



Universidad de Oviedo

Universidad de Oviedo

Facultad de Medicina y Ciencias de la Salud

Máster Universitario en Investigación en Neurociencias

Cambios neuroplásticos inducidos por el dolor cervical. Un acercamiento a las medidas objetivas de evaluación.

Autor: Juan Camilo Blandón Ortiz

Trabajo teórico de revisión

Curso 2020/202

Junio 2021



Universidad de Oviedo

EVA MARÍA DEL VALLE SUÁREZ, Licenciada en Biología y Doctora por la Universidad de Oviedo, Profesora Titular del Área de Biología Celular del Departamento de Morfología y Biología Celular de la Universidad de Oviedo.

CERTIFICA:

Que el Trabajo Fin de Máster presentado por D. Juan Camilo Blandón Ortiz, titulado “Cambios neuroplásticos inducidos por el dolor cervical. Un acercamiento a las medidas objetivas de evaluación.”, realizado bajo mi tutela reúne, a mi juicio, las condiciones necesarias para ser admitido como Trabajo Fin de Máster en el Máster Universitario en Investigación en Neurociencias por la Universidad de Oviedo.

Y para que así conste dónde convenga, firma la presente certificación en Oviedo a 27 de junio de 2021.

Vº Bº

[Empty box for signature]

Fdo. EVA MARÍA DEL VALLE SUÁREZ

Tutora del Trabajo Fin de Máster

Índice de Acrónimos

AMS	Área Motora Suplementaria.
BDI	Inventario de Depresión de Beck
BIP	Cuestionario Breve del Dolor
CBP	Dolor de Espalda Baja
CCA	Corteza Cingulada Anterior
CFP	Corteza Prefrontal
CPDL	Corteza Prefrontal Dorsolateral
CRPS	Dolor Regional Complejo
EEG	Electroencefalograma
EN	Escala Numérica
EVA	Escala Visual análoga
fMRI	Resonancia Magnética Funcional
HC	Grupo Control
IASP	Asociación internación para el estudio del Dolor
LBFz	Tomografía electromagnética de baja resolución en z
LFS	Lóbulo Frontal Superior
M1	Área motora Primaria
mJOA	Escala modificada de la asociación ortopédica japonesa
MPQ	Cuestionario de McGill
MRI	Imagen por Resonancia Magnética
OA	Osteoartrosis
S1	Área Somatosensorial primaria
S2	Área Somatosensorial Secundaria
SC	Espondilosis Cervical
SED	Asociación Española del Dolor
SG	Sustancia Gris
SGPA	Sustancia Gris Periacueductual
SNC	Sistema Nervioso Central

ÍNDICE

RESUMEN	5
ABSTRACT	5
INTRODUCCIÓN	7
METODOLOGÍA	11
Estrategia de búsqueda bibliográfica.....	11
RESULTADOS	13
DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	20
BIBLIOGRAFÍA	23
ANEXOS	26
Anexo I: Escala análoga del dolor	26
Anexo II: Cuestionario de McGill	27
Anexo III: Cuestionario de depresión de Beck	28

RESUMEN

El dolor crónico es uno de los grandes retos en la actualidad para el mundo científico, así como uno de los padecimientos y motivos de consulta más frecuentes en la población. Encontrar herramientas que permitan medir objetivamente tanto su intensidad como la razón de ser de los cambios plásticos que acentúan dicha condición, permitirá implementar estrategias para revertir estas variantes fisiológicas y estructurales. Identificar regiones cerebrales implicadas en la interpretación y procesamiento del dolor, se ha convertido en una prioridad para los investigadores y las diferentes instituciones (asociación internacional para el estudio del dolor IASP, asociación española del dolor SED) debido a que los métodos con los que se cuenta en la actualidad, como escalas de medida del dolor, cuestionarios, mediciones con electroencefalograma (EEG) y resonancia magnética funcional (fMRI) son costosos, poco eficientes y no han demostrado suficiente fiabilidad para su implementación, repercutiendo negativamente en la realización de un diagnóstico y tratamiento acertados/adecuados y óptimos. En esta revisión hemos constatado que, debido a la poca información existente, así como a la variabilidad individual en los resultados, resulta imposible hoy en día elegir una herramienta objetiva para la medición y tratamiento del dolor crónico.

Palabras clave: dolor crónico, reorganización cortical, dolor de cuello, EEG.

ABSTRACT

Currently chronic pain is one of the challenges of the scientists, furthermore, it is one of the more frequent illness and reason to visit the doctor. To find tools to measure the intensity and the changes responsible for this condition will allow to implement strategies to revert physiological and structural variations. To identify brain regions involved in the interpretation and processing of the pain is a priority to scientist and pain related institutions (International Association for the Study of Pain IASP, Spanish Pain Society SPS) because the current methods are costly and ineffective, e.g. measurement scales, questionnaires, electroencephalogram (EEG), functional magnetic resonance imaging (fMRI). They are costly, inefficient and have not reliability to implement it, this aspect has a negative impact in the diagnosis and treatment. In this review, we have checked that

due to scarce information as well as the individual variety of the results obtained, it is impossible nowadays to choose a reliable tool to measure and treat chronic pain.

Key words: chronic pain, cortical reorganization, neck pain, EEG

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades osteomusculares agrupan una serie de trastornos clínicos, los cuales pueden ser producidos por afectaciones musculares, articulares, tendinosas, neurovasculares y síndrome de atrapamiento nervioso (1). Dentro de estos trastornos se encuentra el dolor cervical o cervicalgia, una patología con gran prevalencia e incidencia entre la población así como un con alto potencial para limitar las actividades básicas de la vida diaria de un individuo, llegando incluso a producir incapacidad, teniendo como consecuencia un impacto social y económico muy elevado (1)(2).

El dolor cervical normalmente está asociado a migraña, sintomatología ansiosa, depresión, agresividad, estrés, entre otros, junto con el dolor de la parte baja de la espalda o dolor lumbar inespecífico, y afecta tanto a adultos como a jóvenes siendo uno de los principales motivos de visita al médico y/o al fisioterapeuta a nivel mundial. Además, la cervicalgia presenta una prevalencia de entre el 16,7% y 75,1% en adultos de 17 a 70 años, considerándose un problema de salud pública, lo que se supone un gran reto para los fisioterapeutas y médicos a la hora de realizar un correcto diagnóstico y un óptimo tratamiento (3).

Esta afectación neuromusculoesquelética tiene graves impactos económicos, psicológicos y físicos que en muchas ocasiones suelen ser subestimados (4). Los datos actuales sobre la cervicalgia indican que es el cuarto dolor incapacitante en todo el mundo. Se estima que al menos del 30% al 50% de la población mundial, experimentara y experimentara dolor de cuello por lo menos una vez a lo largo de su vida (4), además tiene una prevalencia de entre el 15% y el 50% (4)(5).

Existen claras diferencias entre el grado de afectación del dolor cervical entre hombres y mujeres siendo las segundas las más afectadas, en España esta condición afecta al 9,6% de la población masculina y al 21,9% de la femenina (1).

Otro factor importante a resaltar y es la comorbilidad de esta patología, ya que normalmente se asocia a dolor de espalda, depresión, artralgias, y se cree que en muchas ocasiones una alimentación poco saludable, el sedentarismo, el aumento de peso, la genética, tabaquismo, psicopatología, depresión, somatización, y los trastornos del sueño contribuyen a su aparición en un individuo (1)(2)(3).

Según la asociación internacional para el estudio del dolor (IASP) se define como “una experiencia sensorial y emocional desagradable asociada con un daño tisular real o potencial” y afecta aproximadamente entre el 20% y 30% de los adultos a nivel mundial, además, es una de las condiciones más relevantes causantes de discapacidad (6)(7).

Esta condición provoca consecuencias que tiene gran impacto a nivel personal, social y económico. En Estados Unidos el impacto que tiene tanto en la atención médica como en la productividad económica se estima en 635 mil millones de dólares (8).

