

**Revista Mexicana de
Medicina Física y Rehabilitación**

Volumen 17
Volume

Número 3
Number

Julio-Septiembre 2005
July-September

Artículo:

**Evaluación cuantitativa de
propiocepción en hombro: Sentido de
posición, umbral y repetición de
velocidad de movimiento**

Derechos reservados, Copyright © 2005:
Sociedad Mexicana de Medicina Física y Rehabilitación, AC

**Otras secciones de
este sitio:**

-  **Índice de este número**
-  **Más revistas**
-  **Búsqueda**

***Others sections in
this web site:***

-  ***Contents of this number***
-  ***More journals***
-  ***Search***



medigraphic.com

Evaluación cuantitativa de propiocepción en hombro: Sentido de posición, umbral y repetición de velocidad de movimiento

Dr. Rubén González Rojas,* Dr. Roberto Coronado Zarco,* Dra. María del Pilar Diez García,* Dr. Daniel Chávez Arias,* Dr. Raúl Granados Rentería,* Dra. Patricia Saavedra Mercado,* Dr. Raúl Pérez Medina*

RESUMEN

Objetivo: Demostrar que el equipo Biodex system 3 es útil para evaluar cuantitativamente la propiocepción de hombro. **Métodos:** Se evaluaron 32 pacientes de 15 a 40 años para cinestesia y estatestesia con la técnica diseñada en equipo isocinético, aislando al paciente de sentidos: visual, auditivo y vibración (vibración de 42 a 50 Hz), en ángulos de rotación externa de 15°, 45° y 75°, con velocidad de 2°/s y 3 pruebas por variable. Para cinestesia se evaluó el promedio de umbral detectado y para estatestesia se evaluó el promedio de error absoluto. **Resultados:** En estatestesia el menor rango de error se registró a 15° y fue de 3.15° y 3.7° izquierdos y derechos respectivamente, demostrándose que el error de detección es menor a menores grados de rotación externa. En cinestesia los valores de detección de movimiento fueron menores a 1.2°. La estatestesia en mujeres correlacionó significativamente con edad a 75° derecha ($r = 0.51$, $p = 0.03$). **Conclusiones:** La cinestesia y estatestesia evaluadas con tecnología BIODEX system 3 es confiable, proporciona mayor estabilidad a la extremidad del sujeto evaluado, resultando valores estadísticamente significativos. La estatestesia mostró un comportamiento apegado a lo ya descrito.

Palabras clave: Propiocepción, cinestesia, estatestesia.

ABSTRACT

Objective: Demonstrate that BIODEX system 3 can be used in the quantitative proprioceptive evaluation in shoulder. **Method:** It has been evaluated 34 patients (age range of 15 to 40 years old) for kinesthesia and statesthesia of the shoulder with a designed technique for a isokinetic equipment, isolating the patient senses (visual, auditive and vibration from 45 to 60 Hz). At 15°, 45° and 75° of external rotation angle, speed of movement of 2° per second, performing 3 tests per variable. For kinesthesia we considered the mean range of motion detected, and for statesthesia the mean absolute error. **Results:** In statesthesia the lowest range of registered error was at 15° (3.7° and 3.15° right/left respectively). Demonstrating that error detection is lower at a lower degree or external rotation. For kinesthesia the values of movement detection were lower at 1.2°. Statesthesia had a significant correlation with age at 75° in women ($r = 0.61$, $p = 0.03$). **Conclusion:** Kinesthesia and statesthesia evaluated with BIODEX system 3 is reliable, with significant statistical values. Statesthesia behavior was as previously described.

Key words: Proprioception, kinesthesia, statesthesia.

Los programas de rehabilitación para el hombro deben concentrarse en la recuperación funcional y no sólo en la resolución de los síntomas. El cirujano ortopédico y el médico rehabilitador deben identificar y tratar todas las estructuras que suponen una limitación para esta recuperación funcional¹. La situación de la mano en la función del miembro torácico es parcialmente dependiente de la percepción de la posición articular y del movimiento articular del hombro². Las alteraciones en algunos de los otros factores de esta cadena cinética pueden afectar al hombro o viceversa. La existencia de tal interacción tiene dos implicaciones en la rehabilitación del hombro: primero, el proceso de eva-

luación e identificación que precede al tratamiento y rehabilitación del hombro. El proceso de evaluación debe resultar en un diagnóstico completo y exacto de todas las estructuras alteradas de la cadena cinética. Y segundo, el requerimiento de una adecuada activación de todos los segmentos de la cadena cinética para un óptimo restablecimiento de la función de todas las interacciones existentes previas a la lesión del hombro¹.

