

Reconociendo la importancia del dolor crónico, desde la teoría de la compuerta, pasando por la neuromatriz, hasta la educación en neurociencias del dolor(PNE)

Neider Ruiz Gaviria¹

neider Ruiz1990@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0004-0391-9087>

Universidad Metropolitana Barranquilla
Colombia

Agustin Martinez Ayola

agustinmart02@gmail.com

<https://orcid.org/0009-0002-8196-0910>

Universidad de Cartagena
Colombia

RESUMEN

El dolor crónico es una epidemia del siglo XXI que plantea múltiples retos tanto a nivel científico-médico como económico, la carga de gastos en salud y determinantes en salud secundaria a estos son de gran importancia para los sistemas sanitarios de todo el mundo. Un inicio para comenzar a despejar este panorama es la intervención del manejo del dolor desde las neurociencias. Desde que salió a la luz la "teoría de las compuertas" de Melzack y Wall en 1965. Posteriormente apareció la "teoría de la neuromatriz" permitió integrar elementos pueden alterar la forma en que reacciona el sistema nervioso central y prolongar el dolor crónico. Se empieza a conocer la importancia de la plasticidad neuronal. Por último, se reconoce la importancia de la educación en neurociencia del dolor en el tratamiento del dolor crónico. Se prevé que la investigación futura compare con otras intervenciones y evalúe los efectos de esta educación a largo plazo. Se realizó una investigación exhaustiva en las bases de datos científicas: Science Direct, PubMed, Scielo, Elsevier, Springer, Oxford Academic, Dialnet.

Palabras clave: *dolor crónico; neuromatriz; neuroplasticidad; neurociencias; educación.*

¹ Autor principal.

Correspondencia: neider Ruiz1990@gmail.com

Recognizing the importance of chronic pain, from Gate Control, through the neuromatrix to pain neuroscience education (PNE).

ABSTRACT

Chronic pain is an epidemic of the 21st century that poses multiple challenges at both the scientific-medical and economic levels, the burden of health costs and health determinants secondary to these are of great importance for health systems around the world. A start to begin to clear this panorama is the intervention of pain management from the neurosciences. Since the "gate control" of Melzack and Wall came to light in 1965. Subsequently, the "neuromatrix theory" appeared, allowing the integration of elements that can alter the way in which the central nervous system reacts and prolong chronic pain. The importance of neural plasticity is beginning to be known. Finally, the importance of pain neuroscience education in the treatment of chronic pain is recognized. Future research is expected to compare with other interventions and evaluate the effects of this education in the long term. Extensive research was conducted in the scientific databases: Science Direct, PubMed, Scielo, Elsevier, Springer, Oxford Academic, Dialnet.

Keywords: *chronic pain; neuromatrix; neuroplasticity; neuroscience; education.*

Artículo recibido 19 mayo 2023

Aceptado para publicación: 19 junio 2023

INTRODUCCIÓN

El dolor crónico según su definición aceptada es aquel que tiene una duración de tres meses o más. Este se ha convertido en una epidemia del siglo XXI que afecta a aproximadamente el 20% de la población en los países desarrollados. Solo en Estados Unidos, uno de cada cuatro personas sufre de dolor crónico ¹. Esto conlleva altos costos sanitarios derivados del manejo del dolor, horas laborales perdidas, discapacidad y morbilidad en general. representan un elevado coste comparado con las demás enfermedades incluyendo el cáncer y las cardiovasculares.

En EE. UU. los costes directos e indirectos del dolor crónico alcanzan los 635.000 millones de dólares al año, es superior al monto anual en cáncer, enfermedades cardíacas y diabetes, recoge el informe ¹¹. Y en España se calcula en 16.000 millones anuales, el 2,5% del PIB. Se ha valorado el coste que supone para el sistema sanitario en torno al "2 por ciento del PIB de un país a nivel europeo", es decir, "más de lo que gasta un país en defensa o educación" ⁸.

Por otro lado, según los datos del *Global Burden of Disease* de 2019, el dolor lumbar fue la principal causa de discapacidad, tomando como medida, años vividos con discapacidad (YLD), responsable de 63,7 millones de YLD, lo que supone un 7,4 por ciento del total de YLD a nivel mundial en 2019 ¹¹.