La Sociedad Americana del Dolor propone que se considere como el quinto signo vital para aumentar la conciencia y la rigurosidad a la hora de diagnosticar y tratar esta condición, pero no se han conseguido resultados positivos con esta iniciativa. La especificidad y clasificación de acuerdo al tipo de dolor en conjunto con los instrumentos de medida con que se cuenta añade complejidad a esta problemática (8)

La evaluación y medida del dolor es un proceso complejo, con un alto componente subjetivo y gran cantidad de variables individuales que dificultan aún más su medición. Actualmente, en la práctica clínica los instrumentos de medida del dolor más utilizados son los métodos verbales unidimensionales, compuestos por la Escala Visual análoga (EVA), la Escala Numérica (EN), estas son herramientas fiables, rápidas, eficientes y de bajo coste.

La EVA, ha sido ampliamente validada y estudiada (9). Consta de una línea horizontal de 10 centímetros, en la cual se ubica en el lado izquierdo la ausencia de dolor y en el lado derecho de la misma el mayor dolor imaginable por el individuo, este debe marcar en este intervalo el dolor que cree tener en el momento (9)(5). EN también ha sido validada científicamente y es utilizada constantemente entre los clínicos, se compone de una línea horizontal, enumerada de 0 a 10, estando el primero en el extremo izquierdo y el segundo en el extremo derecho, el paciente debe situar su dolor en correspondencia con uno de los números de la escala (5). (Para la representación gráfica de estas escalas véase anexo 1).

Sin embargo, estas escalas presentan limitaciones tales como la mala interpretación de datos por parte del profesional de la salud, la asertividad en la comunicación a la hora de explicar el método de valoración, y además requieren por parte del paciente de cierta habilidad cognitiva, destreza motora y una buena agudeza visual (9). Por otro parte se

limita la puntuación del dolor por parte del evaluado (5)(10)(11), planteándose el problema de la aparición de sesgo a la hora de realizar un correcto diagnóstico puesto que el dolor percibido por el pacientes puede superar el que aparece en la escala.

A esto hay que este tipo de escalas no tienen en cuenta, el componente bio-psico-social, este actualmente se evalúa mediante métodos verbales multidimensionales, cuestionarios que tienen en cuenta el componente multifactorial del dolor (5), entre los que podemos destacar el cuestionario de McGill,(MPQ), Test de Lattinen y Cuestionario Breve del Dolor (BIP)(5).

En la actualidad, los instrumentos que existen en la práctica clínica con carácter objetivo como los algómetros u otros que miden la frecuencia cardíaca o la presión arterial (12), no han demostrado la fiabilidad necesaria para incorporarlos a la práctica, a excepción del electroencefalograma (EEG) que parece ser una herramienta esperanzadora en la cuantificación del dolor (4) pero siguen siendo los instrumentos con carácter subjetivo, los que predominan.

Aunque aparentemente el sistema musculoesquelético y el sistema nervioso central (SNC), sean independientes el uno del otro, la relación existente entre ambos es fundamental para el desempeño del ser humano en su día a día: “Solo podemos controlar con precisión lo que podemos sentir”. Con lo cual las adaptaciones motoras del control motor esta ligadas a las adaptaciones somatosensoriales (13).

La evaluación con EEG actualmente parece no estar muy lejos de contribuir en la elaboración de un diagnóstico más objetivo para el tratamiento de patologías responsables del dolor, así como del dolor crónico de origen idiopático (14)(4).

Tanto la percepción del dolor como el procesamiento de este se han asociado con la activación de ciertas regiones cerebrales, como la corteza prefrontal (CPF) y las áreas somatosensoriales primarias y secundarias (S1 Y S2 respectivamente). Estas zonas también han sido vinculadas con un aumento en la frecuencia de las bandas gamma y theta cuando los individuos experimentan un estímulo doloroso (4). Pero aún no están claros los circuitos funcionales ni la totalidad de las áreas donde se procesa el mismo. Se ha acuñado un término para definir las estructuras que se creen que están implicadas en el procesamiento por parte del SNC del dolor, *matriz del dolor*, la cual está compuesta

por diferentes regiones cerebrales como, la sustancia gris periacueductual (SGPA), ínsula, corteza cingulada anterior (CCA), corteza frontal , S1 y S2 (12)(6)(15).

Además de la *matriz del dolor* se ha identificado un patrón conocido como *firma del dolor*, que consta de 3 estructuras: tálamo, ínsula y corteza somatosensorial, siendo predictivo en los estímulos dolorosos con una precisión del 93% (16)(15).

Cada individuo se ve afectado positiva y/o negativamente por el entorno repercutiendo en su comportamiento, salud y en la forma en que percibe el mundo que lo rodea. Anteriormente se creía que las personas conforme el SNC envejecía perdía la capacidad de cambiar para adecuarse a las exigencias de la vida diaria. (17). Pero los componentes del SNC, tienen la capacidad de cambiar a lo largo de toda su vida en respuesta a los estímulos externos gracias a la neuroplasticidad (17)(18). Según la OMS, la neuroplasticidad se define como “la capacidad de las células del Sistema Nervioso, para regenerarse anatómicamente y funcionalmente, después de estar sujetas a influencias patológicas ambientales o del desarrollo, incluyendo traumatismos y enfermedades” (19). En este proceso neuroplástico confluyen diversos procesos como neurogénesis, apoptosis, brotes dendríticos y axónicos, y reclutamiento de la corteza adyacente, entre otros (17). Los cambios resultantes del desarrollo y aprendizaje humano se conocen como plasticidad cortical fisiológica mientras que los debidos a traumatismos y/o enfermedades se denominan plasticidad cortical patológica, la cual a su vez se divide en adaptativa y mal adaptativa, siendo la segunda una de las responsables del dolor crónico. Estas modificaciones pueden ser tanto de tipo sináptico (plasticidad sináptica) como de redes neuronales (17)(18).

En el dolor crónico ocurren cambios moleculares, estructurales, reorganización sináptica, celular y de los circuitos encargados de procesar y conducir la información nociceptiva, haciendo de este un proceso muy complejo y vulnerable, ya que un cambio de tamaño mínimo en esta interconectividad puede ocasionar grandes alteraciones, tanto en las diferentes áreas cerebrales como en las vías, sensoriales, emocionales y cognitivas relacionadas con el dolor (20)(13)(10). Sin embargo, no existe un acuerdo sobre si la remodelación estructural representa una causa o una consecuencia del dolor crónico (20).

Evaluar y cuantificar de forma objetiva el dolor se reclama en el ámbito clínico de manera urgente, más aún cuando los trastornos musculoesqueléticos que causan esta

condición aumentan cada día más, incrementando los gastos sociosanitarios, así como disminuyendo la producción laboral y la participación social de los individuos debido al alto porcentaje de incapacidad en el que resultan dichos trastornos. Por tanto, hemos decidido realizar una revisión bibliográfica con el objeto de conocer si el EGG es una medida fiable para la medición del dolor correspondiéndose el aumento y/o disminución de las frecuencias gamma y con los estímulos dolorosos y los cambios neuroplásticos.

METODOLOGÍA

Para realizar esta investigación bibliográfica, se han empleado los siguientes criterios de selección:

Tipo de estudio: estudios clínico-experimentales en humanos.

Año de publicación: 2012 o posterior.

Accesibilidad: texto completo gratuito.

Tipo de evaluación: cambios neuroplásticos y dolor cervical

Tipo de intervención: reorganización cortical.

Idioma: inglés, español.

Medidas de resultado: medir los cambios neuroplásticos en la corteza cerebral a través de técnicas de neuroimagen, imágenes diagnosticas, etc.