La propiocepción es una de las sensaciones somáticas y ésta es función del sistema nervioso, el cual colecta información sensorial del cuerpo. La propiocepción se relaciona primariamente con el sentido de posición por medio de sensaciones mecanorreceptivas. Por lo cual la propiocepción comprende dos aspectos del sentido de posición: cinestesia y estatestesia.

* Centro Nacional de Rehabilitación (CNR), División de Ortopedia.

La propiocepción proporciona un sistema de retroalimentación por el que el cuerpo logra un conocimiento neuromuscular de la postura, el movimiento, y cambios del equilibrio, así como el conocimiento de posición, peso y resistencia a objetos en relación al cuerpo⁴.

La función articular del hombro depende en gran parte de la estabilidad dinámica debida a los grandes rangos de movilidad que presenta, dada por ligamentos que restringen la función principalmente al final de los arcos y el control muscular adecuado en los rangos medios.

Los mecanorreceptores están presentes en las estructuras capsuloligamentosas, labrum, y músculos de la cintura del hombro. Está claro que la propiocepción en hombro y el control neuromuscular son áreas dignas de una extensa revisión, particularmente relacionadas a la prevención y a la intervención rehabilitatoria.

Mientras esto no sea una medición estandarizada o definición de propiocepción, enfocar un aspecto de función neuromuscular, a una articulación dinámica estable, puede ayudar prácticamente a estudios y designar intervenciones que ayuden a mantener la función neuromuscular adecuada en las actividades de la vida cotidiana y a maximizar las deportivas. Es necesario dar significancia al rol integral de la propiocepción, y revisar un aspecto de estabilidad dinámica articular, además de realizar una revisión clara de cómo el déficit en la propiocepción como efecto indirecto puede ser remediado o compensado para mejorar la función y prevenir las lesiones recurrentes⁵.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se realizó estudio prospectivo, transversal, descriptivo, observacional a un grupo poblacional de 15 a 40 años de edad,



Figura 1. Método de eliminación de vías sensitivas visual y auditiva (aplicación de ruido blanco).

sin alteraciones neuro-músculo-esqueléticas ni antecedentes quirúrgicos de hombro. Excluyéndose a personas con dolor articular. Eliminándose a personas que no comprendieran el desarrollo del procedimiento a fin de no ocasionar valores que pudieran ocasionar sesgos en el estudio.

Se evaluaron variables como: Sexo, edad, umbral de sensibilidad al movimiento que es el momento en que el sujeto detecta el movimiento pasivo determinándose en tres posiciones (15°, 45° y 75°) a una velocidad de 2° por segundo. Sentido de posición que es la capacidad del sujeto para repetir un rango de movilidad solicitado previamente determina-



Figura 2. Ilustración del método de evaluación de propiocepción de hombro. El sujeto en sedestación con el hombro en flexión y abducción de 20° y el codo en flexión de 90° descansando sobre el brazo de palanca del rotor del equipo. Vista lateral.



Figura 3. Vista anterior en rotación neutral del hombro.

do mediante una demostración pasiva determinándose tres posiciones específicas (15°, 45° y 75°). Discriminación de velocidad de movimiento que es la capacidad del sujeto para percibir los cambios de velocidad de movimiento.

La metodología utilizada se basó en el uso de la tecnología del equipo BIODEx system 3 del Centro Nacional de Rehabilitación realizando las evaluaciones como se describen en los siguientes puntos:

1. Se informó a la persona sobre el método que se utilizó para su valoración en forma gráfica y verbal.
2. Se aisló al paciente del sonido ambiental mediante la colocación de audífonos y ruido blanco, así como de los estímulos visuales mediante la colocación de antifaces oscuros y vibración del equipo, (*Figura 1*) (enmascarando con vibración de 42 a 50 Hz).
3. Los sujetos se sometieron al método de valoración propuesto para este estudio (*Figuras 2 y 3*) utilizándose la evaluación de 1) umbral de percepción al movimiento, 2) reproducción de velocidad de movimiento y 3) la percepción del sentido de posición como se describe a continuación:

