

Universidad CEU – Cardenal Herrera

Facultad de Ciencias de la Salud, Departamento de Fisioterapia



**EFFECTOS DE UN PROTOCOLO FISIOTERAPÉUTICO
CONVENCIONAL vs PUNCIÓN SECA PROFUNDA COMBINADA
CON CENTRALIZACIÓN GLENOHUMERAL OSTEOPÁTICA A
NIVEL DE DÉFICIT DE ROTACIÓN INTERNA GLENOHUMERAL,
SENSIBILIDAD EN PUNTO GATILLO MIOFASCIAL Y
VELOCIDAD EN EL LANZAMIENTO EN JUGADORES DE
BÉISBOL.**

TESIS DOCTORAL

Presentada por: D. Ramón Luis Morales Rodríguez.

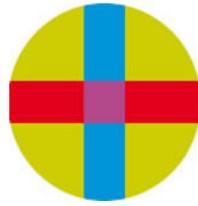
Dirigida por: Dra. Dña. Eva Segura Ortí.

Dr. D. Francisco Javier Montañez Aguilera.

Dr. D. Jorge Ramírez Torrealba.

Valencia

2017



CEU
*Universidad
Cardenal Herrera*

La Dra. **Eva Segura Ortí**, Profesora del Departamento de Fisioterapia de la Universidad Cardenal Herrera Valencia –Moncada,

INFORMA:

Que la tesis Doctoral titulada “Efectos de un protocolo fisioterapéutico convencional vs punción seca profunda combinada con centralización glenohumeral osteopática a nivel de déficit de rotación interna glenohumeral, sensibilidad en punto gatillo miofascial y velocidad en el lanzamiento en jugadores de béisbol”, de la que es autor D. Ramón Luis Morales Rodríguez, ha sido realizada bajo mi dirección en el Departamento de Fisioterapia, en el marco del doctorado de investigación en Ciencias de la Salud en Fisioterapia Deportiva y que reúne las condiciones científicas y formales para ser presentada ante el tribunal correspondiente a fin de obtener el grado de Doctor.

Y para que conste firmo la presente en Valencia a días de de 2017.

Fdo. Eva Segura Ortí.



El Dr. Francisco Javier Montañez Aguilera, Profesor del Departamento de Fisioterapia de la Universidad Cardenal Herrera Valencia –Moncada,

INFORMA:

Que la tesis Doctoral titulada “Efectos de un protocolo fisioterapéutico convencional vs punción seca profunda combinada con centralización glenohumeral osteopática a nivel de déficit de rotación interna glenohumeral, sensibilidad en punto gatillo miofascial y velocidad en el lanzamiento en jugadores de béisbol”, de la que es autor D. Ramón Luis Morales Rodríguez, ha sido realizada bajo mi dirección en el Departamento de Fisioterapia, en el marco del doctorado de investigación en Ciencias de la Salud en Fisioterapia Deportiva y que reúne las condiciones científicas y formales para ser presentada ante el tribunal correspondiente a fin de obtener el grado de Doctor.

Y para que conste firmo la presente en Valencia a días de de 2017.

Fdo. Francisco Javier Montañez Aguilera.



CEU
*Universidad
Cardenal Herrera*

El Dr. **Jorge Ramírez Torrealba**, Coordinador del Doctorado en Ciencias de la Actividad Física y el Deporte de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador. Maracay-Estado Aragua, Venezuela.

INFORMA:

Que la tesis Doctoral titulada “Efectos de un protocolo fisioterapéutico convencional vs punción seca profunda combinada con centralización glenohumeral osteopática a nivel de déficit de rotación interna glenohumeral, sensibilidad en punto gatillo miofascial y velocidad en el lanzamiento en jugadores de béisbol”, de la que es autor D. Ramón Luis Morales Rodríguez, ha sido realizada bajo mi dirección en el Departamento de Educación Física, en el marco del Doctorado de investigación en Ciencias de la Salud en Fisioterapia Deportiva y que reúne las condiciones científicas y formales para ser presentada ante el tribunal correspondiente a fin de obtener el grado de Doctor.

Y para que conste firmo la presente en Valencia a días de de 2017.

Fdo. Jorge Ramírez Torrealba.

*Dedicado a la memoria del Sr. Andrés Reiner.
Un verdadero hombre del béisbol y un maestro permanente en mi memoria.*

AGRADECIMIENTOS

Queda de mí, agradecer en gran sentido y de forma sincera a todas aquellas personas que han hecho posible seguir el sendero inicial y haber llegado hasta el principio de este hermoso nuevo camino.

Quisiera comenzar por agradecer a todas las instituciones Educativas Universitarias y sus profesores donde tuve el gran privilegio de aprender en sus aulas y pasillos, iniciando y culminando así mis estudios de grados profesionales, para llegar al camino de esta profesión de carácter humano: la Fisioterapia. A la actual Universidad Experimental “Cecilio Acosta” de Los Teques en Venezuela y a la Universidad “Cardenal Herrera” en Valencia, Moncada-España. Ha sido un honor compartir la experiencia de aprendizaje con Uds., por lo que estaré eternamente agradecido.

En especial a mis profesores y tutores Eva Segura Ortí, Javier Montañez Aguilera por la receptividad y humanismo que los caracteriza, al guiarme sobre el camino andado y señalarme el que había de seguir. A mi tutor en Venezuela, el Profesor Jorge Ramírez Torrealba, valor inconfundible en las ciencias deportivas de Latinoamérica, científico brillante, el cual -además- mostró paciencia ante este principiante investigador, sosteniéndolo y dándole apoyo durante la cuesta arriba de este inicial camino.

A mis estudiantes de grado de Fisioterapia de la Universidad “Arturo Michelena” de Valencia-Venezuela, a los colegas que aceptaron el reto de ser mí equipo investigador: Chris Lesmes, José Gutiérrez por su paciencia y disponibilidad ante las horas y días, sin dudar un instante a la exigencia y, por supuesto, siempre cuestionándolo todo.

A empresas Polar y su complejo deportivo, por estar con el deporte y la ciencia; a las instituciones gubernamentales deportivas del Edo. Aragua-Venezuela por su vital logística.

Finalmente, con profundo amor, a los que siempre están en este camino y a los que se han incorporado recientemente en la marcha: a toda mi familia, pero en especial a mis hijos Simone, Abril y el pequeño Ramón Santiago, espero haber estado a la altura de ellos, dándole el ejemplo que esperan para con la construcción de sus propios caminos.

PRÓLOGO

En el ámbito de la práctica deportiva mundial, los tipos de deporte que involucran zonas articulares específicas para con su óptimo desempeño técnico-competitivo, deliberada o espontáneamente siempre caen en el sobreuso de dichas zonas, dando cabida a un conjunto de lesiones que parten de alguna posible adaptación, propia de las exigencias del ejercicio competitivo en sí. En ese conjunto, se encuentran las lesiones del hombro lanzador, visto como el generador del gesto técnico-deportivo esencial en múltiples disciplinas deportivas: béisbol, softbol, tenis, voleibol, balón mano, lanzamiento de jabalina y polo acuático, entre otras.

La constante repetición del mencionado gesto y la influencia del mismo sobre el sistema osteo-artro-neuro-muscular ha sido asociada a un conjunto de lesiones en hombro, catalogadas como periféricas iniciales de sintomatología cíclica (tendinopatías, contracturas musculares, puntos gatillo miofasciales, entorsis, pellizcamientos, entesitis insercionales, bursitis subacromiales, rotura del manguito rotatorio etc.) y otras estructurales de tipo intrarticulares, relacionadas con crisis adaptativas tales como la lesión supraglenoidea del tendón del bíceps braquial, las lesiones laborales, Bankart, etc. Quizá, de todos estos tipos de deporte, el de mayor incidencia sobre el hombro es el Béisbol, ya que la frecuencia repetitiva en el gesto de lanzar es inmensurable en cualquiera de sus etapas, ya sea de inicio, aficionada (amateurs) o en niveles profesionales.

El elemento incidente, en las estadísticas de lesiones relacionadas con la alteración del brazo de lanzar, es la adaptación denominada déficit de rotación interna del hombro, que a su vez altera la amplitud total de movimiento articular interno-externo, generando una cascada de acontecimientos en la cadena artrokinética del gesto lanzador. A este déficit de rotación interna se le atribuye el 80% de las lesiones propias del hombro en el béisbol, lo cual generalmente se acompaña con una evidente pérdida de velocidad de lanzamiento, incluso en casos asintomáticos. Y aunque la evidencia médica apunta hacia la corrección inicial del precitado déficit rotatorio del hombro, los protocolos terapéuticos actuales requieren de una revisión que involucre, a su vez, la corrección de aspectos patológicos, tales como la disfunción miofascial en músculos rotadores, la

posible incidencia de ella en la disquinesia escapular asociada y la incongruencia osteocinética glenohumeral, evidentemente perdida por causas adaptativas relacionadas con el esfuerzo del lanzador.

De lo anterior nace la necesidad de desarrollar un estudio que compare la eficacia terapéutica en la respuesta inmediata correctiva de los efectos adaptativos del déficit de rotación interna, teniendo en cuenta dos modelos diferentes de tratamiento: uno convencional y otro no convencional. Además, sería interesante comprobar los resultados de ambas modalidades de tratamiento a nivel de respuesta en la velocidad al lanzamiento del Béisbol, visto como un significativo dato, relacionado con la recuperación y prevención de lesiones en el hombro del lanzador, intentando dar así una respuesta al conjunto de afecciones relacionadas con este déficit.

Índice

ÍNDICE

Glosario de abreviaturas empleadas.....	3
1. INTRODUCCIÓN	
1.1 El déficit de rotación interna glenohumeral (GIRD) definición, origen y efectos en el hombro lanzador.....	9
1.1.1 Diagnóstico del déficit de rotación interna glenohumeral o GIRD en el Béisbol.....	10
1.1.2 Evaluación actual del GIRD, diferencias y correlación con la total amplitud de rango de movimiento (TARM).....	17
1.2 Antecedentes y perspectiva histórica del GIRD en el Béisbol.....	19
1.3 El punto gatillo miofascial (PGM) su presencia en el hombro lanzador...	26
1.3.1 Etiología del PGM en el hombro lanzador del beisbolista.....	28
1.4 Tratamientos del GIRD convencionales, no convencionales y su enfoque hacia la corrección miofascial - osteopática.....	33
1.4.1 Análisis del tratamiento o abordaje terapéutico convencional conservador no invasivo al GIRD.....	35
1.4.2 Intervención terapéutica conservadora por la CI.....	38
1.4.3 Intervención terapéutica por el estiramiento en el déficit rotatorio interno- efectos en el GIRD y la velocidad de lanzamiento.....	40
1.4.4 Aplicación terapéutica del protocolo de ejercicios dentro de la correctiva del GIRD, efecto en la velocidad.....	49
1.4.5 Enfoque terapéutico no convencional – invasivo del GIRD...	56
1.5 Justificación.....	65
2. HIPÓTESIS	73
3. OBJETIVOS	77
4. MATERIALES Y MÉTODOS	81
4.1 Sujetos del estudio.....	81

4.2 Evaluaciones clínicas del GIRD, del PGM y test osteopático en el hombro lanzador.....	82
4.2.1 Evaluación clínica experimental del GIRD.....	82
4.2.2 Localización y Evaluación del PGM.....	85
4.2.3 Evaluación diagnóstica de la disfunción osteopática de ántero superioridad glenohumeral (GH).....	86
4.3 Instrumentos de registro.....	88
4.3.1 Variables de amplitud de rango articular gleno-humeral hacia la rotación interna-externa, total amplitud de rango de movimiento en déficit (TARMD) e inclinación de rotación superior escapular del brazo dominante lanzador...	91
4.3.2 Valoración de la Fuerza Muscular.....	94
4.3.3 Variables de presencia al PGM.....	96
4.3.4 Variable de velocidad de lanzamiento en el hombro lanzador	97
4.4 Intervenciones del estudio.....	100
4.4.1 Intervención del grupo G1: técnica invasiva punción seca profunda y técnica osteopática estructura- stretching y programa de ejercicios.....	100
4.4.2 Intervención del grupo G2 Técnica manual de compresión isquémica (CI) – estiramientos y ejercicios.....	105
4.5 Metodología.....	107
4.6 Análisis Estadístico.....	112
5. RESULTADOS.....	117
5.1 Datos descriptivos de la muestra.....	117
5.2 Resultados experimentales ANOVA Mixto. Comparación Punción Seca y Terapia Manual Osteopática frente a Compresión Isquémica	120
6. DISCUSIÓN.....	133
6.1 Limitaciones.....	141
7. CONCLUSIONES.....	145
8. BIBLIOGRAFÍA.....	149
9. ANEXOS.....	165

ANEXO I: Modelo de consentimiento informado.

- ANEXO II: Modelo de encuesta de ingreso al sujeto de investigación.
- ANEXO III: Hoja de evaluación médica inicial al hombro lanzador.
- ANEXO IV: Hoja de protocolo de evaluación de velocidad al brazo lanzador.
- ANEXO V: Hoja explicativa del programa y cronograma de ejercicios aplicado al hombro lanzador a ambos grupos.

INDICES DE TABLAS

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión al estudio.....	82
Tabla 2. Diagrama de flujo de los sujetos investigados.....	117
Tabla 3. Datos característicos de los grupos sujetos a estudio.....	118
Tabla 4. Datos estadísticos descriptivos por grupos y totales de las variables analizadas	119
Tabla 5. Prueba T y prueba test U Mann Whitney sobre la homogeneidad de las varianzas.....	119
Tabla 6. Pruebas de los efectos inter-sujetos para la ANOVA mixta en ambos grupos.....	120
Tabla 7. Comparaciones de grupos por Pares- Grupo x Tiempo para variables...	124
Tabla 8. Comparaciones de grupos por pares, método x semanas para variables IE- inclinación escapular.	129

ÍNDICES DE FIGURAS

Figura 1. El concepto de rotación total del brazo en TARM- total amplitud de rango de movimiento del GIRD.....	83
Figura 2. (a) Posición de grado de disquinesis con escapula estática; (b) Evaluación por observacional estática del sujeto en estudio.....	84
Figura 3. Palpación esquemática del PGM.....	85
Figura 4. Patrón referido del PGM al músculo redondo menor.	86
Figura 5. (a-b). (a) Test de movilidad GH disfunción anterior, (b) foto comparada al sujeto evaluado.....	87

Figura 6. (a-b). (a).Test superiorización anteriorización sedente b) Técnica comparada al sujeto evaluado con GH en sedente.....	88
Figura 7. (a-b). (a) Observación cualitativa en decúbito supino de anteriorización GH b) Técnica comparada al sujeto evaluado.....	88
Figura 8. Instrumento inclinómetro sin modificación.....	92
Figura 9. (a-b). Inclinómetro con modificación Johnson et al. Fotografía comparada al sujeto evaluado.....	92
Figura 10. (a-b). Evaluación activa de la RI-RE, GH por inclinometría, a) Evaluación a RI, b) Evaluación a RE.....	93
Figura 11. (a-b). Evaluación por inclinómetro de forma activa de la IE a 90° de ABD en rotación superior. Clasificación del tipo de asimetría escapular disquinésica.....	94
Figura 12. (a-b-c-d). Evaluación de la fuerza muscular al grupo posterior rotador externo a) e interno b), esquemática y fotográfica al sujeto de estudio (c) RE y (d) RI.....	95
Figura 13 (a-b). (a) instrumento tipo algómetro analógico a la presión (AAP) (b) Evaluación de la UDP del PGM.....	96
Figura 14. Escala visual análoga, prototipo de la EVA utilizada.....	97
Figura 15 (a-b). (a) Stalker Pro II Radar Gun TM. (b) medición de campo de la variable velocidad con sujeto de estudio en montículo.....	98
Figura 16. Contador manual mecánico para los intentos de lanzamientos de pelota.....	99
Figura 17. Pelota de béisbol modelo Rawlings TM.....	99
Figura 18. Trípode estabilizador de pistola radar.....	99
Figura 19. (a-b). Mediciones de distancia para la toma de medida de velocidad de lanzamiento.....	100
Figura 20. Técnica de PSP al redondo menor hombro dominante lanzador.....	101
Figura 21. Aplicación del estiramiento tipo sleeper's position inicial al BD lanzador tipo 1 y 2. Posterior a la técnica de intervención PSP o CI.....	102

Figura 22. Aplicación de TMO tipo empuje trust de alta velocidad en decúbito supino para posteriorización de la GH y decoaptación del espacio subacromial trust de sentido anteroposterior.....	102
Figura 23. (a, b, c, d). Ejercicios escapulares, modelo TSTP de ejercicios escapulares para posiciones en V,L 90° al cuerpo ,I, y L 90° de ABD.....	103
Figura 24. (a, b, c, d). a) ejercicio en posición T escapular ligas, b) ejercicio en L 90° a RE ligas, c) ejercicio en L 90° en RI ligas y d) ejercicio en L 90° a RE.....	104
Figura 25 (a y b). Ejercicios escapulares en camilla decúbito prono con pesas posición I y V empty can.....	104
Figura 26. Técnica de aplicación a la CI en el brazo dominante lanzador.....	105
Figura 27(a, b, c, d). Protocolo de stretching 90° asistido con bloqueo sub escapular (b), auto stretching sleeper position a 90°, por encima de 120° y por debajo del límite a 45° tipo 3-4-5-6.....	106
Figura 28. (a y b). Fotos de las charlas informativas – educativas del efecto GIRD al hombro lanzador.....	107
Figura 29. Gráfica del comportamiento de la variable GIRD inclinometría para grupo de tratamiento clásico CI, grupo tratamiento propuesto PSP-TMO.....	121
Figura 30. Gráfica del comportamiento de la variable UDP evolución bi-semanal para grupo de tratamiento clásico CI, grupo tratamiento propuesto PSP-TMO.....	122
Figura 31. Gráfica del comportamiento de la variable EVA evolución bi-semanal para grupo de tratamiento clásico CI, grupo tratamiento propuesto PSP-TMO.	123
Figura 32. Gráfica del comportamiento de la variable K evolución bi-semanal para grupo de tratamiento clásico CI, grupo tratamiento propuesto PSP-TMO	125
Figura 33. Gráfica del comportamiento de la variable UMV evolución bi-semanal para grupo de tratamiento clásico CI, grupo tratamiento propuesto PSP-TMO	127
Figura 34. Gráfica del comportamiento de la variable inclinación escapular (IE) evolución bi-semanal para grupo de tratamiento clásico CI, grupo tratamiento propuesto PSP-TMO.....	128

Glosario

GLOSARIO DE ABREVIATURAS

AAP Algómetro analógico a la presión

ABD Abducción

ACh Acetilcolina

AMA Amplitud de movimiento articular

AROM Rango activo de movimiento (Active range of motion)

ATP Adenosín trifosfato

BD Brazo dominante lanzador

BND Brazo no dominante

CI Compresión isquémica

Cms Centímetros.