Estrategia de búsqueda bibliográfica

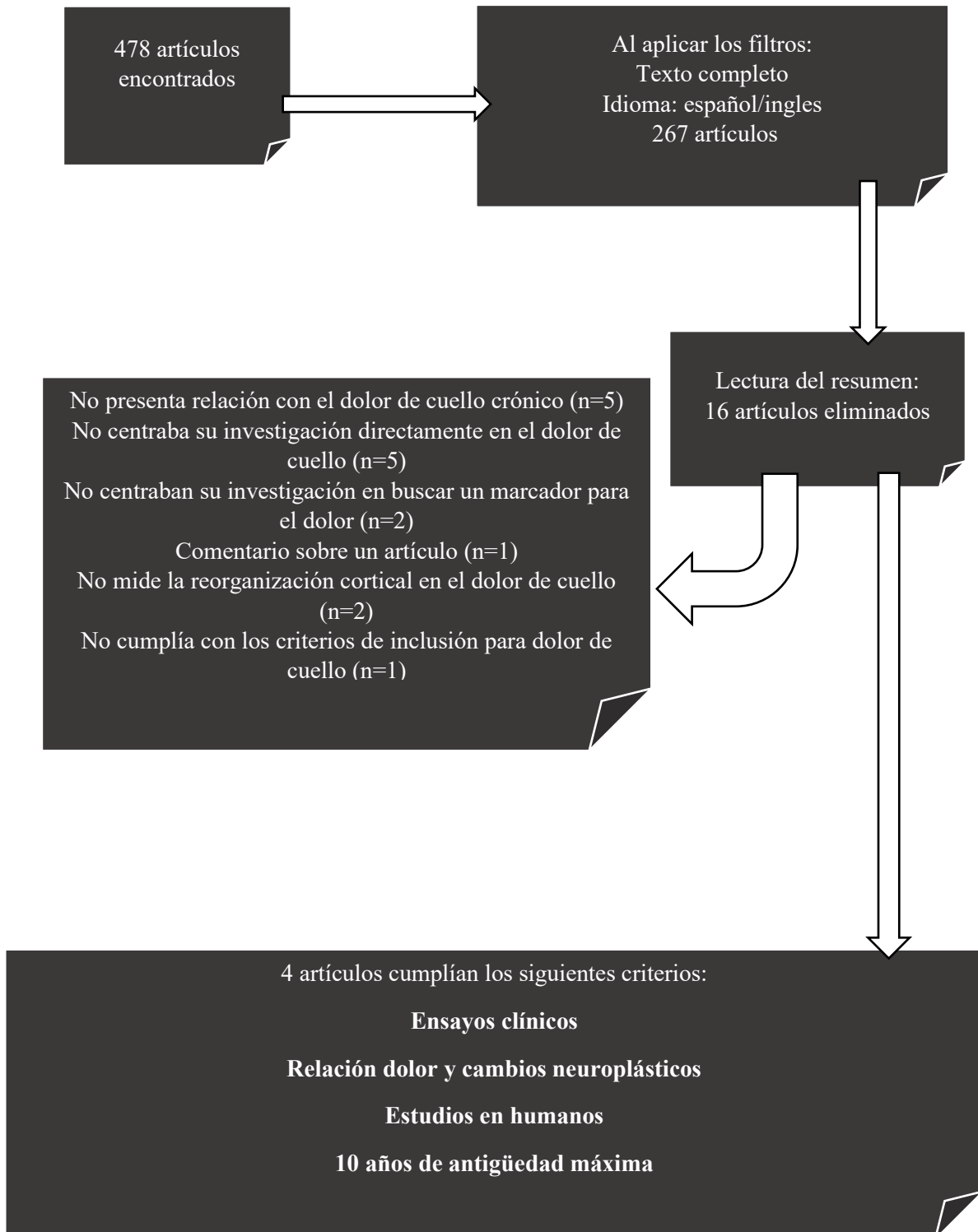
Se realizó una búsqueda entre los meses de abril y mayo para conocer la literatura existente de ensayos clínicos en PubMed.

La tabla 1 muestra las palabras elegidas para realizar las búsquedas.

Tabla 1 Palabras clave y operadores boléanos

Español	Dolor Crónico	Reorganización cortical	Plasticidad	Cuello	EEG
Inglés	Chronic pain	Cortical reorganization	Plasticity	Neck	EEG
Operadores boléanos	AND				

El siguiente diagrama de flujo muestra estrategia de búsqueda y selección de artículos.



RESULTADOS

El estudio de Baliki et al. (21) tiene como objetivo comparar el volumen de materia gris (SG) según la condición, la intensidad y duración del dolor crónico en personas con osteoartritis (OA), dolor de espalda baja (CBP), y dolor regional complejo (CRPS) utilizando MRI estructural *in vivo*.

Tanto los pacientes como los individuos control fueron diagnosticados por un médico cumpliendo con los criterios IASP.

Los criterios de exclusión del estudio fueron:

- Personas con otras condiciones crónicas
- Enfermedades sistémicas
- Antecedentes de traumas craneoencefálicos, coma o enfermedades psiquiátricas.

El estudio estaba compuesto de cuatro grupos:

- Grupo control: 46 individuos sanos (26 mujeres y 20 hombres) con edad media 38,77 años.
- Grupo CBP: 36 pacientes (13 mujeres y 23 hombres), edad media 48,20 años.
- CRPS: 28 individuos (24 eran mujeres y 4 hombres), edad media 40,57 años.
- Grupo OA: 20 pacientes (16 hombres y 4 mujeres) edad 50,53 años.

Los investigadores utilizaron el MPQ (22), y la EVA para evaluar la intensidad y duración del dolor. Además, la depresión en los participantes se evaluó mediante el inventario de depresión de Beck (BDI) (23).

Al estudiar el volumen total de SG solamente se encontró un descenso significativo

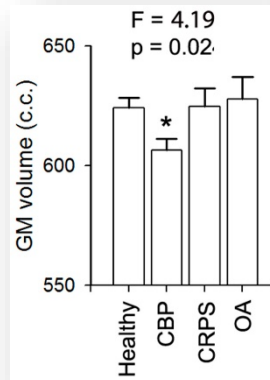


Figura 1. El volumen total de SG medido en c.c. mostró un descenso significativo en los pacientes con CBP respecto a los individuos control, no así en el resto de las patologías estudiadas. (Modificado de 21).

en el caso del CBP (figura 1).

Sin embargo, sí que se observó que cada patología causa cambios de densidad en una zona cerebral diferente. El CBP se asoció con una disminución en la ínsula posterior de ambos hemisferios cerebrales, áreas somatosensoriales secundarias, regiones pre o postcentrales, así como el hipocampo y los lóbulos temporales. Por otro lado, el CRPS presentó disminución de la densidad de materia gris en la ínsula anterior y la corteza orbitofrontal, finalmente la OA mostró descenso en la ínsula, CCA, lóbulo paracentral y corteza temporal inferior. Además, los investigadores observaron que existen

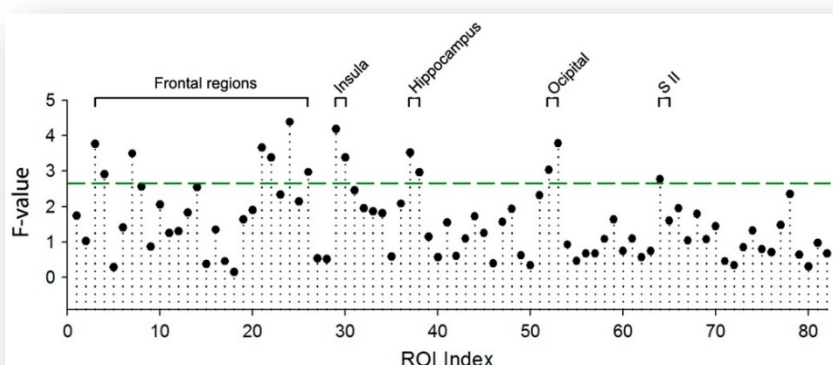


Figura 2. Representación de los cambios morfológicos en la SG de las distintas áreas corticales con correcciones de género, edad y volumen cerebral total. La línea verde representa el umbral de significación. (Modificado de 21).

disminución en áreas no relacionadas con el procesamiento del dolor tales como hipocampo y corteza occipital. (figura 2).