La evaluación del umbral de movimiento se realizó iniciando en una posición de flexión de codo a 90°, abducción de hombro a 20° y flexión de 20° con rotación interna máxima activa, realizándose sólo una fijación del segmento del antebrazo al dinamómetro, determinándose el promedio del umbral sensitivo de movimiento en rotación externa a una velocidad angular de 2° por segundo, realizándose 3 repeticiones por extremidad, al sujeto se le proporcionó un interruptor manual indicándole que lo presionara en el momento en que percibiera movimiento articular.

La repetición de velocidad de movimiento se llevó a cabo a ambos hombros en los arcos de movilidad para rotaciones. Iniciándose en una posición de flexión de codo a 90°, abducción de hombro a 20° y flexión de 20° con rotación interna máxima activa, realizándose sólo una fijación del segmento del antebrazo al dinamómetro; en la discriminación de velocidad de movimiento se utilizaron los mismos arcos de movilidad usando velocidades constantes de 5°, 10° y 15° por segundo; solicitándole al sujeto su capacidad de percibir los cambios de movimiento e informando al evaluador el momento en el cual fueron percibidos.

La evaluación del sentido de posición se realizó utilizando el goniómetro electrónico del equipo con el paciente en posición de flexión de codo a 90° y rotación interna activa en los rangos de movilidad a 15°, 45° y 75°, realizándose tres repeticiones por cada parámetro, por extremidad y por sujeto. Registrándose el sentido de posición mediante el promedio del error angular absoluto.

La evaluación de discriminación de velocidad fue descartada por la dificultad técnica encontrada en el equipo BIODEx system 3 para realizar los cambios de velocidad y su representación gráfica.

RESULTADOS

Se realizó valoración de estatestesia y cinestesia a los 32 sujetos en estudio con una edad promedio de 26.4 años (rango de 18 a 35) con una desviación estándar de 4.48.

El cuadro 1 presenta los valores obtenidos por las valoraciones de estatestesia a una velocidad de 2° por segundo en 15°, 45° y 75°, encontrándose una identificación de posición detectada con un menor rango de error a menores grados de rotación externa.

El cuadro 2 presenta los valores obtenidos por las valoraciones realizadas de cinestesia a una velocidad de 2° por segundo, encontrándose que la detección de movimiento en promedio fue de 1.18 para los tres tipos de posición de rotación de hombro.

En los 15 sujetos del sexo masculino la edad promedio fue de 27.2 ± 4.6 años (rango de 19 a 34). Los valores promedios de estatestesia y cinestesia a los tres ángulos en hombres se exponen en el cuadro 3.

La edad de los sujetos no estuvo correlacionada significativamente con ninguna de las variables medidas a los diferentes grados.

De acuerdo a los valores del cuadro 3, las medidas de cinestesia poseen grados de asimetría y curtosis muy pronunciadas, especialmente a 75° derecha, 15° y 45° izquierdas; es decir que se alejan mucho de una distribución normal como se puede apreciar en las figuras 4, 5, y 6.

Cuadro 1.

Estatestesia de hombro a 2° por segundo (n = 32)				
Variables	Derecho		Izquierdo	
	Promedio	SD	Promedio	SD
Estatestesia 15°	3.15	1.99	3.07	2.44
Estatestesia 45°	12.5	4.79	10.58	4.48
Estatestesia 75°	11.57	5.19	12.54	5.59

Cuadro 2.

Cinestesia de hombro a 2° por segundo (n = 32)				
Variables	Derecho		Izquierdo	
	Promedio	SD	Promedio	SD
Cinestesia 15°	1.28	0.68	1.16	0.31
Cinestesia 45°	1.15	0.5	1.13	0.3
Cinestesia 75°	1.16	0.47	1.21	0.51

Cuadro 3.

