

Efecto de Gradientes de Temperatura en Afecciones Lumbares

Edgardo Bertini, Carlos E. Yamin Turbay y Pedro Pablo Bertini

Se investigó el efecto de un gradiente de temperatura sobre los discos vertebrales de la región lumbar de la columna vertebral. Se comprobó que puede generar afecciones transitorias tales como pinzamientos de vértebras y deformaciones de los discos que provocan dolores intensos y hasta inmovilizaciones temporarias, sobre todo en personas que han sufrido estos síntomas con anterioridad. Tales gradientes de temperatura están presentes en actividades que desarrollan operarios de hornos, fraguas, estampado, forja y cualquier otra actividad en la que la persona esté expuesta a una alta temperatura ventral y una baja temperatura en su espalda. La afección se acentúa en la medida que el gradiente aumenta. Se trabajó sobre un total de 121 personas que desarrollan este tipo de actividades y se comprobó que este efecto se presentó en el 80% de los individuos.

Palabras clave: salud ocupacional, columna vertebral, exposición a radiación térmica.

Effect of temperature gradients in lumbar diseases

The effect of temperature gradients on the lumbar vertebral discs of the spine was investigated. We demonstrated that they can generate transient diseases, such as vertebral clamping and deformations of the discs, which cause intense pains and temporary immobilizations, mainly in people who have suffered these symptoms previously. Such temperature gradients are present in activities developed by workers of ovens, forges, melting, stamps, and any other activity in which the worker is exposed to a high ventral temperature and a low temperature in his back. The disease is more critical as the gradient increases. The present research was performed on a sample of 121 people developing the mentioned activities finding that 80% of the individuals suffered the symptoms.

Key words: occupational health, spine, exposure to thermal radiation.

Introducción

Durante investigaciones ergonómicas en diferentes puestos de trabajo, llamó la atención el elevado porcentaje de ausentismo de operarios por problemas de salud asociados con afecciones de la columna vertebral. Además de las causas trivialmente conocidas, como malas posturas, excesivo esfuerzo o movimientos bruscos que provocan dichas afecciones, pudimos observar que era muy frecuente que operarios de hornos, calderas, forja u otros equipos que actúan como fuentes intensas de calor, incluyendo asadores de regular tamaño, sufrían con más facilidad este tipo de dolencias. Por otro lado, se observó que el efecto se acrecentaba durante el invierno y, sobre todo, en aquellas actividades donde el operario trabaja en contacto con el exterior. En consecuencia, se decidió investigar la influencia de gradientes de temperatura en la columna vertebral, en particular, la zona lumbar, ya que es esta región la que presentó mayor cantidad de dolencias.

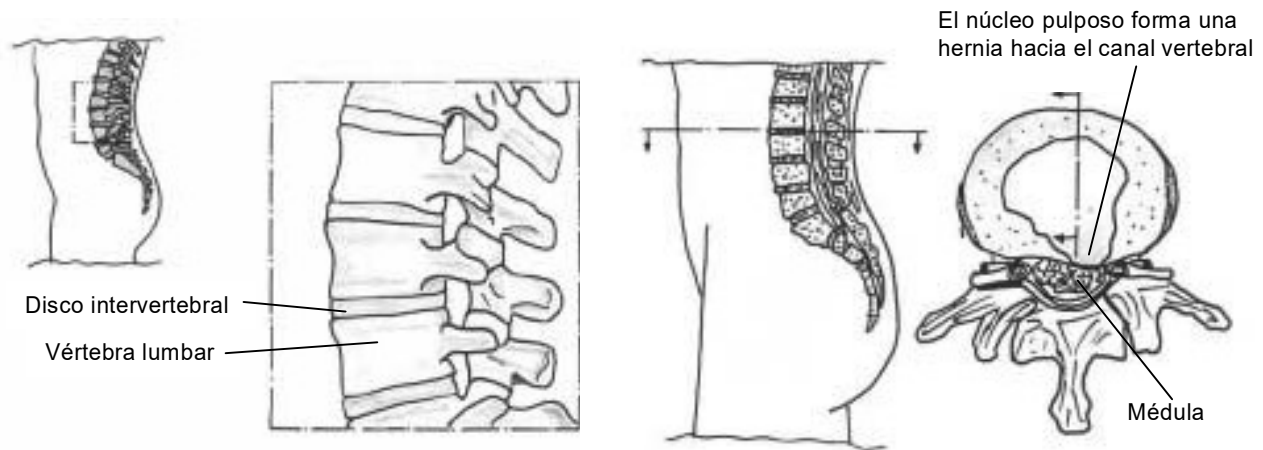
Breve descripción anatómica de la columna vertebral

