CAPÍTULO 73

Regulación de la temperatura corporal y fiebre

Temperatura central-->es la de los tejidos profundos, permanece muy constante (entre +/- 0.6 °C)

Temperatura periférica-->también llamada cutánea, aumenta y desciende con la temperatura del entorno.

Temperatura central

* No existe una sola
* Se encuentra entre 36 y 37.5 °C (en temperaturas bucales)
* Es 0.6 °C más alta en el recto
* Aumenta con el ejercicio y variaciones extremas de temperatura ambiental.
* Ejercicio agotador-->eleva hasta 38.3-40 °C la temperatura central
* Frío extremo-->desciende por debajo de 35.5 °C la temperatura central

Si producción excede pérdida-->calor se acumula dentro del cuerpo

Si pérdida es mayor que producción-->calor desciende dentro del cuerpo

Producción de calor

Es uno de los productos intermedios más importantes del metabolismo.

Tasa metabólica del organismo-->tasa de producción de calor

Los factores que determinan la tasa del metabolismo son:

* Tasa metabólica basal de las células
* Tasa extra generada por actividad muscular (incluidas contracciones por tiritona)
* Metabolismo añadido por efecto de tiroxina
* Metabolismo añadido por efecto de adrenalina, noradrenalina y estimulación simpática.
* Metabolismo extra por mayor actividad química de células
* Metabolismo adicional necesario para digestión, absorción y almacenamiento de alimentos.

Pérdida de calor

El calor producido en los órganos profundos como hígado, cerebro, corazón y músculos esqueléticos pasa a la piel, desde ella el calor se pierde hacia la atmósfera.

Dos factores que determinan la rapidez con la que desaparece el calor son:

* Rapidez con la que se transporta el calor desde el lugar de producción dentro del organismo hacia la piel
* Rapidez con la que la piel ceda el calor al entorno

El sistema aislante del organismo está formado por piel, tejidos subcutáneos y grasa de tejidos subcutáneos.

La grasa conduce el color a 1/3 de la velocidad de los otros tejidos.

Las mujeres poseen un mejor aislamiento ya que tienen más grasa corporal.

VELOCIDAD CON LA QUE FLUYE LA SANGRE A LA PIEL PUEDE VARIAR DESDE PRACTICAMENTE NADA HASTA 30% DEL GASTO CARDIACO TOTAL.

La perfusión sanguínea es la que determina la conducción de calor hacia la piel.

PIEL ES EL SISTEMA RADIADOR DE CALOR, CONTROLA EFECAZMENTE EL FLUJO SANGUÍNEO DE LA PIEL QUE TRANSFIERE EL CALOR DESDE EL CENTRO DEL ORGANISMO HACIA LA PIEL.

GRADO DE VASOCONSTRICCIÓN DE ARTERIOLAS Y ANASTOMOSIS ARTERIOVENOSAS QUE DESENVOCAN EN EL PLEXO VENOSO DE LA PIEL REGULA CONDUCCIÓN DE CALOR HACIA LA PIEL A TRAVÉS DE LA SANGRE

Métodos por los que el calor se desprende de la piel al entorno

Radiación

* 60% del calor se pierde por este método.
* Significa que la pérdida de calor se da por la emisión de radiaciones infrarrojas
* Cuerpo humano irradia calor en todas las direcciones
* Si la temperatura del cuerpo es mayor que la del ambiente, el cuerpo emite una mayor cantidad de calor de la que recibe.

Conducción

* 3% del calor se pierde por conducción a los objetos
* 15% del calor se pierde por conducción aerea
* Cuando la temperatura del aire cercano a la piel iguala la de la piel no se genera más conducción, debido a que la cantidad de calor conducida desde el aire hacia el cuerpo es igual a la temperatura de la piel.

Convección

* Es la pérdida de calor corporal por las corrientes de convección del aire.
* Primero el calor debe conducirse al aire y después alejarse de las corrientes de aire de convección
* Aprox 15% de calor se debe a la conducción del mismo y luego a la convección con alejamiento del cuerpo.