Variables	Masculinos (n = 15)				
	N	Mínimo	Máximo	Media	Error típico
Edad	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	
	15	19.0	34.0	27.270	1.200
Estatestesia 15 der	15	1.0	7.0	3.153	0.519
Estatestesia 45 der	15	7.0	20.0	13.487	1.183
Estatestesia 75 der	15	3.6	20.3	12.580	1.402
Estatestesia 15 izq	15	0.3	5.3	2.647	0.369
Estatestesia 45 izq	15	3.6	19.0	11.707	1.152
Estatestesia 75 izq	15	4.3	19.3	12.520	1.308
Cinestesia 15 der	15	0.6	3.0	1.333	0.163
Cinestesia 45 der	15	0.6	3.0	1.340	0.155
Cinestesia 75 der	15	1.0	2.0	1.127	7.589E-02
Cinestesia 15 izq	15	1.0	2.0	1.213	9.850E-02
Cinestesia 45 izq	15	1.0	2.0	1.147	8.157E-02
Cinestesia 75 izq	15	1.0	3.0	1.500	0.155

Cuadro 4.

Variables	Femeninos. Tabla 2				
	N	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Error típico
Edad	Estadístico	Estadístico	Estadístico	Estadístico	
	17	18.0	35.0	25.700	
Estatestesia15 der	17	0.3	6.6	3.160	
Estatestesia 45 der	17	1.6	21.3	11.660	
Estatestesia 75 der	17	2.3	22.0	10.688	
Estatestesia 15 izq	17	0.3	10.6	3.447	
Estatestesia 45 izq	17	2.3	17.3	9.588	
Estatestesia 75 izq	17	2.3	20.0	12.558	
Cinestesia 15 der	17	0.6	3.6	1.247	
Cinestesia 45 der	17	0.6	2.0	1.000	
Cinestesia 75 der	17	0.3	3.0	1.200	
Cinestesia 15 izq	17	1.0	2.0	1.129	
Cinestesia 45 izq	17	0.6	2.0	1.123	
Cinestesia 75 izq	17	0.3	1.3	0.970	

La prueba de KS (Kolmogorov – Smirnov) señala p significativas para las tres distribuciones graficadas (Cinestesia derecha 75° p = 0.003; izquierda 15° p = 0.005 e izquierda 45° p = 0.002).

En las 17 mujeres del estudio la edad promedio fue de 25.7 ± 4.3 años (rango de 18 a 35). Los valores promedios de estatestesia y cinestesia se exponen en el *cuadro 4*.

De acuerdo al *cuadro 4*, en las mujeres también las medidas de cinestesia poseen grados de asimetría y curtosis muy pronunciadas, especialmente a 45° derecha; 15°, 45° y 75° izquierdas; es decir que se alejan mucho de una distribución normal como se puede apreciar en las *figuras 7, 8, 9, y 10*.

La prueba de KS (Kolmogorov – Smirnov) señala p significativas para las cuatro distribuciones graficadas (Cines-

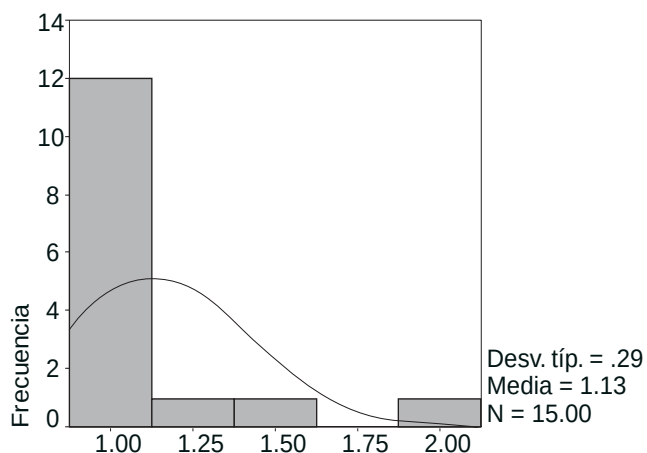


Figura 4. Cinestesia 75 der.

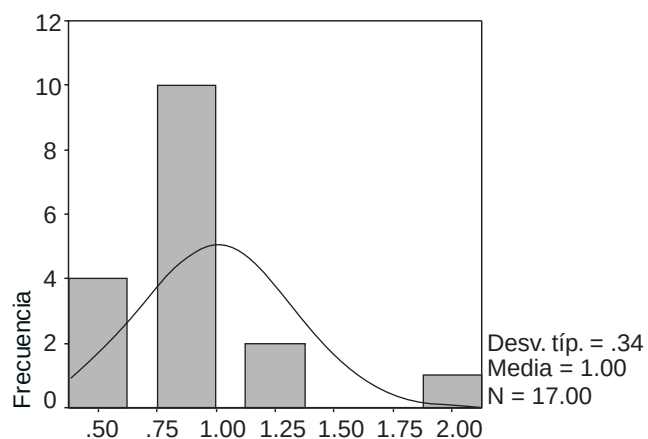


Figura 7. Cinestesia 45 der.