Esto plantea un problema considerable en términos de salud pública para todos los países del mundo. Es innegable que las estrategias utilizadas en las últimas décadas no han sido las más efectivas; sin embargo, podemos afirmar que en las últimas décadas se ha venido desarrollando a pasos agigantados un amplio campo de conocimiento, las neurociencias, con la meta de lograr un entendimiento profundo en los mecanismos subyacentes del dolor, generando además nuevos métodos de intervención más eficientes y eficaces.

METODOLOGÍA

El desarrollo del artículo de revisión bibliográfica se realizó fundamentando en una investigación descriptiva, justificando por medio de diversas bases científicas como artículos y revistas de los últimos 5 años, en idioma inglés y español, los cuales tienen en análisis sobre el dolor crónico, teoría de las compuertas, neuromatriz, educación en neurociencias del dolor, la información se recopiló

mediante la utilización de bases de datos científicas: Science Direct, PubMed, Scielo, Elsevier, Springer, Oxford Academic, Dialnet y otras revistas científicas. Para escoger los artículos se utilizaron criterios de inclusión tales como: Concordancia con los criterios de elegibilidad basados en las palabras clave: “dolor crónico” “teoría de las compuertas del dolor” “teoría de la neuromatriz” “Educación en neurociencias del dolor” y sus posibles combinaciones, artículos de los últimos cinco años de publicación (con excepción de los artículos originales de Melzack y Wall), revisiones a criterio del investigador que contribuyen a los intereses de la investigación, revisiones que describen su proceso metodológico y cumplen criterios de investigación que avalan su rigurosidad. Se excluyeron los artículos que no cumplen con los criterios de inclusión, revisiones no relacionadas al tema a tratar, revisiones repetidas. Mediante criterios de inclusión y exclusión se analizaron 40 artículos los cuales fueron seleccionados 20 para la elaboración de este artículo.

DISCUSIÓN

La teoría de la compuerta del dolor de Melzack y Wall.

La teoría de la compuerta del dolor, desarrollada por Ronald Melzack y Patrick Wall en 1965, marcó un cambio de paradigma en nuestra comprensión del dolor. Esta teoría dejó de lado las concepciones mecanicistas anteriores sobre el origen y manejo del dolor, y se ha convertido en una de las teorías más influyentes en el campo de la neurociencia.²¹

La teoría de la compuerta sostiene que la experiencia del dolor no solo está determinada por la activación de las fibras nerviosas periféricas que transmiten las señales de dolor (fibras nociceptivas), sino también por la forma en que estas señales son moduladas en la médula espinal. La compuerta del dolor funciona como un mecanismo de regulación que puede permitir o inhibir la transmisión de estas señales de dolor al cerebro.¹⁷

Según este modelo, los tipos de fibras nerviosas A δ , A β y C son los tres tipos de fibras nerviosas que envían señales a la médula espinal. La capacidad de cerrar la puerta del dolor reside en las fibras A β , que tienen un diámetro mayor y transmiten señales táctiles indoloras. Estas fibras envían señales inhibitorias a la médula espinal, lo que reduce la transmisión de señales de dolor. ^{17,21} Figura 1.

A diferencia de esto, las fibras Aδ y C que transmiten el dolor tienen la capacidad de "abrir" la puerta del dolor. El aumento de la transmisión de señales de dolor al cerebro resulta de las señales excitatorias de estas fibras enviadas a la médula espinal.^{16,21.}

Numerosos circuitos neurales de la médula espinal también están involucrados en el control de este mecanismo. Por ejemplo, se puede lograr abrir la puerta del dolor y reducir la percepción del dolor estimulando los sistemas inhibitorios descendentes, que se originan en áreas superiores del cerebro. La apertura o cierre de la puerta del dolor también puede estar modulada por aspectos psicológicos y emocionales, como el estado de ánimo, el estrés y la atención.

Estos hallazgos inspiraron la creación de estrategias terapéuticas basadas en la modulación de la activación del dolor, logrando una influencia significativa en el campo del manejo del dolor. Por ejemplo, el alivio del dolor se logra modulando la transmisión de señales de dolor en la médula espinal mediante el uso de técnicas de estimulación eléctrica transcutánea (TENS) y terapia de distracción, que se basan en la teoría del control del dolor.^{2.}

En síntesis, esta teoría sostiene que la modulación de las señales de dolor en la médula espinal son un componente necesario de la percepción del dolor. La interacción de varios tipos de fibras nerviosas y la participación de circuitos neuronales particulares determina si la puerta del dolor se abre o se cierra. Esto influyó en el desarrollo de un amplio campo de conocimiento desde nuevas estrategias terapéuticas, hasta generar una línea de estudio motivada a comprender los mecanismos de procesamiento del dolor.

