

Palabras clave: Hombro; elevación humeral; biomecánica; análisis de movimientos; cinemática; fotogrametría; reproducibilidad; fiabilidad; valoración funcional; funcionalidad; variabilidad.

Resumen

El dolor de hombro es una de las patologías que con más frecuencia afecta a la población ya que se estima que entre el 16% y 25% de los mayores de 50 años lo padecen. La eficacia de los planes de prevención y tratamiento depende de la existencia de herramientas objetivas, válidas y reproducibles y que sean capaces de detectar mínimos cambios en el estado funcional del paciente. Sin embargo, los instrumentos utilizados habitualmente presentan ciertas limitaciones. Los cuestionarios tienen la desventaja de la subjetividad en cuanto a la puntuación del paciente. Por otra parte, los goniómetros presentan una baja reproducibilidad.

El análisis de movimientos humanos mediante fotogrametría tiene una alta precisión y fiabilidad y, existen evidencias de su utilidad para la valoración del hombro doloroso, pero la complejidad de la técnica y de los protocolos de medida ha sido un obstáculo para su implantación en el ámbito clínico.

El objetivo del presente trabajo es desarrollar una metodología de valoración funcional de la articulación del hombro, basada en técnicas de análisis cinemático, que se adapte a los requerimientos fundamentales del ámbito clínico y que aporte un valor diferencial en comparación con las herramientas clínicas habituales.

Con este fin se ha definido un procedimiento de medida simplificado, para medir la elevación humeral en el plano de la escápula, ejecutada con dos pesos distintos, de 250 g y 1 kg. Para valorar la funcionalidad del hombro se calcularon tres tipos de variables: (i) las descriptivas del movimiento; (ii) las de ritmo de ejecución del gesto y (iii) las variables de variabilidad.

Se ha realizado una comparación de la fiabilidad en la descripción del movimiento usando las secuencias de Euler $YX'Y''$ y $XZ'Y''$ y el vector orientación. Se ha llevado a cabo un estudio de reproducibilidad del procedimiento de medida. Se ha analizado el efecto de la edad, el sexo, la dominancia y la magnitud de la carga levantada en sujetos sanos. Se ha comparado el movimiento de los pacientes con lesión del hombro, con los valores de referencia de sujetos sanos. Por último, se realizaron dos subgrupos de la muestra de sujetos con patología de hombro: (i) según el nivel de funcionalidad y (ii) según el diagnóstico. En cada caso, se analizó la capacidad de las variables cinemáticas para discriminar entre los subgrupos definidos, contrastando los resultados con las variables obtenidas de la valoración mediante cuestionarios, goniometría y dinamometría.

Se seleccionó la secuencia de Euler $XZ'Y''$ para representar el movimiento, por presentar los errores más bajos. El procedimiento de medida demostró una elevada reproducibilidad en todas las variables. El análisis en personas sanas, indicó que no existe una influencia del sexo, la dominancia y la edad en el gesto estudiado. Sí se encontró un efecto significativo del peso levantado. La comparación entre personas sanas y con lesión del hombro mostró diferencias en todas las variables cinemáticas. Además, los pacientes mostraron mayor sensibilidad al peso manejado.

Al dividir el grupo patológico, se observó un mayor efecto en las variables cinemáticas que en las variables clínicas, tanto del nivel de funcionalidad como del diagnóstico. Las variables de variabilidad y las descriptivas del movimiento fueron las que mejor discriminaron entre ambos niveles de funcionalidad. Al estudiar los dos subgrupos de diagnóstico no se encontró ninguna diferencia en las variables clínicas. Por el contrario, la valoración cinemática sí mostró resultados distintos, siendo las variables del ritmo de ejecución del movimiento las que mostraron mayores diferencias entre los dos grupos.

Los resultados de este trabajo resultan prometedores para progresar en el desarrollo de métodos objetivos de valoración funcional del hombro que proporcionen a la comunidad clínica medidas más precisas y sensibles que permitan mejorar la gestión de los tratamientos rehabilitadores.

Resum

El dolor de muscle és una de les patologies que amb més freqüència afecta la població ja que s'estima que entre el 16% i 25% dels majors de 50 anys el patixen. Este fet fa necessari que s'establisquen plans de prevenció i tractament individualitzats, per a la qual cosa és imprescindible disposar de ferramentes objectives, vàlides i reproduïbles i que siguin capaços de detectar mínims canvis en l'estat funcional del pacient.

Els instruments utilitzats habitualment en l'avaluació funcional del pacient amb dolor de muscle presenten certes limitacions. Els qüestionaris tenen el principal desavantatge de la subjectivitat en la puntuació del pacient. D'altra banda, els goniòmetres permeten una mesura objectiva del rang articular, encara que presenten una baixa reproduïbilitat.

L'anàlisi de moviments humans amb fotogrametria té una alta precisió i fiabilitat i, a més, permet estudiar alteracions en el moviment del pacient al llarg de tot el gest i no únicament valorar el resultat final del mateix (i.e. rang articular). Hi ha evidències de la seua utilitat per a la valoració del muscle dolorós, però la complexitat de la tècnica i dels protocols de mesura han sigut un obstacle per a la seua implantació en l'àmbit clínic.

L'objectiu del treball és desenvolupar una metodologia de valoració funcional de l'articulació del muscle, basada en tècniques d'anàlisi cinemàtic, que s'adapte als requeriments de l'àmbit clínic i que aporte un valor diferencial en comparació amb les ferramentes clíniques habituals.