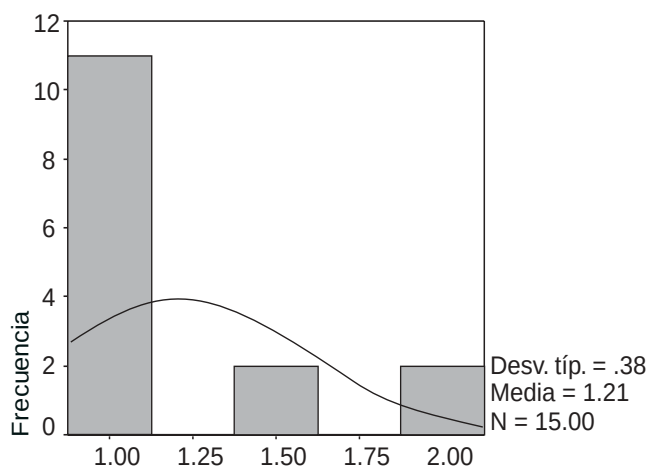


Figura 5. Cinestesia 15 izq.

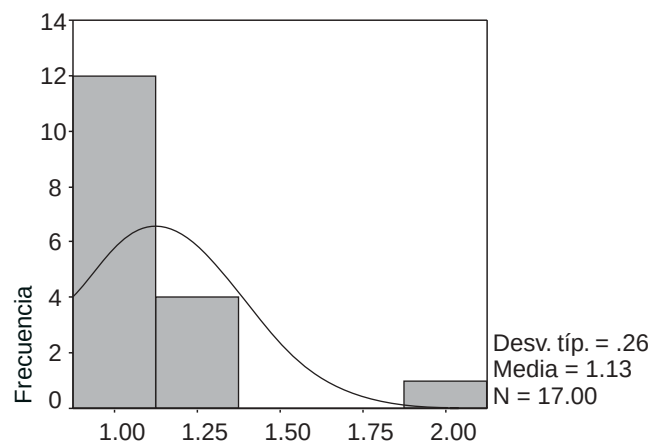


Figura 8. Cinestesia 15 der.

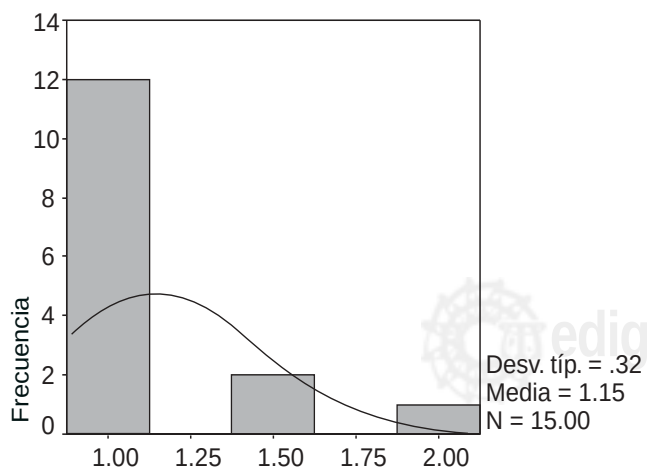


Figura 6. Cinestesia 45 izq.

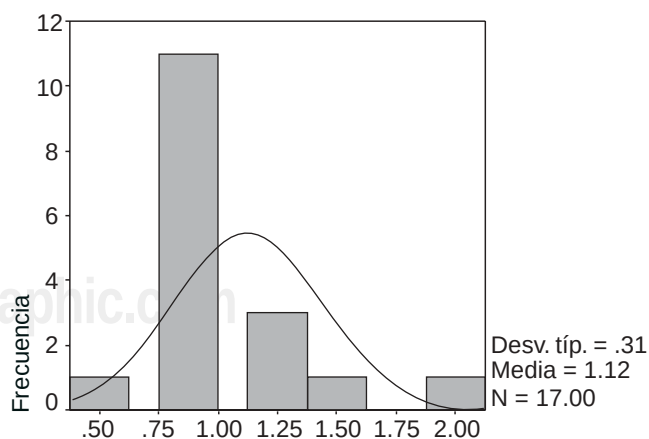


Figura 9. Cinestesia 45 der.