ECCA Ensayos clínicos controlado aleatorio

EVA Escala visual análoga

FM fuerza muscular

FREMS Estimulación de frecuencia modulada (Frequency modular stimulation)

GH Glenohumeral

GIRD Déficit de rotación interna glenohumeral (Glenohumeral internal rotation déficit)

GRV Retroversion glenohumeral (Glenohumeral retroversión)

IE Inclinación escapular

K Valor constante de velocidad

Kg Kilogramos

Km/h Kilómetros por hora

Mm Milímetros

Mph Millas por hora

MDCS Mínima diferencia clínica significativa

- MLB** Ligas mayores de béisbol (Major league baseball)
- N** Newtons
- PGCe** Puntos gatillos centralizados
- PGF** Puntos gatillos de fijaciones
- PGM** Punto gatillo miofascial
- PGS** Puntos gatillos satélites
- PH** Punción húmeda
- PSP** Punción seca profunda
- PSS** Punción seca superficial
- REL** Respuesta de espasmo local
- RH** Retrotorsión humeral
- RI** Rotación interna
- RE** Rotación externa
- RMAA** Rango de movimiento activo articular
- SLAP** Superior Labrum anterior posterior
- TAMD** Déficit de amplitud de movimiento (Total arc of motion déficit)
- TARM** Total amplitud de rango de movimiento
- TARMD** Total amplitud de rango de movimiento brazo dominante
- TARMND** Total amplitud de rango de movimiento brazo no dominante
- TENS** Electro estimulación nerviosa transcutánea (Transcutaneous electrical nerve stimulation)
- TMO** Técnica manual osteopática
- TSTP** Programa de diez ejercicios del hombro lanzador (Thrower's shoulder ten program exercises)
- UCL** Ligamento colateral cubital (Ulnar collateral ligament)
- UDP** Umbral de dolor a la presión
- UMV** Valor unidad media de velocidad

US Ultrasonoterapia

WDP Punción húmeda profunda (Wet deeper punction)

Introducción

INTRODUCCIÓN

1.1 El déficit de rotación interna glenohumeral (GIRD): definición, origen y efectos en el hombro lanzador.

Los tipos de deporte que involucran hábitos técnicos universales, relacionados con lanzamientos y/o golpeteos denominados supra-cefálicos repetitivos, generalmente conducen hacia un sinnúmero de lesiones específicas de tejido blando periférico e intraarticular, sobre todo, de la articulación glenohumeral del hombro lanzador. Entre ellos, podemos encontrar el balonmano, polo acuático, tenis, la jabalina, voleibol, baloncesto y el béisbol, entre otros. Estos, se caracterizan por el lanzamiento, el impulso o el golpeteo (directo con la mano o indirecto con instrumentos tipo extensión) de un objeto específico, determinado por la disciplina deportiva en cuestión (una pelota, un balón, una bala o jabalina en atletismo de campo, con bates, raquetas, etc.).

Los lanzadores supra-cefálicos, anteriormente mencionados, sufren lesiones glenohumerales que pueden estar relacionadas a estructuras periféricas (pellizcamientos tendinosos del manguito rotatorio, tendinosis del tendón largo del bíceps braquial, bursitis, tendinitis supraspinatus, contracturas capsulares, contracturas musculares posteriores, hipersinovitis, etc.) o a estructuras internas (rotura de labrum, rotura supraglenoidal del tendón del bíceps braquial, lesiones etc.), el origen de estas lesiones quedan supeditadas a la relación de la GH (Articulación glenohumeral) y escapular del brazo lanzador, que conllevan a la pato-mecánica de la actividad de lanzar por el efecto repetitivo de esta.

Independientemente de los precitados tipos de deporte, la presente investigación se orientó hacia las lesiones que se producen en el Béisbol, dadas por el frecuente y universal hábito de lanzamiento de pelotas. Y es que, el carácter tan repetitivo de dicha actividad, hace de este uno de los tipos de deportes con mayor índice de población afectada en la articulación del hombro (Stephen, *et al* 2010, Wilk *et al* 2009, Shanley *et al* 2011, Stephen Thomas *et al* 2011, Whiteley *et al* 2010). La actividad repetitiva progresiva de lanzar una pelota de béisbol puede alcanzar velocidades que superan los 140 km/h, donde la velocidad angular del húmero alcanza los 7,000° por segundo con la necesaria rotación

interna (RI) de 67° (Fleisig *et al*, 1996). La acción de lanzar dentro del béisbol queda estudiada en 6 fases descritas que señalaremos adelante.

De forma precisa, es primordial el requerimiento de la RI para el desarrollo de las fuerzas de desplazamiento balístico, en un rango de movimiento del hombro para la actividad final de lanzamiento. La aparición de un déficit de esta, producida por el sobre uso y contractura de estructuras póstero-externas en desaceleración durante el lanzamiento y la puesta continua del brazo en rotación externa (RE) han conducido al establecimiento de un déficit rotatorio interno en estos hombros lanzadores, denominado déficit rotatorio interno glenohumeral o GIRD (glenohumeral internal rotation deficit, en sus siglas anglosajonas).

1.1.1. Diagnóstico del déficit de rotación interna glenohumeral o GIRD en el Béisbol

La vinculación patológica de la disminución de la RI sin una relación proporcional con el aumento de RE, es primordialmente considerada síndrome GIRD, asociado a este un acortamiento y engrosamiento de la cápsula posterior del hombro, contracturas de músculos posteriores del complejo rotador externo y adaptaciones del tejido blando muscular (disquinesis escapular, retracción capsular posterior) y adaptaciones óseas en el húmero tales como la retrotorsión humeral (RH), posteriorización de la cabeza humeral, disfunción de anteriorización y elevación humeral (Garrison *et al* 2012, Morgan *et al* 1998, Dines *et al* 2009).

El GIRD muestra una clínica relacionada con una limitación de la RI de unos 17° mayor en el hombro lanzador asociada a una probabilidad dos veces mayor para sufrir lesiones de hombro y codo (Roy Aldgrej *et al* 2011). Además, presenta lesiones periarticulares diversas que limitan la habilidad y velocidad en el lanzamiento en comparación con aquellos jugadores que no presentan la patología. Desde la primera descripción, consecuente definición y establecimiento del GIRD (Kibler *et al* 1988), este ha evolucionado como valor establecido en <25° de RI en el hombro involucrado, consolidándose una variación individual correlacionada al efecto de exposición de

lanzamiento en el hombro lanzador, en una comparación bilateral de 25° hacia la RI. No obstante, estudios recientes como los de Wilk et al., y Aldgrey et al., han demostrado que las presencias de GIRD menores de entre 11° y 18° están asociadas a lesiones en el hombro lanzador. En este sentido, el trabajo de Wilk et al., ha relacionado un GIRD de 18° con un 1.9 % de incremento de riesgo de lesiones de hombro (Wilk *et al* 2011). Hoy en día, los valores recomendados para la definición de GIRD hablan de una diferencia entre 17° y 25° de RI entre los hombros comparados. En nuestro trabajo, se han adoptado estos valores como los más fiables para el estudio de una determinada población con presencia de GIRD.

El examen del TARMBD lanzador en jugadores de béisbol ha mostrado la aparición de adaptaciones en comparación con el brazo no dominante en relación a la amplitud total de movimiento, estando ambas asociadas a un aumento de la RE entre 8° y 12°, compensada por una disminución de la RI entre 10° y 17° en el brazo dominante de jugadores lanzadores de béisbol, sin que esto implique haber padecido lesión alguna en el hombro (Burkhart *et al* 2003, Reinold *et al* 2008). Algunas investigaciones indican la existencia de un incremento del riesgo de lesión de hombro y codo en jugadores de béisbol directamente proporcional a la TARM, señalando que, si la relación comparativa de ganancia de RE en grados contiene una relación directa numérica con la pérdida de grados en RI, no tendría por qué incrementarse el riesgo de lesión (Burkhart *et al*, 2003). De igual forma, otros estudios han señalado que la variante de la amplitud total de ambos movimientos es un factor de riesgo inminente en relación a las lesiones de jugadores de béisbol (Shanley *et al* 2011).

Si bien estudios recientes han relacionado al GIRD como una afección que induce a un conjunto de alteraciones del tejido blando periférico en la articulación glenohumeral, estas influyen directamente en la disminución de la potencia y efectividad de velocidad de los lanzadores de béisbol. Al parecer, durante su instalación patológica este evita un mayor desarrollo gradual de la velocidad e incluso retrocede los índices previos en una involución sistemática progresiva (Burkhart *et al* 2003). Otros investigadores concluyen que la relación de acortamiento posterior del tejido cápsulo ligamentoso muscular, presente en el GIRD, termina por absorber la energía residual, debido a que el manguito

rotatorio no responde adecuadamente en la desaceleración del brazo, posterior a la fase de aceleración del lanzamiento.

Aunque los mencionados efectos en la velocidad de lanzamiento no han sido demostrados en vivo (Stephen Thomas *et al* 2011, Burkhart *et al* 2003, Reynold *et al* 2002), el incremento de velocidad durante el lanzamiento de béisbol, depende siempre del resultado final de una serie de concatenaciones a través de las transferencias de fuerzas que ocurren en las cadenas artrocinéticas del miembro superior dominante lanzador.

A continuación se mencionan, en orden las fases que conducen la acción de lanzar dentro del béisbol:

1. Preparación (Wind Up), **2.** Preparación temprana (Early Cocking), **3.** Preparación tardía (Late Cocking), **4.** Aceleración (Acceleration), **5.** Desaceleración (Deceleration), **6.** Seguimiento (Follow Through) (Reinold *et al* 2004, Wilk *et al* 2001). Las fases que requieren máximo equilibrio de fuerzas y de TARM para alcanzar la mayor velocidad en el lanzamiento son la preparación tardía o “Late Cocking”, la de aceleración y la de desaceleración (Wilk *et al* 2001, Kevin *et al* 2008).

Al iniciarse la **fase de preparación tardía**, la pierna se coloca extendida abordando la superficie del piso y la escápula se retrae formando una base estable con la cabeza humeral en el hombro. A continuación, se produce la abducción y máxima RE humeral, llevándose a cabo la traslación posterior de la cabeza humeral (Slager *et al* 1977, Hugue *et al* 2008). El torso del cuerpo rota hacia adelante causando 400N de pico de fuerza, a través de la zona anterior del hombro. La fuerza de rotación del supraespinoso, infraespinoso y redondo menor se incrementan activamente y la actividad del manguito rotador produce una fuerza compresiva de 650N. Al final de esta fase, el hombro se encontrará en una rotación máxima de 180°, preparado para iniciar la fase de aceleración, en la cual hay un incremento progresivo de la actividad muscular del pectoral mayor, dorsal largo y serrato anterior, ya que el hombro deberá ejercer la RI a velocidades mayores de 7000° por segundo en todo su rango posible, coincidiendo con un pico de fuerza menor de 50N en la

zona posterior del hombro. Además, la cápsula posterior del hombro se torna laxa y la cabeza glenohumeral logra recentrarse a la glenoide, tanto como el brazo lanzador se aproxime al punto de liberación de la pelota en el ángulo de los 90° de RI máxima conseguida durante la aceleración del lanzamiento.

A continuación, comienza la fase de desaceleración a partir del punto máximo de RI conseguida en el que es liberada la pelota. En esta fase, la energía cinética liberada comienza a disiparse hacia los tejidos blandos peri-articulares del hombro. Esta fase es señalada como la más violenta del ciclo (Slager *et al* 1977, Hugue *et al* 2008), debido a las contracciones excéntricas agresivas de todos los músculos rotadores de ambos grupos para desacelerar el brazo y las cargas articulares máximas que se producen, detectándose datos de picos de fuerzas posteriores en hombro de 400N, fuerzas ínfero-posteriores de 300N y compresivas de 1000N (Slager *et al* 1977, Hugue *et al* 2008). De lo dicho anteriormente, se desprende que el incremento de la velocidad en el lanzamiento, está relacionado con el máximo rango de RI del hombro. Además, mejor disipación de fuerzas posteriores excéntricas se relacionará con una mayor capacidad de recorrido positivo excéntrico. Esto se traduce en un índice alto de excentricidad muscular efectiva en la zona posterior del hombro y con un presumible índice menor de acortamiento muscular, capsular y efecto adaptativo resultante.

Del componente contrario resultaría la instalación subsecuente del efecto GIRD que podría ser interpretado como supresor de la máxima velocidad posible, debido a la limitación de la RI adquirida por el brazo lanzador previamente sano. Siendo así un factor influyente en los descensos súbitos o progresivos de velocidad por ser un elemento perturbador del recorrido articular interno, lo que sometería al hombro a una deficiente disipación equilibrada de las fuerzas excéntricas anteriormente descritas. Según describen varias investigaciones, (Kevin *et al* 2008, Awans *et al* 2002, Cool *et al* 2012), la relación de velocidad depende del estado del rango articular del hombro en su recorrido rotatorio inicialmente externo y seguidamente interno para poder alcanzar un punto máximo de liberación óptima de la pelota de béisbol. Roy Aldridge *et al*, en su estudio sobre los efectos del estiramiento o stretching diario en la rotación glenohumeral interna de lanzadores, describe este concepto explicado anteriormente y también mencionado por el

Dr. Craig Morgan como *el efecto patológico de cascada* del hombro lanzador (Burkhart *et al* 2000). En este estudio, se detalla cómo el primer signo patológico del hombro a la indolora o asintomática disminución de velocidad, producida por una precoz pérdida de rango en la RI, es secundaria a una contractura de capsula posterior del hombro, Además, los autores señalan que una vez iniciada esta cascada de acontecimientos, el GIRD causaría una contractura posterior mayor que convertiría el brazo lanzador en menos móvil, llevando este hacia una incapacidad en términos de preparación competitiva. La contractura posterior instalada en los músculos rotadores trae como consecuencia síntomas mecánicos descritos de forma usual en las fases de preparación tardía o late cocking y aceleración temprana en el brazo lanzador (Burkhart *et al* 2000, Aldridge *et al* 2011). El análisis de este efecto será estudiado más adelante.

Como factores causantes de la limitación en el rango móvil del hombro hacia la RI, se señalan las retracciones musculares y capsulares, causantes del acortamiento de la zona posterior del hombro. Entre estos, el componente muscular conformado por los músculos principales o primarios a la RE, encontramos al infraespinoso y el redondo menor. En el brazo lanzador el redondo menor es considerado músculo primario colaborador de la RE del hombro, a través de su funcionamiento póstero-externo y excéntrico sobre el manguito rotador. Este músculo muestra una relación importante que lo asocia a su incremento de tono muscular al estar fatigado por la reiterada actividad de lanzamiento (Kevin *et al* 2009, Hung CJ *et al* 2001, Bron *et al* 2011).

El déficit rotatorio interno del hombro, no parece suficiente para explicar la aparición del GIRD. Los estudios actuales señalan que podrían estar presente adaptaciones músculo-cápsulo-ligamentosas precoces y otras de tipo osteoarticular tardías. Observando esto, estaría la sintomatología clínica posible sobre el tejido conjuntivo periférico en una primera instancia relacionada con alteraciones musculares de la pared posterior del hombro y rotadores externos, al estadio más avanzado o crónico y a la presencia de adaptaciones osteoarticulares y lesiones estructurales intrarticulares que han requerido solución quirúrgica. Circunstancialmente, se hace necesario delimitar la presencia de este, sobre la base de una prognosis patológica detectable que debe ser modificada constantemente en un tipo de profilaxis periódica.

Una de las observaciones clínicas originada de los análisis de la documentación actual en estos casos y que más llama la atención a los investigadores de este estudio, es que bajo las premisas diagnósticas propias de la evaluación del GIRD y estando este determinado clínicamente, la presencia de las adaptaciones osteoarticulares definitivas (retroversión humeral, engrosamiento capsular posterior, disfunción glenohumeral de supero-anteriorización) no lo están en ciertos grupos de estudio diagnosticados precozmente (Burkhart SS *et al* 2009). Por tal razón, asociar éstas a la sintomatología propia de disminución de la amplitud de RI, no resulta apropiado, mucho menos a aquellos síntomas de alteraciones periféricas tendinosas o estructurales que podrían estar presente en estos casos e incluso a la disminución de velocidad o disfunción de potencia en el hombro lanzador, asociada al GIRD desde los primeros estadios.

Estudios recientes han demostrado signos agudos de GIRD y alteraciones en déficit de la amplitud total de movimiento TAMD (total arc range motion deficit, según sus siglas en inglés) en lanzadores con tan solo una exposición aislada a una sesión de lanzamientos posterior a 24 horas con incrementos de un 15% de limitación (Reinhold *et al* 2008, Kibler *et al* 2012). Estos cambios son tenidos como demasiado rápidos para ser asociados a cambios capsulares adaptativos mucho menos de tipo óseo, lo que señala que las adaptaciones o respuestas musculares de acortamiento podrían ser las causantes de estos cambios agudos en primera instancia.

En una investigación sobre los cambios agudos relacionados con el GIRD, luego de la exposición a múltiples lanzamientos, Ben Kliber *et al.*, estudiaron a 45 lanzadores abridores (22) y relevos (23) de un equipo béisbol profesional (Houston Astros), durante los entrenamientos primaverales de la pre temporada del año 2009, con el objeto de comprobar la respuesta de limitación hacia la RI, inmediatamente posterior a la actividad de lanzamiento. Los investigadores buscaron determinar qué tanto podrían apreciarse los cambios rotacionales hacia la RI, tras un simple episodio: si estos cambios retornaban a valores básicos en la secuencia de lanzamientos sucesivos o si el rol del jugador afecta el número de cambios ocurridos. Las medidas de RI y RE glenohumeral fueron determinadas

en cinco puntos: antes del lanzamiento, inmediatamente después, a las 24 horas, a las 48 horas y a las 72 horas posterior al lanzamiento. De esa manera, se observó que la RI disminuyó en todos los puntos de medición sin volver a sus valores normales, siendo los cambios en RE insignificantes. La TARM mostró pocos cambios en todos los estadios de evaluación. Los lanzadores relevistas obtuvieron mayor déficit de RI, RE y la TARM en todas las mediciones, mientras que todos los sujetos mostraron cambios en la RI de 19° posterior al lanzamiento ($p=0.001$). Estos datos sugieren que la aparición de un GIRD precoz, relacionado con la exposición de lanzamientos, puede mostrarse asintomática, pero con la presencia de alteraciones musculares agudas. Además, la magnitud de lanzamientos y la dirección de los cambios pueden jugar un rol determinante en la aparición del GIRD. Por último, los autores señalan la futura implicación patológica de este evento y apuntan hacia la necesidad de aplicar programas destinados a establecer cambios durante la aplicación cíclica de la actividad de lanzar en estos jugadores (Kliber *et al* 2011).

El análisis que aborda el anterior estudio da por sentado que la deficiencia rotacional interna debido a un componente muscular contracturante externo posterior agudo, es el primer escenario de adaptabilidad básico para, de forma exponencialmente progresiva, establecer una deficiencia rotacional post lanzamiento que va en la alteración biomecánica de lanzamiento, siendo este un aspecto que se suma al acortamiento muscular externo posterior. Si existe un GIRD agudo de forma independiente a los componentes adaptativos sumatorios en el tiempo (disquinesia, acortamiento capsular posterior–anterior), disfunción de superiorización- anteriorización GH y RH (retroversión humeral), entonces los investigadores nos preguntamos ¿Es éste suficiente para explicar el problema de déficit rotacional interno?, ¿Podría hablarse de un GIRD asintomático u otro sintomático según la presencia de adaptaciones, afecciones periarticulares o cambios escapulo humerales?, si esto es así será este, ¿El estadio inicial previo al periodo más adaptativo de una cadena de cambios, corresponderá a la respuesta contracturante muscular rotatoria externa posterior inicial, siendo ésta la causa más predecible?

1.1.2 Evaluación actual del GIRD, diferencias y correlación con TARM.

De los factores importantes en el desarrollo de la artrocinética en la actividad de lanzar está el equilibrio entre la RE y RI de la articulación GH de cara a poder soportar el máximo de cargas sin que estas lleguen a provocar una lesión. El solo hecho de lograr un balance entre ambas rotaciones, garantizará el equilibrio de fuerzas necesario para la correcta centralización articular que se traducirá en un nivel adecuado de compresión intrarticular. La máxima RE permitirá el mejor alcance para la distribución de cargas en el valgus de codo y una mayor velocidad en el lanzamiento. El equilibrio y desarrollo dinámico entre RI-RE se adapta de forma continua a las cargas y fuerzas que representa esta actividad (Ben Kliber *et al* 2011).

Sin embargo, la deficiencia de RI en el hombro del BD será una constante presente en comparación con el brazo no dominante (BND). Al ser sometido al gesto de lanzamiento continuo, mostrará esta deficiencia como una constante presente, en comparación con el del BND que o está sometido a dichas cargas. Se observa, a la hora de comparar, el brazo dominante con el no dominante que en el dominante la cantidad de RI está siempre disminuida, encontrándose el valor de la RE aumentado. Siendo así, parece incuestionable el hecho de medir y evaluar un BD en comparación con un ND cuando esto pareciera no tener sentido, ya que el BD estará siempre en déficit o contracturado post esfuerzo tras una actividad de lanzamiento. De hecho, esta correlación ha sido documentada (Ben Kliber *et al* 2012) en el sentido que la comparación goniométrica entre RI y RE en la TARM parece un indicador útil a la hora de determinar si una extremidad se encuentra en situación de equilibrio en base a la comparación entre el BD y el ND.

