

Universidad San Jorge
Facultad ciencias de la salud
Grado de fisioterapia

Proyecto Final

Tiempos de recuperación de la motricidad fina
y de los rangos de movimientos tras un
modelo de dolor experimental

Autor del proyecto: Étienne Sanchez
Director del proyecto: Víctor Doménech García
Villanueva de Gállego, 17 de mayo de 2019

Este trabajo constituye parte de mi candidatura para la obtención del título de Grado Universitario en Fisioterapia de la Universidad San Jorge y no ha sido entregado previamente (o simultáneamente) para la obtención de cualquier otro título.

Este documento es el resultado de mi propio trabajo, excepto donde de otra manera esté indicado y referido.

Doy mi consentimiento para que se archive este trabajo en la biblioteca universitaria de Universidad San Jorge, donde se puede facilitar su consulta.

Firma Etienne Sanchez

Fecha: 17 de mayo 2019

Me gustaría agradecer, con mucha sinceridad, a todas las personas que me han acompañado en la elaboración de este proyecto final.

Primero a Pablo, Ana y Marcos sin ellos no hubiera sido posible este trabajo de fin de grado.

A los profesores de la Universidad San Jorge, para todos los conocimientos compartidos con nosotros.

A mi tutor Víctor.

A todos los compañeros que han participado en nuestro estudio.

A mis amigos de la Universidad San Jorge, Oihana, Laure, Carole, Inès, Léa, Lucie, Sarah y Roxane, por todos estos momentos compartidos juntos.

A Charlotte que a sido un apoyo permanente.

Por fin, a mis padres, sin los cuales nada hubiera sido posible. Por el cariño y la paciencia que me dan cada día.

Contenido

1.	Resumen	1
2.	Introducción	3
2.1.	Justificación del estudio	4
2.2.	Objetivo e hipótesis	4
3.	Material y métodos	5
3.1.	Tipo y diseño del estudio	5
3.2.	Población	5
3.3.	Protocolo experimental	6
3.3.1.	Posicionamiento de valoración	6
3.3.2.	Protocolo de dolor experimental	7
3.4.	Variables del estudio	7
3.4.1.	Valoración de la sensibilidad al dolor	7
3.4.2.	Valoración de la recuperación subjetiva del dolor.....	8
3.4.3.	Motricidad fina.	8
3.4.4.	Rango de movimiento activo	9
3.5.	Calculo del tamaño muestral	9
3.6.	Análisis estadístico	9
4.	Resultados	10
4.1.	Escala Likert.....	10
4.2.	Umbral de dolor por presión	12
4.3.	Rango de movimiento	12
4.4.	Motricidad fina	12
5.	Discusión	14
5.1.	Limitaciones y fortaleza	15
5.2.	Conclusión	16
6.	Bibliografía	16
7.	Anexo	20

1. Resumen

Justificación del trabajo: Los dolores de tipo musculoesquelético pueden perpetuarse en el tiempo y transformarse en dolores crónicos, asociados a un alto coste a nivel de sanidad pública y empresarial. **Objetivo:** Investigar sobre los tiempos de recuperación de diferentes variables, tales como los rangos de movimiento, la motricidad fina, los umbrales de dolor por presión (UDP) y el dolor subjetivo tras una lesión experimental que simula una epicondilitis.

Metodología: Estudio observacional prospectivo de medidas repetidas. Se realizó un protocolo de dolor experimental mediante ejercicio excéntrico con el objetivo de generar agujetas en el extensor carpi radialis brevis del antebrazo no dominante. Se siguió un protocolo estandarizado para medir bilateralmente la motricidad fina mediante el "Nine-Hole Peg test", los UDPs gracias a un algómetro, los rangos de movimiento con un inclinómetro y los niveles de dolor con una escala LIKERT. Este protocolo se realizó todos los días del estudio (basal, 24h, 48h, 72h y 7 días tras ejercicio excéntrico). **Resultados:** La motricidad fina del lado no dominante se vio limitada hasta 24 h después del ejercicio excéntrico ($P=0,01$), al igual que el UDP del extensor carpi radialis brevis no dominante ($P=0,01$). Ambas variables se normalizaron a las 48h después del ejercicio excéntrico. El rango de movimiento del antebrazo no dominante presentó una reducción significativa en el tiempo ($P=0,001$) y se normalizó el último día del estudio, al mismo tiempo que los niveles de dolor subjetivo. No hubo ningún cambio significativo en el lado dominante. **Conclusión:** Los valores de motricidad fina y UDP se normalizan antes que los valores de dolor subjetivo; a diferencia de los valores del rango de movimiento, los cuales se normalizan al mismo tiempo que los niveles de dolor subjetivo. Por lo tanto, parece que la recuperación de una lesión no se hace de manera homogénea.

Palabras clave: Umbral de dolor a la presión, motricidad fina, rango de movimiento, Dolor musculoesquelético.

Abstract:

Justification: Musculoskeletal pains can be perpetuated over time and become chronic pains, associated with a high cost of public health and business. **Objective:** To investigate the recovery times of different variables, such as ranges of motion, fine motor skills, pressure pain thresholds (PPT) and subjective pain after an experimental injury simulating epicondylalgia.

Methodology: Prospective observational study of repeated measurements. An experimental pain protocol was carried out using eccentric exercise with the aim of generating stiffness in the extensor carpi radialis brevis of the non-dominant forearm. A standardized protocol was followed to bilaterally measure fine motor skills using the Nine-Hole Peg test, UDPs using an algometer, movement ranges using an inclinometer, and pain levels using a LIKERT scale. This protocol was performed every day of the study (basal, 24h, 48h, 72h and 7 days after eccentric exercise).

Results: Fine motor skills on the non-dominant side were limited to 24 h after eccentric exercise ($P=0.01$), as was the UDP of the non-dominant carpi radialis brevis extensor ($P=0.01$). Both variables were normalized at 48h after eccentric exercise. The range of motion of the non-dominant forearm showed a significant reduction in time ($P=0.001$) and was normalized on the last day of the study, at the same time as the levels of subjective pain. There was no significant change in the dominant side. **Conclusion:** Fine motor skills and UDP values are normalized before subjective pain values; as opposed to range-of-motion values, which are normalized at the same time as subjective pain levels. It appears that recovery from injury is not homogeneous.