La Neuromatriz

Ronald Melzack ideó la teoría de la neuromatriz, cuyo objetivo es proporcionar una explicación neurofisiológica más completa de la naturaleza del dolor crónico. Sostiene que el dolor resulta de la actividad de una red neuronal distribuida en el cerebro y no es simplemente una señal pasiva producida por las fibras nerviosas periféricas en respuesta al daño tisular.^{17,18.}

La corteza somatosensorial, la corteza prefrontal, el sistema límbico y el sistema límbico-complejo olivar son algunas de las áreas cerebrales interconectadas que forman la neuromatriz del dolor. Estas áreas trabajan

juntas para crear una red compleja que procesa datos sensoriales y emocionales relacionados con el dolor y produce la percepción subjetiva del dolor.^{17,18.}

Enfatiza que las señales nociceptivas periféricas no pueden explicar completamente las causas del dolor crónico. Sostiene que, en cambio, varios elementos neurofisiológicos interactúan de manera compleja y dinámica para producir dolor crónico. Estos elementos incluyen entrada de señal nociceptiva periférica, modulación descendente de la señal de dolor basada en el cerebro, procesos de amplificación y supresión del dolor, así como procesos cognitivos, factores emocionales y sociales que afectan la percepción del dolor.^{17,21} Figura 2.

Melzack afirma que una serie de variables, incluidas las creencias y expectativas de una persona, las experiencias previas, el estado emocional, la atención y el contexto social, tienen un impacto en la forma en que perciben el dolor crónico. Estos elementos pueden alterar la forma en que reacciona el sistema nervioso central y prolongar el dolor crónico.^{17,18.}

La neuroplasticidad juega un papel importante en esta teoría. Entendida como la capacidad del cerebro para adaptar su forma y función en respuesta a la experiencia³. La plasticidad neuronal puede alterar la conectividad y la actividad de las regiones cerebrales relacionadas con el dolor en casos de dolor crónico, es decir, la red neuronal del dolor. La sensibilidad del sistema de procesamiento del dolor y la cronicidad del dolor pueden verse afectadas por estos cambios. Esto sugiere que el cerebro puede sufrir cambios duraderos en las conexiones neuronales, la excitabilidad y la función en las regiones involucradas en la percepción del dolor en el contexto del dolor crónico. Estas alteraciones podrían ser un factor tanto en el aumento de la sensibilidad al dolor como en los efectos persistentes del dolor crónico.^{3,17.}

En el contexto del dolor crónico, la plasticidad neuronal puede ser tanto útil como deletérea. Por un lado, la plasticidad puede ayudar al cuerpo a sanar de una manera eficiente y adaptarse después de una lesión o una enfermedad grave. Sin embargo, la amplificación y la cronicidad del dolor pueden resultar ocasionalmente de cambios plásticos, por ejemplo, una respuesta disfuncional al dolor crónico puede conducir a una sensibilización central, un fenómeno de amplificación del dolor en el sistema nervioso central⁷.

En definitiva, la teoría del dolor de la neuromatriz propuesta por Melzack ofrece una explicación compleja, completa del dolor crónico al enfatizar la importancia de la actividad de una red neuronal distribuida en el cerebro para la génesis y la persistencia del dolor.

Este punto de vista integrador ha influido en la creación de enfoques más completos y holísticos para el tratamiento del dolor crónico. Se han desarrollado estrategias multidisciplinarias que se centran en varias partes de la neuromatriz del dolor, incluida la terapia cognitiva conductual, la educación en neurociencia del dolor (PNE) la imagería motora, la fisioterapia, la terapia ocupacional y la farmacoterapia.

La teoría de la neuromatriz también destaca la importancia de los factores psicológicos y emocionales en la experiencia del dolor crónico. Se entiende que las condiciones emocionales, como el estrés, la ansiedad y la depresión, pueden alterar la forma en que se percibe el dolor y cómo reacciona un individuo ante el tratamiento. La percepción y el manejo del dolor crónico de una persona también pueden estar influenciados por sus creencias, expectativas y experiencias previas(neurofirma)**18**.