Al investigar si existe relación entre la duración del dolor y el descenso volumétrico de la SG, los investigadores solo encontraron cambios significativos en la ínsula (figura 3).

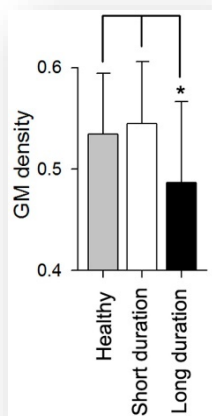


Figura 3.- En los pacientes con dolor de larga duración se produce un descenso en el volumen de la ínsula. Este descenso es estadísticamente significativo al compararlo tanto con pacientes control de su misma edad como con aquellos que sufren dolor de corta duración. (Modificado de 21)

Los autores concluyen que la reorganización de la anatomía cerebral asociada con el dolor es tan variada como los tipos de dolor crónico que existen.

En el trabajo de Woodworth et al. (24) se estudió la asociación entre el grosor de estructuras corticales y subcorticales, con síntomas neurológicos y la severidad del dolor. La hipótesis de partida de estos autores fue que existe reorganización estructural a largo plazo en el cerebro de pacientes que sufren de espondilosis cervical. Participaron 26 pacientes con espondilosis cervical (SC) con o sin mielopatía, clasificados según la escala modificada de la Asociación Ortopédica Japonesa (mJOA) con una puntuación desde 9 a 18 puntos (de peor a mejor condición). Según estos criterios 6 individuos tenían dolor de cuello sin sintomatología neurológica y obtuvieron una puntuación de 18, mientras que 14 de estos presentaban una mielopatía leve con una puntuación entre 15 y 17. Los 6 paciente restante presentaban al momento de la evaluación una mielopatía moderada obteniendo una puntuación menor a 14.

El grupo control estaba compuesto por 17 personas sanas (HC), sin síntomas de dolor de cuello, y una edad media de 40 años. Además, se reclutó otro grupo de 28

personas sanas con una edad media mayor a 40 años para realizar un segundo control y medir la disminución del volumen de sustancia gris producto de la edad.

Todos los grupos fueron analizados mediante resonancia magnética para su posterior comparación.

Los resultados demostraron que existe una relación entre la disminución del grosor de la SG cortical, el aumento del déficit neurológico y la gravedad del dolor en pacientes con espondilosis cervical. Con lo cual se observó que la disminución de la puntuación en la mJOA (puntuación neurológica negativa) estaba directamente relacionada con el descenso en el grosor de la SG cortical, en regiones cerebrales tales como, precuña bilateral, lóbulo frontal superior (LFS) izquierdo y a lo largo del lóbulo frontal derecho y la corteza del cíngulo caudal derecha (figura 4).

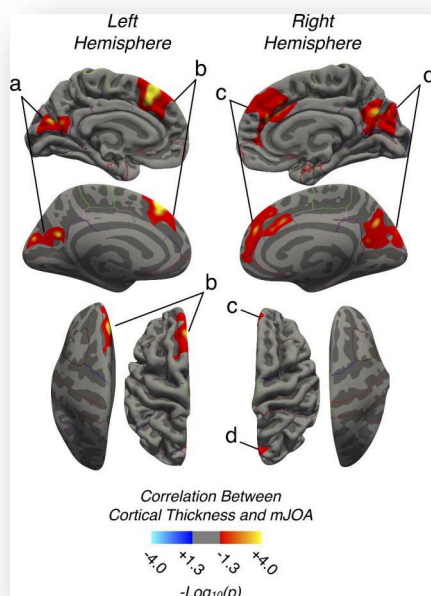
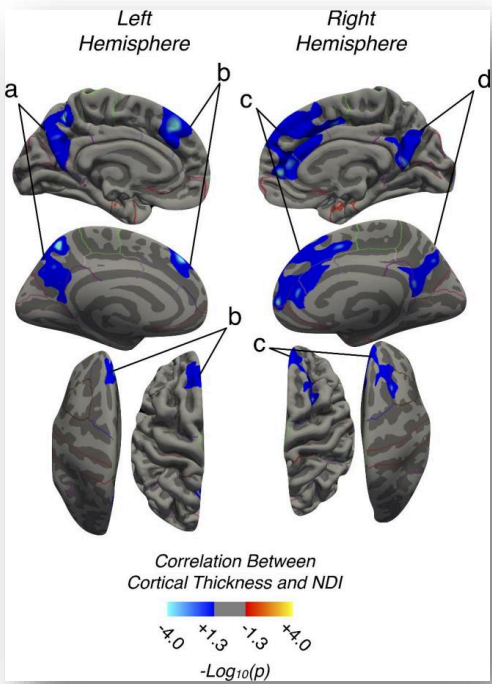


Figura 4.- Regiones que demuestran una fuerte asociación entre el grosor cortical y mJOA en pacientes con SC y sujetos con HC. Los colores rojo-amarillo denotan aumento de espesor cortical al aumentar la puntuación mJOA (mejor función neurológica). Se identificaron asociaciones significativas en a, precuneus izquierdo y cuneus; b LFS izquierdo; c, LFS derecho que se extiende hacia el anterior cíngulo y d, precuneus y cuneus derechos. (Tomado de 22)

También se observó que la disminución del grosor cortical en el LFS sí estaba asociada a una disminución de la puntuación de mJOA, pero no se observó esta misma relación en la región de la precuña.

Los resultados permitieron observar la relación que existe entre la disminución del grosor cortical SG con el aumento del índice de discapacidad del cuello en las mismas regiones ya mencionadas, precuña bilateral, LFS izquierdo y en una región cerebral comprendida entre el LFS y la corteza cíngulada derecha (figura 5).

Figura 5.- Regiones que demuestran una fuerte asociación entre el grosor cortical y la discapacidad del cuello en pacientes con SC. Los colores azul-azul claro denotan una disminución del grosor cortical al aumentar la puntuación NDI (peor discapacidad del cuello) en SC. Se identificaron regiones con asociaciones significativas en a, precuneus izquierdo, b, LFS izquierdo, c, LFS derecho que se extiende hacia el cíngulo y d, precuneus derecho.



Por último, se comprobó que los pacientes con SC tenían una disminución más acentuada en las áreas cerebrales implicadas que los pacientes sanos con edad avanzada.

Prinsloo et al. (25) en pacientes con cáncer de cabeza y cuello utilizaron *neurofeedback* de puntuación z de tomografía electromagnética de baja resolución (LFBz) para investigar si los pacientes podían modificar la actividad de las ondas cerebrales asociadas con el dolor agudo y si esto reduciría la experiencia del dolor.

Las ondas alfa cerebrales fueron quien mostraron más actividad en este estudio de una forma peculiar e interesante. La intensidad de estas disminuyó en el inicio del dolor en las áreas somatosensoriales y motoras, zonas que hasta ahora se consideran relevante o claves para el procesamiento de éste. Con el incremento del dolor se pudo observar el aumento de la intensidad de las ondas alfas en la zona parietal y occipital. Los investigadores concluyen que las ondas alfa parecen ser de gran importancia en el procesamiento del dolor por parte del cerebro.

En cuanto a la modulación del dolor observaron que en pacientes en condición de dolor las ondas alfa aumentan en la corteza somatosensorial, pero éstas disminuyen con la aplicación de LFBz en dicha área cerebral (figura 6), al disminuir las ondas alfa la percepción del dolor por parte de los pacientes era menor.

