura de 10°C, por lo que un proceso con un Q-10 de 2, tendrá una doble reacción con un aumento o disminución en la temperatura de 10°C. La mayoría de los procesos metabólicos incluyendo el consumo total de oxígeno tienen un Q-10 de 2 a 3.

- Algunos de los procesos bioquímicos, especialmente los localizados en la membrana celular, muestran un cambio abrupto en la velocidad de la reacción a temperaturas críticas, ésta se ha denominado como "fase de transición" y se cree que es el resultado de un cambio en la membrana celular de fluido a gel. En los tejidos de los mamíferos esta fase de transición, a menudo ocurre entre los 25 y 28°C y puede causar trastornos en la homeostasis de la célula. Los procesos biofísicos como la ósmosis y difusión del agua se afectan también con la temperatura.
- De acuerdo a la ecuación de Arrhenius, la velocidad de una reacción química es directamente proporcional a la temperatura a la cual se lleva a cabo.
- La hipotermia causa una desviación progresiva hacia la izquierda de la curva de disociación de la hemoglobina, provocando una disminución de la P₅₀, es decir PO₂ correspondiente a 50% de saturación de la hemoglobina, de 26 (37°C), a 17, 12 y 5 torr para las temperaturas respectivas de 30, 20 y 10°C. Este aumento de la afinidad de la hemoglobina por el oxígeno, disminuye la cantidad de oxígeno liberado en los tejidos, lo que provoca un aumento del transporte del oxígeno disuelto, que normalmente es de 0.3 vol % a 38°C, para alcanzar así 1.5 vol % a 30°C y 2 vol % a 25°C.
- La retención de CO₂ debido a la depresión respiratoria, tiende a neutralizar el impacto fisiológico de la desviación de la curva de disociación de la oxihemoglobina hacia la izquierda, conocido como efecto Bohr.
- En hipotermia, la solubilidad de los gases en los líquidos, se relaciona inversamente a la temperatura, por lo que se incrementa el O₂ y CO₂ disueltos en la sangre.

INDICACIONES

- **La hipotermia moderada y ligera**, está indicada en pacientes con procedimientos quirúrgicos de

revascularización coronaria, reemplazo o reparación de las válvulas cardíacas y/o corrección de defectos congénitos.

- **La hipotermia profunda con paro circulatorio total**, es la técnica que se emplea en el paciente adulto para el tratamiento quirúrgico de aneurismas del arco aórtico, de aorta descendente, tromboembolia pulmonar y en aquellos pacientes que debido a lo complejo de su patología lo requieran.
- En los pacientes pediátricos < 10 kg, se indica hipotermia profunda para correcciones quirúrgicas de cardiopatías congénitas complejas.
- En aquellos pacientes que requieran una disminución mayor del consumo de O₂ durante el procedimiento quirúrgico.

CONTRAINDICACIONES

- En pacientes con discrasia sanguínea conocida como crioglobulinas.

MATERIAL Y EQUIPO

1. Circuito extracorpóreo recirculado
2. Colchón térmico
3. Intercambiador de temperatura
4. Cánulas arteriales y venosas
5. Blender
6. Electroencefalograma
7. Termómetros esofágico, rectal y vesical
8. Hielo frapé (tres cubetas)
9. Bolsas con hielo
10. Equipo de volumen medido
11. Medicamentos:

• Solumedrol	30 mg/kg
• Gluconato de calcio	1 g
• Sulfato de magnesio	1 g
• Heparina 1,000 UI/mL	1 fco
• Fentolamina	1 fco. de 5 mg (para paciente neonato)
• Nitroprusiato de sodio	50 mg
• Sol. glucosada al 5%	250 mL
• Manitol al 20%	0.5 g/kg
• Tiopental sódico	1 g

PROCEDIMIENTO

1. El cirujano indica la técnica de hipotermia profunda.
2. El anestesiólogo coloca electrodos para monitoreo cerebral.
3. La auxiliar de servicios clínicos solicita al personal de intendencia el hielo necesario.