Key word: Pressure pain threshold, motor skills, range of motion, musculoskeletal pain.

2. Introducción

El dolor de tipo musculoesquelético puede surgir de cualquiera de estas estructuras: ligamentos, músculos, tendones y articulaciones (1). Con la aparición de dolores musculoesqueléticos podemos observar fenómenos de hiperalgesia. La hiperalgesia se considera como un aumento de la sensibilidad al dolor mantenida en el tiempo (1). Si el dolor se perpetúa en el tiempo, se han podido observar fenómenos de cronificación del dolor y de sensibilización central que se definen como la amplificación de la señal neural dentro del sistema nervioso central que desencadena una hiperalgesia (1, 2).

El tratamiento del dolor musculoesquelético en Europa y en el resto de los continentes es una prioridad, ya que el tratamiento del dolor se cifra en millones de euros o de dólares (3, 4). Estos tipos de dolor musculoesquelético afectan a los pacientes en diferentes aspectos de su vida, ya sea a nivel emocional o funcional. Además de a un coste sanitario, el dolor está asociado a niveles altos de absentismo en el ámbito laboral, así como a una bajada en el rendimiento laboral (5). Se ha visto una fuerte correlación negativa entre niveles altos de dolor y la "fuerza laboral", entendida como capacidad de trabajo, lo que se refleja en un doble coste para la sociedad tanto a nivel de sanidad pública como empresarial (5). Al mismo tiempo, se ha observado una correlación entre las categorías laborales (agricultores, trabajo de oficina...) y las zonas de las lesiones musculoesqueléticas (6), lo que puede permitir enfocar mejor la prevención de las mismas.

Hay evidencia de que las lesiones de tipo musculoesquelético afectan tanto a la actividad muscular como a la cinética, esto conlleva una modificación de los patrones de movimiento (7). En esta modificación se ha observado especialmente una reducción de la amplitud del movimiento (7), lo que favorece la curación del tejido muscular (8). Sin embargo, la prolongación de estos patrones de movimientos, pueden retroalimentar de forma positiva el circuito del dolor musculoesquelético y conducir a la cronificación del dolor (9).

En la literatura actual no sabemos cuáles son los tiempos exactos de una recuperación "normal" de una lesión de tipo musculoesquelética. El propósito de nuestro estudio ha sido el de investigar el tiempo de recuperación normal de varios parámetros funcionales (rango de movimiento y motricidad fina) tras una lesión musculoesquelética experimental. Además, se ha estudiado la percepción subjetiva de la recuperación de la lesión por parte del paciente. Para realizar este estudio, hemos utilizado un modelo de dolor experimental cuyo objetivo ha sido producir agujetas para imitar una lesión muscular clásica (tipo epicondialgia) de manera temporal (10, 11).

2.1. Justificación del estudio

La realización de este estudio podría servir para adaptar los tratamientos con pacientes que tienen tiempos de recuperación demasiado largos con una alta probabilidad de cronificación del dolor musculoesquelético. De la misma forma, los resultados derivados de este estudio podrían contribuir a mejorar la prevención primaria, secundaria y terciaria; y de esta manera, evitar la aparición de catastrofización y cronificación del dolor en ciertos pacientes. Además, con un mejor conocimiento de estas lesiones podemos disminuir los costes tanto a nivel de sanidad pública como a nivel del mundo laboral, con una disminución de las bajas laborales.

2.2. Objetivo e hipótesis

El objetivo de nuestro estudio fue comprobar si tras un modelo de dolor experimental, el rango de movimiento total de la muñeca del brazo no dominante se recupera antes que la percepción subjetiva del dolor y de la funcionalidad. Además, quisimos investigar si la motricidad fina se normaliza antes que la percepción subjetiva de recuperación.

H0: la percepción subjetiva de la funcionalidad se normaliza a la vez que la normalización objetiva de la motricidad fina y de los rangos de movimiento.

H1: la percepción subjetiva de la funcionalidad se normaliza con posterioridad a la normalización objetiva de la motricidad fina y de los rangos de movimiento.

3. Material y métodos

3.1. Tipo y diseño del estudio

Este es un estudio observacional prospectivo de medidas repetidas, que se ha desarrollado entre el mes de febrero 2019 y abril 2019. Este estudio forma parte de un proyecto mayor titulado "Relación temporal en la recuperación de variables sensoriales, motoras y tisulares en un modelo de dolor muscular experimental de la musculatura epicondílea".

La recogida de datos se ha hecho sobre dos tandas. Se realizó una tanda en febrero y la otra en marzo. Los meses de las tandas fueron elegidos por comodidad de los investigadores y por facilidad de acceso a los participantes voluntarios. Cada tanda se compuso de una valoración inicial (día 0), de cuatros valoraciones seguidas (día 7, 8, 9 y 10) y de una valoración final (día 14) (Anexo1). El proyecto se realizó de acuerdo a la declaración de Helsinki (12) y las normas de buena práctica clínica. Este estudio fue aprobado por el comité ético de investigación clínica de Aragón (C.P.-C.I. PI18/385). Todos los participantes dieron su consentimiento por escrito después de recibir una descripción detallada sobre el protocolo.

3.2. Población

El reclutamiento fue realizado en la Universidad San Jorge, de febrero a marzo 2019. A los sujetos que se presentaron de forma voluntaria para el estudio, se les entregó una hoja informativa sobre el mismo. Inmediatamente se determinó si el sujeto cumplía con los criterios de selección. Aquellos que no los cumplían fueron excluidos del estudio. Los sujetos potenciales que firmaron el consentimiento informado fueron integrados en el estudio.