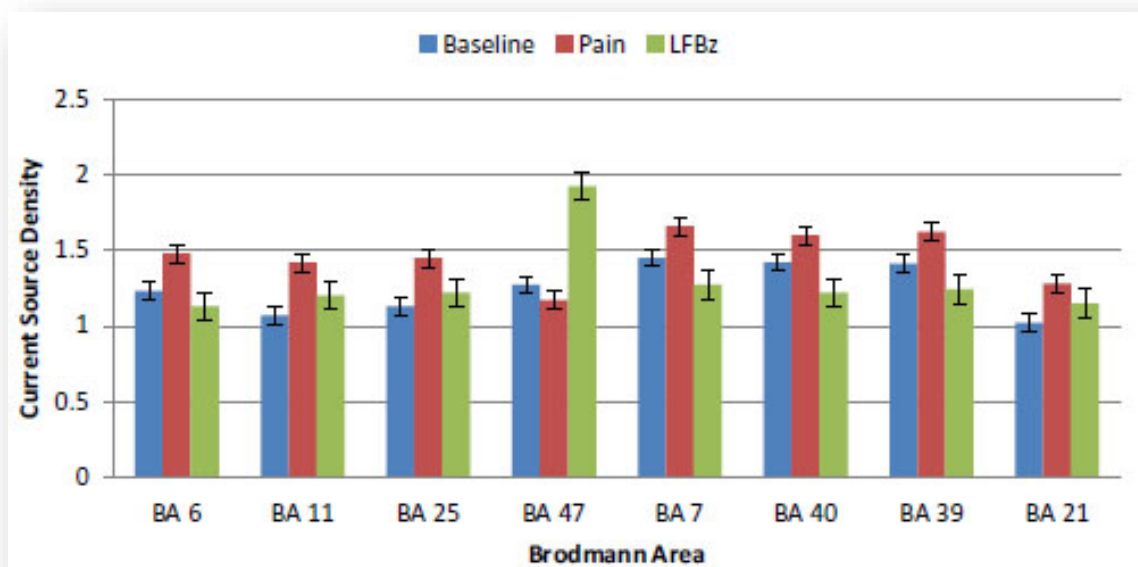


Figura 6.- Efecto neuromodulador tras la aplicación de LFBz. En todas las áreas estudiadas, excepto en BA47, se produce un descenso en las ondas alfa, aunque éste no es estadísticamente significativo. (Modificado de 23).

Beinert et al. (24), en una paciente con dolor de cuello crónico, estudiaron la percepción del dolor de cuello y las zonas cerebrales que se activan con el dolor utilizando MRI funcional. Se observó que el patrón de activación cerebral es diferente dependiendo del tipo de movimiento realizado y también de si estaba distraída o no mientras lo realizaba.

En el movimiento de rotación de la cabeza sin distracción en el individuo con dolor de cuello, se observó la activación de áreas asociadas a el procesamiento y la expectativa del dolor S1, CPF, CPFDL, corteza cingulada posterior (PCC), así como las áreas involucradas con la generación del movimiento área motora primaria (M1) y área premotora (APM) (figura 7). En el grupo control se observó la activación de algunas zonas en común pero otras diferentes durante la realización de los movimientos, las regiones activadas fueron áreas visuales, circunvolución frontal superior, ínsula, circunvolución temporal superior, y cerebelo.

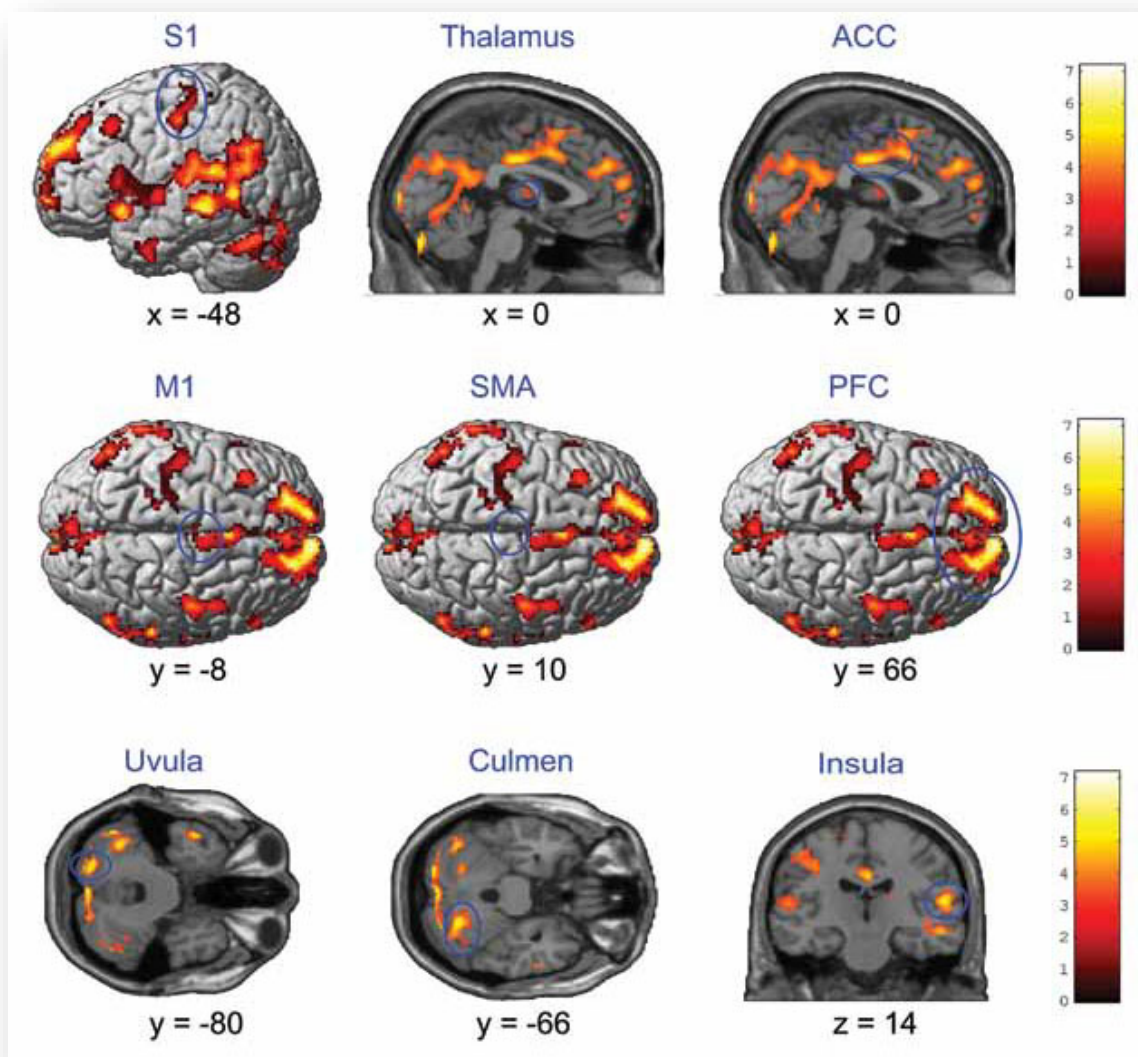


Figura 7.- Áreas cerebrales activadas durante la rotación dolorosa del cuello. (Modificado de 24)

La paciente que presentaba dolor a la rotación izquierda del cuello de forma no distraída presentó mayor activación de las zonas relacionadas con el procesamiento de dolor de cuello S1, hipotálamo, CCA, así como las áreas que se relacionan con la expectativa del dolor CPF, M1, área motora suplementaria (AMS) y cerebelo, sin embargo, en el paciente control no se observaron variaciones en la activación de las zonas cerebrales en la condición de distracción y no distracción.

Aunque al tratarse del estudio de un solo caso los resultados de este estudio no son extrapolables, resalta la importancia de tener en cuenta el contexto en el que se realiza un movimiento a la hora de aplicar tratamientos para el dolor.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Determinar la causa de los neuroplásticos mal adaptativos ocasionados por el dolor crónico, así como establecer marcadores para medir de forma objetiva tanto el dolor como las intervenciones destinadas a paliar el mismo siguen siendo un gran reto para la comunidad científica debido a la cantidad de estructuras que están implicadas en el procesamiento de esta condición, así como el complejo funcionamiento de éstas (17)(18)(19).