Según se sugiere en la mayoría de lanzadores, aunque entre ambos brazos existen cambios de grados de movimientos las sumas de ambas rotaciones en la TARM, debería ser bilateralmente iguales o muy cercanas (Meister *et al* 2005). De aquí parte la necesidad de medir inicialmente el estado bilateral de TARM. En este sentido, es conocido que el incremento de la RE en lanzadores resulta ventajoso para la colocación del brazo en

máximo ángulo de la fase de preparación al lanzamiento o cocking position, favoreciéndose así el incremento máximo de velocidad en el lanzamiento. Los cambios adaptativos se suceden en forma de déficits que deben ser comparados con el BND, estando presentes en el brazo lanzador el déficit de rotación interna o GIRD y el déficit de la amplitud total de rango de movimiento o TARMD. La definición de la amplitud total de movimiento en comparación bilateral entre ambas extremidades fue inicialmente descrita por Keeley et al., en el año 2008 y Wilk et al., en el 2012, los autores señalaron que aunque existan cambios inducidos en el arco de movimientos entre la RI y RE de un brazo dominante, el arco total de movimiento debería permanecer en un valor aproximado de 180°. Investigaciones recientes señalan que el TARMD deberían tener un umbral de 5° de diferencia de forma bilateral (Keeley et al 2008, Wilk et al 2011), quedando establecido el GIRD de forma definitiva para su diagnóstica en un valor de entre 17° a 25° de RI activa en el hombro lanzador dominante. De igual forma, diferencias de 5° a 8° de forma bilateral entre el TARMD del BND y del BD establecería un diagnóstico clínico de GIRD (Wilk et al 2011).

Ambos déficits, GIRD y TARMD, deben ser observados a nivel de tres componentes anatómicos: óseo, capsular y tejido miofascial. El GIRD, ya desde los primeros estudios, ha estado relacionado con el riesgo de lesión en el hombro lanzador. El GIRD ha demostrado ser más influyente en los cambios agudos de la RI 24 horas después de la exposición de ese hombro al lanzamiento, tras finalizar una temporada, e incluso con los años de exposición a la actividad de lanzamiento, conduciendo en todos los casos hacia cambios adaptativos (Ben Kibler et al 2012).

Descrito lo anterior, es necesario establecer una retrospectiva de los hallazgos y la evidencia científica en documentaciones de esta patología específicamente en el béisbol, para poder así determinar cuáles de estos aspectos sintomatológicos de estadio inicial combinados o no al déficit rotatorio interno, podrían tener relación con una evolución tardía del mismo en estos atletas, con adaptaciones sintomatológicas típicas periféricas iniciales y las posibles alteraciones patológicas de origen crónico asociadas a este por el efecto sumatorio del lanzamiento.

1.2 Antecedentes y perspectiva histórica del GIRD en el Béisbol.

La actividad de lanzamiento en el hombro ha sido representada hoy día como la actividad superior del hombro humano. Es evidente que esta habilidad ha evolucionado con los años, desde los cazadores primitivos y la actividad guerrera a la efectiva máquina de lanzamiento que es considerada hoy en día. Desde el punto de vista genético, el hombro posee la perfecta composición de tejido para responder al stress repetitivo de tal forma que puede establecerse en un balance perfecto entre movilidad y estabilidad. Esta interpretación ha sido descrita por el Dr. Kevin Wilk como *la paradoja del lanzador*: “el hombro debe estar suficientemente laxo para permitir una excesiva rotación externa pero a su vez suficientemente estable para prevenir luxaciones sintomáticas” (Wilk KE *et al* 1993). No obstante, desde la aparición del término GIRD, relacionado con el hombro lanzador en el año 1988 (Kibler *et al* 1988), se comenzó a cuestionar la micro-inestabilidad capsular como la causa universal de las lesiones del hombro lanzador.

El interés de la comunidad médico-científica por las disfunciones y lesiones del hombro lanzador, se deben en parte al elevado componente de exigencia biomecánica de esta función: la de lanzamiento. La habilidad de lanzar con precisión una pelota de béisbol a velocidades actuales por encima de 90 mph, logrando un efecto de colocación en un área de recepción delimitada, puede ser definida como el mayor logro atlético, dentro de los deportes supra-cefálicos, y en especial el Béisbol. Sin embargo, esta eficiencia empezó a mostrar en ciertos grupos de lanzadores una pérdida súbita de velocidad y de la habilidad de colocación en el lanzamiento de forma clínica sin que pareciera ser causada por una alteración articular aparente, ni una sintomatología de daño estructural anatómico. En el año 2003, esto fue nombrado por el Dr. Burkhart como el síndrome de “*brazo muerto*”. Este autor definió esta situación como una condición en la que el beisbolista es incapaz de lanzar con la velocidad y control inicial, debido a una combinación de dolor y subjetivo malestar o desasosiego en el hombro. La condición denominada *brazo muerto* ha sido por mucho tiempo reconocida como una afección de evolución progresiva y definitiva sin etiología específica en los lanzadores supra-cefálicos. En este sentido, el deportista relata normalmente una molestia en las fases de preparación del lanzamiento o de aceleración inicial (late cocking o early acceleration). Cuando el hombro inicia su movilización hacia

adelante, el lanzador declara sentir algún dolor agudo, el brazo desarrolla un desvanecimiento y el lanzador pierde de manera parcial la capacidad de lanzar la pelota con la velocidad habitual (Burkhart *et al* 2003).

Inicialmente, aunque esta patología fue reconocida como evasiva, esta fue asociada casuísticamente a la aparición posterior de la lesión de manguito rotador, calcificaciones glenohumerales, osteofitosis acromiales, pellizcamientos coracoacromial, tendinitis bicipital, disfunciones acromio claviculares, micro-inestabilidad y SLAP (superior labrum anterior posterior) en lanzadores. Aun así, disertaciones sobre la evolución de la recuperación post quirúrgica de estas afecciones asociadas al GIRD, mostraron resultados controvertidos en cuanto a la recuperación de las condiciones previas de lanzamiento en relación a la eficacia y velocidad del mismo. En este sentido, Tibone *et al.*, evaluaron los resultados de la acromioplastia abierta en lanzadores con este diagnóstico, encontrando que solo el 22% volvió a sus niveles óptimos previos a la lesión (Tibone *et al* 1985). Por otro lado, Jobe *et al* describieron el impingement o pellizcamiento por superposición GH. Dichos autores afirmaron que los lanzamientos repetitivos son la causa de estiramiento capsular anterior, que permite la migración súpero-anterior GH durante el lanzamiento, causando así los síntomas del impingement subacromial. Asimismo, describieron resultados positivos tras reparaciones cápsulo-labrales en un 50% de los casos que volvieron a realizar el gesto de lanzamiento (Jobe *et al* 1984).

Burkhart *et al.*, declararon que el denominado síndrome de brazo muerto confirmaba la hipótesis de que el SLAP (Superior labrum anterior posterior según siglas anglosajonas) es una entidad patológica comúnmente asociada con el GIRD. En sus estudios post operatorios, mostraron éxitos en el 87% de sus pacientes volviendo estos a los niveles de lanzamiento anteriores a la aparición de la lesión durante más de 2 temporadas, en comparación con el 50% a 68 % que retornó sin poder recuperar el lanzamiento anterior, habiendo sido operados con la técnica de reparación abierta capsulolabral. Los investigadores recalcaron que la ausencia de éxito de esta técnica, podría estar asociada al acortamiento postoperatorio de la cápsula y la retracción a nivel posteroinferior presente en los lanzadores. Además, alegan que una rehabilitación postoperatoria basada en el

estiramiento de las estructuras posteriores y anteriores de forma equilibrada, permitiría el retorno a la mecánica óptima para un lanzamiento normal (Burkhart *et al* 2003).

Estos antecedentes sugieren que en los orígenes descriptivos de la sintomatología súbita que induce cambios en el hombro lanzador, en relación a su disminución de potencia, control eficaz y velocidad, estuvieron presentes los cambios adaptativos iniciales de tipo periféricos en estructuras blandas y, más aún, en lo crónico estructurales pato-anatómicos. Sin embargo, simple reparación sin la corrección de los cambios adaptativos no demostró eficacia en la vuelta a la normalidad en lanzamientos previos a la lesión, y mucho menos su permanencia en la temporada de juegos de los lanzadores.

Burkhart *et al.*, propusieron, a través de análisis consecutivo de estos fenómenos, que existe una disminución de rotación interna GH de forma adquirida y que esta es uno de los más importantes procesos patológicos que ocurre en los lanzadores, por encima del problema de inestabilidad anterior. Esta disminución de RI es causada por la contractura de la capsula posteroinferior, excediendo siempre a la ganancia de rotación externa (Burkhart *et al* 2003). En una serie de 124 lanzadores de béisbol con SLAP tipo 2 sintomático que fueron evaluados por Craig Morgan *et al.*, en el año 2000 con SLAP tipo 2 sintomático, se descubrió que todos mostraban tener un preoperatorio GIRD de forma severa en su brazo lanzador (Burkhart *et al* 2003). Otros investigadores reportaron iguales hallazgos en relación a la asociación del GIRD con el desarrollo de problemas en el hombro lanzador. En 1991, Verna *et al* fueron los primeros en describir la relación del GIRD con la disfunción del atleta lanzador. Este hecho fue observado en 39 lanzadores de béisbol profesionales, los cuales fueron identificados durante el entrenamiento primaveral de ligas mayores en Estados Unidos (spring training) con un GIRD hacia la RI de 25° o menos, encontrando que el 60% desarrollaron problemas de hombro requiriendo parar de lanzar durante el periodo del estudio (Verna *et al* 1991).

Ben Kliber *et al.*, presentaron una serie de 38 estudios artroscópicos testados con SLAP tipo 2 sintomático en lanzadores supra-cefálicos, en los cuales encontraron hallazgos significativos de GIRD en todos los casos con promedios articulares GH de rango entre 33°, 26° a 58° (Kliber *et al* 2003). Refiriéndose a una investigación documentada en el

año 1999, realizada por Cooper et al, Burkhart et al 2003, señala que estos investigadores aplicaron un programa de estiramiento manual progresivo a un grupo de 22 pitchers de la MLB (Major League Baseball en sus siglas anglosajonas) para minimizar un GIRD de menos de 20° durante los juegos de béisbol profesional de las temporadas 1997, 1998 y 1999. El observo que los registros de Cooper et al no reportaron ninguna pérdida de episodios lanzados, ningún problema intraarticular y ninguna intervención quirúrgica en el grupo de estudio (Burkhart *et al* 2003). Los reportes anteriores establecieron inicialmente, como antecedente preliminar, que una profilaxis enfocada en programas de estiramientos de la región posteroinferior capsular y muscular son importantes para poder disminuir el GIRD y, por lo tanto, resultarán efectivos a la hora de prevenir problemas secundarios intrarticulares relacionados con SLAP tipo 2.

Estudios experimentales realizados por Burkhart et al., en relación con los programas de estiramientos, señalan que aproximadamente el 90% de los lanzadores con GIRD sintomático (mayores de 25°) responderán positivamente a un programa riguroso de estiramiento de cápsula posterior del hombro y reducirá el GIRD a niveles aceptables. Llegan también a señalar que el nivel aceptable es un valor por debajo de 20° y que este objetivo podría ser lograda en un periodo de 2 semanas con el uso de *sleeper stretches* (estiramiento del durmiente). Esto último supondría un antecedente inicial valorable dentro del seguimiento de esta patología y su modificación. Sobre él, volveremos a hablar más adelante al interpretar los *tratamientos convencionales* del GIRD en el béisbol (Burkhart *et al* 2003, 2005, 2006). Por el contrario, el 10 % de los lanzadores no respondieron al estiramiento. Esto podría estar relacionado con el hecho de que se trataba del grupo de deportistas más veteranos.

Diferentes estudios relacionados al GIRD dentro del béisbol documentan su evidencia como una patología limitante que induce a cambios adaptativos osteoarticulares y, alteraciones anátomo-patológicas, sintomatología de origen periférico del tejido blando y sintomatología de daño estructural. Además, desde el inicio de su instalación este influye en la disminución de la velocidad y la artrokinética de lanzamiento, aunque no existe hasta la actualidad un análisis *in vitro* en cuanto a de la respuesta de velocidad de lanzamiento tras un tratamiento conducente a la corrección del GIRD y su influencia en el aumento o la

recuperación de valores previos a la aparición de la lesión en estos lanzadores. Los antecedentes adaptativos fueron señalados desde la descripción del *efecto patológico de cascada*, sugerido por Morgan et al, según el cual el GIRD aparecería incluso en lanzadores con retroversión humeral por excesiva rotación externa. Este efecto de cascada será analizado en lo sucesivo cuando se aborden los cambios artrokinéticos inducidos por el GIRD (Morgan et al 1998).

En el conjunto de estudios y documentaciones relacionados a los efectos del GIRD en el béisbol, se demuestra la influencia de esta patología en la eficacia del hombro lanzador e incluso su efecto en otras articulaciones de la cadena kinésica del brazo lanzador. Elizabeth E. Hibberd et al, realizaron un estudio reciente sobre 156 jugadores de béisbol (edad= 15.9 ± 1.4 años; altura= 178.4 ± 6.5 cm; peso = 74.1 ± 12.2 kg), de los cuales el 88% (144 jugadores) presentaban GIRD. Los investigadores consideraron el riesgo asociado de lesiones en el hombro y codo en jóvenes lanzadores de béisbol debido al índice de presencia del GIRD. Aunque la evidencia señalaba que la medida del GIRD sugería la corrección de este por programas de estiramiento progresivo, estas medidas continuas no diferenciaban qué tipo de estructura muscular, ósea, ligamentosa o capsular podría ser la causante de mayor incidencia patológica. Este estudio buscó definir la influencia de algunas de estas adaptaciones en las estructuras nombradas para reorientar la guía terapéutica a seguir en estos casos. Los autores concluyeron que las adaptaciones óseas podrían tener más influencia en el establecimiento del GIRD, seguidas de la contractura muscular y el engrosamiento capsular posterior (Hibberd et al 2014).

En el anterior estudio, la RI, la contractura muscular (redondo menor, infraespinoso y deltoides posterior), el engrosamiento capsular posterior y la retroversión humeral fueron calculadas una diferencia bilateral para cada una de las variables, siendo estas introducidas en una regresión lineal multivariable para determinar su grado significatividad como elementos predictores del GIRD. Quizás, incluso, este sea uno de los estudios más recientes en tomar el efecto adaptativo muscular posterior profundo, asociado al redondo menor como causa para la predisposición al GIRD. Como conclusión, los investigadores señalan que los factores musculares profundos del tejido blando deberían ser identificados

ampliamente para servir como evidencia clínica en futuros programas preventivos con el objetivo de disminuir los riesgos de lesiones en el béisbol.

Otro trabajo presentado por Dines et al., basado en el estudio del GIRD en jugadores de béisbol con insuficiencia del ligamento colateral cubital, señala la importancia de la alteración kinética asociada al miembro superior en lanzadores por disminución del rango articular rotatorio interno del hombro y como incide en el aumento de cargas de fórceps valgus en el codo lanzador durante la fase de preparación tardía o late cocking. Sus resultados arrojaron diferencias significativas en relación al brazo dominante y la disminución de la RI con jugadores lesionados en ($p < .004$), y la presencia del déficit de RI en jugadores con insuficiencia del ligamento colateral cubital y asintomáticos (28.5° vs 12.7° para una $p < .001$). Además, el rango total de movimiento estaba disminuido en el grupo lesionado sus resultados indicaron que el GIRD podría estar asociado al desarrollo de lesión del ligamento cubital con inestabilidad de valgus fórceps (Dines et al 2009).

En una investigación comparativa, basada en la presencia o no de GIRD y su estado de salud relacionada con este, llevada a cabo sobre una población de 31 jóvenes lanzadores de béisbol de la 1^{era} División Colegial Universitaria de la Asociación Atlética Nacional (edades = $5 20.236 1.17$ años, altura = $5 186.24 6 5.73$ cm, peso = $5 92.01 6 7.68$ kg) y otros 21 jugadores masculinos de la escuela pre universitaria (edades = $5 16.57 60.76$ años, altura = $5 180.58 6 6.01$ cm, peso = $5 79.09 6 11.51$ kg), se buscó determinar el nivel de salud del hombro lanzador asociado a la presencia de GIRD y disquinesia escapular. Los resultados obtenidos mostraron que los jugadores del colegio universitario tuvieron más déficit rotatorio GIRD (4.806 , $p = 5.028$), déficit total del arco de movimiento (5.736 , $p = 5 .009$) y menos ganancia de rotación externa (3.006 , $p = 5 .028$) que los jugadores pre universitarios. Además, los jugadores de colegios universitarios tuvieron menos rotación superior escapular a los 90° que los jugadores pre universitarios (4.126 , $p = < .015$, vs 3.006 , $p = 5 .025$) y (4.006 , $p = < .007$, versus 3.406 , $p = < .005$). Mientras, la protracción escapular mostró grandes diferencias entre ambos grupos siendo mayor en jugadores de colegios universitarios que en los jugadores de escuelas pre universitarios (0.77 cm, $p = .021$, y 1.4 cm, $p = .001$). Los resultados demostraron que los cambios en RI déficit y

disquinesia escapular aumentaban a medida que los grupos se exponían a mayor nivel de esfuerzo o competencia (Stephen Thomas *et al* 2010).

Estas investigaciones relacionan de forma continua todos los cambios adaptativos presentes en el GIRD con las alteraciones finales estructurales de cambios definitivos, lo que acaba por lesionar el hombro lanzador, llevando al deportista a pasar por un quirófano. Esta situación llega a afectar a otras estructuras de la cadena kinésica del miembro superior como el codo y su ligamento colateral cubital UCL (Ulnar colateral ligament según sus siglas anglosajonas), este último involucrado en una de las estadísticas más importantes de lesión en los lanzadores pitchers y jugadores de posición. El GIRD por ser un factor influyente negativo en la cascada de acontecimientos de las cadenas artrokinéticas del lanzador, terminando por relacionarse, como bien demuestra la documentación científica actual, con lesiones de otros puntos de la cadena de lanzamiento como son el codo y la mano.

El conjunto de adaptaciones tempranas o precoces de 14 días o post lanzamientos, incluso en poblaciones de edades tempranas del béisbol menor donde estos estudios han registrado ya la presencia de GIRD, correlacionado con el acortamiento muscular del tejido músculo esquelético (ya no atribuibles al efecto de acortamiento capsular por lo precoz del rango disminuido del mismo, ni a la presencia de otras adaptaciones) conlleva a un análisis de las estructuras periféricas músculo-esqueléticas de relación directa con el movimiento y el rango necesario para su mayor eficacia, es decir a la evaluación del efecto GIRD sobre los músculos rotadores externos y escapulares. Los rotadores externos o pared posterior rotadora incluyen a dos músculos que intervienen de manera determinante sobre el control del lanzamiento y su potencia: el infraespinoso y redondo menor.

La disposición de los músculos póstero-rotadores externos, como el redondo menor e infraespinoso en los lanzadores deportivos supra-cefálicos son propensos al acortamiento tras un periodo de hiperactividad. De hecho, uno de los tratamientos profilácticos del hombro lanzador incluye en todos los deportes el auto-estiramiento y estiramiento

analítico de estas áreas y músculos para mantener su eficacia. Esta respuesta de acortamiento precoz en la función de lanzamiento llevaría implícito un efecto neuromuscular con su consiguiente componente de alteración miofascial, presente por la hiperactividad, lo que provocaría la aparición de *puntos gatillos* miofasciales (PGM). El tratamiento de estos PGM podría conducir a una modificación en la RI en un primer intento correctivo del GIRD. En el siguiente punto se hablará de esta relación entre el acortamiento muscular, la presencia de PGM y su influencia en los cambios precoces del GIRD.