Como criterios de inclusión se estableció que los sujetos tenían que tener entre 18 años y 50 años, debían estar en buena forma física y sin dolor en la actualidad para no falsear los resultados del estudio. Los sujetos debían ser capaces de realizar todas las pruebas y sobre todo ser capaces de entender el proceso y el objetivo del estudio. Finalmente, los pacientes debían leer y firmar el consentimiento informado.

Los criterios de exclusión fueron: padecer cualquier dolor agudo o crónico, en cualquier parte del cuerpo en los últimos 3 meses. Consumir cualquier tipo de medicación de forma crónica. Tener antecedentes de lesión grave en la extremidad superior o un diagnóstico de enfermedad grave. Sufrir enfermedades relacionadas con procesos de dolor musculoesquelético crónico como fibromialgia, dolor lumbar crónico o migraña. El último criterio de exclusión en este estudio fue el no poder obtener un compromiso de continuidad por parte del sujeto.

Los criterios de abandono del estudio fueron que el sujeto no acudiera a las diferentes valoraciones o por propia decisión del participante.

3.3. Protocolo experimental

El protocolo experimental se estandarizó comenzándolo siempre por el lado dominante. Todas las sesiones se realizaron en la Universidad San Jorge. Se siguió siempre el mismo orden durante todas las sesiones de valoración.

1) Se repartió al final de cada sesión una escala Likert de dolor/función, así como una escala subjetiva de recuperación de la función. 2) Se hizo una Miotonometría en dos puntos del antebrazo de cada participante (extensor carpi radialis brevis y el tendón de la musculatura epicondílea). 3) Cada día se realizó una prueba de motricidad fina mediante el "Nine-Hole Peg test". 4) Se midió el umbral de dolor a la presión (UDP) con un algómetro. 5) La modulación del dolor condicionado fue medida también con un algómetro, y la modulación fue realizada con una cubeta de agua fría. 6) Los rangos de movimientos de la muñeca, (ROM) tanto en extensión como en flexión, fueron medidos todos los días con el uso de un dinamómetro. 7) La fuerza muscular fue medida todos los días con dinamometría.

El primer día del estudio se hicieron medidas antropométricas: Perímetro del antebrazo y muñeca, longitud del antebrazo, diámetro biepicondilar del húmero y biestiloideo de la muñeca y pliegue cutáneo del antebrazo (13)

También el primer día se entregaron cuestionarios sobre el nivel de actividad física (IPAQ)(14), la catastrofización frente al dolor (PCS)(15, 16) y sobre la calidad del sueño (MOS)(17, 18). Estos cuestionarios también fueron entregados al final del estudio.

3.3.1. Posicionamiento de valoración

En este estudio se hicieron dos posiciones de valoración estandarizada.

Posición de valoración 1: Los sujetos tenían que estar sentados frente a una mesa, con el codo apoyado en el borde de la misma. Las rodillas tenían que estar flexionadas 90° y el borde inferior de la espalda apoyada sobre el respaldo de la silla. Los codos fueron flexionados 90° a la altura de los hombros y la palma de la mano apoyada con los dedos relajados. (Anexo 2)

Posición de valoración 2: Desde la "posición de valoración 1" el sujeto tenía que girarse 90° grados a la derecha o a la izquierda. Los dos tercios proximales del antebrazo tenían que estar apoyados sobre la mesa, lo que permitía dejar la muñeca libre de movimiento. (Anexo3)

3.3.2. Protocolo de dolor experimental

El segundo día (día 7) del estudio se realizó ejercicio excéntrico con el objetivo de producir agujetas en los músculos epicondíleos del brazo dominante. Se solicitó a los participantes que realizaran un ejercicio que implicase una contracción excéntrica de los extensores de muñeca y dedos. Concretamente lo que se pretendía era una contracción del extensor radial largo del carpo (19). El ejercicio se realizó mediante un dispositivo diseñado a medida para este propósito.

Los participantes fueron sentados, con el codo extendido, con una flexión del hombro en el plano sagital de 70-80°. El antebrazo se colocó en posición de pronación y fue apoyado sobre una cuña, protegido con una toalla para evitar molestias a los participantes. La muñeca fue colocada de tal manera que fuera posible moverla en todo su rango de movimiento. Cada ciclo de contracción muscular se iniciaba desde una posición inicial de máxima extensión y se finalizaba con una flexión completa de la muñeca. Los participantes fueron solicitados durante la fase excéntrica del movimiento. Durante la fase concéntrica el investigador levantaba el peso para que los participantes no hicieran fuerza. El hecho de que los participantes solo hicieran la fase excéntrica del movimiento aumentaba la probabilidad de que se produjeran agujetas. Cada participante realizó 3 series de 50 repeticiones, separadas por 2 minutos de descanso. Se fijó el peso inicial al 90% de la fuerza isométrica máxima. Dicho peso fue calculado mediante el "break test" (20). Se bajaba el peso en función del cansancio de cada participante para asegurar una ejecución óptima y evitar la creación de fatiga excesiva (19).

3.4. Variables del estudio

3.4.1. Valoración de la sensibilidad al dolor

Se midió el umbral de dolor a la presión (UDP) en 3 partes del cuerpo bilateralmente. Este valor se determinó diciendo al paciente literalmente "*Accione el botón en el momento en el que la presión pase a ser mínimamente dolorosa o molesta. Recuerde que no tiene que aguantar o tolerar el dolor*". Los UDPs fueron valorados en posición de valoración número 1. Se empleó un algómetro (21, 22) de presión portátil (Somedic, Hörby, Sweden) con una sonda de 1 cm², el cual fue calibrado previamente a cada sesión de valoración. Se registró los UDP en el vientre muscular del extensor carpi radialis brevis, buscando dicho músculo con un método preciso(23). También se midió los UDP en el tercio distal del músculo tibial anterior(24), en el punto central del vientre muscular. El último músculo donde se hicieron las mediciones fue el deltoides(25, 26), en su punto medio, entre la línea que une la parte media del acromion con la "v" deltoidea. Los puntos de medición de los UDPs fueron señalados con tinta permanente de manera que las mediciones fueran siempre efectuadas en la misma región.