Anteriormente se habían logrado hallazgos que se postulaban como prometedores y se acercaban a la comprensión de los circuitos funcionales que hacen posible el dolor. La firma neurológica parecía ser un gran avance en la investigación y una esperanza para los pacientes que padecen esta condición debido a que si se comprenden sus mecanismo se estará más cerca de poder elaborar un tratamiento más eficaz, pero como se ha expuesto en los resultados de este trabajo, la firma neurológica no es una medida fiable así como tampoco constante ya que dependerá de diferentes factores como, el tipo de dolor que presente el individuo, factores personales que rodeen y afecten a el mismo, experiencias, situaciones emocionales, entorno, percepción y conocimiento sobre el dolor, tolerancia a el mismo, entre otros condicionante que pueden modificar de manera positiva como negativa el correcto funcionamiento de los circuitos neuronales (21)(5).

En el estudio realizado por Baliki et al. (21) puedo observarse que, si bien es cierto que el dolor padecido por distintos individuos tienen en común áreas cerebrales como la ínsula, hipocampo y corteza occipital, también predominan las características propias de cada uno de ellos. De acuerdo con estos resultados, ¿podríamos decir que en el dolor crónico el papel de la percepción y el entendimiento del mundo externo por parte de cada persona condicionaría o sería crucial en el diagnóstico, tratamiento y pronóstico? ¿es el entorno del paciente unos de los mayores causantes de los cambios mal adaptativos durante esta condición?

Otro hallazgo interesante en este estudio la mayor disminución de SG en personas que padecen CBP, según estos resultados se podría decir que este tipo de dolor tiene

efectos más severos sobre el cerebro , sin embargo Woodworth et al. (26), encontraron que la disminución del grosor de la SG cortical en precuña bilateral, LFS izquierdo y a lo largo del lóbulo frontal derecho y la corteza del cíngulo caudal derecha en paciente con SC, se asoció a déficit neurológico. Observando estos resultados y comparándolo con el estudio mencionado anteriormente podemos añadir otro patrón diferente del dolor, esta vez el de cuello, pero ¿podría plantearse la disminución de la materia gris como un marcador para el dolor crónico una vez conocido la firma neurológica de cada uno de ellos? (16).

Aunque lo anteriormente planteado fuese cierto y diferentes estudios confirmasen esta hipótesis, realizar un diagnóstico basado en estos cambios no sería un método fácil de implementar debido a su complejidad y alto coste a la hora de realizarlo. Pero la disminución de la SG en ninguno de los estudios revisados se relacionó con la intensidad del dolor, así como tampoco se ha evaluado si las personas habían sufrido dichos cambios producto de otros procesos dolorosos anteriormente (21)(22). Conocer los cambios que se producen a nivel central provocados por el dolor, así como las firmas neurológicas de los mismo nos puede ayudar a los clínicos a plantear su tratamiento, pero no a medir sus intervenciones ni a medir de manera objetiva en el momento el dolor en el paciente.

También existe una relación inversamente proporcional entre el índice de discapacidad de cuello y el volumen de la SG cortical, con lo cual podríamos decir que, ¿un paciente cuanto mayor es su discapacidad a causa del dolor, menor grosor de SG cortical?, podríamos pensar entonces que a menor SG cortical mayor intensidad del dolor y este es quien causa la discapacidad del individuo. De esta manera podría establecerse una valoración más objetiva, pero nuevamente sería puramente subjetiva tanto por el paciente como por el clínico.

Por otro lado las ondas alfa mostraron ser relevante para medir el dolor, debido a su fluctuación entre la aparición y el aumento del dolor así como las zonas donde estas aumentaban y curiosamente, cuando el paciente refirió más dolor durante el estudio las ondas alfa aumentaron sobre todo en las zonas asociadas a la percepción del mismo lóbulo parietal y occipital, además otro estudio en el cual se evidencio mediante MRI que durante el episodio de dolor del individuo se activaron las áreas relacionadas con la visión. Posteriormente se implementaron ejercicios con distracción visual a la hora de realizar el

estímulo que producía dolor a el paciente y no se evidencia la misma activación de las áreas visuales relacionadas con el dolor (23)(24).

La evidencia no es clara a la hora de tratar de buscar una herramienta que pueda ayudar a las personas dedicadas a este campo a medir de forma fiables, objetiva y que permita realizar un óptimo seguimiento tanto del tratamiento como de los cambios que van ocurriendo en el día a día en la vida del paciente, lo que si nos indican los resultados es que el dolor no se trata de una problemática exclusivamente musculoesquelética así como de áreas cerebrales específicas, sino que es un conjunto de variables que condicionan, aumentan y/o disminuyen la intensidad del dolor así como los cambios provocados a nivel central.

Como conclusión podemos decir que en la actualidad existen diversas formas que tratan de dar explicación tanto al funcionamiento de las redes neuronales implicadas en este fenómeno como a los cambios que producen en el organismo, pero desafortunadamente ninguna de estas alcanza hoy por hoy la fiabilidad necesaria para que pueda ser implementada en la práctica diaria.

BIBLIOGRAFÍA

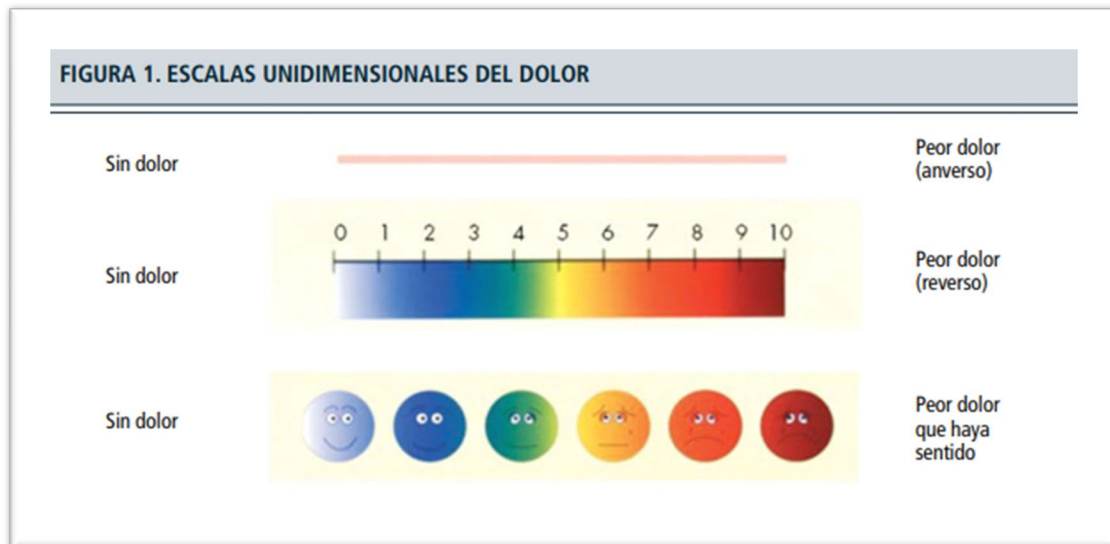
1. Nestares T, Salinas M, Teresa C, Diaz - Castro J, Moreno - Fernandez J, Lopez - Frias M. Factores de riesgo relacionados con los hábitos de vida en pacientes con patología osteomuscular. *Nutr Hosp*. 2017; 34(2), 444-53.
2. Cohen SP. Epidemiology, diagnosis, and treatment of neck pain. *Mayo Clin Proc*. 2015;90(2):284–99.
3. Osama M, Shakil Ur Rehman S. Effects of static stretching as compared to autogenic inhibition and reciprocal inhibition muscle energy techniques in the management of mechanical neck pain: a randomized controlled trial. *J Pak Med Assoc*. 2020;70(5):786–90.
4. Shamsi F, Haddad A, Zadeh LN. Recognizing Pain in Motor Imagery EEG Recordings Using Dynamic Functional Connectivity Graphs. *Proc Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc EMBS*. 2020;2020-July:2869–72.
5. Cid J, Acuña J, De Andrés J, Díaz L, Gómez-Caro L. ¿Qué y cómo evaluar al paciente con dolor crónico? evaluación del paciente con dolor crónico *Rev Med Clin Condes*. 2014;25(4):687–97.
6. Zhao ZF, Wan Y. Electrophysiological signature of pain. *Adv Exp Med Biol*. 2018;1099:167–77.
7. Ta Dinh S, Nickel MM, Tiemann L, May ES, Heitmann H, Hohn VD, Edenharter G, Utpadel-Fischler D, Tölle TR, Sauseng P, Gross J, Ploner M. Brain dysfunction in chronic pain patients assessed by resting-state electroencephalography. *Pain*. 2019 Dec;160(12):2751-2765.
8. Murphy KR, Han JL, Yang S, Hussaini SM, Elsamadicy AA, Parente B, Xie J, Pagadala P, Lad SP. Prevalence of Specific Types of Pain Diagnoses in a Sample of United States Adults. *Pain Physician*. 2017 Feb;20(2):E257-E268..
9. Díez Burón F, Marcos Vidal JM, Baticón Escudero PM, Montes Armenteros A, Bermejo López JC, Merino García M. Concordancia entre la escala verbal numérica y la escala visual analógica en el seguimiento del dolor agudo postoperatorio. *Rev Esp Anestesiología Reanim*. 2011;58(5):279–82.