La columna vertebral está constituida por piezas óseas superpuestas (figura 1), las vértebras, cuyo número es de 33 a 34, comprendidas en 4 porciones que, de arriba hacia abajo, se agrupan en 7 cervicales, 12 torácicas, 5 lumbares y 9 (o 10) vértebras pelvianas soldadas entre sí para formar 2 piezas óseas distintas, el sacro y el cóccix.

Las vértebras están constituidas por un cuerpo (su parte anterior), y un macizo apofisario, situado detrás del cuerpo. Se articulan entre sí por el cuerpo y las apófisis.

Los discos intervertebrales son un medio de unión de la articulación. Su espesor en la región lumbar es hasta 9 mm. En la parte central de cada disco se encuentra una masa gelatinosa denominada núcleo pulposo. En la periferia, el núcleo pulposo está rodeado por el anillo fibroso, muy elástico. Así, este tipo de articulación se caracteriza por tener una gran fortaleza unida a cierta movilidad

limitada, que se obtiene por deformación de la porción fibrosa del disco. Ante la ruptura del anillo, el núcleo pulposo puede salir por presión a través de la lesión y formar un prolaps de disco, capaz de ejercer presión sobre la médula espinal y raíces nerviosas medulares (figura 1).



El dolor de espaldas

El dolor de espaldas bajo puede ser agudo (corta duración), durar menos de un mes, o ser crónico (durar mucho tiempo y ser continuo) con una duración de más de 3 meses. Aunque es frecuente sufrir un dolor de espaldas agudo más de una vez, no es normal el dolor continuo durante un período largo.

La mayoría de las veces se siente dolor de espalda por primera vez justo después de levantar un objeto pesado, de pararnos de una manera súbita y abrupta, de permanecer sentados en una sola posición durante largo tiempo o de sufrir una lesión (por ejemplo, por una caída o por un accidente). Pero antes de que se presente alguno de estos incidentes, la estructura de nuestra espalda ya puede estar perdiendo fortaleza o integridad.

Existen diversas fuentes responsables del dolor en la parte inferior de la espalda. Entre otras, podemos mencionar las siguientes:

- Pequeñas fracturas en la columna vertebral a causa de osteoporosis.
 - Dolor muscular (músculos muy tensos que permanecen contraídos).
 - Ruptura o hernia discal.
 - Degeneración de los discos.
 - Mala alineación de las vértebras.
 - Estrechamiento del canal vertebral.
 - Desgarro de los músculos o ligamentos que sostienen la espalda.
 - Curvaturas de la columna que pueden ser heredadas y que se observan en los niños y en los adolescentes.
- Cualquiera sea la causa del dolor de espaldas bajo, éste usualmente involucra espasmos de los grandes múscu-

los de soporte que se encuentran a lo largo de la columna. El espasmo y la rigidez muscular que acompañan el dolor de espaldas pueden ser particularmente incómodos.

Una persona está en un riesgo particular de sufrir dolor de espaldas bajo si,

- Trabaja en construcción o en otro tipo de oficio que exija levantar objetos pesados y agacharse o girar frecuentemente, o en el que todo el cuerpo está sujeto a vibración (como conducir un camión con carga).
- Adopta malas posturas.
- En embarazadas.
- Tiene más de 30 años de edad.
- Fuma, no hace ejercicio o tiene sobrepeso.
- Sufre de artritis o de osteoporosis.
- Tiene bajo umbral de dolor.
- Siente estrés o depresión.

De acuerdo con nuestro trabajo, hay un tipo de gradiente de temperatura que induce rápidamente cualquiera de las afecciones mencionadas, generando la correspondiente imposibilidad de moverse libremente y de trabajar.