Educación en neurociencia del dolor (PNE).

Aprender sobre PNE es crucial para manejar el dolor crónico. Este enfoque terapéutico logra disminuir el miedo y ansiedad de los pacientes con dolor crónico y los empodera para asumir un papel activo en su propio manejo. Esto se obtiene cuando tienen una comprensión profunda de los mecanismos neurobiológicos subyacentes al dolor crónico. La educación en neurociencia del dolor puede alentar enfoques más optimistas y proactivos para el manejo del dolor y ayudar a disipar los mitos comunes sobre el dolor crónico.

Se ha convertido en una estrategia terapéutica alternativa para el control del dolor. El objetivo de esta intervención es cambiar las creencias y expectativas de los pacientes sobre el dolor y, al mismo tiempo, mejorar su capacidad de autorregulación. Se basa en brindar a los pacientes una comprensión profunda de una manera práctica, sencilla, entendible e ilustrativa conocer mecanismos profundos de neurobiología.

A pesar de ser una intervención relativamente nueva, existen pruebas científicas de que la educación en neurociencia del dolor es eficaz. Se ha demostrado en varios estudios que la educación en neurociencia del dolor mejora la función física, disminuye el catastrofismo, reduce la discapacidad inclusive la intensidad

del dolor. También puede aumentar la participación activa del paciente en el tratamiento del dolor crónico.
13,14.

La PNE tiene diversos grados de respaldo científico, pero generalmente se califica como una intervención de nivel moderado a alto. Se han realizado ensayos clínicos controlados y revisiones sistemáticas para respaldar su eficacia, pero aún se requiere más investigación para determinar su eficacia a largo plazo y compararla con otras modalidades terapéuticas. (Louw A, et al, 2016). (G.J. Ramos-Martina, et al, 2021)
Aunque la aplicación de la PNE puede variar, generalmente implica tutorías individuales o grupales. Estas sesiones pueden ser realizadas por médicos, fisioterapeutas, psicólogos o educadores de la salud que hayan recibido capacitación en la neurociencia del dolor. El propósito de la educación es disipar los mitos sobre el dolor, por medio de folletos, metáforas, dibujos, etc., proporciona información sobre los mecanismos subyacentes, aclarar la distinción entre dolor agudo y crónico, profundiza en métodos para manejarlo con más éxito.¹⁰.

Una amplia gama de pacientes con dolor crónico se beneficia de esta estrategia, incluidos aquellos con afecciones como dolor lumbar crónico, dolor musculoesquelético, fibromialgia, dolor neuropático y dolor asociado con enfermedades crónicas. Las personas que han probado tratamientos convencionales sin éxito o que tienen problemas para controlar su dolor, también pueden encontrarlo útil.

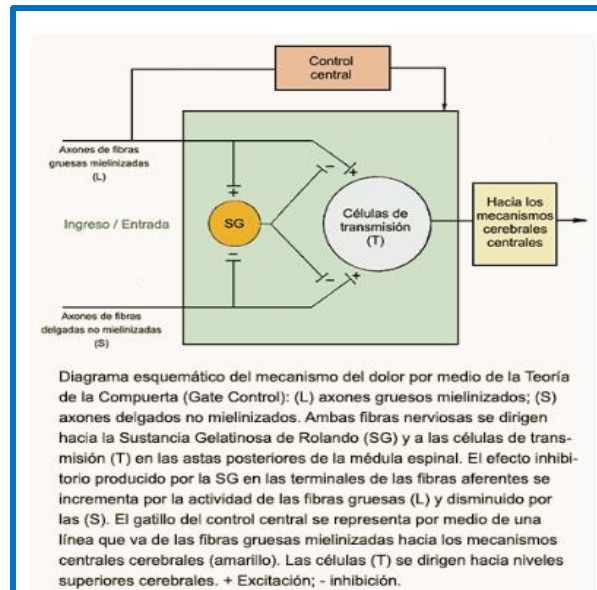
Se está realizando la incorporación del entrenamiento en neurociencia del dolor junto con otras intervenciones como la terapia cognitiva conductual, la actividad física y los métodos de relajación en los programas multidisciplinarios de manejo del dolor. Esto puede proporcionar un enfoque completo e individualizado para el tratamiento del dolor crónico.^{14,20}.