10. Vicente Herrero MT, Delgado Bueno S, Bandrés Moyá F, Ramírez Iñiguez de la Torre MV, Capdevila García L. Valoración del dolor. Revisión Comparativa de Escalas y Cuestionarios. *Rev la Soc Española del Dolor*. 2018;25(4):228–36.
11. Corp N, Mansell G, Stynes S, Wynne-Jones G, Morsø L, Hill JC, van der Windt DA. Evidence-based treatment recommendations for neck and low back pain across Europe: A systematic review of guidelines. *Eur J Pain*. 2021 Feb;25(2):275-295..
12. An JX, Wang Y, Cope DK, Williams JP. Quantitative evaluation of pain with pain index extracted from electroencephalogram. *Chin Med J (Engl)*. 2017;130(16):1926–31.
13. Meier ML, Vrana A, Schweinhardt P. Low Back Pain: The Potential Contribution of Supraspinal Motor Control and Proprioception. *Neuroscientist*. 2019;25(6):583–96.
14. Xiangjun S, Li H, Du W, Chen W, Zhou F, Wang L. Analysis of Electroencephalogram of patients with specific low back pain with the massage treatment. *Proc Annu Int Conf IEEE Eng Med Biol Soc EMBS*. 2017;479–83.
15. Xu X, Huang Y. Objective Pain Assessment: a Key for the Management of Chronic Pain. *F1000Res*. 2020 Jan 23;9:F1000 Faculty Rev-35.
16. Archibald J, Warner FM, Ortiz O, Todd M, Jutzeler CR. Recent advances in objectifying pain using neuroimaging techniques. *J Neurophysiol*. 2018;120(2):387–90.
17. Garcés-Vieria MV, Suárez-Escudero JC. Neuroplasticidad: aspectos bioquímicos y neurofisiológicos. *CES Med*. 2014;28(1):119–31.
18. Ibacache Palma A, Araya Quintanilla F, Aguilera Eguía R, Muñoz Yañez MJ. Motor learning and neuroplasticity in chronic pain: A narrative review. *Rehabilitacion*. 2018;52(4):259–66.
19. Sierra Benítez EM, León Pérez MQ. Plasticidad cerebral, una realidad neuronal. *Rev cienc med Pinar Rio*. 2019;23(4):599–609.
20. Kuner R, Flor H. Structural plasticity and reorganisation in chronic pain. *Nat Rev*

- Neurosci. 2016;18(1):20–30.
21. Baliki MN, Schnitzer TJ, Bauer WR, Apkarian AV. Brain morphological signatures for chronic pain. *PLoS One*. 2011;6(10).
 22. Melzack R. The McGill Pain Questionnaire: Major properties and scoring methods. *Pain*. 1975;1(3):277–99.
 23. Beck AT, Steer RA, Ball R, Ranieri W. Comparison of Beck Depression Inventories -IA and -II in psychiatric outpatients. *J Pers Assess*. 1996 Dec;67(3):588-97.
 24. Woodworth DC, Holly LT, Mayer EA, Salamon N, Ellingson BM. Alterations in Cortical Thickness and Subcortical Volume are Associated with Neurological Symptoms and Neck Pain in Patients with Cervical Spondylosis. *Clin Neurosurg*. 2019;84(3):588–97.
 25. Prinsloo S, Rosenthal DI, Lyle R, Garcia SM, Gabel-Zepeda S, Cannon R, et al. Exploratory Study of Low Resolution Electromagnetic Tomography (LORETA) Real-Time Z-Score Feedback in the Treatment of Pain in Patients with Head and Neck Cancer. *Brain Topogr*. 2019;32(2):283–5.
 26. Rittig-Rasmussen B, Kasch H, Fuglsang-Frederiksen A, Svensson P, Jensen TS. The role of neuroplasticity in experimental neck pain: A study of potential mechanisms impeding clinical outcomes of training. *Man Ther*. 2014;19(4):288–93.

ANEXOS

Anexo I: Escala análoga del dolor.



Anexo II: Cuestionario de McGill.

**McGill-Melzack
PAIN QUESTIONNAIRE**

Patient's name _____ Age _____
 File No. _____ Date _____
 Clinical category (eg. cardiac, neurological, etc.): _____
 Diagnosis: _____

Analgesic (if already administered):
 1. Type _____
 2. Dose _____
 3. Time given in relation to this test _____

Patient's intelligence: circle number that represents best estimate
 1 (low) 2 3 4 5 (high)

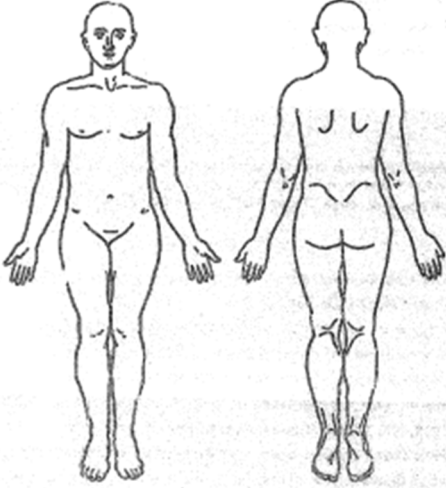
This questionnaire has been designed to tell us more about your pain. Four major questions we ask are:
 1. Where is your pain?
 2. What does it feel like?
 3. How does it change with time?
 4. How strong is it?

It is important that you tell us how your pain feels now. Please follow the instructions at the beginning of each part.

© R. Melzack, Oct. 1970

Part I. What is your Pain?

Please mark, on the drawings below, the areas where you feel pain. Put E if external, or I if internal, near the areas where you mark. Put EI if both external and internal.



Part 2. What Does Your Pain Feel Like?

Some of the words below describe your present pain. Circle ONLY those words that best describe it. Leave out any category that is not suitable. Use only a single word in each appropriate category—the one that applies best.