Gradientes térmicos

Hay diversas actividades en las cuales estamos expuestos a diferentes temperaturas simultáneamente. En particular, nuestras investigaciones se centran en aquellos casos en que recibimos una alta temperatura de frente, mientras que la espalda se encuentra a baja temperatura. Esta diferencia genera **un gradiente de temperatura “+”** para distinguirlo de aquella situación opuesta, esto es, la espalda está a mayor temperatura que el pecho,

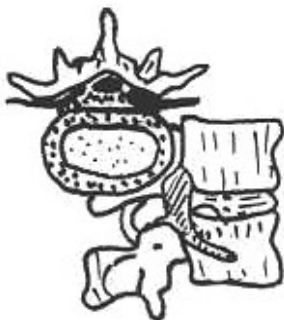
puesto que las afecciones de la columna vertebral empeoran cuando estamos sometidos a un gradiente “+” únicamente.

Gradientes térmicos “+” comparados con afecciones de la columna vertebral

Los problemas más comunes de la espalda se producen a causa de desgarramiento, hinchazón o ruptura de los discos. Estas lesiones impiden que el disco “acolchone” las vértebras y amortigüe los impactos, lo cual puede causar el debilitamiento del resto de la columna vertebral y producir dolor, rigidez y otros síntomas.

En todos los casos observados se comprobó el efecto nocivo de este tipo de gradiente de temperatura “+” sobre los problemas mencionados, agudizándolos exageradamente. Entre éstos, podemos mencionar (figura 2):

- **Anillo desgarrado:** Un movimiento repentino puede producir un desgarramiento diminuto en el anillo; los ligamentos vecinos podrían estirarse.
- **Hernia discal contenida:** Con el desgaste, el núcleo del disco podría sobresalir hacia el anillo y comprimir los nervios.
- **Hernia discal extruida:** Cuando un disco se rompe, su núcleo puede salir por la abertura e irritar un nervio.
- **Artritis:** Con el desgaste propio de la edad, en los discos pueden formarse espolones óseos; estas prominencias pueden irritar los nervios e inflamar las facetas.
- **Inestabilidad:** El estiramiento del disco hace que las vértebras se desvíen de un lado a otro, llegando a comprimir el anillo.
- **Espondilolistesis:** Es posible que se forme una grieta (fractura por esfuerzo) en una vértebra, causando compresión del anillo, estiramiento del disco e irritación de los nervios.



Desgarramiento del anillo



Hernia discal contenida



Hernia discal extruida



Artritis



Inestabilidad



Espondilolistesis

Modelo explicativo

El efecto del gradiente “+” podría explicarse a través del siguiente mecanismo. En condiciones normales e individuos sanos, el espesor de un disco es uniforme y todo el tejido externo presenta la misma resistencia mecánica. Cuando un disco está sometido a una diferencia de temperatura, la zona más caliente posee mayor dilatación y, en consecuencia, puede ocurrir un muy leve incremento de su espesor. Lo contrario ocurre en la zona de menor

temperatura. Naturalmente, la disminución o el aumento del espesor mencionado es completamente compensado en discos de personas sanas, ya que la propia conformación fisiológica de sus tejidos les otorga la elasticidad y resistencia mecánica necesarias para mantener su espesor dentro de límites adecuados para evitar el contacto vertebral; pero se torna crítico en aquellos individuos propensos a sufrir problemas en la espalda.

Así, cuando disminuye el espesor del disco próximo a los nervios, se da alguna de las dolencias mencionadas

y se produce el intenso dolor.

Este modelo también está de acuerdo con el hecho de que, aplicando calor en la espalda, se logra una sustancial atenuación del dolor ya que se incrementa el espesor discal y, en consecuencia, se produce una descompresión de los nervios generando el correspondiente alivio sintomatológico.

Observaciones realizadas

Se tomó como muestra de estudio y análisis de los efectos del gradiente de temperatura “+”, un total de 121 personas desarrollando diferentes actividades, según puede

verse en la tabla I. Sus edades oscilan entre 35 y 50 años, y los lugares de trabajo corresponden a ciudades geográficamente dispersas, para dar mayor generalidad a los resultados obtenidos.