La presión fue aumentada por el investigador de forma gradual, a un ritmo de 30 kilopascales por segundo. El participante tenía que accionar un pulsador cuando la sensación de presión se

transformaba en sensación de dolor. El hecho de presionar el botón acababa con la estimulación. Se hicieron dos valoraciones consecutivas (27, 28) en cada punto y se obtuvo la media de los dos valores como valor definitivo y posterior uso en el análisis estadístico.

Una valoración suplementaria de los UDP fue realizada el primer día, justo después del protocolo de dolor inducido. El objetivo de esta segunda medida fue la de valorar si los participantes respondían al fenómeno de hipotalgesia inducido por el ejercicio (HIE)(29). La HIE sobreviene después del ejercicio, consiste en el aumento de los umbrales de dolor y de la tolerancia al dolor que se produce después del ejercicio mediante la liberación de sustancias opioide (30). El objetivo era comprobar si este efecto tenía influencia sobre la recuperación tras una lesión.

3.4.2. Valoración de la recuperación subjetiva del dolor.

Durante los días 8, 9, 10 y 14 se valoraron los niveles de dolor musculoesquelético de los participantes mediante una escala Likert (31). La escala Likert estaba compuesta por 6 niveles: 0 "Ausencia completa de molestia", 1 "Mínimo dolor al tocar", 2 "Ligero dolor al tocar", 3 "Ligero dolor al mover el brazo o al levantar objetos", 4 "Dolor severo, cantidad notable de dolor al mover objetos o debilidad", 5 "Incapacidad de producir movimiento en el brazo o mover objetos debido al dolor". Dicha escala fue realizada por un único investigador al final de cada sesión.

3.4.3. Motricidad fina.

Se midió la motricidad fina mediante el "Nine-Hole Peg test" (32). Esta prueba se realiza mediante la utilización de una caja con nueve agujeros en un lado y un hueco con nueve clavijas en un otro lado (Anexo 4). El objetivo de este test es el de introducir las clavijas lo más rápidamente posible en los agujeros con la mano (33). Se realizó esta prueba cada día del estudio y dos veces el día 7, una vez antes del ejercicio y después para comparar la destreza manual. Los sujetos hicieron la prueba en posición de valoración 1, primero con el lado dominante y después con el lado no dominante. Con la mano libre, cada participante tuvo que sujetar la caja para obtener así más estabilidad. Además, la posición de la caja fue estandarizada para cada paciente. La caja se situó a 20 cm. del sujeto y fue alineada con el centro de su cuerpo. Se realizaron 3 intentos con cada lado, más un intento de prueba al inicio del test para una mayor familiarización. La repetición de dicho test permitió eliminar los valores anormales o que no correspondían realmente a la capacidad del sujeto. El tiempo de realización de la prueba se midió con dos cronómetros, uno por cada investigador. El tiempo final de la prueba fue la media de los tiempos en segundos que registró cada investigador de forma autónoma. Ambos investigadores se habían entrenado previamente para disminuir al máximo los errores inter e intra observador. Antes de cada medición los cronómetros fueron calibrados.

3.4.4. Rango de movimiento activo

Las mediciones se hicieron todos los días del estudio y dos veces el día 7 con objeto de comparar el rango de movimiento antes y después de cada ejercicio. Se realizaron las mediciones en la posición 2 de valoración. El sujeto tenía que apoyar su antebrazo sobre la mesa, de tal manera que su muñeca quedara libre. Los participantes estabilizaron su antebrazo con la mano contraria para evitar compensaciones. Se valoraron los movimientos de flexión y extensión máxima de la muñeca con un inclinómetro (Muscular MicroFET 3) (34, 35). Los sujetos tenían que aguantar la posición máxima 3 segundos para que la medición fuese considerada válida. En primer lugar, se midió el rango de movimiento de la muñeca del lado dominante y en segundo lugar el del lado no dominante. Las mediciones fueron realizadas tres veces consecutivas con un inclinómetro digital y la media de esos tres valores fue el valor final expresado en grados. El inclinómetro fue calibrado antes de cada medición, apoyándolo horizontalmente sobre el suelo y presionando "reset". Siempre se situó el inclinómetro en el 3^{er} metacarpiano para estandarizar la medida. Dos investigadores hicieron las medidas verificando la homogeneidad de los valores entre ellos.

Junto con la motricidad fina, el rango de movimiento ha sido la variable primaria del estudio.

3.5. Cálculo del tamaño muestral

Se utilizó el programa G*Power (versión 3.1.9.2, Departamento de Psicología Experimental, Universidad Heinrich-Heine, Düsseldorf, Alemania) (36, 37). Para realizar un cálculo a priori del tamaño muestral se consideró el uso de un test ANOVA de medidas repetidas intra-sujetos, teniendo en cuenta un nivel de significancia del 5%, una potencia del 80%, y un tamaño del efecto de 0,25. Basándonos en estudios previos de motricidad fina (33) y valoración del rango de movimiento (38), se ha mostrado una correlación mínima de 0,69 entre medidas repetidas. En base a todo lo anterior, y en previsión de una tasa de abandonos del 10%, el cálculo muestra que se requiere una muestra teórica mínima de 13 sujetos.

3.6. Análisis estadístico

Se usó un análisis de la varianza para medidas repetidas (RM-ANOVA). Se corrigió con el test post hoc para comparaciones múltiples Bonferroni. El test que se utilizó para verificar el principio de normalidad fue el test de Shapiro-wilk. Los valores fueron expresados con la media y la desviación estándar. Se presentó en texto, tablas y figuras. El nivel de significación fue de $p < 0,05$. Para el análisis estadístico se utilizó el programa SPSS.

4. Resultados

Trece sujetos cumplieron los criterios de selección. La tabla 1 revela las características de la muestra. Ninguno de los sujetos abandonó el estudio. No se objetivó la aparición de efectos adversos durante el desarrollo de este estudio.

Tabla 1: Características basales de la muestra.