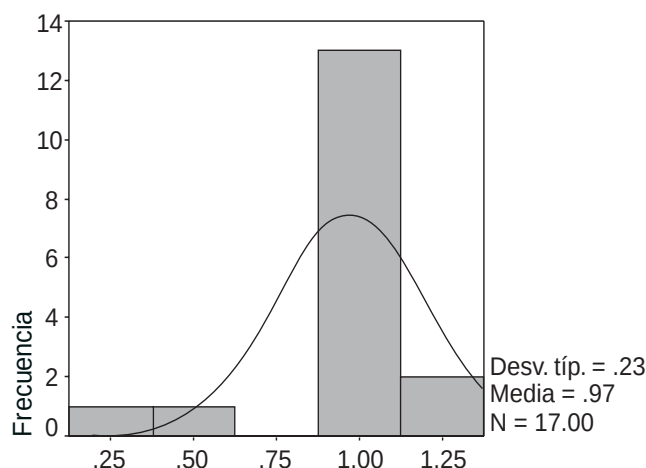


Figura 10. Cinestesia 75 izq.

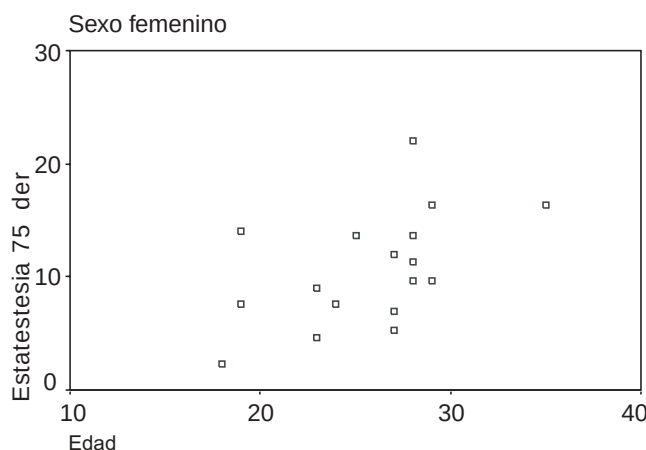


Figura 11. Estatestesia derecha 75 y edad.

tesia derecha 45° $p = 0.05$; izquierda 15° $p = 0.009$, izquierda 45° $p = 0.024$ e izquierda 75° $p = 0.003$).

En el caso del sexo femenino la edad correlacionó significativamente con la estatestesia 75° derecha ($r = 0.51$, $p = 0.03$) como se observa en la *figura 11*.

Finalmente, los hombres y mujeres difieren significativamente en los promedios de cinestesia derecha 45° ($p = 0.05$) y cinestesia izquierda 75° ($p = 0.002$); en el resto de las mediciones los promedios son iguales.

ANÁLISIS

De acuerdo a los resultados obtenidos de cinestesia podemos observar que el rango de detección de movimiento fue en promedio de $1.18^\circ \pm 0.05$ como error absoluto determinándose con la prueba KS una p significativa para: izquier-

da 75° $p = 0.003$; izquierda 15° $p = 0.005$ e izquierda 45° $p = 0.002$ en los hombres y para mujeres en derecha 45° $p = 0.05$; izquierda 15° $p = 0.009$, izquierda 45° $p = 0.024$ e izquierda 75° $p = 0.003$ en los resultados que muestran mayor asimetría y grado de curtosis determinándose la confiabilidad en estos valores.

Para la evaluación de estatestesia se observa que el rango de error fue menor a 15° bilateral con un promedio de 3.15 ± 1.99 derecho y 3.06 ± 2.44 izquierdo en relación con los otros dos parámetros de medición, sin embargo la estatestesia en mujeres a 75° derecha ($r = 0.51$, $p = 0.03$) correlacionó significativamente con la edad.