1.3 El punto gatillo miofascial y su alteración en el hombro lanzador.

El incremento de tono muscular en los músculos rotadores externos del manguito rotador y su eventual y progresivo acortamiento adaptativo induce a la instalación de un síndrome miofascial el cual facilita la formación de puntos gatillo miofasciales. Esta es una situación presente en los deportes de lanzamiento de pelotas con insistencia de ángulo de tiro en una posición supra-cefálica.

Un PGM es un nódulo hipersensible en el músculo, localizado dentro de una banda tensa contracturada que provoca molestias al ser sometido a fuerzas de compresión y elongamiento, dando lugar a un patrón referido de dolor. Los PGM son *activos* cuando muestran patrón doloroso espontáneo y *latente* cuando no se presentan de forma espontánea y sólo despiertan el dolor referido al ser estimulados (Simons *et al* 1999).

Los estudios de Simmons *et al* señalan que el origen fisiológico de estos PGM a la denominada *hipótesis integrada* relacionada inicialmente a una actividad disfuncional de la placa motora, comúnmente inducida por un esfuerzo físico, lo cual conlleva a la liberación excesiva de acetilcolina (ACh) en la placa neuromotora terminal con exceso de calcio. Estas sustancias, presentes en un alto porcentaje, podrían desencadenar en situación isquémica local, la cual conlleva a un déficit de oxigenación que produciría una crisis energética por disminución de producción de Adenosín trifosfato (ATP). Sin este elemento, el tejido no está habilitado para liberar iones de calcio que mantienen la puerta

neurofisiológica abierta llevando a más liberación de ACh. Esta cadena de acontecimientos conduciría a la contractura muscular involuntaria sostenida químicamente. Como la placa terminal continúa produciendo ACh, los filamentos de actina/miosina se acomodan a una posición de acortamiento y debilitamiento muscular de la zona próxima a la placa motora del músculo o grupo de músculos que padecen la alteración.

Al acortarse los sarcómeros por la situación contracturante isquémica, se inicia la formación de un *nódulo*, siendo este una característica clínica del PGM. Por último y como consecuencia de lo anterior, el conjunto de sarcómeros de las fibras que no quedan atrapados en el nódulo palpable se elongan formando la *banda tensa*, localizable a la palpación. Se observa en los casos de GIRD un constante patrón de facilitación del dolor miofascial, caracterizado por la presencia de un PGM activo, asociado a un acortamiento contracturante progresivo en RE que limita la RI, además de una posteriorización de la cabeza humeral (Bron *et al* 2011). Este tipo de clasificación inicial sugerida por Simons (Simons *et al* 1999), marcó el inicio de una nueva clasificación específica para el reconocimiento de los PGM que se ha unido al uso de una nueva terminología; (denominaciones para cada tipo de localización anatómica del PGM), como los puntos gatillo centrales (PGCe) y de fijaciones (PGF). Por otro lado, según su influencia sobre el patrón de dolor nociceptivo, se pueden clasificar en puntos gatillo claves o primarios (PGCl) y puntos gatillo satélites (PGS). Según la clasificación descrita por Montañez *et al.*, “basada en los enunciados por Simons, los PGCe son encontrados en el centro del vientre muscular siguiendo el conocimiento de la estructuración de la fibra (fusiformes, pennadas, bi-pennadas, multi-pennadas, etc.) así como el origen e inserción del tejido examinado”. Los autores indicaron que los PGF tienen su origen en la zona pretendinosa o de inserción perióstica, añadiendo que las tensiones provenientes de las bandas tensas producen una entesitis o proceso inflamatorio que tiende a la evolución de fibrosis y deposición de calcio. Los dos tipos de PGM producen dolor referido, pero por el carácter local diferenciado, se sugiere un abordaje de tratamiento diferenciado. Simons *et al.*, señalan que en el caso de los PGCe por su influencia en la contracción de sarcómeros centrales e isquemia local, su técnica de tratamiento debe estar dirigida a promover el flujo sanguíneo y elongar los sarcómeros afectados. Por el contrario, en el caso de los PGF que tienden a afectar por tracción e inducir a inflamación local en tejidos tendinosos y zonas

periósticas donde se unen (entesitis) su tratamiento antiinflamatorio debe ser más focal. Además, el tratamiento de estos se debe iniciar liberando e inhibiendo miofascialmente los PGCe relacionados con el PGF tratado (Montañez *et al* 2011).

Los PGM activos y latentes según la terminología de los autores, al ser estimulados sus nódulos en su banda tensa, pueden despertar en el paciente la aparición de un patrón referido de dolor reconocible o no como familiar. Como ya se indicó anteriormente, si este dolor está presente de forma espontánea sin mediar estímulo alguno y es reconocible por el paciente, estamos en presencia de un PGM *activo*. Por el contrario, si en pacientes asintomáticos el estímulo mecánico de un PGM origina un patrón de dolor referido ausente previamente, se estaría ante la presencia de un PGM *latente*.

En el análisis del presente estudio se evalúa la zona muscular posterior al hombro asociada al acortamiento y GIRD, proponiendo su relación con la presencia de PGM latente y activa, posiblemente de tipo PGCe o PGF. Aquí se propone un protocolo de tratamientos convencional y otro invasivo con el objeto de inhibir dichos PGM, aumentar el flujo sanguíneo y elongando los sarcómeros afectados. Estos PGCe se encontrarían en la musculatura rotadora externa posterior, concretamente en el redondo menor de forma centralizada en sus fibras fusiformes, estando el patrón de dolor referido presente (PGM activo) o apareciendo este al estimular mecánicamente el PGM (latente).

1.3.1 Etiología del PGM en el hombro lanzador del beisbolista.

Describamos previamente que la presencia de PGM del tipo PGCe es un factor predominante asociado a una actividad de lanzamiento en los músculos rotadores externos por la constante función de estos, inicialmente de tipo concéntrica en la fase preparación al lanzamiento o *early cooking* y posteriormente contracción de tipo excéntrica durante la fase de desaceleración o *follow through*. Al estar presente esta actividad de contracción concéntrica/excéntrica de forma continuamente cíclica durante la práctica del lanzamiento del béisbol, bien sea de forma defensiva dentro del campo (jugadores de posición en el campo) u ofensiva por el ataque del pitcher al bateador de turno, puede llevar a la

aparición del acortamiento adaptativo precoz de los músculos posteriores rotadores externos del manguito rotador.

En relación al juego y sus múltiples situaciones como tal, una vez efectuado un bateo y puesta en juego la pelota, los jugadores de posición dentro del campo interior o infield en el área del diamante, de forma defensiva deben devolver la pelota a altas velocidades para eliminar al bateador que se encuentra corriendo entre las bases. Para estos jugadores de infield, las posibilidades de incidencia a la actividad de lanzamiento y/o devolución inmediata de la pelota en circunstancias balísticas de aceleración-desaceleración súbita que van de 0 a 30 segundos, son de un 80%. Sólo los lanzadores que ocupan los jardines posteriores (outfielders), mantienen una casuística de incidencia en juego menor al 40 o 50 % de posibilidades. Aun así, se trataría de reacciones de tipo explosivas como las ya explicadas en la devolución defensiva de la pelota al terreno de juego para colocar al corredor de turno out o eliminado.

En el caso de los lanzadores o pitchers, el índice de participación de los abridores de juego o primer pitcher se eleva a un 100 %, ya que junto al receptor o catcher es el encargado de poner en movimiento la pelota hacia el bateador de turno. Esta elevada incidencia de actividad se traduce en aproximado de 120 lanzamientos por partido, enfrentando a los bateadores del equipo contrario en razón de colocar out a 3 jugadores para terminar la entrada o inning correspondiente. Por todo ello, quizá la demarcación que más se expone a la agresividad del esfuerzo de lanzar combinado con la velocidad en su ejecución sea el *pitcher abridor*, quien hace además constantes variaciones de forma y velocidad (recta- *fast ball*, curva- *curve ball*, cambio-*change up*, lanzamientos quebrados-*breaking pitches*) en su afán por engañar y eliminar al contrario, durante su esfuerzo repetitivo de lanzamiento, llegando a niveles profesionales desde 80-90 mph a 110-120 mph de velocidad de lanzamiento.

La descripción anterior es necesaria para la comprensión del nivel de exposición de fatiga en una única actividad de lanzamiento sometida a dos tiempos, uno concéntrico de aceleración y otro excéntrico de desaceleración, en un solo deportista. Esto conlleva también a explicar que en niveles de ligas profesionales nacionales de Venezuela y

Colombia (Sur América, caribeña) y otros en el Caribe insular (Cuba, República Dominicana, Puerto Rico, Antillas menores Aruba y Trinidad & Tobago) como en Norte América (México y Estados Unidos) y países asiáticos (Japón, Corea del Sur y Taiwán), la cantidad de partidos por temporadas puede llegar a 120, en ligas como la *Major League Baseball* y de 60 partidos o menos en ronda regular para países del caribe (México, Cuba y Puerto Rico, entre otros), así como en Europa (España, Italia, Francia y Holanda). Adicionalmente a esto, los jugadores profesionales podrían participar a su vez en uno o más torneos internacionales, mientras que los jugadores amateurs deben cumplir con los campeonatos estatales y nacionales para luego competir en los compromisos internacionales confederados.

Aquí se destaca que nuestro trabajo está basado en las indicaciones de Simons et al, los cuales sugieren que los PGCe (aquellos que se forman en el centro del vientre muscular) se desarrollan casi directamente en el centro de las fibras musculares. En lo que corresponde a nuestro estudio en el centro de las fibras del redondo menor o infraespinatus donde inerva la placa motora específicamente en la unión neuromuscular ([Simons et al 1999](#)).

Reinhold et al y Kliber et al han demostrado que tanto la magnitud de la RI, como la del GIRD y el TARMD pueden tener grandes cambios agudos tras de una exposición del hombro a lanzamientos con una duración e intensidad elevadas. Estos valores han mostrado una disminución de hasta 15%, pasadas 24 horas de la exposición a lanzamientos. Estos déficits biomecánicos aparecen precozmente como para sugerir que el motivo de su instauración está en la retracción capsular, siendo los cambios musculares los que propician su aparición. ([Reinhold et al 2008](#), [Kliber et al 2011](#)). Siguiendo con los resultados de estos trabajos, la contractura muscular de los rotadores externos afectaría directamente al rango articular, como respuestas al gesto reiterado de lanzamiento, evidenciando la aparición de nódulos palpables en las bandas tensas miofasciales. Como explica la etiología del PGM, analizada con anterioridad, estos daños musculares liberan calcio intramuscular, que actuaría como estimulador contráctil permanente favoreciendo al acortamiento muscular. Es importante describir que este proceso tiene su pico entre las primeras 4 y 18 horas después del lanzamiento y pueden ser modificable dentro de las 12

horas subsiguientes con un estiramiento moderado (Reinhold *et al* 2008, Kliber *et al* 2011).

La respuesta crónica muscular ha sido asociada a una excesiva tensión y a una alteración en la viscosidad intratisular, dando como resultado un entumecimiento y acortamiento muscular que afectaría a la movilidad articular (Proske *et al* 1999). Igualmente, cambios en la capacidad extensible muscular asociados un déficit en el movimiento de la articulación relacionada, se asociarían a un incremento de la tensión muscular por el repetitivo efecto de la contracción excéntrica durante la etapa de debilidad de los músculos rotadores, dando lugar a cambios agudos del sarcómero (Proske *et al* 2001). Estos mecanismos descritos junto con los cambios óseos por efecto de las cargas torsionales, son más frecuentes en lanzadores de las edades comprendidas entre 16 a 30 años (Whitehead *et al* 2001). Por último, esta interpretación de adaptación inicial precoz muscular señalada en los estudios anteriormente nombrados, muestra una relación directa con la etiología del PGM en la zona de los músculos póstero-rotadores externos, debido al trabajo excéntrico de este grupo muscular y las cargas frecuentes de esfuerzo asociadas al lanzamiento. Esta investigación se fija como objetivo terapéutico corregir la tensión y contractura muscular de esta zona, inhibiendo los PGM y liberando la tensión de la zona entumecida, para propiciar una corrección del déficit rotatorio.

El trabajo concéntrico de preparación de energía potencial que realizan los músculos del plano posterior del hombro para ser utilizada durante el lanzamiento, y posteriormente el excéntrico para llevar a cabo una actividad de desaceleración tras el lanzamiento, conduce inicialmente a un incremento del tono muscular positivo de los mismos para pasar, posteriormente, a una hiperactividad de contracción negativa. Este mecanismo, conlleva a un incremento permanente del tono en los músculos redondo menor e infraespinatus en el hombro lanzador. Hay estudios que nos referiremos más adelante que demuestran el incremento de esta actividad y su relación con la facilitación para la aparición de PGCe en el vientre de dichos músculos, debido al sobreuso constante que hacen los lanzadores supra-cefálicos de estos tejidos musculares. Los autores de estos estudios señalan que la contractura de la zona posterior del hombro estaría realizando un importante papel en el establecimiento de las deficiencias de rango articular de movimiento en el hombro del lanzador, restringiendo la RI.

Por ejemplo en lo anterior descrito, trabajos como el de Hung et al han demostrado que la contractura de los músculos redondo menor e infraespinoso puede correlacionarse con la presencia de un déficit de RI en sujetos diagnosticados con entumecimiento y acortamiento de los músculos del hombro. Al igual que en el caso de la cápsula posterior, este acortamiento se desarrolla por la acción de la musculatura posterior al contrarrestar las fuerzas de distracción excéntricas que ocurren durante el lanzamiento. El objetivo que se marcaron estos autores fue comprobar la relación existente entre la presencia de la contractura y entumecimiento muscular posterior del hombro y los déficits de rotación articular en sujetos lanzadores supra-cefálicos. Este estudio contó con una muestra compuesta por 40 sujetos, de los cuales 20 presentaban contracturas en la zona posterior de hombro, siendo los otros 20 sujetos saludables. En ambos grupos, el rango de RI fue medido con un goniómetro y los niveles de contractura y tensión muscular con un miotonómetro (myotonometer en su terminología anglosajona) en los 4 músculos (redondo menor, infraespinoso, deltoides posterior y redondo mayor). Los resultados obtenidos mostraron que los sujetos con contractura posterior e incremento de tono muscular en los músculos señalados presentaban menor grado de RI que el grupo control. La correlación entre contractura y menor RI fue encontrada en todos los músculos menos en el redondo mayor. El estudio sugirió que es importante tener presente a los músculos redondo menor e infraespinoso en la rehabilitación de pacientes con déficit rotacional interno del hombro (Hung *et al* 2010). Este tipo de evidencia es la que ha animado a incluir en este trabajo el análisis de la presencia de contracturas asociadas al PGCe en los músculos indicados y su papel en la aparición del GIRD.

En este orden de ideas, el estudio realizado por Hibberd et al, ya mencionado con anterioridad, también se incluyó el análisis de la contractura y el acortamiento de los músculos posteriores rotadores externos en beisbolistas. Los autores midieron el tono muscular del redondo menor e infraespinoso y su correlación con la retrotorsión humeral, sugiriendo una correlación entre la presencia de contractura en estos músculos y la aparición del GIRD. Por otro lado, observaron que la contractura e incremento de tono del redondo menor era significativamente mayor en el brazo dominante lanzador comparado con el lado no dominante (Hibberd *et al* 2014).

Se observa entonces como el conjunto de evidencias señalan a la propuesta de que las primeras restricciones propias del GIRD en lanzadores podrían estar en alto índice asociadas a la presencia de una alteración inicial neuromuscular en los músculos posteriores del hombro rotadores externos con papel excéntrico del lanzamiento, donde el PGM de tipo PGCe en el redondo menor o infraespinoso jugarían un rol inicial primordial en el primer paso de las alteraciones de tejido blando periférico que induzcan a las adaptaciones propias de primera fase en este tipo de alteración del brazo lanzador. Pero la presencia de estas sin un control profiláctico, inhibidor de este tipo de contracturas o incrementos de tonos que llevan a acortamientos de cápsula y vientre muscular en la zona posterior del hombro lanzador será la primera fase en los posibles efectos progresivos hacia adaptaciones que se han sugerido llamar de tipo *artrokinéticas* y *osteokinéticas*.

1.4 Tratamientos del GIRD convencionales, no convencionales y su enfoque hacia la corrección miofascial osteopática.

Los estudios comparativos sobre el efecto terapéutico a la alteración GIRD en lanzadores beisbolistas, describen en su totalidad la tendencia hacia el *tratamiento convencional no invasivo*, ya que éste prioriza la intervención correctiva de la limitación de la RI por medio del estiramiento analítico y busca la estabilización muscular de los rotadores externos del hombro, así como de los escapulares para el equilibrio y eliminación de la disquinesis escapular; es decir, un abordaje terapéutico con estiramiento pasivo correctivo hacia la RI y ejercicios escapulares que consigan una estabilidad GH para restablecer la fuerza y efectividad mecánica con el objetivo de recuperar la velocidad del lanzamiento.

En el enfoque experimental del presente estudio, se plantea un tratamiento fisioterapéutico *invasivo* de punción seca y tratamiento manual osteopático (TMO) conservador *no convencional* combinado, el cual se presume buscará resolver la alteración miofascial PGM, presente en el redondo menor como rotador específico desacelerador excéntrico del hombro, influyendo a través del estiramiento analítico post punción hacia la movilización de RI. En particular, el tratamiento en el grupo muscular póstero-rotador

externo en lanzadores profesionales y amateur, ha tenido resistencia a su aplicación debido a la inexistencia de estudios controlados que midan su efecto en la corrección de limitaciones de rango articular, establecidas en el GIRD con evidencia presencial de PGM. Menos aún, cuando los análisis documentados de la prolongación del efecto inmediato y su regresión en deportistas lanzadores supra-cefálicos de alta frecuencia, donde se incluya una proyección longitudinal, no han sido establecidos hasta la fecha. Podríamos presuponer que, por la aproximación a la articulación GH y paquete vásculo-nervioso, algún compromiso en esta articulación hace resistencia a la aplicación de estas técnicas terapéuticas; hecho que requeriría de una revisión documental que presente los posibles factores que influyen en el mismo.

El tratamiento preventivo por programas de estiramientos del redondo menor, mayor y supraspinatus y complejo capsular posterior del hombro, forma parte del tratamiento típico conservador en la profilaxis y búsqueda del equilibrio de RE/RI del manguito rotador en el hombro lanzador (Johnson *et al* 2001, Awan *et al* 2002, Kevin *et al* 2008). Por la tendencia de alteraciones en los rangos totales de amplitud articular del complejo del hombro lanzador, incluso con marco sintomatológico de GIRD ausente, la aplicación de este formato terapéutico no deja de ser una constante diaria en estos deportistas. Otro de los patrones de tratamiento manual convencional en hombro-cuello, ha sido la inhibición por compresión isquémica (CI) de los PGM, propios de la zona posterior del hombro, los cuales están activos por desbalance muscular y la contractura inducida por el esfuerzo repetitivo en la práctica del lanzamiento supra-cefálico. Tal inhibición, es seguida de un estiramiento pasivo inmediato, ejercicios escapulares y de rotadores externos concéntricos/excéntricos (Bron *et al* 2011, Hains *et al* 2010).

De lo anterior, parte la necesidad de explicar la divergencia o no de lo *convencional conservador*, dentro del estudio de estos protocolos de tratamiento del hombro lanzador y el propuesto por la presente investigación. Efectivamente, el estiramiento analítico del grupo rotador entra en la clasificación de lo convencional, que debe ser aplicado a ambos grupos de estudio por el efecto del lanzamiento sobre las estructuras blandas periféricas del hombro y que no forma parte de un análisis comparativo del efecto por la similitud de

la técnica manual en duración, procedimiento manipulativo y frecuencia o dosificación del mismo.