4. La enfermera circulante prepara bolsas de plástico con hielo frapé.
5. La perfusionista, arma, llena y recircula el circuito extracorpóreo, verifica el monitoreo de las temperaturas rectal, vesical y esofágica del paciente y desciende la temperatura del colchón térmico a 5°C, una vez que el paciente está anestesiado.
6. El cirujano hepariniza, canula y conecta al paciente al circuito extracorpóreo.
7. La perfusionista inicia la perfusión con: flujo en adultos de 2.25 L/m² /ASC/min y en niños de 150 - 200 mL/kg/min.
8. El anesthesiólogo coloca bolsas con hielo frapé en la cabeza del paciente.
9. La perfusionista inicia el descenso de la temperatura del paciente, manteniendo el intercambiador y colchón térmico en 5°C, administra bolo de fentolamina en dosis de 0.1 mg/kg si el paciente es neonato o lactante, tratando de mantener un gradiente entre la temperatura rectal y nasofaríngea de 4-5°C, mantiene la viscosidad de la sangre durante la hipotermia de acuerdo a la temperatura, lo cual permite optimizar el flujo capilar, mantiene la temperatura del agua del intercambiador en 5°C (drena el agua de éste y agrega hielo). Modifica la FiO₂ y flujo de gases por minuto de acuerdo a la gasometría, durante la perfusión los gases sanguíneos se manejan con el método pH Stat y continúa el enfriamiento.
10. El anesthesiólogo administra de 5-10 mg/kg de tiopental con los siguientes parámetros: temperatura rectal del paciente 18-20°C y EEG en línea isoeletrica.
11. El cirujano pinza la aorta.
12. El anesthesiólogo administra la solución cardiopléjica.
13. La perfusionista comunica al cirujano cuando la temperatura rectal del paciente esté en 18°C.
14. El cirujano indica el paro de la bomba arterial.
15. La perfusionista para la bomba arterial, pinza la línea arterial del paciente y toma tiempo de inicio del paro circulatorio e inicia a través de la línea venosa el drenaje del volumen sanguíneo del paciente al reservorio venoso.
16. El cirujano facilita el drenaje venoso presionando el abdomen.
17. El perfusionista observa con atención el nivel del reservorio venoso, cuando éste ya no se modifica pinza la línea venosa.
18. El cirujano retira las cánulas venosas para facilitar la técnica quirúrgica, si el procedimiento es con paciente neonato o lactante.
19. La perfusionista suspende el goteo de nitroprusiato, retira la pinza de la línea de recirculación, inicia la recirculación del oxigenador con flujo de 50-1000 mL/min; mantiene la temperatura del colchón térmico en 5°C, deja de recircular agua fría al oxigenador y cierra el flujo de gases.
20. El cirujano realiza el tratamiento quirúrgico.
21. La perfusionista avisa al cirujano el tiempo de paro circulatorio cada 20 min.
22. El cirujano valora el tiempo de paro circulatorio y el tiempo necesario para concluir el tratamiento quirúrgico (tiempo máximo de paro circulatorio 50 min) e indica reiniciar la perfusión durante 10 min, si el tiempo de paro circulatorio se prolonga.
23. La perfusionista para la bomba arterial, pinza la línea de recirculación, despinza la línea arterial del paciente, reinicia la perfusión transfundiendo de 400-600 mL en el paciente adulto y 100 mL en el paciente lactante, posteriormente despinza la línea venosa. Incrementa el flujo arterial a 2.4 L/ASC/min, recircula el agua del intercambiador de temperatura a 5°C, a los 10 min de reperfusión para la bomba arterial y cierra el flujo de gases.
24. El cirujano indica la finalización del tiempo quirúrgico.
25. La perfusionista reinicia el calentamiento con una temperatura del colchón térmico e intercambiador de temperatura de 30°C.
26. El cirujano indica reinicio de la perfusión.
27. La perfusionista reinicia perfusión, transfundiendo de 400-600 mL en el paciente adulto y 100 mL en el paciente lactante, posteriormente despinza la línea venosa, incrementa el flujo arterial a 2.4 L/ASC/min e inicia el flujo de gases, 1L x 1L de flujo de sangre con una FiO₂ al 50%.
28. El anesthesiólogo retira las bolsas con hielo de la cabeza del paciente.
29. La perfusionista continúa el calentamiento, manteniendo un gradiente de 10°C entre la temperatura del agua del intercambiador del colchón térmico y la temperatura del paciente. Repite dosis de fentolamina en el niño o inicia goteo de nitroprusiato de sodio a dosis de 0.5 µg/kg/min. Coloca un hemofiltro para incrementar el hematocrito y si es necesario modifica el flujo de gases y FiO₂ de acuerdo a la temperatura y resultado de la gasometría arterial y venosa con el método pH Stat.
30. El cirujano despinza la aorta.
31. La perfusionista corrige gasometrías si existe déficit de base, cuando el paciente tenga 30°C,

toma tiempo de coagulación en sangre activada en 34°C de temperatura nasofaríngea y prepara la dosis de protamina correspondiente de acuerdo a gráfica de Bull, suspende goteo de nitroprusiato de sodio en 36°C de temperatura nasofaríngea y 34°C rectal, avisa al cirujano cuando la temperatura rectal esté en 34°C y la nasofaríngea en 37°C.