Las relaciones antropométricas del grupo observado de muestras en la tabla II y como puede verse, cubre un amplio espectro de tipos humanos.

Además, las observaciones se realizaron durante el invierno a fin de conseguir altas diferencias de temperatura. Los resultados mostrados fueron relevados durante 45 días, considerando como “afectado” a cualquier caso que ocurriera en dicho período de tiempo.

Tabla I: Efectos del Gradiente “+” sobre las afecciones de la espalda

Actividad	Cantidad	Temp. de frente(°C)	Temp. de atrás (°C)	Gradiente “+”	Personas afectadas	Medio ambiente
Operación calderas	23	52	5	47	19	Intemperie
Operación hornos	18	55	4	51	16	Intemperie
Tratamiento térmico*	14	49	8	41	10	Gran ventilación
Soldaduras continuas	24	48	6	42	18	Gran ventilación
Estampado caliente	21	52	4	48	18	Intemperie techado
Fundición	14	51	5	46	11	Intemperie
Planchas industriales	7	48	10	38	5	Nave ventilada

* Para quienes no están familiarizados con los trabajos siderúrgicos, es necesario aclarar que las tareas de “Tratamiento térmico” son procesos de calentamiento y enfriamiento a que se someten ciertos aceros y otros materiales a fin de modificar sus propiedades mecánicas.

Para determinar el gradiente de temperatura a que está sometido un operario, se emplearon termocuplas Tipo “K”, de Cromel-Alumel, conectadas a un termómetro digital marca “Fluke”, modelo 54II, serie 74430035, apreciación 0,01°C, rango 1000°C, con certificado de calibración correspondiente. Las termocuplas se instalaron en el frente, a la altura del abdomen, y en la espalda de la persona bajo estudio, y se sujetaron a la ropa utilizando cinta adhesiva.

Tabla II: Características físicas de los operarios

Cantidad de Operarios	Peso (Kg)	Talla (m)
5	menos de 70	menos de 1,70
27	70 a 80	1,70 a 1,75
59	80 a 90	1,75 a 1,80
21	90 a 100	1,80 a 1,85
9	más de 100	más de 1,85

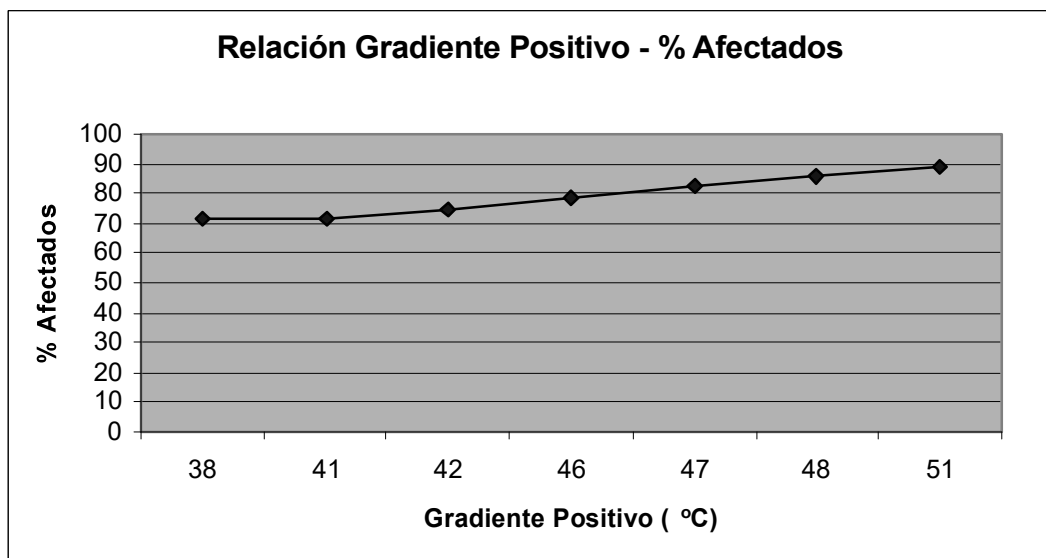


Gráfico 1: Gradiente Positivo y su efecto sobre las afecciones de la espalda

Como puede verse en el gráfico 1, a medida que aumenta el gradiente “+”, aumenta el índice de afecciones de la columna. Asimismo, observamos en la tabla I que el número total de personas afectadas es 97, es decir, el 80% de la población estudiada.