	Sujetos N=13
Edad (años)	24,4 ±3,1
Peso (kilogramos)	70,8±13,9
Índice de masa corporal	23,9±2,7
Diestro (n)	11
Zurdo (n)	2
Hombres (n)	7
Mujeres (n)	6

Los valores están expresados en media ± desviación estándar.

4.1. Escala Likert

Durante el día 8 se observó la aparición de dolor en el 92,3 % de la muestra, donde un 15,4% que mostraron signos de debilidad (tabla 2). En el día 10 se vio que todavía el 92,3% de la muestra tenían dolor asociado a las agujetas, pero con intensidad menores. El día 14 se observó que el 100% ya no presentaba ningún nivel de dolor. Así que se vio una clara diferencia significativa durante el día 8 y el día 14 (MR-ANOVA: $F_{(3,36)} = 51,327$, $P = 0,001$).

TABLA 2: Respuesta de los sujetos a la escala Likert en forma de frecuencia.

Escala Likert	Día 8	Día9	Día 10	Día 14
Ausencia completa de molestia	1 (7,7%)	1 (7,7%)	1 (7,7%)	13 (100%)
Mínimo dolor al tocar	0	0	3 (23,1%)	0
Ligero dolor al tocar	2 (15,4%)	2 (15,4%)	6 (46,2%)	0
Ligero dolor al mover el brazo o levantar objetos	8 (61,5%)	8 (61,5%)	3 (23,1%)	0
Dolor severo, cantidad notable de dolor al mover objetos o debilidad	2 (15,4%)	2 (15,4%)	0	0
Incapaz de producir movimiento en el brazo o mover objetos debido al dolor	0	0	0	0

Todos los valores están expresados en frecuencia y porcentajes, tenemos un total de 13 participante

4.2. Umbral de dolor por presión

Se observó que no había diferencias significativas en los UDPs del extensor carpi radialis brevis dominante entre el día 7 pre-ejercicios y los otros días (Tabla 3; medidas repetidas ANOVA [MR-ANOVA]: $F_{(5,60)}=0,860$, $P=0,514$). Además, se encontró que por el tibial anterior no dominante no había diferencias significativas en los UDPs del día 7 pre-ejercicio y los otros días del estudio (MR-ANOVA: $F_{(5,60)}=1,303$, $P=0,290$). También se vio que no había diferencias significativas en los UDPs de deltoides dominante entre el día 7 pre-ejercicios y los otros días (MR-ANOVA: $F_{(5,60)}=2,910$, $P=0,514$). Los resultados de los UDPs del extensor carpi radialis brevis no dominante (Tabla 3), han mostrado una normalización de los resultados, a partir del día 9 es decir 48h (Bonferroni $P=0,258$) después del protocolo de dolor. El día 7 post-ejercicio se observó un aumento no significativo del UDP en el extensor carpi radialis brevis en comparación al día 7 pre-ejercicio. El día 8 se puede observar una diferencia significativa (Bonferroni $P=0,006$) en comparación al día 7 pre-ejercicio. Los resultados de los UDPs de la musculatura alejada (deltoides y tibial anterior) del lado no dominante no han mostrado diferencias significativas entre el día 7 pre-ejercicio y los otros días.

4.3. Rango de movimiento

Se observó una disminución significativa del rango de movimiento (MR-ANOVA: $F_{(5,60)}= 25,436$, $P=0,001$). Entre el día 7 pre-ejercicios y el día 7 post-ejercicios (Tabla 3) (Bonferroni $P=0,001$). También se vio una disminución respecto al día 7 pre-ejercicio con el día 8 (Bonferroni $P=0,001$), igualmente con él día 9 (Bonferroni $P=0,001$), incluso con el día 10 (Bonferroni $P=0,002$). Se normalizó los valores de los rangos de movimientos el día 14 en comparación al día 7 pre-ejercicio (Bonferroni $P=0,463$). No existen diferencias significativas entre el día 7 pre-ejercicio y el resto de días en el lado dominante ($P=0,525$).

4.4. Motricidad fina

Los resultados sobre la motricidad fina mostraron diferencias significativas a lo largo del tiempo (MR-ANOVA: $F_{(5,60)}= 17,609$, $P=0,001$). Los sujetos han tardado más tiempo (tabla 3) en realizar el "Nine-Hole Peg test" el día 7 post-ejercicio (Bonferroni $P=0,013$) y 24h horas después (Bonferroni $P=0,01$), pero a partir del día 9 los sujetos han recuperado tiempos normales de ejecución (tabla 3). No se aprecia diferencias significativas en el lado dominante (MR-ANOVA: $F_{(5,60)}=1,774$, $P=0,132$), entre los diferentes días.

TABLA 3: Evolución a lo largo del estudio de los UDPs, de la motricidad fina y de los rangos de movimiento.

		Día 7 pre-ejercicio	Día 7 post-ejercicio	Día 8	Día 9	Día 10	Día 14	P (Nivel de significancia <0,05)
UDP extensor carpi radialis brevis (kPa)	Dominante	178,1±89,2	187,6±95,5	174±75,7	197,3±92,9	189,7±112,2	199,4±115,4	0,514
	No dominante	185,6±85	229±124,7	123,7±64 #	160,4±106,9	180,6±99,7	211,8±113	0,001
UDP Tibial anterior (kPa)	Dominante	334,1±176,5	359,8±179,3	325,6±132,5	349,9±146,1	349,5±153,1	379±164,7	0,290
	No dominante	292,2±140,6	298,5±118,8	290,2±124,1	297,4±153,4	305±154	351,7±166,1	0,081
UDP deltoideo (kPa)	Dominante	184,4±73,3	206,5±84,1	193,5±75,4	211,6±100,6	212,8±94,1	222,1±94,9	0,514
	No dominante	221,8±105,1	228,6±114,7	216,1±109,8	219,7±141,2	229,9±137,6	253,3±145,6	0,304
Rango de Movimiento Total (grado)	Dominante	159,2±9,7	160,3±9,7	157,9±12,5	156,9±11	157±11,8	157,9±12,3	0,118
	No dominante	161±10,3	142,4±14,3 #	142,7±16,8 #	144,3±14,6 #	149,8±16,3 #	157,8±11,3	0,001
Motricidad fina (Secunda)	Dominante	10,5±0,56	10,8±0,93	10,7±0,8	10,4±0,7	10,4±0,8	10,4±0,9	0,132
	No dominante	11,3±1	14,8±2,8 #	12,5±1 #	11,6±1	11,2±1	11,1±1	0,001