Dentro de los tratamientos convencionales conservadores en lanzadores, se incluyen técnicas manuales de movilización articular global de la articulación GH que lindan con las técnicas de estiramiento manual terapéuticos de la zona afectada, buscándose un mejor movimiento fisio-articular del hombro y relajación de las cápsulas evidentemente retraídas o acortadas. La aplicación específica de técnicas manuales de tipo osteopáticas, descritas como *terapia conservadora*, usadas en contra de las adaptaciones funcionales de anteriorización GH comunes de la cadena del hombro lanzador, no forma parte del tratamiento convencional del hombro lanzador, incluso aún no existen documentos de estudios experimentales controlados que demuestren la evidencia de este efecto en la corrección sobre el GIRD.

Aun existiendo la evidencia que confirma que la descentralización GH está presente en los deportistas supra-cefálicos, quienes desarrollan el cuadro GIRD, se hace necesario destacar que la aplicación kinesioterapéutica del hombro lanzador en el béisbol, se limita a los estiramientos musculares y capsulares globales del hombro de forma diaria o interdiaria y a las movilizaciones específicas y breves en la articulación GH. Asimismo, no se registran estudios que midan el efecto osteopático en la combinación de los ejercicios estabilizadores y estiramientos específicos del hombro. Quedaría entonces estudiar por separado la evidencia existente en la aplicación de uno u otro tipo de enfoque terapéutico convencional *conservador* y terapéutico *invasivo* como se dispone en los apartes subsiguientes.

1.4.1 Análisis del abordaje terapéutico convencional conservador no invasivo al GIRD.

El tratamiento del GIRD presupone un abordaje global del conjunto de afecciones o alteraciones presentes que implican la terapéutica modificadora de la amplitud articular afectada, a través del estiramiento de ligamentos, cápsulas y músculos involucrados. La inhibición de los PGM activos, en la zona posterior del hombro, que reflejan cambios agudos de tono muscular contracturante a músculos póstero-rotadores externos, inducen a las retracciones y acortamientos musculares de la zona posterior rotadora del hombro, a la

debilidad de los estabilizadores de la escápula que favorece a la disquinesis escapular y al desbalance muscular debilitador del manguito rotador, en contra de la eficacia del hombro lanzador y la velocidad del lanzamiento.

Según se indica, en parte de la documentación actual recopilada (Nichols *et al* 2012, Bron *et al* 2011, Cools *et al* 2011, Kevin *et al* 2008, Brown *et al* 2011, De las Penas *et al* 2011, Montañez *et al* 2011, Aldrige *et al* 2012, Kliber *et al* 2011, Sauers *et al* 2013, Kliber *et al* 2013, Hibberd *et al* 2014, Nirav *et al* 2015, Kevin *et al* 2008 y Yuksel *et al* 2015, entre otros), la aplicación de algunas técnicas de *abordaje conservador convencional no invasivas* incluye las siguientes: **la compresión isquémica** (CI), técnicas manual terapéuticas de masoterapia (fibriolisis diacutánea, masaje transversal de Cyriax), **el estiramiento** posiblemente en dos fases *global* o *analítico* del hombro para la movilización del rango articular del hombro (estiramiento en posición del durmiente y estiramiento post-isométrico del músculo bajo técnica de energía muscular o *muscle energy*), las **técnicas manuales osteopáticas** de movilización articular decoaptativa y de movilidad hacia la posteriorización, incluidas éstas como de tipo conservadora pero no de común aplicación y, por último, la aplicación de los **programas específicos de ejercicios** al complejo muscular controlador del sistema húmero-escapular, para la fuerza y eficacia de rotación GH durante el lanzamiento.

Son incluidos además en el control de la inflamación sintomática o la prevención de ésta en estos pacientes, el uso paralelo de agentes físicos (ultrasonoterapia, electroanalgesia, laserterapia, termoterapia contrastada o de choque o crioterapia aislada) como coadyuvantes contra el proceso inflamatorio al estar éste presente de forma *periarticular*, cambios en la estructura músculo-esquelética peritendinosa y capsular (PGM rotadores póstero-externos, acortamiento tendinoso, contracturas, espasmo muscular, tenosinovitis, entesopatías, enteitis del tendón del bíceps etc.) o que exista la presencia sintomática de irritación, inflamación del componente intrarticular del hombro proveniente de proceso de lesión estructural anatómica producida por las adaptaciones negativas (lesión de labrum SLAP, micro desgarro del manguito rotador, bursitis, micro lesión del tendón del bíceps, etc.), no obstante esta investigación no incluye en su población de estudio ni a sujetos que presenten estas alteraciones y su sintomatología (a excepción del PGM) ni el uso de estas

terapias analgésicas en los grupos a fin de no sesgar los resultados en el control y evolución del dolor o facilitar el resultado de las técnicas manuales de estiramiento al incrementar la relajación de las estructuras periarticulares superficiales, que pueda influir esto en los cambios de amplitud de rango de movimiento alcanzados post intervención al estiramiento o movilización osteopática, aunque este aspecto será ampliado en el apartado de Materiales y Métodos.

Queda, según lo explicado en el párrafo anterior, dilucidar el estudio del uso de estas terapias electro-analgésicas aplicadas en el tratamiento del PGM, por ser ésta la afección de estudio en el componente músculo-esquelético del GIRD. Este tipo de terapia contiene, registradas como eficaces, algunas de las del grupo de *técnicas no invasivas* como las electro-terapéuticas combinadas. Siendo así, la ultra-sonoterapia (US) a la cual, se le puede señalar de efectiva terapéuticamente hablando, ya sea como tratamiento aislado con la modalidad del parámetro normal de intensidad, como la conocida técnica high-power (irradiación de alta intensidad por períodos de entre 4/5 seg.) o aplicada esta de forma combinada con otra técnica manual como el estiramiento analítico.

La efectividad de la técnica de US, en el tratamiento de diversos PGM en distintas zonas corporales e incluso asociadas al cuello hombro, de forma combinada con estiramientos, ha sido exitosamente documentada. En este sentido, Majlesi et al realizaron estudios en 72 sujetos, divididos en 2 grupos de 36, los cuales fueron sometidos a diferentes sesiones seguidas de estiramientos activos. Al final de cada sesión, los investigadores midieron el rango de amplitud articular del PGM de los músculos del cuello con la escala visual análoga (EVA). El resultado mostró una disminución del dolor en los PGM que se les aplicó US de high power con significatividad ($p < .05$) ante el grupo control. (Majlesi *et al* 2004).

Asimismo, existen combinaciones de otros tratamientos *no invasivos* electro-analgésicos que han sido registrados como herramientas tanto en el tratamiento de los PGM, como en el tratamiento específico de la zona posterior del hombro afectada por el GIRD. De hecho, en algunos escritos, estas terapias son bien señaladas por surtir un efecto coadyuvante en

el nivel de dolor y manejo de las restricciones propias de la inflamación del tejido circundante y del área neuromuscular afectada, bien sea en presencia de PGM o en conjunto de afecciones periarticulares que se encuentran asociadas a esta patología de déficit rotatorio interno del hombro, para así poder enfocar protocolos de tratamientos que en la evidencia científica demuestren contribuir en la modificación del GIRD (Hibberd *et al* 2014). Montañez *et al.*, en el 2011 hicieron, considerando los efectos de programas terapéuticos no invasivos en cuello, una importante reseña del conjunto de tratamientos electro-analgésicos, documentados también en los estudios de Hou *et al* en 2002 y Farina *et al* 2004, donde se estudió el efecto inhibitor de la electroterapia tipo TENS (Transcutaneous Electrical Nerve Stimulations, según siglas anglosajonas) en PGM de forma aislada o combinada con terapias manuales en músculos del cuello. Hou *et al*, por su parte, combinaron tratamiento de TENS en músculo trapecio superior conjuntamente con otras terapias en 72 sujetos divididos en dos grupos, para variables de UDP (umbral de dolor a la presión), RMAA (Rango de movimiento activo articular) y SP (sensibilidad a la presión): grupo A- CI, estiramientos, termoterapia y ejercicios; grupo B- igual tratamiento con estiramiento y crioterapia. La estadística se comportó significativa en los resultados para ambos grupos en las variables estudiadas ($p = <0.5$). Por su parte, Farina *et al* estudiaron 40 sujetos con PGM en trapecio, de los cuales aleatoriamente 21 sujetos recibieron tratamiento con TENS) y otros de 19- electroterapia de frecuencia modulada para estimulación neural o FREMS (Frequency modular stimulation, en siglas anglosajonas). Los mismos fueron valorados **UDP** y **EVA**, movilidad articular cervical y sintomatología del PGM. El análisis de las variables se efectuó luego de un período de 10 sesiones de tratamiento después de 1 semana, 1 mes y 3 meses de finalizado el tratamiento. Ambos grupos mostraron significatividad en el resultado de las variables ($p = <0.5$), pero el efecto analgésico se prolongó más sobre el PGM en el grupo de FREMS con persistencia del efecto analgésico de uno a tres meses (Montañez *et al* 2011, Farina *et al* 2004).

1.4.2 Intervención terapéutica conservadora por la compresión isquémica.

Entre las primeras *técnicas terapéuticas no invasivas o convencionales* que se aplican al PGM, dirigidas a normalizar la longitud de las fibras motoras, a contrarrestar la isquemia oxigenando la zona muscular afectada y a restaurar el balance neuromuscular de

la placa motora, se encuentran las terapias manuales de CI sostenida, seguida de la contracción post-isométrica y estiramiento analítico, asociado a ejercicios específicos de la zona muscular involucrada para la inhibición de contractura y dolor miofascial al PGM activo (Hains *et al* 2010, Montañez *et al* 2011).

Aunque existen diferentes tipos de técnicas antiflogísticas alternas no invasivas, debidamente documentadas (TENS, ultrasonoterapia, termoterapia etc.), la del tipo masoterapéutica continúa siendo una de las más estudiadas y registradas como de potencial efecto. Diversos estudios le atribuyen a esta técnica un efecto positivo en el tratamiento de los PGM, seguido de técnica de estiramiento analítico de la zona con contracción post-isométrica de forma aislada o combinada (Montañez *et al* 2011). Un estudio reciente, presentado por Bron *et al*, en el cual es aplicada CI sobre el PGM del complejo posterior del hombro en un grupo (experimental) de 37 sujetos, considerados pacientes crónicos (PGM a estudiar: redondo menor, infraespinoso, supraspinatus y sub-escapular). Los sujetos recibieron CI, estiramientos y ejercicios en combinación de crioterapia local intermitente. Otro grupo (control) compuesto por 35 sujetos permaneció en lista de espera por 3 meses, sin tratamiento alguno. A estos últimos, se les recomendó realizar unas series de ejercicios y estiramientos como terapia-hogareña, seguida de recomendaciones posturales. Los controles fueron establecidos en periodos de 6 y 12 semanas, las variables de EVA y un formulario de discapacidad a hombro mano fueron aplicados. Como resultado de las evaluaciones -frente al 14% del grupo control- un 55% del grupo experimental reportó mejorías y recuperaciones totales, reduciendo significativamente la presencia del PGM ($p < 0.05$), después de 12 semanas. Este estudio señala la eficacia de aplicación combinada de la CI al PGM (Bron *et al* 2011).

Según indican Simons *et al.*, al empleo de la técnica compresiva isquémica le sigue una hiperemia; el oxígeno y los nutrientes facilitados reducen los déficits locales y contribuyen a normalizar los efectos disfuncionales. Los nombres que reciben la técnica de CI los señalan Montañez *et al* como variados (Presión estática, presión con el pulgar, isquémica, CI y que básicamente hacen referencia a la técnica de comprimir un tejido blando manteniéndolo atrapado entre el contacto manual y un contra apoyo que frecuentemente es la zona anatómica próxima o debajo de éste (Montañez *et al* 2011). Hains *et al* 2010,

demonstraron la eficacia de este tratamiento en sujetos con dolor en el hombro de origen miofascial, evaluando el efecto de este tratamiento en los músculos deltoides, supraespinoso, infraespinoso y tendón del bíceps braquial en 41 sujetos con dolor crónico en hombro, obteniendo una clara mejoría en el grupo experimental sobre el control en 15 días ($p = 0.05$) (Hains *et al* 2010).

Los efectos de la aplicación de CI sobre un PGM han sido evaluados recientemente no tan sólo en el nivel de resolución inhibitoria de la crisis neuromuscular, sino también de su efecto en el tiempo, en los niveles de respuesta del dolor a la presión posterior a la terapéutica compresiva. Tal efecto es estudiado por Lozano *et al*, donde se analiza el potencial impacto sobre estas variables, posterior a un tratamiento aplicado en PGM activo con frecuencia corta de dos veces por semana en un periodo de un mes (4 semanas) a el brazo dominante (Hidalgo-Lozano *et al* 2010). En dicho estudio se investigaron los cambios de dolor y sensibilidad a la presión, después de un tratamiento manual en músculos del hombro en 12 pacientes (7 hombres, 5 mujeres), las medidas evaluadas en la respuesta de dolor durante el movimiento de elevación del brazo (EVA y UDP). Todos los PGM en los músculos involucrados (elevador de la escapula, supra e infraspinatus y pectoral mayor) fueron medidas aplicadas de forma pre y post tratamiento, y reevaluación con seguimiento evolutivo a un mes del mismo. Los pacientes mostraron disminución significativa del dolor a un mes de haber sido dados de alta ($p < 0.001$), con incremento del umbral de dolor inmediatamente posterior al tratamiento ($p < 0.05$), demostrando la efectividad de este tipo de terapia manual de forma inmediata, bajo una intervención de dosificación menor de 2 veces por semana y la potencialidad de su efecto posterior a 4 semanas (1 mes).

1.4.3. Intervención terapéutica por el estiramiento en el déficit rotatorio interno: efectos en el GIRD y velocidad de lanzamiento.

Adicionalmente, dentro de las *técnicas no invasivas* se encuentra **el estiramiento analítico** y las diferentes modalidades adicionales a éstas (tensión post isométrica, técnica de músculo-energía, tensión-contra-tensión, relajación post isométrica, técnica de inhibición muscular integrada, FNP), las cuales han sido referenciadas en diversos

estudios como tratamientos no invasivos eficaces, tales como Nagrale et al, quienes trabajaron con dos grupos distribuidos aleatoriamente en una población de 60 sujetos con dolor inespecífico del cuello: uno sometido a músculo-energía y otro a técnica de inhibición neuromuscular integrada (combinación de músculo-energía CI sobre el PGM y elongación muscular del trapecio). Con esta técnica se consiguió un aumento significativo sobre AROM (active range of motion según siglas anglosajonas) de cuello y una disminución del síndrome cervical ($P<05$) (Nagrale et al 2010).

Aisladamente, el tratamiento del GIRD en lanzadores, a través de **programas de estiramientos** del tipo analíticos o globales del hombro, ha sido ampliamente documentado e investigado desde antes de 1986 (Arrigo et al 1994, Pascale et al 1998, Johnson et al 2001, Awan et al 2002, McClure et al 2005, Deanne et al 2006, Sauers et al 2007, Litner et al 2007, Laudner et al 2007, Kevin et al 2008, Laudner et al 2007, Nagrale et al 2010, Kliber et al 2012, Nichols et al 2012, Aldridge et al 2012, Wilk et al 2015). Los mismos, buscan influir en los cambios adaptativos musculares y capsulares inmediatos y temporalmente sumatorios que están presentes en el déficit rotatorio, afectando la articulación GH del hombro dominante o lanzador. Si bien este tipo de técnica ha sido dirigida a contrarrestar la lesión aguda en el hombro lanzador y la evolución crónica de contracturas en la zona posterior del hombro que conducen al déficit de la rotación interna, al parecer, la efectividad de su uso basado en dosificaciones, temporalidad y frecuencia ha sido bastante estudiada con diversas propuestas que buscan dilucidar un concepto concertado. Si existe algún aspecto en el que se ha conceptualizado en relación a esta técnica manual, vista como método profiláctico del grupo de adaptaciones del hombro lanzador, es en el principio básico de su efecto agudo correctivo y la eficacia del uso consecuente de la misma, durante la práctica deportiva del béisbol. Las técnicas de estiramiento y sus programas, en el hombro lanzador, forman parte de una actividad primordial regulada, obligatoria y diaria, dentro del béisbol organizado, tanto así que es normal encontrar -dentro de este deporte y sus categorías- un consenso, en cuanto a la necesidad de su aplicación sistemática en los lanzadores con diferencias de uso durante el entrenamiento.

El objetivo final de la técnica de estiramiento en sí, sin disyuntiva, es el de ganar el rango de movimiento rotatorio perdido en el hombro, mantenerlo equilibradamente simétrico en ambos sentidos de TARM y disminuir en el tiempo (ya documentado el efecto agudo del GIRD sobre el rango articular) al efecto adaptativo *asintomático* temporal periarticular de los tejidos blandos que se inician instaurando cambios de *cadena cinética*, favoreciendo *las adaptaciones artrokinéticas*. Y es que las fuerzas extremas continuas de este tipo de modificaciones, aplicadas en las cadenas kinésicas, influyen en la modificación de las estructuras óseas (húmero, escápulo-glenoideo), dando origen progresivo a las *adaptaciones osteokinéticas* que en sentido crónico e irreversible terminan reportando los signos de alteración relacionados como *daños sintomáticos*.

Las técnicas de estiramientos que logran conseguir más atención, en cuanto al análisis de su eficacia y resultado de sus diferentes técnicas, sobre todo, en la medición de las modificaciones de los cambios adaptativos tempranos y de la recuperación precoz o progresiva de la movilización angular del hombro, son las llamadas del *tipo analítica*. Las técnicas manuales en los *estiramientos analíticos* difieren de los de carácter global, ya que actúan de forma específica en un músculo aislado o en un grupo muscular funcional para incrementar el sentido del movimiento angular antagónico. Como fehaciente ejemplo, se tiene el caso de la influencia de una técnica analítica (caracterizada por su posicionamiento articular inhibitor, aplicación manual individual, aislamiento de la zona muscular específica) en la elongación del tejido, por sus diferentes principios combinados (post-isométrico / concentración / tensión activa / músculo-energico, FNP) de los grupos de músculos póstero-rotadores externos o ántero-rotadores internos del hombro, sus cápsulas y ligamentos pre-tendinosos periarticulares (Pascale 1998).

Dentro de los primeros estiramientos analíticos, aplicados como programa al hombro lanzador dentro del béisbol, están los comprendidos en la rutina de *estiramientos de Faul* y sus modificaciones documentadas desde 1980, dirigidas a favorecer el hombro lanzador en el concurso preventivo y de rehabilitación (Arigo et al 1994, Sauers et al 2007). Esta rutina se diferenció de la mayoría de programas de estiramientos en el uso típico de una sola técnica de estiramiento, pero aplicado de forma estática y balística neuromuscular propioceptiva para modificar el rango de movimiento del hombro. Esta técnica incluye un

protocolo de estiramiento que combina alternadamente suaves rodamientos y ondulaciones articulares con estiramiento estático analítico en una indicación progresiva para estimular la relajación muscular y promover la amplitud total del movimiento del hombro. La secuencia de este estiramiento es aplicada en un orden que busca minimizar el movimiento del atleta y facilitar la secuencia y fluidez de un estiramiento al otro (Sauers et al 2007). En esta técnica, la duración del estiramiento tiende a ser más corta que en los programas típicos (de 15 a 30 seg.), recomendándose sólo de 3 a 7 seg. Aunque esta rutina de estiramiento es única en su estilo, la existencia actual de documentos científicos que la soporten, se ha visto disminuida.