32. El anestesiólogo inicia el destete del paciente de la derivación cardiopulmonar.
33. La perfusionista para la bomba arterial, pinza la línea venosa y da por terminada la perfusión si las condiciones hemodinámicas del paciente permanecen estables, transfunde el volumen residual del oxigenador, en coordinación con el anestesiólogo.
34. El anestesiólogo administra la protamina.
35. La perfusionista continúa la vigilancia del paciente, toma muestras de sangre para gasometría, tiempo de coagulación en sangre activada y exámenes rutinarios de laboratorio, finaliza el balance transoperatorio de líquidos y entrega el balance a la enfermera de terapia intensiva quirúrgica.

PUNTOS IMPORTANTES

- El empleo de hipotermia, es una fase óptima que depende de consideraciones cuidadosas y numerosos cambios biofísicos y bioquímicos que ocurren con los cambios de temperatura. Algunos de estos cambios fisiológicos son benéficos ya que retardan el desarrollo de la isquemia, pero es evidente que no todos los cambios celulares en respuesta a la hipotermia son ventajosos para mantener la viabilidad celular.
- El efecto fundamental de la hipotermia, es la reducción progresiva del movimiento molecular.
- La hemodilución combinada con hipotermia, mejora el flujo de sangre renal y protege la integridad de los túbulo renales.
- La hipotermia causa una disminución en el flujo de sangre a todos los órganos del cuerpo, sin embargo algunas áreas experimentan aún mayor disminución que otras como son: el músculo esquelético y las extremidades, seguido por la red esplácnica, corazón y cerebro.
- La hipótesis de Leaf's, dice que para temperaturas < 15°C el volumen celular depende de la actividad de la bomba de Na, K y ATPasa. El frío induce la inhibición de la bomba de sodio para mantener niveles de sodio bajo y potasio alto dentro del espacio intracelular, dando por resultado una ganancia

neta de partículas osmóticamente activas como son los iones de sodio que entran a la célula y otros iones que se difunden abajo de su gradiente electro-mecánico. El agua entra y produce edema de las células y de los organelos intracelulares, estos cambios ocurren a bajas temperaturas.

- El frío produce vasoconstricción periférica por estimulación de los centros simpáticos del hipotálamo, posteriormente hay una liberación de catecolaminas como respuesta a la conservación del calor.
- El frío disminuye la actividad enzimática del túbulo renal distal, lo que origina una disminución de la reabsorción de una serie de sustancias, principalmente glucosa.

Cuadro I. Flujo en niños.

Peso (kg)	Flujo (mL)	Flujo ideal (mL)
< 3 kg	150 – 200	200
3 – 10	125 – 175	150
10 – 15	120 – 150	125
15 – 30	80 – 120	100
30 – 50	70 – 90	75
> 50	50 – 60	50

Cuadro II. Relación Hematócrito – Temperatura.

Temperatura en perfusión (°C)	Hematócrito (%)
17 – 22	20 – 22
22 – 28	25
28 – 32	30
37	35

Cuadro III. Tiempo de paro circulatorio seguro.

Temperatura (°C)	Consumo de oxígeno (%)	Tiempo de paro circulatorio (min)
37	100	4 – 5
29	50	8 – 10
27	25	16 – 20
16	12	32 – 40
10	6	64 – 80

- La hipotermia aumenta la viscosidad de la sangre y disminuye la velocidad de ésta (agregación de los elementos corpusculares por el paso de los líquidos del espacio vascular al intracelular).
- La viscosidad sanguínea aumenta 5% por cada grado centígrado de disminución en la temperatura.

COMPLICACIONES

Los pacientes con un periodo de paro circulatorio prolongado, pueden presentar complicaciones neurológicas. La hipotermia profunda por sí misma todavía no asegura una completa recuperación neuro-

lógica en el adulto o un desarrollo neurológico e intelectual normal en el niño después de una perfusión prolongada.

BIBLIOGRAFÍA

1. Rebeyka RAJ. *Cardiopulmonary bypass in neonates and young children*. Butterworth Heinemann Ltd 1994; 54-56, 67-81, 297-305.
2. Mora TC, James M et al, Willis HW, Hakob GD. *Cardiopulmonary Bypass*. Springer-Verlag, 1995; 120-121, 6-7, 34.
3. Glenn PG, Laurie KD. *Cardiopulmonary Bypass*. Williams and Wilkins, 1993: 140-154.
4. Casthely PA et al. *Cardiopulmonary Bypass*. Futura Publishing Company Inc. Mount Kisco; 1991: 46-52, 163-166.