Todos los valores están expresados en media ± desviación estándar. # significan que hay una diferencia significativa ($p < 0,05$) entre el "día pre" y los otros días del estudio tras un análisis ANOVA de medidas repetidas corregido por un factor de Bonferroni. kPa= Kilopascal. UDP= Umbral de dolor a la presión

5. Discusión

En este estudio se ha demostrado que nuestro modelo de agujetas experimental ha provocado tanto reducciones significativas en los rangos de movimiento como aumentos significativos en el tiempo de realización de la prueba de motricidad fina. Igualmente, este modelo ha provocado un cambio en los UDP de los sujetos en la musculatura epicondílea, como se ha podido observar en el UDP del extensor carpi radialis brevis. Todo esto indica que hemos logrado provocar una lesión experimental. Además, podemos decir que nuestra hipótesis alternativa es parcialmente válida, en el sentido de que las variables de UDPs y motricidad fina se han normalizado antes de la sensación subjetiva de recuperación; mientras que los rangos de movimientos se normalizan en el mismo tiempo que la percepción subjetiva de recuperación, por lo que desde este punto de vista nuestra hipótesis alternativa sería inválida.

En este estudio se ha observado que no hay diferencias significativas entre el día 7 pre-ejercicio y los otros días en el lado dominante, tanto para los UDPs, para la motricidad fina o para los rangos de movimiento. La ausencia de resultados significativos en el lado dominante nos permite decir que los cambios que han surgido en el lado no dominante se deben meramente a nuestro modelo de dolor experimental. También el hecho que no haya diferencias significativas sobre los UDPs del lado no dominante, quiere decir que las agujetas en el extensor carpi radialis brevis no han provocado sensibilización generalizada al dolor.

Tras este modelo de dolor experimental se ha observado que se necesita una semana entera para recuperar los valores normales relativos a los rangos de movimiento, mientras que en tan solo dos días se ha recuperado la motricidad fina. En el mismo tiempo se ha visto como para alcanzar una normalización de la recuperación subjetiva de los niveles basales de dolor se ha necesitado un periodo de 6 días (del día 8 al día 14). Esto nos permite decir que la recuperación objetiva de nuestro cuerpo es más rápida que la percepción de recuperación subjetiva, por lo menos a nivel de la motricidad fina y de los UDP, pero no en lo relativo al rango de movimiento.

En la literatura actual existen diversas investigaciones en las que se aborda la patología denominada "codo de tenista", cuya presentación clínica se asemeja en gran medida al modelo de dolor experimental desencadenado en este estudio. La recuperación de esta lesión depende de la gravedad de ella misma y de su tratamiento.

En varios artículos hemos encontrado que la curación normal de una lesión tipo codo de tenista cursa dentro de un periodo de 6 meses hasta 2 años (39-41). En estos mismos artículos los autores indican que se necesita alrededor de un año entero para recuperar tanto la funcionalidad (fuerza, rango de movimiento, destreza manual) como niveles de dolor normales. No obstante, no hacen mención de qué variable se recupera en primer lugar. En contraposición, estos autores (39-41) indican que la funcionalidad del antebrazo se recupera a la vez que su

percepción subjetiva de funcionalidad lo que confrontaría los resultados de nuestro estudio. Por lo tanto, podemos subrayar que en estos artículos no han separado el dolor de la funcionalidad, suelen hablar de un conjunto "*pain and function*". Así que, resulta difícil destacar cual variable de la funcionalidad o del dolor se recuperan antes.

Por otra parte, en el artículo "Physiotherapy management of lateral epicondylalgia" (42), los autores han explicado que aunque la musculatura esta recuperada y por lo tanto la funcionalidad del antebrazo esta restablecida, se ha provocado una sensibilización del sistema nervioso central que provoca una hiperalgesia. La funcionalidad del antebrazo se ha recuperado antes que los UDP, debido a que el mecanismo de hiperalgesia se mantiene en el tiempo. No obstante, en nuestro modelo de dolor experimental no se ha percibido ningún indicio de hiperalgesia o una sensibilización del sistema nervioso central debido principalmente a la rápida reversibilidad del modelo lesional y de dolor. Para un estudio futuro sería interesante investigar sobre el impacto que tiene la hiperalgesia en los mecanismos de recuperación de una lesión.

5.1. Limitaciones y fortaleza

Nuestro estudio incluye algunas limitaciones. Primero la muestra que hemos reclutado es muy joven y deportiva lo que puede influenciar en parte las repuestas al dolor y los tiempos de recuperación. La edad de nuestra muestra nos impide extrapolar los resultados a una población con un rango de edad mayor, las cuales suelen presentar una mayor prevalencia e incidencia de dolor crónico. En segundo lugar, el hecho de que estuviéramos cuatro investigadores en el estudio ha podido aumentar los riesgos de error inter-observador, pero en un mismo tiempo nos ha permitido verificar los resultados obtenidos varias veces entre nosotros. Hubiera sido idóneo el poder hacer más días de valoración para saber el día exacto en el que se ha normalizado los valores del rango de movimiento. En contraposición, nuestro estudio tiene una alta repetibilidad por el hecho que hemos estandarizado cada paso del protocolo y de cada valoración, y hemos utilizado herramientas válidas y fiables (21, 22, 34, 35). Cada investigador ha realizado la base de datos para después hacer una comparación de la introducción de datos y verificar si había errores. En cada momento del estudio un investigador se quedaba en el rol de observador para disminuir los riesgos de error intra e inter observador.