Amb aquesta finalitat s'ha definit un procediment de mesura de l'elevació humeral en el plànol de l'escàpula simplificat, executat amb dos pesos, 250 g i 1 kg. Per valorar-lo es van calcular tres tipus de variables: (i) descriptives del moviment; (ii) de ritme d'execució del gest i (iii) de variabilitat.

S'ha realitzat una comparació de la fiabilitat en la descripció del moviment emprant les seqüències d'Euler $YX'Y''$ i $XZ'Y''$ i el vector orientació. S'ha portat a terme un estudi de reproduïbilitat. S'ha analitzat el efecte dels factors edat, sexe, dominància i càrrega en subjectes sans. S'han definit uns valors de referència en subjectes sans usats per avaluar el moviment d'elevació humeral en el plànol escapular en pacients amb lesió de muscle. Per últim, s'ha classificat la mostra amb patologia de muscle segons: (i) el nivell de funcionalitat i (ii) el diagnòstic, (tendinitis o trencament del maneguet rotador), amb dos categories cadascuna. En ambdues classificacions s'analitzà la capacitat de les variables cinemàtiques per discriminar entre categories. Els resultats es contrastaren amb les variables clíniques (qüestionaris, goniometria i dinamometria).

Es va seleccionar la seqüència d'Euler $XZ'Y''$ per presentar uns errors més baixos. El procediment de mesura demostrà una elevada fiabilitat a totes les variables. L'anàlisi amb persones sanes indicà que no existeix una influència significativa del sexe, la dominància i l'edat en el gest però sí del pes. La comparació entre persones sanes i amb lesió de muscle mostrà diferències en totes les variables cinemàtiques. A més, els pacients presentaren una major sensibilitat al pes suportat.

Quan es dividí el grup patològic, es va observar un major efecte en les variables cinemàtiques que en les clíniques, en ambdues classificacions (nivell de funcionalitat i diagnòstic). Les variables de variabilitat i descriptives del moviment foren les que millor discriminaren entre els nivells de funcionalitat. En estudiar els dos subgrups de diagnòstic no es va trobar cap diferència en les variables clíniques però sí amb la valoració cinemàtica, sent les variables del ritme d'execució les més discriminants.

Els resultats d'aquest treball esdevenen prometedors per progressar en el desenvolupament de mètodes objectius de valoració funcional del muscle que proporcionen a la comunitat clínica mesures més precises i sensibles que els permeten millorar la gestió dels tractaments rehabilitadors.

Summary

Shoulder pain is one of the most common conditions, affecting approximately 16% to 25% of the general population over the age of 50. Individualized treatment plans and preventative strategies are required using objective, reliable and accurate tools to detect minimal changes in patients' functional ability. However, the most commonly used tools for the functional assessment of shoulder pain patients have been shown to have limitations. The use of functional questionnaires may lead to subjective scoring and the reliability of goniometers is low.

Human movement analysis using photogrammetry provides great accuracy and reliability. Although there is some evidence for the usefulness of this technique in the assessment of shoulder pain, the complexity of the technology and the measurement protocols have been an obstacle to its implantation within the clinical context.

The purpose of this study is to develop a methodology for functional assessment of the shoulder joint based on kinematic analysis. The measurement procedures should meet the main requirements of the clinical setting and provide a differential value in comparison with the most commonly used clinical tools.

With this aim, a simplified measurement procedure has been defined in order to measure the humeral elevation in the scapular plane executed with two different weights: 250 g and 1 kg. To assess shoulder functionality three types of variables were calculated: (i) descriptive movement variables; (ii) execution rhythm variables and (iii) variability variables.

A comparison of reliability in the description of humerothoracic motion during elevation in the scapular plane was made using the $YX'Y''$ and $XZ'Y''$ sequences and the attitude vector. A reproducibility study was performed in order to determine the reliability and agreement of the measurement procedure. The effect of age, gender, dominance and the magnitude of the weight handled in the motion of the healthy group was analyzed. Normal patterns were obtained to be used as a reference to evaluate the performance of subjects with shoulder pain. Finally, the sample of patients was divided into two levels of functionality (based on the DASH score) and, in a second study, the same sample was classified by diagnosis (tendinitis of the rotator cuff and rotator cuff tears). In both cases, we assessed the capacity of the kinematic variables to discriminate between groups, comparing the results with the outcomes of functional questionnaires, goniometry and dynamometry.

The $XZ'Y''$ sequence presented the best results in the description of the humerothoracic elevation in the scapular plane. The measurement procedures presented high reliability and agreement in all the variables studied. The weight handled was the only factor that affected the motion of the healthy group, as no significant effect of gender, dominance and age was found. The comparison between healthy people and people with shoulder injuries showed differences in all the kinematic variables. Moreover, patients presented higher sensitivity to the increment of the weight handled.

A larger effect was observed in the kinematic variables compared with the clinical variables when the pathologic group was divided according to level of functionality and diagnosis. The variability variables and the descriptive movement variables presented the best ability to differentiate between the two levels of functionality. In the analysis of the two diagnosis groups none of the clinical variables showed differences. In contrast, some of the kinematic variables were able to discriminate between the two groups. In particular, the execution rhythm variables presented the best results.

The results of this study show promising progress in the development of objective methods of functional assessment of the shoulder with the aim of providing the clinical community with more precise and sensitive measures that enhance the management of rehabilitation treatments.