Evaporación

* La pérdida de calor a través de este método se da por medio de la sudoración.
* La velocidad de sudoración es la que controla la pérdida de calor por este método.
* ES EL ÚNICO MEDIO QUE TIENE EL ORGANISMO PARA LIBERARSE DEL CALOR
* Todo lo que impida la evaporación aumentará la temperatura corporal interna.

TEMPERATURA DE LA PIEL MAYOR QUE LA DEL AMBIENTE-->SE PIERDE CALOR POR RADIACIÓN Y CONDUCCIÓN

TEMPERATURA DEL AMBIENTE MAYOR QUE LA DE LA PIEL-->CUERPO RECIBE CALOR POR RADIACIÓN Y CONDUCCIÓN.

Efecto de indumentaria en pérdida de calor por conducción

La ropa atrapa el aire cercano a la piel, aumenta la zona privada de aire próxima a la piel y reduce el flujo de las corrientes de convección del aire.

La ropa reduce la tasa de pérdida de calor hasta aprox la mitad de la del cuerpo desnudo.

Casi la mitad del calor transmitido por la piel a la ropa es por radiación.

Cuando la ropa se humedece la eficacia para conservar la temperatura disminuye, ya que el AGUA PERMITE QUE EXISTA UNA TASA DE PÉRDIDA DE CALOR MUY SUPERIOR A LA DEL AIRE.

Sudoración, regulación por el SNA y mecanismos de la secreción

Estimulación de la zona preóptica del hipotálamo anterior provoca sudoración.

Impulsos nerviosos que inducen sudoración desde esta zona son transmitidos por SNA a la médula y luego por la vía simpática hasta la piel.

GLÁNDULAS SUDORÍPARAS ESTÁN INERVADAS POR FIBRAS COLINÉRGICAS (FIBRAS QUE PERTENECEN A SISTEMA NERVIOSO SIMPÁTICO). También son estimuladas por adrenalina y noradrenalina (estas últimas actúan especialmente durante el ejercicio muscular).

Cada glándula sudorípara está compuesta por:

* Porción arrollada subdérmica-->segrega sudor
* Conducto que asoma a la piel a través de dermis y epidermis-->segrega secreción primaria o precursora y modifica concentraciones de los componentes de dicha secreción.

LA SECRECIÓN PRECURSORA TIENE UNA COMPOSICIÓN SEMEJANTE A LA DEL PLASMA, no contiene proteínas de éste y las concentraciones de iones son menores, exceptuando Na y cloruro.

Sí glándula se estimula discretamente-->líquido precursor pasa lentamente por conducto. Algunos componentes se concentran mucho (urea, ácido láctico, iones K)

SISTEMA NERVIOSO SIMPÁTICO ESTIMULA GLÁNDULAS SUDORÍPARAS CON FUERZA, se forma gran cantidad de secreción precursora y el conducto sólo logra reabsorber poco más de la mitad del cloruro sódico.

Aclimatación e importancia de aldosterona

Aclimatación-->reduce concentración de cloruro sódico para conservar cantidades crecientes de sal.

Aldosterona-->provoca conservación de cloruro sódico que se inicia por el ligero descenso de la concentración de cloruro sódico en los LEC y el plasma.

Jadeo-->método alternativo para disipar calor, eficaz para animales inferiores, que es controlado por centro del jadeo que está asociado al centro respiratorio neumotáxico de la protuberancia.

IMPORTANCIA DEL HIPOTÁLAMO EN LA REGULACIÓN DE LA TEMPERATURA CORPORAL

Un cuerpo desnudo mantenido en atmósfera seca entre 12 y 55 °C puede mantener una temperatura central normal de 36 a 37.5°C

TEMPERATURA CORPORAL ES REGULADA CASI EXCLUSIVAMENTE POR MECANISMOS NERVIOSOS DE RETROALIMENTACIÓN QUE OPERAN A TRAVÉS DE CENTROS TERMOREGULADORES SITUADOS EN EL HIPOTÁLAMO.

Núcleos preópticos y anteriores del hipotálamo--> regiones encefálicas principales en las que el calor o frío influyen en el control de la temperatura corporal.

Zona hipotalámica anterior-preóptica-->contiene muchas neuronas sensibles al calor y hasta 1/3 sensibles al frío.