5.2. Conclusión

El estudio que hemos realizado nos ha permitido ver que las variables de motricidad fina y de UDP del extensor carpi radialis brevis se normalizan en primer lugar, antes que los niveles de dolor. Por otra parte, hemos visto que los rangos de movimientos se normalizan al mismo tiempo que los niveles de dolor. Por lo tanto, dependiendo de los parámetros objetivos (rango de movimiento, motricidad fina, UDPs) que se analicen, unos normalizan antes o en el mismo tiempo que las variables subjetivas (dolor, sensación de debilidad). Entonces podemos concluir que la recuperación de una lesión no es homogénea en todas sus dimensiones.

6. Bibliografía

1. Arendt-Nielsen L, Fernández-de-Las-Peñas C, Graven-Nielsen T. Basic aspects of musculoskeletal pain: from acute to chronic pain. *The Journal of manual & manipulative therapy*. 2011;19(4):186-93.
2. Latremoliere A, Woolf CJ. Central sensitization: a generator of pain hypersensitivity by central neural plasticity. *The journal of pain : official journal of the American Pain Society*. 2009;10(9):895-926.
3. Breivik H, Eisenberg E, O'Brien T, Openminds. The individual and societal burden of chronic pain in Europe: the case for strategic prioritisation and action to improve knowledge and availability of appropriate care. *BMC public health*. 2013;13:1229-.
4. Mayer S, Spickschen J, Stein KV, Crevenna R, Dorner TE, Simon J. The societal costs of chronic pain and its determinants: The case of Austria. *PloS one*. 2019;14(3):e0213889.
5. Langley PC, Tornero Molina J, Margarit Ferri C, Perez Hernandez C, Tejedor Varillas A, Ruiz-Iban MA. The association of pain with labor force participation, absenteeism, and presenteeism in Spain. *Journal of medical economics*. 2011;14(6):835-45.
6. Leclerc A, Chastang JF, Taiba R, Pascal P, Cyr D, Plouvier S, et al. Musculoskeletal pain at various anatomical sites and socioeconomic position: Results of a national survey. *Revue d'epidemiologie et de sante publique*. 2016;64(5):331-9.

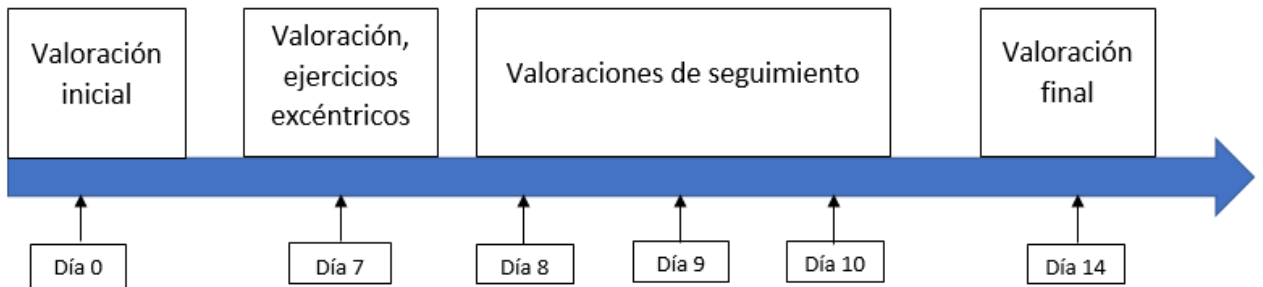
7. Verbrugghe J, Knippenberg E, Palmaers S, Matheve T, Smeets W, Feys P, et al. Motion detection supported exercise therapy in musculoskeletal disorders: a systematic review. *European journal of physical and rehabilitation medicine*. 2018;54(4):591-604.
8. Jarvinen TA, Jarvinen TL, Kaariainen M, Aarimaa V, Vaittinen S, Kalimo H, et al. Muscle injuries: optimising recovery. *Best practice & research Clinical rheumatology*. 2007;21(2):317-31.
9. Butera KA, Fox EJ, George SZ. Toward a Transformed Understanding: From Pain and Movement to Pain With Movement. *Physical therapy*. 2016;96(10):1503-7.
10. Fernandez-Carnero J, Binderup AT, Ge HY, Fernandez-de-las-Penas C, Arendt-Nielsen L, Madeleine P. Pressure pain sensitivity mapping in experimentally induced lateral epicondylalgia. *Medicine and science in sports and exercise*. 2010;42(5):922-7.
11. Samani A, Fernandez-Carnero J, Arendt-Nielsen L, Madeleine P. Interactive effects of acute experimental pain in trapezius and sore wrist extensor on the electromyography of the forearm muscles during computer work. *Applied ergonomics*. 2011;42(5):735-40.
12. World Medical Association Declaration of Helsinki: ethical principles for medical research involving human subjects. *Jama*. 2013;310(20):2191-4.
13. Jutte LS, Hawkins J, Miller KC, Long BC, Knight KL. Skinfold thickness at 8 common cryotherapy sites in various athletic populations. *Journal of athletic training*. 2012;47(2):170-7.
14. Medina C, Barquera S, Janssen I. Validity and reliability of the International Physical Activity Questionnaire among adults in Mexico. *Revista panamericana de salud publica = Pan American journal of public health*. 2013;34(1):21-8.
15. Garcia Campayo J, Rodero B, Alda M, Sobradie N, Montero J, Moreno S. [Validation of the Spanish version of the Pain Catastrophizing Scale in fibromyalgia]. *Medicina clinica*. 2008;131(13):487-92.
16. Sullivan MJL, Bishop SR, Pivik J. The Pain Catastrophizing Scale: Development and validation [doi:10.1037/1040-3590.7.4.524]. US: American Psychological Association; 1995 [cited 7]. 4:[524-32].
17. Hays RD, Martin SA, Sesti AM, Spritzer KL. Psychometric properties of the Medical Outcomes Study Sleep measure. *Sleep medicine*. 2005;6(1):41-4.
18. Rejas J, Ribera MV, Ruiz M, Masrramon X. Psychometric properties of the MOS (Medical Outcomes Study) Sleep Scale in patients with neuropathic pain. *European journal of pain (London, England)*. 2007;11(3):329-40.
19. Slater H, Arendt-Nielsen L, Wright A, Graven-Nielsen T. Experimental deep tissue pain in wrist extensors--a model of lateral epicondylalgia. *European journal of pain (London, England)*. 2003;7(3):277-88.