Cuidados a tener en cuenta

El resultado de nuestras observaciones muestra que muchas lesiones relacionadas con la espalda se acentúan frente a gradientes de temperatura “+”, lo cual se ha manifestado en todas las actividades estudiadas. Por tal motivo, es de gran importancia que en dichas actividades se eviten tales gradientes utilizando algún tipo de barrera térmica u otro medio que permita mantener acotada la diferencia de temperatura anterior-posterior a valores mínimos.

Los umbrales varían de individuo a individuo, pero en general, cuanto menor sea este valor, tanto más seguro será el hecho de que no ocurrirán molestias en la espalda.



Foto 1: Operador de horno a la intemperie

Conclusiones

Se investigó el efecto de diferencias de temperatura anterior-posterior (gradientes de temperatura “+”), sobre las afecciones de la columna vertebral. Se observó que en la mayoría de los casos, cuando un operario está sometido a tales condiciones, puede sufrir un acentuamiento de dichas afecciones. Cuanto mayor es el gradiente, tanto más propensa estará la persona a padecer tales dolencias. Esto se ha comprobado para diferentes actividades en las que se dan estas condiciones y se manifiestan con más frecuencia en la época invernal. Con el propósito de evitar tales problemas sugerimos que los operarios utilicen algún tipo de pantalla frontal que impida o al menos atenúe el calor recibido por radiación. En cuanto a la espalda, tratar de protegerse con ropa abrigada particularmente si la actividad se realiza a la intemperie o en ambientes con mucho viento.

Agradecimientos

Este trabajo se desarrolló en el marco del Proyecto 26/E307 del Consejo de Investigaciones de la Universidad Nacional de Tucumán, a quien se agradece su financiamiento.

Bibliografía

Latarjet-Ruiz Liard (2004) Anatomía Humana. 4° Edición. Editorial Panamericana.

Schünke-Schutle-Schumacher-Voll Wesker (2005) Texto y Atlas de Anatomía, Tomo I. Editorial Panamericana.

Aclaración: no se encontró bibliografía específica relacionada con este tema.

Este artículo se escribió en el 2° semestre de 2008 en la Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología de la Universidad Nacional de Tucumán.

Edgardo Bertini

Licenciado en Física, Ingeniero Electricista (Or. Electrónica), y Doctor en Física, UNT. Es Profesor Asociado del Departamento de Física de la FACET, UNT, en las asignaturas Instrumentos de Medición y Resistencia de Materiales. Es Director del Laboratorio de Biomecánica y Biofísica del Departamento de Física y Director del Proyecto 26/E307 del Consejo de Investigaciones de la UNT.

biomec@herrera.unt.edu.ar

Carlos E. Yamin Turbay

Ingeniero Electricista (Or. Electrónica), egresado de la UNT. Es Profesor Adjunto del Departamento de Física de la FACET, UNT, en las asignaturas Física I, Física II, Física experimental I, Ondas y Termodinámica, y Mecánica. Es miembro del Laboratorio de Biomecánica y Biofísica del Departamento de Física, donde realiza actividades de investigación, y Codirector del Proyecto 26/E307 del Consejo de Investigaciones de la UNT.

cyamin@herrera.unt.edu.ar

Pedro Pablo Bertini

Estudiante de Medicina de la Universidad Nacional de Tucumán. Es miembro del Laboratorio de Biomecánica y Biofísica del Departamento de Física, donde realiza actividades de investigación. Participa en el Proyecto 26/E307 del Consejo de Investigaciones de la UNT.



Revista de
Ciencias Exactas e Ingeniería
Universidad Nacional de Tucumán

Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología
Universidad Nacional de Tucumán

Todos los trabajos que se publican en cet han sido sometidos a referato