Un estudio experimental basado en la aplicación de un protocolo de estiramientos de Faul modificado, fue presentado por Sauers et al., en el 2007. El objetivo del citado estudio fue evaluar los efectos de los estiramientos pasivos de esta técnica en beisbolistas de nivel colegial en los EEUU. El programa de estiramientos pasivos modificados de Faul fue aplicado al hombro lanzador de 30 sujetos masculinos (20.2 ± 1.2 año, 184.9 ± 6.1 cm, 84.9 ± 9.2 kg). A estos sujetos no les fue aplicada ninguna otra forma de estiramiento, ni otras técnicas terapéuticas conservadoras (crioterapia, calor, US, etc.) e igualmente no participaron (en un período de 12 horas) de programas de entrenamiento global vigoroso para el miembro superior involucrado. Fueron aplicados 12 estiramientos pasivos en flexión, RI, RE de forma progresiva y secuencial, garantizando la inclusión de los aspectos inferiores, anteriores y posteriores del hombro. Se aplicaron también movimientos de circunducción en reversa y posición opuesta de 5 a 10 veces por estiramiento, cuya duración consistió en repeticiones de 3 a 7 seg. y aproximadamente 10 min. la rutina total. La ecuanimidad de la aplicación fue llevada a 7 segundos de duración y 10 repeticiones para los movimientos circulares. Los resultados demostraron un aumento de RI, RE y TARM en el brazo dominante para una ANOVA con intersección significativa entre el factor estiramiento x tiempo ($p < .001$), demostrando la eficacia de este tipo de programa de estiramientos modificados sobre la limitación de la RI y contractura capsular posterior en lanzadores de béisbol. (Sauers et al 2007).

Otro de los diversos **protocolos de estiramientos** sugeridos se encuentra el denominado de posición durmiente o *sleeper stretching position*, el cual es el más actual y

usado dentro del béisbol. Se desarrolló inicialmente en posición decúbito lateral con la intención de estirar los músculos rotadores externos posteriores en diferentes posiciones (60°, 90° y 120° de abducción), mientras se aplica un movimiento rotacional (Kliber *et al* 2012). Kliber sugirió que los diversos programas de estiramientos, técnicas de movilización articular y formatos de ejercicios muestran resultados adversos de estrés, sobre estructuras del hombro acortadas, debilitadas o inflexibles en la mejoría de alteraciones rotacionales; y para que éstos sean efectivos, deben ser aplicados de forma diaria básica y sistemática, durante la temporada deportiva en contra de la tendencia de disminución de la RI y TARM del hombro lanzador (Kliber *et al* 2012). Recalca Kliber que, contrariamente a la experiencia clínica actual, el 95% o más de los afectados mejora. Para ello, los programas de estiramientos y movilizaciones articulares (que busquen normalizar el movimiento fisio-articular como las técnicas manuales osteopáticas), deben ser aplicados a todos los niveles del béisbol o deportes supra-cefálicos, durante la temporada asociados a protocolos de ejercicio correctivos escapulares, fortalecedores del hombro, sobre todo, durante la pre-temporada y post-temporada.

Resaltando el papel del estiramiento *Sleeper's stretching program* en lanzadores, Wilk *et al* en el 2015, al recomendarlo declaran no relacionar la pérdida de la RI a causas capsulares, sino a contracturas musculares iniciales, recomendando el uso de esta técnica de estiramiento, ya que define que las causas de acortamiento de la musculatura posterior externo rotadora, se debe a causas de contracción excéntrica desaceleradora contracturante en estos músculos y que su estiramiento en estas posiciones favorecerá a la prevención del déficit rotatorio interno. Por otro lado, indica que no deben ser aplicados éstos en base a la cápsula posterior, sino en presencia de una hipo-movilidad comprobada de ésta (Wilk *et al* 2011). En cuanto a su dosificación, Laudner *et al*, encontraron que una dosis de 3 repeticiones a 30 segundos, aplicados de forma diaria, reduce significativamente el GIRD en comparación con el grupo de control que no recibió este estiramiento ($p = .05$) (Laudner *et al* 2007).

En el sistemático análisis de la base de datos de Ovid MEDLINE (R), AMED, EMBASE, and CINAHL, realizada y publicada en el 2012 por Nichols *et al*, el cual se basó en la exploración de la efectividad del estiramiento en la prevención del GIRD, se encontraron 6 artículos cuyos estudios fueron ensayos clínicos aleatorios que cumplieron

los criterios de inclusión. En dichos artículos investigaron el efecto sobre el déficit de rotación interna como una medida preventiva en sujetos asintomáticos. Los estudios relacionaron una variedad amplia de múltiples estiramientos en diferentes posiciones, con diferentes períodos de seguimiento. Aunque todos los estudios analizados demostraron ser eficaces en la reducción del GIRD, después del estiramiento, 4 de ellos reportaron cambios sólo sobre estándares de errores de medición. Se demostró que los programas de estiramiento en períodos prolongados de semanas de aplicación, tienen mayor efecto en la reducción del GIRD que en sesiones aisladas (Nichols *et al* 2012).

Se observa que existiendo una correlación del compromiso adaptativo en la descentralización articular GH hacia ántero-superior, inducida por contractura muscular, y hacia posterior fijada por la contractura y engrosamiento capsular, en un ejemplo claro de facilitación osteopática GH, la anteposición de estos efectos no han sido medidos post-intento terapéutico de re-locación GH hacia posterior seguida de un programa de estiramiento músculo-capsular conjunto, redimensionando su posible efecto en la velocidad y potencia del hombro lanzador, tal como proponen los autores.

El estudio de tipo descriptivo, basado en el análisis del efecto agudo del *sleeper's stretching* sobre el rango de movimiento del hombro en beisbolistas lanzadores, publicado en la Universidad Estatal de Illinois EEUU por Kevin Laudner *et al* en el 2008, incluyó 33 jugadores (15 pitchers y 18 jugadores de posición edades = 19.8 ± 1.3 años, talla = 184.7 ± 66.4 cm, peso = 84.8 ± 7.7 kg) colegiales de primera división de la National Collegiate Athletic Association Division (NCAA según sus siglas en inglés) y 33 estudiantes colegiales masculinos, físicamente activos (edad = 20.1 ± 0.6 años, altura = 179 ± 66.6 cm, peso = 83.4 ± 11.3 kg), quienes no reportaron lanzamientos supra-cefálicos dentro de un período de 5 años. Los rangos de movimientos hacia la RI del brazo lanzador fueron medidos antes y después de la aplicación de 3 series de 30 segundos de aplicación al *sleeper's stretching*. Medidas similares fueron aplicadas al grupo no lanzador, pero en ausencia de técnica alguna, en cuanto a estiramiento o movimiento previo entre medidas. En el grupo de beisbolistas lanzadores, el rango de movimiento hacia RI y RE -previo a los estiramientos- fue de $33.56^\circ \pm 7.76^\circ$, $43.86^\circ \pm 9.56^\circ$, y $118.66^\circ \pm 10.96^\circ$, respectivamente, y de $21.26^\circ \pm 8.86^\circ$, $46.96^\circ \pm 9.86^\circ$, y $119.26^\circ \pm 11.06^\circ$, después de los

estiramientos. Estos datos revelaron incrementos en los rangos posteriores del movimiento del hombro ($p= 0.01$) y en RI del hombro ($p =0.003$), luego de la aplicación de estiramientos. Según los resultados, el *sleeper's stretching* demostró ser significativamente eficaz en y para la flexibilidad posterior del hombro. (Laudner *et al* 2008).

Roy Aldridge *et al.*, también emplearon estiramientos del tipo *sleeper's stretching*, pero con otra modalidad que incluyó 6 posiciones alternas (Sleeper's position 1 a 6), en 28 jugadores de béisbol pertenecientes a la 1^{era} división del béisbol NCAA. El protocolo fue aplicado en un intervalo de 12 semanas con frecuencia de 5 días continuos de aplicación y con intervalos de 30 segundos de duración para 5 repeticiones por ejercicio. Las mediciones de RI, RE arco total de movimiento fueron tomadas en pre-temporada y post-temporada en brazo dominante y no dominante. Los resultados demostraron un significativo incremento en el rango articular para **RI** y **TARM**, posterior al programa de estiramientos ($p= <0.05$). Los resultados no mostraron mejoría significativa en el rango de movimiento de RE, RI y TARM para el BND. Previo al programa de estiramiento, 10 de 28 (36 % de los sujetos) fueron considerados clínicamente GIRD, bajo los estándares establecidos del estudio. Posterior a la aplicación del protocolo, solo 6 jugadores (21%) reunieron criterios para ser diagnosticados como GIRD. En general, este resultado representó el 15 % de disminución en el número de participantes con GIRD, posterior a las 12 semanas del programa tipo *sleeper's stretching* (Aldridge *et al* 2012).

Los estudios anteriores insinúan que los programas de estiramientos continúan dando respuestas a los déficits de RI. Al parecer, los cambios que inicialmente se dan en el déficit rotatorio, podrían estar más relacionados a cambios agudos de otro tipo que a cambios óseos. No obstante, Sauers *et al.* sugieren que la relación de la presencia de una adaptación ósea, en los casos renuentes a modificación, podría ser definitiva; entonces, una evaluación clínica diagnóstica podría definir el abordaje de esta patología, ya con conductas quirúrgicas definitivas (osteotomía des rotadora, liberación capsular posterior) (Sauers *et al* 2007).

El objetivo de influir sobre el incremento del rango articular -además de evitar lesiones- es influir en la efectividad del lanzamiento del hombro lanzador, en dos aspectos claves: 1. en la eficacia del control del tipo de lanzamiento; 2. en el sostén o **incremento de la velocidad**, al combinar la correcta AMA para la mayor eficacia del periodo de acción, durante la contracción muscular concéntrica-excéntrica de las cadenas de movimiento en las fases del lanzamiento, en particular, de los beisbolistas.

Para que se desarrolle velocidad en el lanzamiento de la pelota en el béisbol, deben coexistir primordialmente dos aspectos importantes: 1. una mecánica de lanzamiento o cadena kinésica acorde con la transposición de energía en las 6 fases descritas previamente, sobre todo, hacia la liberación de la energía potencial de la *fase de aceleración* en secuencia óptima; 2. el rango articular óptimo en RE y RI aducción horizontal y extensibilidad en la *fase de seguimiento* del cuerpo o *Follow through*. La fase de aceleración se inicia en el hombro en el período crítico de máxima RE (40° a 60°) hacia la liberación de la pelota, luego el hombro requiere ser rotado internamente de forma explosiva para pasar posteriormente a una *fase de desaceleración*, donde el hombro es sometido a fuerzas de decoaptación y fuerzas de subluxación, luego del lanzamiento de la pelota (Powers *et al* 1998). Aunque no influye en la velocidad de liberación, la *fase de seguimiento* final o *follow through* es netamente disipadora de las fuerzas aplicadas en desaceleración, minimizando los riesgos de lesión en las cadenas artrokinéticas que intervienen. Además, al tener mayor extensibilidad por adecuada TARM o RI, dicha *fase de seguimiento* permite que la energía utilizada en la fase de desaceleración prolongue su uso repetitivo por más tiempo y disminuya los niveles de energía utilizada en la disipación de fuerzas. Este ahorro se traduce en mayor eficacia, para luego ser aplicada en la aceleración, dando así más tiempo de efectividad al lanzador en la competición.

Las fuerzas de desaceleración del lanzamiento que influyen en la contracción continua del redondo menor más la necesidad del rango articular requerido de RI para una eficaz *fase de follow through*, y el logro de la disipación y del ahorro energético del lanzamiento continuo en lanzadores, influyen de forma cíclica en: 1. la contractura del redondo menor donde ya hemos estudiado su efecto (Hung CJ *et al* 2001, Kevin *et al* 2008, Bron *et al* 2011 Hibberd *et al* 2014 Hung *et al* 2010) permanente en el incremento del tono muscular

por sobreuso; 2. el acortamiento que no tan sólo se relaciona a la activación del **PGM**, sino a la resultante de acortamiento para la limitación en la RI en el **GIRD**. De allí, la necesidad de inhibición del PGM y del **estiramiento** de forma analítica de este músculo, a fin de mantener un balance en su doble acción concéntrica positiva de RE y excéntrica en RI. Es allí donde se requiere de la amplitud necesaria de rango articular en RI y así lograr su mayor efectividad en cada lanzamiento, hecho que los especialistas buscan relacionar al **incremento de la velocidad** de lanzamiento, al obtener la mayor eficacia en recorrido de RI y contracción libre del redondo menor, en lanzadores afectados clínicamente por el GIRD.

Contrariamente a lo que presenta la necesidad del estiramiento en búsqueda de la velocidad óptima, actualmente son escasos los estudios aleatorios, controlados que correlacionen estos resultados, en cuanto a la aplicación de las técnicas de estiramientos en el hombro lanzador con la medición de variaciones en el incremento de la velocidad. Solamente se evidencia la presencia o ausencia de GIRD, su disminución o modificación pre, in y post temporada y su influencia en el rango articular dominante vs. no dominante (RI, RE, TARM), su relación con la alternancia de adaptaciones. Hasta ahora, se pueden tildar de limitados los estudios prolongados de corte retrospectivos que valoren la evolución de la sintomatología cápsulo-músculo-ligamentosa, en relación a la aparición o no de lesiones que llevan a períodos de cesación o limitación, en la actividad del lanzamiento en estos jugadores.

No obstante de existir limitados estudios en el mencionado aspecto, para el año 2006, en la Maestría en Ciencias de la Educación del Athletic Training de la Universidad de Pennsylvania, se registró un estudio que tuvo como objetivo determinar la influencia del efecto de un protocolo de estiramiento estático del tipo analítico, dirigido al pectoral mayor, dorsal ancho, músculos RE y RI, en una comparación pre y post sobre su **efecto en la velocidad** medida con pistola radar inalámbrica del tipo *Stalker Sport Radar* con agudeza de entre ± 0.1 MPH. Para la muestra de 13 jugadores de béisbol y softball de ambos sexos, la distancia base del test pre y post estiramiento fue de 50 ft (15.24 m.) a 10 intentos, el protocolo fue aplicado por 7 días con su respectiva reevaluación. En esa pequeña población con diferencias de género y edades para dos tipos de deportes

diferenciados, no fueron encontrados resultados significativos en la influencia del estiramiento del pectoral ni en la correlación con el incremento de la RI y RE con el **aumento de la velocidad** (Deanne *et al* 2006).

Asimismo, en la precitada universidad, Fujimoto et al (2008) desarrollaron otro estudio comparativo acerca del efecto del estiramiento sobre la velocidad en hombro lanzador de 18 beisbolistas de posición y pitchers de un equipo clase A de Southwestern Pennsylvania. El objetivo principal fue medir la influencia del estiramiento en la fuerza de lanzamiento, relacionada a la velocidad y sus posibles efectos de incremento luego de la aplicación de un protocolo de estiramientos de tipo estático y otro facilitado FNP de 10 seg. de contracción (Facilitación neuromuscular propioceptiva). La técnica estática involucró la posición de estabilización subescapular decúbito supino con posicionamiento de 90/90 grados de abducción de hombro y flexión de codo del hombro dominante lanzado; la movilización manual tuvo una **duración de 30 seg.** con intervalos de 10 seg. de descanso para un protocolo diario de tres repeticiones. Los estiramientos fueron aplicados hacia el incremento de la RI y RE a fin de influir en la TARM comparada con un grupo control. La velocidad fue medida con una pistola *Sport Stalker Radar*, las distancias fueron determinadas en 60 ft, tanto en montículo como en plano según posición de juego para un total de 10 lanzamientos. No se localizaron diferencias significativas entre el incremento de velocidad y los tipos de estiramiento aplicados, como forma terapéutica aislada que garantice velocidad, aunque los rangos articulares se modificaron por el efecto del estiramiento ($F(2,51) = .217, p = .805$) (Fujimoto *et al* 2008).

1.4.4 Aplicación terapéutica del protocolo de ejercicios dentro de la corrección del GIRD, efecto en la velocidad de lanzamiento.

Otro de los componentes básicos en los tratamientos conservadores para la modificación y sostén de la musculatura póstero-externa rotadora y escapular en beisbolistas, que a su vez sustentan el principio de incremento o mantenimiento de la velocidad y el de la prevención de las adaptaciones artrokinéticas, son los **programas de ejercicios** o kinesioterapia de fortalecimiento del hombro lanzador.

En los deportes de lanzamiento supra-cefálicos, los ejercicios enfocados al complejo muscular del manguito rotador y los estabilizadores escapulares forman parte del complemento básico permanente para el mejor desempeño biomecánico, traducido en una mejor técnica, eficacia competitiva y mantenimiento de la velocidad en el golpeteo, lanzamiento o envío del implemento deportivo. Estos atletas, desde que lindan entre el período recreativo y la transición al competitivo, entrenan acompañados de un conjunto de ejercicios destinados a incrementar la eficacia potencial de los músculos rotadores escapulares a fin de responder con una mejor velocidad a las exigencias del lanzamiento repetitivo, evitar lesiones relacionadas a las posibles alteraciones artrokinéticas que en principio se establecen por el desequilibrio de las cadenas kinésicas, el sobreuso en el esfuerzo periarticular del hombro y las cadenas subyacentes próximo-distales.

El hombro lanzador del beisbolista, de forma sistemática y permanente en los períodos de formación técnica, incluye un conjunto de ejercicios secuenciales que precisan el sostén de este complejo articular durante su desempeño. Ya desde temprana edad (categoría infantil), estos deportistas se ven integrados a programas progresivos de ejercicios que los acompañarán durante su formación deportiva e incluso profesional (Wooden *et al* 1992). Básicamente, el punto importante por analizar no está relacionado con la deficiencia de ejercicios durante el desarrollo del hombro lanzador, ya que éstos forman parte permanente del factor de incremento progresivo de velocidad, durante la evolución del beisbolista. Aun así, siendo aplicados de forma protocolar los programas de ejercicios del hombro, los lanzadores afectados por el GIRD, pudieran presentar deficiencias en los niveles de fuerza relacionados al rango articular perdido y, por ende, presentar deficiencias en la velocidad de lanzamiento. (Wilk *et al* 1999).

Un reciente estudio de la universidad estatal de Ohio, aplicado por Nirav *et al* (2015) en conjunto con la organización de MLB Indios de Cleveland, se planteó el objetivo de determinar la influencia de la presencia del GIRD en la deficiencia de la RI (> 25° dominante) y la de la TARM (> 5° dominante) en el hombro lanzador y su relación con los niveles de fuerza en jugadores de béisbol profesional de diferentes ligas (menores y MLB). En un período de 4 años (2005-2008), el estudio incluyó 193 pitchers de 7 equipos, divididos en dos grupos: con GIRD y no GIRD. Éstos fueron examinados durante los

entrenamientos pre-temporada y post-temporada dentro de su organización de béisbol, siendo sometidos a protocolos de ejercicios en rotadores y escapulares. Todos los lanzadores cumplieron con el criterio de inclusión de ser asintomáticos y sin dolor, no haber sido intervenidos quirúrgicamente, ni haber reportado períodos de inactividad por lesiones periarticulares del hombro lanzador. Los resultados obtenidos por la medición dinamométrica (110 flexión 90° y 30° de abducción) y goniométrica (90/90 Flexión de codo - Abducción de hombro posición supina con estabilización escapular-coracoidal) de los participantes sin GIRD la RI déficit fue de 5.89° (SD = 9.24°) y con GIRD de 25.52° (SD = 4.35°) ($p > 0.001$), el rango total de movimiento o TARM en lanzadores sin GIRD fue de 179.54° (SD = 14.53°) y con GIRD fue de 171.93° (SD = 12.34°) ($p > 0.001$). La fuerza de hombro a 90° en lanzadores sin GIRD fue de 29.61 lb (SD = 4.76 lb) y aquellos con GIRD de 28.65 lb (SD = 4.81 lb). La fuerza a 110° de flexión y 30° de abducción fue 29.43 lb (SD = 5.01 lb) en lanzadores ausentes de GIRD versus 28.13 lb (SD = 4.76 lb) en GIRD positivos ($p < 0.043$) Este estudio muestra correlación en la deficiencia de arco de movimiento y de fuerza del hombro significativamente asociadas con el GIRD positivo asintomático, aun en deportistas que son sometidos a programas de fortalecimiento de forma diaria. La presencia de esta alteración conducirá a deficiencias de fuerza muscular que pueden influir en la velocidad del lanzamiento y en la instalación de alteraciones adaptativas que afectan las estructuras del hombro.