20. van der Ploeg RJ, Oosterhuis HJ. The "make/break test" as a diagnostic tool in functional weakness. *Journal of neurology, neurosurgery, and psychiatry*. 1991;54(3):248-51.
21. Cheatham SW, Kolber MJ, Mokha GM, Hanney WJ. Concurrent validation of a pressure pain threshold scale for individuals with myofascial pain syndrome and fibromyalgia. *The Journal of manual & manipulative therapy*. 2018;26(1):25-35.
22. Więckiewicz W, Woźniak K, Piątkowska D, Szyszka-Sommerfeld L, Lipski M. The diagnostic value of pressure algometry for temporomandibular disorders. *BioMed research international*. 2015;2015:575038-.
23. Riek S, Carson RG, Wright A. A new technique for the selective recording of extensor carpi radialis longus and brevis EMG. *Journal of electromyography and kinesiology : official journal of the International Society of Electrophysiological Kinesiology*. 2000;10(4):249-53.
24. Walton D, MacDermid J, Nielson W, Teasell R, Nailor T, Maheu P. A Descriptive Study of Pressure Pain Threshold at 2 Standardized Sites in People With Acute or Subacute Neck Pain. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy*. 2011;41(9):651-7.
25. Persson AL, Brogardh C, Sjolund BH. Tender or not tender: test-retest repeatability of pressure pain thresholds in the trapezius and deltoid muscles of healthy women. *Journal of rehabilitation medicine*. 2004;36(1):17-27.
26. Antonaci F, Bovim G, Fasano ML, Bonamico L, Shen JM. Pain threshold in humans. A study with the pressure algometer. *Functional neurology*. 1992;7(4):283-8.
27. Balaguier R, Madeleine P, Vuillerme N. Is One Trial Sufficient to Obtain Excellent Pressure Pain Threshold Reliability in the Low Back of Asymptomatic Individuals? A Test-Retest Study. *PloS one*. 2016;11(8):e0160866.
28. Walton DM, Levesque L, Payne M, Schick J. Clinical pressure pain threshold testing in neck pain: comparing protocols, responsiveness, and association with psychological variables. *Physical therapy*. 2014;94(6):827-37.
29. Naugle KM, Fillingim RB, Riley JL, 3rd. A meta-analytic review of the hypoalgesic effects of exercise. *The journal of pain : official journal of the American Pain Society*. 2012;13(12):1139-50.
30. Koltyn KF, Brellenthin AG, Cook DB, Sehgal N, Hillard C. Mechanisms of exercise-induced hypoalgesia. *The journal of pain : official journal of the American Pain Society*. 2014;15(12):1294-304.
31. Hartley SL, MacLean WE, Jr. A review of the reliability and validity of Likert-type scales for people with intellectual disability. *Journal of intellectual disability research : JIDR*. 2006;50(Pt 11):813-27.

32. Feys P, Lamers I, Francis G, Benedict R, Phillips G, LaRocca N, et al. The Nine-Hole Peg Test as a manual dexterity performance measure for multiple sclerosis. *Multiple sclerosis* (Houndmills, Basingstoke, England). 2017;23(5):711-20.
33. Oxford Grice K, Vogel KA, Le V, Mitchell A, Muniz S, Vollmer MA. Adult norms for a commercially available Nine Hole Peg Test for finger dexterity. *The American journal of occupational therapy : official publication of the American Occupational Therapy Association*. 2003;57(5):570-3.
34. Kolber MJ, Hanney WJ. The reliability and concurrent validity of shoulder mobility measurements using a digital inclinometer and goniometer: a technical report. *International journal of sports physical therapy*. 2012;7(3):306-13.
35. de Winter AF, Heemskerk MAMB, Terwee CB, Jans MP, Devillé W, van Schaardenburg D-J, et al. Inter-observer reproducibility of measurements of range of motion in patients with shoulder pain using a digital inclinometer. *BMC musculoskeletal disorders*. 2004;5:18-.
36. Faul F, Erdfelder E, Lang AG, Buchner A. G*Power 3: a flexible statistical power analysis program for the social, behavioral, and biomedical sciences. *Behavior research methods*. 2007;39(2):175-91.
37. Faul F, Erdfelder E, Buchner A, Lang AG. Statistical power analyses using G*Power 3.1: tests for correlation and regression analyses. *Behavior research methods*. 2009;41(4):1149-60.
38. Pourahmadi MR, Ebrahimi Takamjani I, Sarrafzadeh J, Bahramian M, Mohseni-Bandpei MA, Rajabzadeh F, et al. Reliability and concurrent validity of a new iPhone((R)) goniometric application for measuring active wrist range of motion: a cross-sectional study in asymptomatic subjects. *Journal of anatomy*. 2017;230(3):484-95.
39. Lai WC, Erickson BJ, Mlynarek RA, Wang D. Chronic lateral epicondylitis: challenges and solutions. *Open Access J Sports Med*. 2018;9:243-51.
40. Haahr JP, Andersen JH. Prognostic factors in lateral epicondylitis: a randomized trial with one-year follow-up in 266 new cases treated with minimal occupational intervention or the usual approach in general practice. *Rheumatology*. 2003;42(10):1216-25.
41. Lee S, Ko Y, Lee W. Changes in pain, dysfunction, and grip strength of patients with acute lateral epicondylitis caused by frequency of physical therapy: a randomized controlled trial. *Journal of physical therapy science*. 2014;26(7):1037-40.
42. Bisset LM, Vicenzino B. Physiotherapy management of lateral epicondylalgia. *Journal of physiotherapy*. 2015;61(4):174-81.

7. Anexo

Anexo 1: Procedimiento del protocolo del estudio



Anexo 2: Posición de Valoración 1



Anexo 3: posición de valoración 2



Anexo 4: "Nine-hole peg test"