Sí región preóptica se calienta--> piel de todo el organismo empieza a sudar profusamente (diaforesis), existe dilatación de vasos cutáneos, se inhibe todo exceso de producción calórica. Todo lo anterior provoca pérdida de calor y normalización de la temperatura corporal.

Zona hipotalámica posterior-->combina e integra señales de la región preóptica y otras partes del organismo para regular las reacciones productoras y conservadoras del calor corporal.

Detección de la temperatura por termorreceptores de la piel y tejidos profundos

La piel contiene receptores para fío y calor. HAY MUCHO MÁS RECEPTORES PARA FRÍO.

Detección periférica de la temperatura--> se encarga de detectar temperaturas frías o muy frías en lugar de calientes.

Cuando la piel se enfría se desencadenan efectos reflejos como:

* Estimulación de escalofríos (aumenta tasa de producción de calor)
* Inhibe sudoración
* Induce vasoconstricción (evita pérdida de calor)

Receptores profundos de temperatura--> se encuentran en médula, vísceras abdominales o alrededor de grandes venas de parte superior de tórax y abdomen. Están expuestos a temperatura central y detectan más frío que calor.

MECANISMOS PARA REDUCIR LA TEMPERATURA

* VASODILATACIÓN DE LA PIEL-->vasos sanguíneos de la piel en todas la regiones corporales se dilatan debido a inhibición de los centros simpáticos del hipotálamo posterior.
* SUDORACIÓN--> el incremento adicional de 1°C a la temperatura normal causa sudoración para eliminar 10 veces la tasa basal de producción corporal de calor.
* DISMINUCIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE CALOR-->se inhibe tiritona y termogenia química

MECANISMOS PARA AUMENTAR LA TEMPERATURA

* VASOCONSTRICCIÓN DE LA PIEL--> estimulada por centros simpáticos de la porción posterior del hipotálamo.
* PILOERECCIÓN--> carece de interés para el ser humano
* AUMENTO DE TERMOGENIA--> se eleva con tiritona, estimulación simpática de la producción de calor y secreción de tiroxina.

Estimulación hipotalámica de tiritona

Centro motor primario de la tiritona--> Localizado en porción dorsomedial del hipotálamo posterior y cerca de la pared del tercer ventrículo. Está inhibido por la región hipotalámica anterior-preóptica. SE ACTIVA POR SEÑALES DE FRÍO EN LA PIEL Y CUANDO LA TEMPERATURA CORPORAL DESCIENDE.

El centro motor de la tiritona transmite señales causantes de la tiritona a través de tractos bilaterales de la médula, que acaban en motoneuronas anteriores. Esas señales aumentan el tono de los músculos esqueléticos y facilitan la actividad de motoneuronas anteriores.

CUANDO PRODUCCIÓN DE TIRITONA ES MÁXIMA, LA PRODUCCIÓN DE CALOR DEL CUERPO AUMENTA DE CUATRO A CINCO VECES.

Excitación química simpática de la producción de calor

El aumento de la estimulación simpática o valores circulantes de noradrenalina y adrenalina pueden inducir aumento inmediato de la tasa metabólica celular.

Termogenia química o termogenia si escalofríos-->aumento inmediato de la tasa metabólica celular. Obedece a la capacidad de la noradrenalina y adrenalina para desacoplar la fosforilación oxidativa.

GRADO DE TERMOGENIA QUÍMICA SE RELACIONA CON LA CANTIDAD DE GRASA PARDA QUE EXISTE EN LOS TEJIDOS, esto se debe a que la grasa parda posee muchas mitocondrias dedicadas a la oxidación desacoplada.

Adultos-->termogenia química aumenta producción de calor 10-15%

Lactantes-->termogenia química aumenta producción de calor 100%

Liberación de tiroxina

La refrigeración de la región hipotalámica anterior y preóptica aumenta la producción de hormona liberadora de tirotropina, luego dicha hormona se conduce hacia la adenohipófisis y estimula la secreción de tirotropina.

A su vez la tirotropina estimula mayor liberación de tiroxina, la cual activa proteína desacopladora para aumentar la tasa metabólica celar.