Del estudio presentado plantea que el mejor aprovechamiento del efecto estabilizador, de incremento de velocidad y de prevención del ejercicio en el hombro lanzador sugiere una TARM y RI equilibrada y eficiente para la transposición de las fuerzas de cadenas kinésicas. De allí la importancia del estiramiento y el ejercicio en los cuidados del hombro lanzador. Los tipos de ejercicios usados en los protocolos de hombro lanzador pasan por los de *tipo concéntrico isotónicos, isométricos y pliométricos*, dedicados a las zonas escapulares y del manguito rotador (usándose ligas látex calibradas, pesas tipo mancuernas de **3 a 5 lbs.** y pelotas-balones de **3 a 5 lbs.** seriados y calibrados). Aunque los protocolos sean variados, existe un conjunto de ejercicios aplicados por los equipos de béisbol en la rutina del hombro lanzador, llamados *Thrower's shoulder ten program exercises* (TSTP) o programas de diez ejercicios de posicionamientos de hombro, basados en ejercicios de posicionamiento decúbito prono en posición Y,T,I y 90/90 grados en camilla (90° de flexión de codo y 90° de abducción en prono), seriados, alternados y

oscilatorios (Jobe *et al* 1984, Blackburn *et al* 1990, Townsend *et al* 1991, Decker *et al* 1999, Hintermeister *et al* 1998, Reinold *et al* 2004).

En los lanzamientos supra-cefálicos, los músculos rotadores externos y los estabilizadores de escápula, retractores, protactores y depresores son frecuentemente aislados a causa de su debilidad. Los programas más agresivos en conseguir fuerza isotónica son aplicados con énfasis para establecer el balance simétrico de la musculatura escapular. La mayoría de ejercicios utilizados para el fortalecimiento de la RE son los de decúbito lateral a 90°, a fin de establecer mayor exigencia angular al manguito rotador. De los ejercicios del manguito rotador póstero-externo, el denominado “vaciamiento de la lata” (*empty can* según sus siglas en inglés) ha sido reportado por Jobe y Moynes *et al* como el más eficaz, visto los altos niveles de activación del músculo supraspinatus. Asimismo, Reynolds *et al* mostraron mayores registros electromiográficos durante una versión modificada, denominada el “*full empty can*” (Reinold *et al* 2007, 2004).

Tanto los ejercicios correspondientes al TSTP dinámicos estabilizadores de escápula y manuales de resistencia estabilizadora, así como pliométricos avanzados, son utilizados en el fortalecimiento del hombro de los beisbolistas. Al parecer, la indicación del ejercicio como rutina básica de sostén de la velocidad en lanzadores supra-cefálicos y específicamente dentro del béisbol, tiene relación directa con la sensación de fatiga inducida de esta actividad de lanzamiento, asociada a la posición del jugador (infield / pitcher). Estos estudios han dado indicios de los puntos débiles que podrían presentar estos jugadores y han establecido las necesidades de programas específicos, dirigidos por área en la zona del hombro. A través de un test isokinético, practicado en 83 jugadores durante entrenamientos de pre-temporada de MLB, Wilk *et al.*, determinaron que la RE en el hombro lanzador era significativamente más débil que en el no lanzador ($P = <.05$). Contrariamente, la RI resultó tener más fuerza ($p = <.05$) (Wilk *et al* 2001), hecho que demostró la necesidad de programas continuos en búsqueda de balance muscular del grupo rotador. De igual forma, Magnusson *et al*, usando un dinamómetro de mano plantearon el objetivo de comparar la relación de antecedente histórico de lesión con el rango de movimiento en lanzadores profesionales ($n=47$), basando la comparación en no lesión ($n=26$), presencia de lesión que requirió tratamiento conservador ($n= 9$) o presencia

de lesión que requirió de tratamiento quirúrgico ($n= 12$). La fuerza excéntrica fue medida en RE, RI y ABD en el músculo supraspinatus. Finalmente, los lanzadores mostraron más debilidad en el supraspinatus del brazo dominante que del no dominante para pesos ajustados a ER, ABD, ($p<0.01$) y supraspinatus ($p < 0.0001$). En comparación con el grupo control, los lanzadores demostraron debilidad en cuatro test clínicos, lo cual sugirió que las demandas propias del lanzamiento excéntrico son insuficientes para producir ganancias de fuerza muscular de este tipo, lo que conduce a debilidades en el supraspinatus del brazo lanzador, pudiendo desarrollar patología subclínica y fatiga crónica en estos lanzadores (Magnusson *et al* 1994).

Los grupos de ejercicios ya nombrados buscan la estabilización agonistas - antagonistas en ambos grupos musculares de RI-RE y, a su vez, la mayor estabilidad y sincronización escapular durante el lanzamiento, pero los beisbolistas los aplican permanentemente por espacios de temporada (pre- post-temporada). Sin embargo, se sabe que aun existiendo aplicación de estos programas, el rango articular limitado del GIRD puede disociar el provecho de la fuerza angular de estos ejercicios, de hecho en jugadores asintomáticos. Igualmente, Magnusson *et al* y Wilk *et al.*, ya habían relacionado la presencia de un constante ciclo de debilidad en períodos pre temporada en jugadores profesionales que de forma continua habían sido sometidos a estos ejercicios, sobre todo por la deficiencia de requerimiento excéntrico o por fatigas inducidas al sobre uso (Magnusson *et al* 1994, Wilk *et al* 2001). Este tipo de situación no sólo requiere de la aplicación y corrección del rango articular permanentemente en balance, sino también de los grupos musculares que actúan en el hombro lanzador. De tal forma que se observan dos grupos de tipos de ejercicios básicos en estos lanzadores: el grupo de *ejercicios a rotadores externos - internos y los ejercicios escapulares*.

Dos de las afecciones típicas en lanzadores supra-cefálicos, tales como la diskinesia y el impingement supraspinatus, fueron revisadas en el efecto del programa de ejercicios del tipo escapular por Yuksel *et al* en el 2015, definiendo como objetivo de estudio determinar la efectividad actual de los ejercicios escapulares en relación a un grupo de terapia control, en pacientes con dicha patología. El estudio fue llevado a cabo en 44 pacientes, diagnosticados con impingement subacromial del supraspinatus y diskinesia escapular.

Los pacientes fueron aleatoriamente asignados a dos grupos: uno control (n= 22) sometido a protocolo de tratamiento de fisioterapia (electroterapia, ultrasonido, estiramiento y **ejercicios de fortalecimiento**), y otro experimental (n=22) que recibió programa de fisioterapia estandarizado y ejercicios de estabilización escapular. Todos recibieron un mes de tratamiento y 5 sesiones por semana, siendo evaluados antes y después de **4 semanas**. Los resultados mostraron demográfica y estadísticamente características similares sin cambios significativos ($p>0.05$), con mejorías en ambos grupos en todas las medidas, luego del tratamiento ($p<0.05$). El grupo experimental obtuvo mejores resultados, en término de alivio del dolor en hombro, fortalecimiento muscular, mejoría en diskinesia escapular, cambios en síntomas percibidos y de funcionabilidad del miembro superior, determinando una diferencia significativa entre grupos (dolor $F=8.207$, $p=0.010$) (Yuksel *et al* 2015). Aunque hubo mejoría en ambos grupos, el efecto de los ejercicios estabilizadores incrementó los efectos del programa fisioterapéutico, recomendándose así el uso de este tipo de programas en pacientes con diskinesia e impacto subacromial.

La aplicación de programas de ejercicios, en la zona escapular en lanzadores, debe ir dirigida a establecer una estabilidad proximal y la orientación de la escápula hacia una sincronía que facilite control funcional del esfuerzo de los músculos rotadores. El objetivo principal en el grupo muscular escapular debe ser el romboide, trapecio en sus fibras medias e inferiores, la facilitación del músculo serrato anterior, para así permitir un grupo de ejercicios más prolongados en diversas posiciones por las llamadas posiciones en decúbito prono y abducción horizontal (por ejemplo, T, Y, I) (Kliber *et al* 2011). Aunque existe información del efecto de ciertos grupos de ejercicios en el fortalecimiento de los músculos rotadores y escapulares, no existe suficiente información, en cuanto a la relación del mejor desempeño en la actividad de lanzar (incremento de la velocidad del lanzamiento, precisión de colocación en el lanzamiento, efectividad del lanzamiento, etc.). Así como hay estudios aplicados en programas de ejercicios al manguito rotador en tenistas y su relación con el incremento de velocidad en el servicio, también existen recientes investigaciones que relacionan los efectos de incremento de potencia inducida por ejercicios pliométricos y excéntricos en el hombro en lanzadores supra-cefálicos, inclusive, con aumentos de un 2 % en la velocidad, luego de programas de más de 6 meses de entrenamiento (Kliber *et al* 2011).

En años recientes, algunos estudios relacionan los programas de fortalecimiento con el incremento de la velocidad de lanzamiento, definiendo que la velocidad puede ser incrementada en relación al tipo de programa que se aplique. Un estudio realizado en jóvenes adolescentes ($n=34$, edad 11-15 años), aleatorizados y divididos en grupos control y de entrenamiento, observó el efecto de la aplicación de un programa de fortalecimiento por un **periodo de duración de 4 semanas**. Los de entrenamiento trabajaron por 3 sesiones semanales de 75 min. cada una, basados en un calentamiento deportivo específico de 17 ejercicios de resistencia isotónica con ligas elásticas de 20 a 25 repeticiones y en un programa progresivo de lanzamiento y estiramiento. La velocidad de lanzamiento fue medida al inicio y al final de las 4 semanas de fortalecimiento. Después de 4 semanas, la velocidad se incrementó significativamente 2 mph ($p < 0.05$) en el grupo de entrenamiento (Escamilla *et al* 2010), mostrando la eficacia de los ejercicios ya programados, sincronizados con resultados en un corto periodo. Otro estudio similar, de los mismos autores, igualmente basado en resistencia neumática keiser, **10 ejercicios de hombro lanzador** o *thrower's shoulder ten program exercices* (TSTP según siglas anglosajonas) y ejercicios pliométricos aplicados por 6 semanas hizo una comparación del efecto de los 3 programas aplicados en la velocidad de lanzamiento, jugadores adolescentes de edades comprendidas entre 14 -17 años ($n=68$), el entrenamiento fue aplicado **3 veces por semana** con una duración de 45 min. La velocidad de lanzamiento fue medida solo pre test y post test a las 6 semanas, los valores de velocidad fueron significativos en los tres grupos, grupo de los 10 ejercicios (1.7% de incremento), grupo ejercicios neumático por Keiser (1.2% de incremento) y el grupo pliométrico (2% de incremento). Los resultados del estudio demostraron la efectividad de estos 3 grupos de ejercicios en el incremento de la velocidad, sin demostrar la diferencia de eficacia entre un grupo de ejercicios resistidos u otro. (Escamilla *et al* 2012).

Los programas de ejercicios en el hombro lanzador tendrán siempre un doble enfoque que lindará entre lo terapéutico-profiláctico (para mantener las cadenas kinéticas en el nivel óptimo durante la transmisión de fuerzas y torques, evitar las adaptaciones no deseadas y futuras lesiones) y el acondicionamiento base para el mejor desempeño deportivo, desarrollo de la velocidad o sostén del valor máximo alcanzado. Por un lado, se requiere de un estudio en los jugadores que generalmente son asintomáticos a cualquier alteración del hombro y más en aquellos que presentan alteraciones del rango de

movimiento (GIRD, TARMD). Por otro lado, se requiere de persistentes análisis para determinar el nivel y tipo de influencia que se pudiera generar en la población sana y más aún en la asintomática del GIRD, ya que una evaluación más exhaustiva en estos casos, pudiera evitar mayores alteraciones adaptativas y daños estructurales del hombro lanzador.

1.4.5 Enfoque terapéutico no convencional - invasivo del GIRD.

En el subgrupo de técnicas terapéuticas que tienen un efecto directo sobre el comportamiento de la estructura músculo-esquelética, la resolución del dolor y la liberación de la fascia miofascial, así como el componente mio-tendinoso con efectos claros sobre el rango en la movilización articular, encontramos a las *técnicas terapéuticas no convencionales – invasivas*, las cuales entran en la vertiente de la *Fisioterapia Invasiva* por medio de la punción miofascial profunda (**PSP Punción Seca profunda**) o superficial (PSS punción seca superficial), punción húmeda (PH o WP wet punction según siglas anglosajonas) por lidocaína, solución salina o Botox del PGM en el grupo muscular involucrado. Entre ellas, la PSP es considerada como una técnica de inhibición del PGM por colocación de agujas de tipo acupuntura de forma profunda y sin solución líquida en el nódulo muscular del PGM, seguida igualmente de CI sostenida (en los casos de PSS). En ambos casos (PSP o PSS), dichos tratamientos van seguidos de estiramientos analíticos de la zona muscular específica y/o acompañados de terapias conservadoras (termoterapia, ultrasonoterapia, laser, electro-analgésia, etc.). Su función es desactivar e inhibir la crisis neuromuscular y el dolor nociceptivo referido por el paciente ([Kuan et al 2007](#), [Hsieh et al 2007](#)). La técnica de PSP, sería como la de mayor potencial de efectividad terapéutica inmediata y sumativa, en una secuencia de intervenciones controladas aplicadas, en pacientes observados y documentados ([Hsieh et al 2007](#), [Mike et al 2007](#), [Leonid et al 2010](#)). La punción seca profunda sobre el PGM es un abordaje terapéutico documentado ampliamente en la inhibición de la alteración miofascial facilitada en el tratamiento de contracturas musculares adaptativas y fibroquísticas. ([Hong et al 1994](#), [Baldry et al 2005](#), [Huguenin et al 2005](#), [Kuan et al 2007](#), [Hsieh et al 2007](#), [Mike et al 2007](#), [Leonid et al 2010](#), [Srbely et al 2010](#), [Morales et al 2011](#), [Segura et al 2011](#), [Fernández et al 2010](#)). Se registran, hasta el 2012, estudios de revisión sistemática y otros controlados sobre la efectividad y verificabilidad en el manejo adecuado de estas técnicas de punción

(Cummings *et al* 2001, Furlan *et al* 2005, Tough *et al* 2009, Segura *et al* 2011, Morales *et al* 2012).

Las técnicas de punción como tratamiento terapéutico fueron presentadas inicialmente por el Dr. Travell *et al* como un método de introducción directa de agujas sobre el PGM activo o latente, usando solución de procaine hydrochloride en pacientes con lesiones del hombro-brazo que presentaban PGM (Travell *et al* 1942). Luego de una investigación en 242 pacientes tratados con PSP, en 1979 Lewit *et al.*, lo proponen como un efecto mecánico de estimulación de la aguja sobre el PGM con o sin solución. (Lewit *et al* 1979). Para ese entonces ya se indica que el efecto sobre el dolor y control del PGM, era más efectivo cuando se producía una respuesta de sacudida muscular o Respuesta de Espasmo Local (REL o “*twitches responses*” según bibliografía anglosajona) en la zona del PGM, reportándose disminución de los niveles de sensibilidad en el área del mismo.

Como técnica de tratamiento invasivo por agujas, en el año 1980 Baldry *et al*, sugirieron el uso de la punción seca superficial (PSS), colocándose la aguja sobre el área del tejido circundante al PGM, con una penetración mantenida por 30 seg. en una profundidad de 5 a 10 mm, seguida en todo caso, de una técnica manual de estiramiento muscular específica al músculo tratado, previa a CI de la zona del PGM por espacio de 90 seg. sin esperar una respuesta de forma necesaria de *twitches responses*. La respuesta es una disminución del dolor y sensibilidad, después de la colocación de la aguja, sugiriéndose para situaciones de dolor residual, reinsertar la aguja por unos 2-3 min (Baldry *et al* 1980). Baldry *et al.*, han sugerido el uso de esta técnica por ser de fácil aplicación, menos dolorosa y menos riesgosa, la misma tan sólo registra una sensación punzante leve sin posible compromiso de nervios y vasos, en comparación a la PSP.

Hasta el 2010, según Kalichman *et al.*, 2010, sólo se habían señalado dos estudios realizados por Edwards *et al*, donde los sujetos recibieron PSS en combinación con técnicas manuales de estiramiento combinado, únicamente con programas de ejercicios y grupo control sin tratamiento por periodo de 6 semanas. El grupo de PSS dio respuesta

significativa a la disminución de la EVA y al UDP, comparado con el grupo control de no tratamiento o técnica aisladas de estiramientos ($p > 0,5$) (Kalichman *et al* 2010).

Investigaciones secundarias, elaboradas por Hong *et al* 1994 - 1996, compararon el efecto de la PSP a un punto gatillo miofascial con la inyección de lidocaína, vista como otra técnica invasiva considerada dentro de las de tipo **punción húmeda o WDP** (*Wet deeper puncture* por sus siglas anglosajonas), en las cuales se aplica la introducción de sustancias al PGM, bien sea por solución salina o lidocaína al 5%, que buscan inhibir el PGM en su efecto de dolor nociceptivo. En ambos estudios, Hong *et al* aplicaron terapia invasiva tipo punción. En 1994 el uso por Hong *et al*, de punción seca al PGM sobre el músculo trapecio seguida de estiramiento, midieron el efecto al dolor al UDP con un algómetro y la sensación de la misma, asociada a un EVA con efectos sobre la AMA del cuello, medidas con goniometría. La medición post intervención arrojó resultados positivos, en ambos grupos ($p > 0,5$), aun observándose incrementos de dolor después de 2-8 horas, en el 42% de los sujetos tratados con lidocaína (Hong *et al* 1994).

Se señalan los estudios de Mense *et al* 2001, Mense 2004, donde se describió el uso de sustancias usadas en las técnicas invasivas de punción húmeda, pero con la aplicación del Botox en el tratamiento de los PGM, lo cual parece evidenciar la eficacia de la toxina botulínica que actúa en las proteínas necesarias para el acoplamiento de la ACh en la membrana pre-sináptica, evitando su acoplamiento e inhibiendo la exocitosis de la ACh, señalada como coadyuvante en la formación de los PGM, según hipótesis descrita previamente por Simons *et al*. Al producirse excesivamente en la placa motora e inducir a la alteración vascular local isquémica, esta sustancia produce liberación de bradimicina y aumento de los nociceptores (Montañez *et al* 2011).

Existen análisis comparativos entre la PSS, donde se estudia su efecto ante un placebo en pacientes con dolor de origen idiopático en rodilla, evaluando 58 individuos sin encontrar diferencias estadísticas entre los dos métodos, en períodos de 3 a 6 meses, donde ambos grupos disminuyeron su nivel de dolor (Naslund *et al* 2002). En otro estudio del tipo doble ciego aleatorio controlado, Ceccherelli *et al*, hacen comparaciones terapéuticas

entre **PSP** y la técnica de **PSS** en 42 pacientes con dolor lumbar de origen miofascial, siendo insertada la aguja tan solo 2mm del PGM (en el caso **PSS**); el grupo **PSP**, le fue aplicada a una profundidad de 1.5 cm. aunque no arrojó diferencias significativas entre ambos grupos, el grupo de **PSP** mostró una persistencia mayor (3 meses) de los períodos de analgesia alcanzados en relación al grupo **PSS** (Ceccherelli *et al* 2002).