En conclusión, la educación en neurociencia del dolor es un tratamiento prometedor para el control del dolor crónico. La literatura científica actual avala esta estrategia. Se cuenta con evidencia en estudios clínicos aleatorizados, metaanálisis que respaldan su eficacia para reducir el dolor, mejorar la función física y psicológica en personas con dolor crónico. Se considera una intervención con un nivel de evidencia científica de moderado a alto, a pesar de la necesidad de más investigación.^{5,10,14}

FIGURAS

Figura 1.

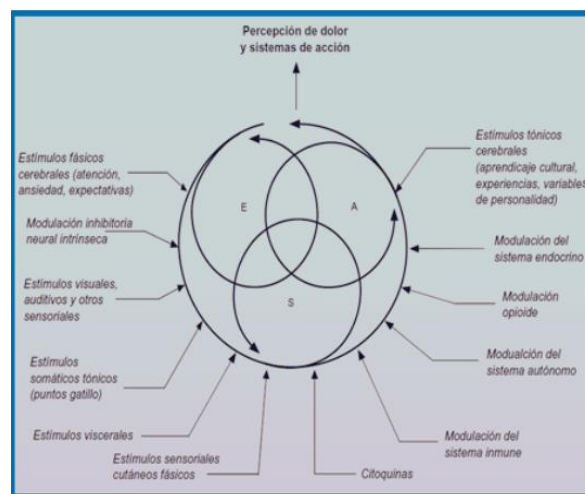
Esquema teoría de la compuerta (Gate control).



Adaptado de Melzack R, Wall PD. Pain mechanisms:A new theory. Science. 1965.

Figura 2.

Esquema teoría de la neuromatriz.



Adaptado de Melzack R. De la puerta a la neuromatriz.1999.

CONCLUSIONES

Las neurociencias han abierto el camino para mejorar el entendimiento del dolor crónico y ofrecer estrategias que impacten en la calidad de vida, la discapacidad y los días laborales perdidos a causa de esta patología. Este camino se inicio desde las investigaciones de Melzack y Wall quienes dejaron “abierta la puerta” para continuar la investigación del dolor desde otros enfoques menos mecanicistas y encasillados. Con los diversos estudios que se han realizado, se reconoce la importancia de la neuroplasticidad, la PNE y otras estrategias no farmacológicas para el manejo del dolor crónico. Numerosas personas, incluidas aquellas con dolor neuropático, fibromialgia, dolor musculoesquelético y enfermedades crónicas, pueden beneficiarse de esta terapia si sufren de dolor crónico.

Aquellos que han probado tratamientos convencionales sin éxito o que tienen problemas para controlar su dolor también pueden encontrarlo útil. La educación en la neurociencia del dolor brinda a los pacientes la capacidad de comprender mejor su condición y asumir un papel activo en su manejo.

Se prevé que la investigación futura compare la educación en neurociencia del dolor con otras intervenciones y evalúe los efectos de esta educación a largo plazo. Además, se requiere más investigación para determinar las formas más efectivas de aplicarlo en varios contextos clínicos y culturales, así como modificarlo para satisfacer las necesidades específicas de los pacientes.

LISTA DE REFERENCIAS

Academia Americana de Medicina del Dolor.; *Datos y cifras sobre el dolor*. Disponible en:
<http://www.painmed.org/files/facts-and-figures-on-pain.pdf>.

Acevedo J. Ronald Melzack and Patrick Wall. La teoría de la Compuerta. Rev. Soc. Esp Dolor.
2013;20(4): 191-202.

Baller EB, Ross DA. Su sistema ha sido secuestrado: la neurobiología del dolor crónico. Biol Psiquiatría.
2017 octubre 15;82(8): e61-e63. doi: 10.1016/j.biopsych.2017.08.009. PMID: 28935098;
PMCID: PMC5725747.