1 Flicking	2 Jumping	3 Pricking	4 Sharp
5 Quivering	6 Flashing	7 Stinging	8 Cutting
9 Pulsing	10 Shooting	11 Drilling	12 Lacerating
13 Throbbing	14 Burning	15 Stabbing	16 Stinging
17 Beating	18 Lancing	19 Lacerating	20 Stinging
21 Freezing	22 Tagging	23 Hot	24 Tingling
25 Pricking	26 Pulling	27 Burning	28 Itchy
29 Gooching	30 Woodworking	31 Scalding	32 Searing
33 Cramping	34 Creeping	35 Searing	36 Stinging
37 Crawling	38 Dull	39 Tiring	40 Stinging
41 Sore	42 Tender	43 Exhausting	44 Suffocating
45 Stinging	46 Taut	47	48
49 Aching	50 Reaping	51 Splitting	52
53 Heavy	54 Fearful	55 Wretched	56 Annoying
57 Frightful	58 Persicking	59 Stinging	60 Troublesome
61 Terrifying	62 Crawling	63	64 Miserable
65	66 Cruel	67	68 Intense
69	70 Vicious	71	72 Unbearable
73 Killing	74	75	76
77 Spreading	78 Tight	79 Cold	80 Numbing
81 Radiating	82 Numb	83 Freezing	84 Aching
85 Penetrating	86 Drawing	87	88 Dreadful
89 Piercing	90 Seeping	91	92 Twisting
93	94 Tearing	95	96

Part 3. How Does Your Pain Change With Time?

1. Which word or words would you use to describe the pattern of your pain?

1 Continuous	2 Rhythmic	3 Brief
4 Steady	5 Periodic	6 Momentary
7 Constant	8 Intermittent	9 Transient

2. What kind of things relieve your pain?

3. What kind of things increase your pain?

Part 4. How Strong Is Your Pain?

People agree that the following 5 words represent pain of increasing intensity. They are:

1 Mild	2 Discomforting	3 Distressing	4 Horrible	5 Excruciating
--------	-----------------	---------------	------------	----------------

To answer each question below, write the number of the most appropriate word in the space beside the question.

1. Which word describes your pain right now? _____
 2. Which word describes it at its worst? _____
 3. Which word describes it when it is least? _____
 4. Which word describes the worst headache you ever had? _____
 5. Which word describes the worst headache you ever had? _____
 6. Which word describes the worst stomach-ache you ever had? _____

Anexo III: Cuestionario de depresión de Beck.

Inventario de Depresión de Beck (BDI-2)

Nombre:.....Estado Civil..... Edad:..... Sexo.....
Ocupación Educación:..... Fecha:.....

Instrucciones: Este cuestionario consta de 21 grupos de afirmaciones. Por favor, lea con atención cada uno de ellos cuidadosamente. Luego elija uno de cada grupo, el que mejor describa el modo como se ha sentido **las últimas dos semanas, incluyendo el día de hoy**. Marque con un círculo el número correspondiente al enunciado elegido. Si varios enunciados de un mismo grupo le parecen igualmente apropiados, marque el número más alto. Verifique que no haya elegido más de uno por grupo, incluyendo el ítem 16 (cambios en los hábitos de Sueño) y el ítem 18 (cambios en el apetito)

1. Tristeza

- 0 No me siento triste.
- 1 Me siento triste gran parte del tiempo
- 2 Me siento triste todo el tiempo.
- 3 Me siento tan triste o soy tan infeliz que no puedo soportarlo.

2. Pesimismo

- 0 No estoy desalentado respecto de mi futuro.
- 1 Me siento más desalentado respecto de mi futuro que lo que solía estarlo.
- 2 No espero que las cosas funcionen para mí.
- 3 Siento que no hay esperanza para mi futuro y que sólo puede empeorar.

3. Fracaso

- 0 No me siento como un fracasado.
- 1 He fracasado más de lo que hubiera debido.
- 2 Cuando miro hacia atrás, veo muchos fracasos.
- 3 Siento que como persona soy un fracaso total.

4. Pérdida de Placer

- 0 Obtengo tanto placer como siempre por las cosas de las que disfruto.
- 1 No disfruto tanto de las cosas como solía hacerlo.
- 2 Obtengo muy poco placer de las cosas que solía disfrutar.
- 3 No puedo obtener ningún placer de las cosas de las que solía disfrutar.

5. Sentimientos de Culpa

- 0 No me siento particularmente culpable.
- 1 Me siento culpable respecto de varias cosas que he hecho o que debería haber hecho.

- 2 Me siento bastante culpable la mayor parte del tiempo.
- 3 Me siento culpable todo el tiempo.

6. Sentimientos de Castigo

- 0 No siento que este siendo castigado
- 1 Siento que tal vez pueda ser castigado.
- 2 Espero ser castigado.
- 3 Siento que estoy siendo castigado.

7. Disconformidad con uno mismo.

- 0 Siento acerca de mí mismo que siempre.
- 1 He perdido la confianza en mí mismo.
- 2 Estoy decepcionado conmigo mismo.
- 3 No me gusta a mí mismo.

8. Autocrítica

- 0 No me critico ni me culpo más de lo habitual
- 1 Estoy más crítico conmigo mismo de lo que solía estarlo
- 2 Me critico a mí mismo por todos mis errores
- 3 Me culpo a mí mismo por todo lo malo que sucede.

9. Pensamientos o Deseos Suicidas

- 0 No tengo ningún pensamiento de matarme.
- 1 He tenido pensamientos de matarme, pero no lo haría
- 2 Querría matarme
- 3 Me mataría si tuviera la oportunidad de hacerlo.

10. Llanto

- 0 No lloro más de lo que solía hacerlo.
- 1 Lloro más de lo que solía hacerlo
- 2 Lloro por cualquier pequeñez.
- 3 Siento ganas de llorar pero no puedo.

11. Agitación

- 0 No estoy más inquieto o tenso que lo habitual.
- 1 Me siento más inquieto o tenso que lo habitual.
- 2 Estoy tan inquieto o agitado que me es difícil quedarme quieto
- 3 Estoy tan inquieto o agitado que tengo que estar siempre en movimiento o haciendo algo.

12. Pérdida de Interés

- 0 No he perdido el interés en otras actividades o personas.
- 1 Estoy menos interesado que antes en otras personas o cosas.
- 2 He perdido casi todo el interés en otras personas o cosas.
- 3. Me es difícil interesarme por algo.

13. Indecisión

- 0 Tomo mis propias decisiones tan bien como siempre.
- 1 Me resulta más difícil que de costumbre tomar decisiones
- 2 Encuentro mucha más dificultad que antes para tomar decisiones.
- 3 Tengo problemas para tomar cualquier decisión.

14. Desvalorización

- 0 No siento que yo no sea valioso
- 1 No me considero a mi mismo tan valioso y útil como solía considerarme
- 2 Me siento menos valioso cuando me comparo con otros.
- 3 Siento que no valgo nada.

15. Pérdida de Energía

- 0 Tengo tanta energía como siempre.
- 1. Tengo menos energía que la que solía tener.
- 2. No tengo suficiente energía para hacer demasiado
- 3. No tengo energía suficiente para hacer nada.

16. Cambios en los Hábitos de Sueño

- 0 No he experimentado ningún cambio en mis hábitos de sueño.
- 1ª. Duermo un poco más que lo habitual.
- 1b. Duermo un poco menos que lo habitual.
- 2a Duermo mucho más que lo habitual.
- 2b. Duermo mucho menos que lo habitual
- 3ª. Duermo la mayor parte del día
- 3b. Me despierto 1-2 horas más temprano y no puedo volver a dormirme

17. Irritabilidad

- 0 No estoy tan irritable que lo habitual.
- 1 Estoy más irritable que lo habitual.
- 2 Estoy mucho más irritable que lo habitual.
- 3 Estoy irritable todo el tiempo.

18. Cambios en el Apetito

- 0 No he experimentado ningún cambio en mi apetito.
- 1ª. Mi apetito es un poco menor que lo habitual.
- 1b. Mi apetito es un poco mayor que lo habitual.
- 2a. Mi apetito es mucho menor que antes.
- 2b. Mi apetito es mucho mayor que lo habitual
- 3ª. No tengo apetito en absoluto.
- 3b. Quiero comer todo el día.

19. Dificultad de Concentración

- 0 Puedo concentrarme tan bien como siempre.
- 1 No puedo concentrarme tan bien como habitualmente
- 2 Me es difícil mantener la mente en algo por mucho tiempo.
- 3 Encuentro que no puedo concentrarme en nada.