DISCUSIÓN

Nuestro estudio demuestra que la tecnología BIODEX III es confiable en las evaluaciones de propiocepción, logrando una estabilidad favorable para la articulación de hombro.

En estudios previos de propiocepción de hombro (Marc R Safran, MD. Paul A. Borsa PhD. 2001) realizados en sujetos deportistas sanos en un rango de edad de 18 a 22 años encontraron un umbral de detección al movimiento pasivo (Cinestesia) de 1.36 a 2.35° y para estatestesia un rango de 1.6 a 2.32°, en arcos de movilidad de posición de rotación neutral y a 75°, no encontrando diferencia significativa lado a lado, utilizando una diferente técnica de medición. Los resultados de nuestro estudio no muestran variabilidad significativa lado a lado logrando además someter al paciente a una mayor variedad de modalidades de estudio debido a la práctica y estabilidad que proporciona la tecnología ocupada. Y aunque la variabilidad en los resultados de estatestesia es importante fue posible hacer una correlación con la edad, coincidente con los resultados expuestos en estudios previos (Harry B. Skinner, M.D Ph.D y Robert L. Barrack, MD 1982) como indicador sensitivo de alteraciones articulares degenerativas subclínicas.

Esta información está mediada por mecano-receptores localizados en cápsula articular, ligamentos, músculos, tendones y piel. Estos receptores son los corpúsculos de Pacini que son estimulados en los estados inicial y final del rango de movimiento y los cambios rápidos de velocidad y dirección (Cinestesia), los corpúsculos de Ruffini y el órgano tendinoso de Golgi han sido asociadas con respuesta a posición relativa de músculos y articulaciones (sentido de posición). Lo que sugiere menor número de receptores a mayor edad.

CONCLUSIÓN

La valoración de cinestesia y estatestesia con la tecnología BIODEX system 3 es confiable y da mayores beneficios de estabilidad de hombro al sujeto evaluado, proporcionando valores de confiabilidad significativos al momento de la interpretación de los resultados.

Aunque las diferencias en rango de detección de cinestesia y estatestesia son importantes, la última mostró un comportamiento más apegado a lo que la literatura ha referido. Los programas de rehabilitación propioceptiva deben entonces abarcar estos dos aspectos importantes de sensibilidad como medida de prevención de lesiones, y considerar esta evaluación como parte del programa de valoraciones en pacientes con alteraciones clínicas leves con la finalidad de prevenir lesiones discapacitantes más severas.

REFERENCIAS

1. Ben W, McMullen J, Uhl T. Estrategias, procedimientos y práctica de la rehabilitación del hombro. *The Orthopedics Clinics of North America* (edición española) 2001; 1(3): 541-553.
2. Warner J, Lephart S, Fu FH. Role of proprioception in pathoetiology of shoulder instability. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 1996; 330: 35-39.
3. Newton RA. Joint receptor contributions to reflexive and kinesthetic responses. *Physical Therapy* 1982; 62(1): 22-29.
4. Cordo P, Carlton L. Proprioception coordination of movement sequences: Role of velocity and position information. *Journal of Neurophysiology* 1994; 71(5): 1848-61.
5. Laskowski ER, Newcomer-Aney K, Smith J. Proprioception. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America* 2000; 11(2): 323-340.
6. Skinner HB, Barrack RL, Cook SD. Age-related decline in proprioception. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 1984; 184: 208-211.
7. Cordo P, Carlton L. Proprioception coordination of movement sequences: Discrimination of joint angle versus angular distance. *Journal of Neurophysiology* 1994; 71(5): 1862-1872.
8. Janwantanakul P, Magarey ME. The effect of body orientation on shoulder proprioception. *Physical Therapy in Sport* 2003; 4: 67-73.
9. Aydin T, Yildiz Y. Shoulder proprioception: A Comparison Between the Shoulder Joint in Healthy and Surgically Repaired Shoulders
10. Kerr GK, Ch. J. Worringham Ch J. Velocity perception and proprioception

Domicilio para correspondencia:
Dr. Rubén González Rojas
Instituto Nacional de Rehabilitación,
Av. México-Xochimilco 289, Col Arenal
de Guadalupe, Tlalpan. C.P. 14389
Correo electrónico: rcoronado@cnr.gob.mx