El aumento metabólico no es inmediato ya que necesita de varias semanas de exposición corporal al frío para que la tiroides se hipertrofie y alcance el nuevo nivel de secreción de tiroxina.

AUMENTA LA PRODUCCIÓN DE CALOR A LARGO PLAZO.

Punto de ajuste para el control de la temperatura

El punto de ajuste es una temperatura central de 37.1 °C

Por encima de 37.1 °C--> velocidad de pérdida de calor excede la velocidad de producción de calor. Por lo cual temperatura corporal disminuye y se aproxima a dicho valor.

Por debajo de 37.1 °C--> velocidad de producción de calor es mayor que la velocidad de pérdida. Por lo cual la temperatura se eleva y busca aproximarse al punto de ajuste.

TODOS LOS MECANISMOS TERMORREGULADORES TRATAN EN TODO MOMENTO DE LLEVAR LA TEMPERATURA CORPORAL AL PUNTO DE AJUSTE.

Modificación del punto de ajuste para controlar temperatura central debido a la temperatura cutánea

A PARTIR DEL PUNTO DE AJUSTE DE LA TEMPERATURA SE INICIA LA SUDORACIÓN Y POR DEBAJO DE ÉSTE COMIENZA LA TIRITONA.

El punto de ajuste crítico de la temperatura depende del grado de actividad de los receptores para el calor de la región hipotalámica anterior y preóptica.

La temperatura de regiones periféricas como la piel, médula y vísceras abdominales modifican el punto de ajuste del centro hipotalámico que controla la temperatura.

Sudoración se inicia cuando la temperatura hipotalámica más baja siempre y cuando la temperatura cutánea sea elevada. Sí la temperatura cutánea es reducida la sudoración se inicia a una temperatura hipotalámica más elevada.

Tiritona se activa cuando la temperatura cutánea es baja, aunque la temperatura hipotalámica puede continuar en un intervalo normal.

Las temperaturas frías aumentan la producción de calor, reducen la sudoración, activan la tiritona y se anticipan al descenso de temperatura corporal interna para evitarlo.

Control conductual de la temperatura

Cuando se eleva la temperatura interna señales de regiones encefálicas que regulan la temperatura hacen que existan sensaciones psíquicas de sobrecalentamiento.

Cuando organismo se enfría las señales de la piel y de otros receptores profundos inducen sensación molesta de frío.

CONTROL CONDUCTUAL DE LA TEMPERATURA ES EL ÚNICO MECANISMO VERDADERAMENTE EFICAZ QUE MANTIENE EL CONTROL CORPORAL EN LOS AMBIENTES MÁS FRÍOS.

Este control permite que la persona elija el ambiente adecuado y la ropa que contribuyan a equilibrar la temperatura corporal. Es decir si hace frío buscar abrigo y si hace calor buscar disminuir la temperatura corporal.

Reflejos locales de la temperatura cutánea

Obedecen a efectos locales directos de temperatura sobre los vasos sanguíneos y también a reflejos medulares locales canalizados desde los receptores de la piel hasta la médula espinal y de ésta a la misma región de la piel y glándulas sudoríparas.

La intensidad de estos reflejos está sometida al control de centros encefálicos de la temperatura.

Los reflejos locales contribuyen a evitar intercambio exagerado de calor de las zonas del cuerpo que experimentan frío o calor locales.

Si se secciona la médula por encima de las eferencias simpáticas la temperatura corporal se trastorna gravemente debido a que el hipotálamo ya no regula el flujo sanguíneo de la piel ni el grado de sudoración del cuerpo.

La temperatura de las personas con sección medular se regula por el control conductual de la indumentaria y traslado hacia entornos calientes o fríos.

ALTERACIONES DE LA REGULACIÓN TÉRMICA CORPORAL

FIEBRE-->es el aumento de la temperatura por encima del intervalo normal (36-37.5 °C), se debe a alteraciones del encéfalo o a sustancias tóxicas que llegan a los centros termorreguladores.