Barrenengoa-Cuadra MJ, Angón-Puras LÁ, Moscosio-Cuevas JI, González-Lama J, Fernández-Luco M,
Gracia-Ballarín R. Efecto de la educación en neurociencia del dolor en pacientes con fibromialgia:

- intervención grupal estructurada en atención primaria. *Aten Primaria*. 2021 Jan;53(1):19-26. Spanish. doi: 10.1016/j.aprim.2019.10.007. Epub 2020 Feb 6. PMID: 32033824; PMCID: PMC7752966.
- Borsook D. Un futuro sin dolor crónico: neurociencia e investigación clínica. Telencéfalo. 2012 Mayo;2012:7. Epub 2012 Junio 27. PMID: 23447793; PMCID: PMC3574803.
- Butler D, Moseley L. Explain Pain. Revised and Updated, 2 nd edition. Noigroup Publications; 2013
- Cervero F. Neurobiología del dolor. *Dolor neurobiol*. 2016 Noviembre 2;1:26-27. doi: 10.1016/j.ynpai.2016.09.001. PMID: 31268043; PMCID: PMC6550096.
- Encuesta Nacional de Salud ENSE, España 2017 [Internet]. Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social. 2017; [citado 01 de julio de 2023]. Disponible en: <https://www.mscbs.gob.es/estadEstudios/estadisticas/encuestaNacional/encuesta2017.htm>
- Garrett, Sara B.a, et al. Barreras y facilitadores para el uso de enfoques no farmacológicos para el dolor crónico por parte de los adultos mayores: un modelo centrado en la persona. *PAIN* 162(11):p 2769-2779, noviembre de 2021. | DOI: 10.1097/j.pain.0000000000002260
- G.J. Ramón-Martína, Ó. Rodríguez-Nogueirab, Efectividad de la educación en neurociencia del dolor aislada o combinada con ejercicio terapéutico en pacientes con dolor lumbar crónico: una revisión sistemática. *Fisioterapia*, Elsevier, Vol. 43. Núm. 5. páginas 282-294 (septiembre - octubre 2021) DOI: 10.1016/j.ft.2021.01.008
- Estudio de la carga mundial de morbilidad 2019 (GBD 2019) Recursos de datos Institute for Health Metrics and Evaluation, 2023 Universidad de Washington (revisado 3 julio 2023)
- Instituto de Medicina (EE.UU.) Comité para el Avance de la Investigación, Atención y Educación del Dolor. *Aliviar el dolor en Estados Unidos, un plan para transformar la prevención, la atención, la educación y la investigación*. Washington, DC: The National Academies Press; 2011.
- Louw A., Puenteadura E. International Spine and Pain Institute; USA: 2013. Therapeutic Neuroscience Education. Teaching patients about pain.

- Louw A, Zimney K, Puentedura EJ, Diener I. The efficacy of pain neuroscience education on musculoskeletal pain: A systematic review of the literature. *Physiother Theory Pract*. 2016;32:332---55.
- Louw A, Diener I, Landers MR, Puentedura EJ. Preoperative pain neuroscience education for lumbar radiculopathy: A multicenter randomized controlled trial with 1-year follow-up. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2014;39:1449---57.
- Melzack R. Wall PD. On the Naturaleza del sensorial cutáneo Mecanismos. *Cerebro*. 1962. Jun,; 85(2): 331-56. <https://doi.org/10.1093/brain/85.2.331> PMID:14472486
- Melzack R. De la puerta a la neuromatriz. *Dolor*. agosto de 1999; Suppl 6:S121-S126. doi: 10.1016/S0304-3959(99)00145-1. PMID: 10491980.
- Melzack R. Pain: una visión general. *Acta Anaesthesiol Scand*. 1999 Oct;43(9):880-4. doi: 10.1034/j.1399-6576.1999.430903. x. PMID: 10522733.
- Moseley G.L. A pain neuromatrix approach to patients with chronic pain. *Man Ther*. 2003; 8:130–140.
- Nijs J, Meeus M, Cagnie B, Roussel N, Dolphens M, van Oosterwijck J, et al. A modern neuroscience approach to chronic spinal pain: Combining pain neuroscience education with cognition-targeted motor control training. *Phys Ther*. 2014;94: 730---8.21.
- Romero, Andrés & López, Giancarlo & Lemus, Angel. (2019). De la compuerta a la neuromatriz y neuromodulación From gate and neuromodulation to neuromatrix. *Revista Chilena de Anestesia*. 48. 288-297. 10.25237/revchilanestv48n04.03.