PIRÓGENOS-->SON SUSTANCIAS, como proteínas, productos de descomposición de proteínas y toxinas lipopolisacáridas desprendidas de la membrana de células bacterianas, QUE INCREMENTAN EL PUNTO DE AJUSTE DEL TERMOSTATO HIPOTALÁMICO.

Cuando los tejidos o la sangre contienen bacterias o se produce descomposición de ellas, los leucocitos, macrófagos de los tejidos y grandes linfocitos granulosos asesinos lo fagocitan. Éstas células digieren los productos bacterianos y liberan citocinas.

Citocinas--> moléculas de señalización de péptidos que intervienen en las respuestas inmunitarias innatas y adaptativas.

INTERLEUCINA-1--> una de las citocinas más importantes. PROVOCA FIEBRE. Es llamada también PIRÓGENO LEUCOCITARIO O PIRÓGENO ENDÓGENO.

Interleucina-1 produce fiebre porque induce la síntesis de prostaglandinas, especialmente PROSTAGLANDINA E, que a su vez actúa sobre el hipotálamo causando la reacción febril.

Medicamentos como ácido acetilsaliscílico son llamados ANTIPIRÉTICOS porque DISMINUYEN LA FIEBRE.

CARACTERÍSTICAS DE LOS ESTADOS FEBRILES

Escalofríos:

* El hipotálamo posee un punto de ajuste superior al normal, por lo cual el cuerpo empieza los mecanismos para elevar la temperatura corporal.
* Durante este periodo la persona sufre escalofríos y siente frialdad extrema aunque su temperatura corporal sea incluso más alta que el intervalo normal.
* Entre los fenómenos que se dan está la activación de la tiritona y vasoconstricción.
* Los escalofríos se detienen cuando la temperatura corporal alcanza el nuevo punto de ajuste hipotalámico.

Crisis:

* Se produce debido a que el hipotálamo tiene un punto de ajuste más bajo.
* Es causada por la eliminación brusca del factor que causa el aumento de temperatura.
* Crisis es un cambio brusco de acontecimientos en los estados febriles
* Produce vasodilatación y sudoración intensa.

GOLPE DE CALOR

CUANDO LA TEMPERATURA CORPORAL SE ELEVA POR ENCIMA DE UN VALOR CRÍTICO EN EL INTERVALO DE 40.5 -42 °C ES FÁCIL QUE SE PRODUZCA GOLPE DE CALOR.

SI UNA PERSONA REALIZA TRABAJO DURO CON UN AMBIENTE QUE TENGA TEMPERATURA CRITICA PUEDE SUFRIR GOLPE DE CALOR EN UN INTERVALO DE 29 A 32 °C

Los síntomas de un golpe de calor son:

* Mareos
* Molestias abdominales
* Vómitos (a veces)
* Confusión mental
* Pérdida de conocimiento

Con fuentes adecuadas de convección que faciliten la evaporación una persona puede resistir horas una temperatura ambiente hasta de 54°C. En cambio si el aire está humidificado o la persona está bajo el agua el golpe de calor se puede producir a una temperatura por encima de 34°C.

HIPEREXIA--> puede causar la muerte, se generan hemorragias locales y degeneración del parénquima de todas las células corporales, sobre todo del encéfalo. Además causa daños intensos en hígado riñones y otros órganos.

ACLIMATACIÓN

Durante la aclimatación a un ambiente cálido se duplica la velocidad de sudoración, hay incremento del volumen plasmático y disminución de la pérdida de sal por el sudor y la orina, esto último debido a la hipersecreción de aldosterona.

A una temperatura por debajo de 29.5 °C hay desaparición de la capacidad del hipotálamo para regular la temperatura del cuerpo.

A una temperatura debajo de 34.5°C disminuye mucho la capacidad de regulación térmica.

Congelación

La exposición del cuerpo a temperaturas muy frías puede causar congelación.

Sabañones--> congelación corporal, se manifiesta sobre todo en lobulillo de la oreja y dedos de las manos y pies. Estos se pueden evitar debido a la vasodilatación repentina que aporta sangre caliente a la piel y puede manifestarse por rubefacción de la piel.

Después de la congelación ocurre gangrena debido a la gran vasoconstricción que sufre la piel para intentar aumentar la temperatura corporal.