Otro estudio en Fisioterapia Deportiva y Osteopatía, del tipo comparativo controlado, doble ciego y aleatorio, acerca de la técnica de **PSS**, realizado sobre un conjunto de 52 participantes ($26,92 \pm 7,64$ años) con PGM latente en la musculatura epicondílea, utilizó un *algómetro* para la medición de **UDP**, una **EVA** y un dinamómetro para la fuerza máxima de prensión. Los sujetos fueron distribuidos en 3 grupos: punción seca real, punción seca placebo y manipulación. Las mediciones se establecieron en 4 momentos: pre-intervención, post-intervención, transcurridos 10 minutos y a los 7 días de la misma. Tras la aplicación de punción seca ($2,88 \pm 0,81$ Kg/cm²) ($p=0.043$) y en el seguimiento a los 7 días ($3,39 \pm 1,26$ Kg/cm²) ($p=0.014$), respecto a los valores pre-intervención ($2,65 \pm 0,80$ Kg/cm²). La escala análoga visual mejoró de forma significativa, inmediatamente después de la manipulación ($4,06 \pm 2,25$ Kg/cm²) ($p=0.05$), y a los 10 minutos, ($3,75 \pm 2,33$ Kg/cm²) ($p=0.008$), respecto a la medición pre-intervención ($4,45 \pm 1,98$ Kg/cm²). Atendiendo a los resultados de las mediciones en 3 tiempos, se produce un aumento significativo de la **UDP** post-intervención ($2,95 \pm 0,81$ Kg/cm²), respecto de la **UDP** a los 10 minutos de la intervención ($2,70 \pm 0,73$ Kg/cm²) con una $P=0,02$. Para la **EVA**, se obtuvo un aumento significativo a los 10 minutos de la intervención ($3,17 \pm 1,92$), respecto a la **EVA** pre-intervención ($4,15 \pm 2,05$) con una $p=0,05$. Los resultados sugieren que la punción seca produce una disminución inmediata del dolor local sobre el PGM y la **PS** placebo disminuye la sensación de dolor percibido. Siendo ambas técnicas efectivas para producir analgesia (Segura *et al* 2010).

Desde sus inicios y hasta la actualidad, ha existido la necesidad de comparar la eficacia de las técnicas invasivas de punción sobre el PGM, ya sea bien entre sí o su combinación, con la terapéutica conservadora conjunta e incluso con placebos. Incluso, se ha propuesto la revisión sistemática en la comprobación de la técnica en sí, en relación al cumplimiento de los estándares internacionales para la aplicación de estos estudios y revalidar los

resultados de los mismos (máximo criterio de puntaje sobre calidad metodología score 5 JADAD-STRICTA o *Standards for Reporting Interventions in Clinical Trials of Acupuncture* según siglas anglosajonas), donde alguna intervención con aguja de acupuntura sea aplicada.

Asimismo, el estudio de grado para el título de fisioterapia por la Universidad Cardenal Herrera en 2011 (Morales *et al* 2011), basado en una revisión sistemática de Ensayos Clínicos Controlados (ECC), tuvo como objetivo determinar el nivel de evidencia a favor o en contra de la eficacia del uso invasivo de agujas, ya sea PSP o PSS, como tratamiento efectivo para los puntos de gatillos miofasciales, basados en el análisis de variables de **EVA** y **UDP** de una articulación o complejo articular y un fondo de datos amplio (PUDME, MEDLINE, Cochrane Library Reviews, EMBASE, DARE, EBM Reviews, TRIP data Base, NHS Evidence), correspondiente al período de 2007 al 2012. Dicho estudio, analiza los enfoques en los tiempos de eficacia en el tratamiento, clasificándolos en periodo largo de tratamiento (si este fuese aplicado en un término de 1- 6 meses) y periodo corto de tratamiento (si este fuese aplicado en un término de 24 horas - 30 días con un mínimo de 72 horas después del primer tratamiento). También, se obtuvieron datos de cada intervención, incluyendo dosis, número y frecuencia del tratamiento. De la indagación de 42 documentos, un total de 32 artículos con potencial de elegibilidad, fueron identificados inicialmente. Tras su evaluación, 17 artículos de tipo ECC reunieron los criterios de inclusión, según estudios de terapias de PSP, siendo éstas comparadas con otras *terapias invasivas de punción terapéutica o tratamiento conservador convencional* de fisioterapia.

En los resultados conseguidos del anterior estudio, 37 artículos fueron excluidos por no reunir en su totalidad los criterios de inclusión para su validez de revisión al estudio. Tan sólo un total de 5 artículos tipo ECC, fueron incluidos a la revisión sistemática. Aunque la técnica de punción fue variada, tres ensayos adoptaron la técnica de entrada y salida en pinza o **técnica de Hong**. Éstos reportaron la presencia de un **REL** agotado entre 3 y 7 sacudidas. Cuatro de los ECC incluidos, usaron una **EVA** y todos el **UDP** en la precepción del dolor para PCT. Dos ensayos tomaron un PLT comprendido en **3-4 semanas**, oscilando entre **1 y 3 sesiones por semana**. Las conclusiones señalaron que el tratamiento

de los puntos gatillos miofasciales con punción seca profunda no incluyeron, para la fecha referida, una muestra representativa y un óptimo nivel metodológico. A pesar de la eficacia de la PSP, en la mayoría de los estudios, en comparación con la PSS, esta revisión sugirió nuevos ensayos de tipo ECC que mejoren la calidad metodológica. (Morales *et al* 2011).

La técnica de PSP, específicamente sugiere la proyección de punción de la aguja en tejido músculo esquelético a profundidades mayores de 20-40 mm. e incluso 1.5 cm., variando según el paciente y dependiendo del plano muscular y la característica de zona anatómica, ya que la técnica para ser eficaz requiere de la penetración precisa en la zona del núcleo o placa motora relacionada a éste. El modo mayormente utilizado, es el descrito previamente como técnica de Hong de entrada y salida rápida (Hong *et al* 1994). Se describe la presencia de un **REL o sacudida muscular**, lo cual se indica como confirmatorio de una técnica ejecutada de forma precisa, pero no mandatorio de tener que estar presente. Aunque se señala por diversos estudios, que la presencia de ésta y su agotamiento a la reproducción de **entre 6 a 7 sacudidas** resuelve la liberación de la crisis neuromuscular, e incluso éstas (en un seguimiento de tratamientos posteriores) pueden reducir su presencia en número una vez la crisis neuromuscular y el comportamiento del dolor se atenúen. (Fernández-de-las-Peñas *et al* 2010, Fernández-de-las-Peñas *et al* 2014).

En el ámbito del uso de las técnicas invasivas fisioterapéuticas de tipo punción, quizá exista una diferenciación de uso clínico de su aplicación en las afecciones deportivas, la cual queda demostrada por la actual deficiencia de estudios controlados en relación al deporte. No obstante, este grupo de pacientes es el que registra mayor presencia de lesiones del tejido blando músculo-esquelético con presencia de PGM. Existen diversas investigaciones en la aplicación de las diferentes técnicas de punción a los PGM que han sido aplicadas en variadas zonas musculares para poblaciones en diferentes patologías.

Estudios planteados en el 2010 por Fernández de las Peñas *et al*, buscaron medir el efecto de la PSP sobre el PGM del músculo masetero, en pacientes con desórdenes de la articulación témporo-maxilar, vs la aplicación de un placebo de punción seca simulada.

Los umbrales de dolor UDP sobre el PGM del músculo masetero, sobre el cóndilo, la libre articulación sin dolor de la apertura mandibular témporo-maxilar fueron **medidos pre y post 5 min. de la aplicación de punción** al PGM por un examinador ciego al sujeto evaluado y el procedimiento aplicado. El tratamiento se aplicó **dos veces por semana**, luego de una penetración en el músculo, la aguja fue percibida posterior a la presencia de un **REL** al área y retirada luego de **6 sacudidas**. Fue denotada una interacción significativa entre el **UDP** y el tiempo de los PGM tratados ($F= 62.5$; $p<.001$) sobre la presión aplicada al cóndilo ($F= 50.4$; $p<.001$) y la libre apertura mandibular sin dolor en la apertura de la boca ($F= 34.9$; $p<.001$). Los resultado de esta investigación concluyeron que la aplicación de PSP sobre el masetero, en pacientes con desordenes maxilares de este tipo, tiene una influencia directa sobre el control del dolor y aumento de apertura maxilar (Fernández de las Peñas *et al* 2010). Este tipo de estudio no sólo confirma la hipótesis de control y atenuación del dolor inmediato por medio de la PSP, sino del efecto del procedimiento aplicado en evaluaciones pre y post inmediatas en el análisis de variables similares (**EVA, UDP y AMA**) con una influencia directa sobre la rotación angular de una articulación, mejorando la amplitud de esta inmediatamente, cuando era previamente dominada por el efecto en el acortamiento del músculo periarticular influenciado por un PGM, más aún, comparado con un placebo ($p <.001$).

Existe otro estudio aplicado por González *et al*, en la Universidad de Sevilla y el Servicio de Cirugía Oral y Maxilofacial, Hospital Universitario Virgen del Rocío - España (González *et al* 2012), también relacionado con el PGM en la zona muscular profunda maxilar que valida la efectividad terapéutica de la PSP, no sólo asociada a su efecto **sobre el dolor**, sino del incremento en la **amplitud de rango articular** inmediata post intervención. Para este estudio fueron seleccionados 36 pacientes (30 mujeres y 6 hombres, edad media =27 años $SD\pm 6,5$) con PGM localizado en el músculo pterigoideo externo. El estudio diferenció el efecto sobre el dolor con una **EVA** y el rango articular de movimiento mandibular antes y después de la intervención. El tipo de aguja usada fue de acero esterilizado calibre de **0.25 x 40 mm de longitud guiada con cilindro plástico**. Fueron aplicadas un total de **3 sesiones por semana** con evaluaciones clínicas a la 2^{da} semana, al mes y a los 6 meses después de finalizado el tratamiento. También, fue aplicado como coadyuvante al tratamiento, **el estiramiento** de los músculos de la zona. Pre intervención de la PSP, los valores medios del rango articular fueron: apertura

mandibular 2.90 (\pm 1.10), lateralidad de 0.20 (\pm 0.01) y protrusión de 0.1 (\pm 0.00); la reducción del dolor post tratamiento fue de 6.5 puntos en la EVA (SD \pm 1.57) estadísticamente significativa ($p < 0.01$). La media de los movimientos mandibulares a los 6 meses, resultaron en: apertura mandibular de 4.50 cm (\pm 0.50), lateralidad de 1.20 cm (\pm 0.20), y protrusión de 0.6 cm (\pm 0.01). En fin, es aplicada nuevamente la técnica manual de estiramiento posterior a una técnica de PSP para obtener un efecto en el rango articular potenciado por la inhibición del PGM, donde el efecto de la disminución del dolor en la EVA queda evidenciado.

El estudio de los efectos de PSP **sobre el dolor referido**, según los efectos anti-nociceptivos que éstos evocan, ha sido también documentado por Srbely et al. El estudio controlado aleatorio doble ciego incluyó una población de 40 sujetos (21 masculinos y 19 femeninos) con un grupo control que recibiría un placebo de punción. El objetivo del estudio fue comprobar la posible relación segmental evocada existente en PGM musculares que presentan relación segmental (infra y supraespinatus neurológicamente relacionados C5), cuantificando **el efecto del UDP** sobre éstos; al actuar sobre el PGM supraspinatus, éste evocaría ambos efectos segmental y no segmental anti-nociceptivo, efecto sobre el infraspinatus. La estimulación del UDP sobre el supraspinatus impactaría en la sensibilidad selectiva del UDP sobre el infraspinatus. El uso de la aguja esterilizada de acupuntura 25 x 40 mm, a diferentes medidas de penetración según los sujetos, bajo los protocolos de uso de terapias con agujas, **la presencia de un REL fue confirmatoria pero no mandataria**. Las medidas de UDP fueron determinadas a 1, 3, 5, 10 y 15 **min. de intervalos**. Los resultados post-punción mostraron aumento significativo de la UDP en los sujetos a 3 min. ($p = 0.002$) y 5 min. ($p = 0.015$). En relación al grupo control placebo, el efecto de interacción con el grupo de tratamiento ($p = 0.008$), mostró un descenso del UDP a efecto corto sobre el infraspinatus, demostrando así la relación de efecto corto de tiempo sobre el dolor en PGM vinculados segmentalmente (Srbely et al 2010).

El estudio anterior, podría mostrar una relación de la evidencia (sobre el control del dolor al tratar el PGM relacionado al manguito rotador), no tan sólo por el efecto de la PSP sobre el PGM y el dolor en corto tiempo, sino de la correlación de este efecto en uno de los diversos PGM musculares del manguito rotador. El tratamiento de forma aislada en

los músculos que interfieren en el lanzamiento, donde ya se explicó muestra un tono aumentado al ser inhibidos, sería más fácil relajarlos de forma analítica al estiramiento o de forma conjunta según la técnica específica de estiramiento.

Existe evidencia científica actualizada del uso de PSP en puntos gatillos sobre los músculos del hombro, incluso, en pacientes con síndrome de hombro doloroso hemiparésico. Di Lorenzo et al en el 2004, evaluaron la eficacia de esta técnica en 101 pacientes hemiparésicos, quienes habían sufrido lesión cerebro vascular. Los mismos, fueron asignados a un tratamiento de rehabilitación convencional, adicionando la PSP o tratamiento estándar únicamente. Los grupos fueron conformados por 50 sujetos, las variables a determinar fueron la **TARM, EVA**; los PGM tratados fueron los del **manguito rotador**, subescapular, infraspínatus, supraspínatus, redondo mayor. Un test de calidad de sueño fue aplicado pre y post. Las intervenciones con la PSP fueron realizadas cada 5 - 7 días, el tipo de aguja sugerida para el estudio fue **0.34 - 0.40 mm**. El tipo de respuesta al **REL** durante la intervención fue observada como indicadora de la calidad de la técnica asociada al tipo de descripción del paciente durante ésta; la escala de dolor fue medida el día pre-tratamiento y 24 horas después de cada tratamiento durante un mes. Los resultados fueron significativos para una ANOVA de la escala EVA al dolor ($F = 79.93; p = 0.005$) y una correlación estadística significativa, entre la disminución del dolor y la recuperación motora (Pearson t.f.d. = 52; $r = 0.270; p = 0.048$) y entre la mejoría del rango articular y los niveles de dolor al final del tratamiento ($r = 0.395; p = 0.05$) (Di Lorenzo et al 2004).

Los estudios señalados evidencian en la efectividad y la forma de técnica invasiva de la PSP en PGM de músculos que afectan el rango articular y el dolor percibido, los que -a su vez- han sido sometidos a estiramientos en búsqueda de la disminución del dolor y el mejor rango articular recuperado post-intervención al PGM, en diferentes tipos de patologías. Igualmente, los efectos sobre las variables justificativas como la **EVA, UDP y TARM**, sugeridas por los autores en la presente investigación, muestran resultados de modificación al efecto de esta técnica terapéutica, reforzando la base investigativa de ésta como medio influyente en la corrección de las alteraciones relacionadas al PGM, a los posibles síntomas miofasciales y de TARM, propios de las zonas musculares que afectan durante el GIRD.

1.5 Justificación

El análisis investigativo de la alteración del GIRD en beisbolistas -hasta el presente- ha incluido primordialmente la medición del déficit de RI como la resultante de un conjunto de cambios adaptativos en el complejo del hombro, el cual influye en el desempeño de estos deportistas en la actividad de lanzar. Diversos estudios han analizado, como GIRD *sintomático*, los casos que no sólo muestran signos de un déficit rotatorio interno marcado entre 18° y 25° , en correlación con un déficit del TARMD entre $> 5^\circ$ y 8° , en relación de ambas medidas con el BND. Además de la alteración del movimiento angular, está la presencia de signos y síntomas del complejo del hombro, vistos como comunes y de observación franca (disquinesia escapular, alteraciones adaptativas osteokinéticas, óseas, artrokinéticas o de cadenas kinésicas, irritaciones tendinosas periféricas, contractura capsular posterior, impingement interno-externo, impactación aislada del supraspinatus o resultados de lesión tipo SLAP), relacionados todos de forma natural a una disminución del desempeño funcional del hombro en la actividad del lanzamiento; es decir, en su control y velocidad. No obstante, hoy en día son pocos los estudios diferenciados, que analizan los efectos precoces terapéuticos de programas que combinen la corrección de las alteraciones, en aquellos casos de GIRD *asintomáticos*, mostrando su resultado en el desempeño inmediato del hombro en la velocidad y en la disminución de frecuentes alteraciones artrokinéticas.

Otra de las causas que sirven de justificación a este estudio, es la ausencia de investigaciones que asocien el déficit rotatorio interno *asintomático* con la presencia inicial del ciclo de alteraciones adaptativas artrokinéticas, al hipertono miofascial permanente de contractura muscular rotatoria, por presencia del PGM del redondo menor, a sabiendas de que el músculo de función excéntrica de la fase de *follow through*, cuya retracción sostenida limita la RI inicialmente, es causante del desbalance neuromuscular en los rotadores póstero-externos del hombro lanzador. El tratamiento de esta alteración ha incluido siempre la inhibición miofascial por medio de la técnica manual de CI de dichos músculos en deportistas supra-cefálicos, incluso en el béisbol: Sin embargo, no se han reportado estudios que impliquen el uso de la PSP con el nivel de inhibición de este PGM,

asociado al posible incremento y corrección del déficit del rango articular interno y al posible incremento de velocidad en el lanzamiento de estos jugadores afectados.

Por otro lado, el uso de las técnicas manuales convencionales tales como el estiramiento analítico en posición específica aislada o su combinación como programa que hacen influencia en la corrección del GIRD, según diversos estudios citados anteriormente, evidencian los efectos, pero -por otro lado- hay quienes lo contradicen (Arigo *et al* 1994, Pascalle *et al* 1998, Johnson *et al* 2001, Awan *et al* 2002, McClure *et al* 2005, Deanne *et al* 2006, Sauers *et al* 2007, Litner *et al* 2007, Laudner *et al* 2007, Kevin *et al* 2008, Laudner *et al* 2008, Nagrale *et al* 2010, Kliber *et al* 2012, Nichols *et al* 2012, Aldridge *et al* 2012, Wilk *et al* 2011). Y es que en la clínica diaria su aplicación asociada al de las técnicas conservadoras correctivas osteopáticas de forma conjunta que, en su afán de coadyuvar a la recuperación precoz de la TARM y en la corrección del GIRD, actúan sobre la descentralización y superiorización GH, inducida por el GIRD, no se muestra antecedente alguno registrado hasta la fecha, en cuanto a la medición de esta terapia correctiva precoz, combinada en un estudio experimental en vivo que presente un análisis de algún resultado, posterior al terapéutico, sobre la velocidad del lanzamiento.

Aunque se registran investigaciones recientes, acerca de la medición del efecto del estiramiento asociado a la velocidad, éstas aún muestran deficiencia poblacional en número de sujetos (de edades e inclusive de sexo), ausencia de relación con el nivel y tipo de entrenamiento en la población practicante, poca o ninguna observación de los cambios periféricos asociados al GIRD (disquinesia, anteriorización GH, nivel de fuerza rotatoria). De allí la necesidad de estudios experimentales que intenten observar estos resultados, correlacionados conjuntamente, e incluso luego de ser corregido el efecto contracturante de un PGM, en los músculos rotadores.

El GIRD y la deficiencia en el TARM han sido ambos relacionados a la incidencia de lesiones no solo del hombro, sino de la cadena kinésica inferior a esta, es decir el codo de lanzador. Justifica el sentido profiláctico del estudio, el hecho de que en este deporte continuamente se haya correlacionado la presencia de esta alteración a quizás dos de las

más frecuentes e importantes asociadas en lanzadores, como lo son la rotura del ligamento colateral medial del codo (Garrinson *et al* 2012), y la lesión de labrum o SLAP del hombro (Kinsella *et al* 2014), lesiones de reparación quirúrgica limitantes en el desarrollo profesional de jóvenes lanzadores. Recordemos que el béisbol, entre otras técnicas deportivas, requiere de la iniciación temprana para edades entre los 5 a 6 años, con un rango de edades entre 11 a 15 (edad temprana y media adolescencia) estos últimos, entran en los más altos porcentajes de practicantes, tan sólo en los estados unidos 11.5 millones de jóvenes juegan en categorías de high school, sin incluir Latinoamérica y el Caribe, región ésta que incrementa exponencialmente el número de academias para el desarrollo pre profesional del béisbol. Muchos atletas en edad adolescente de crecimiento músculo-esquelético, juegan múltiples posiciones y participan en más de un equipo por año, lo cual induce al sobre uso y riesgo de lesiones (Shanley *et al* 2013). El GIRD es demostrado ser una adaptación silenciosa, que actualmente muestra incidencia asintomática inicial atribuible a contractura capsular o acortamiento de los músculos rotadores externos como respuesta normal o fuerzas crónicas distractivas por el lanzamiento diario. Estudios clínicos y biomecánicos han demostrado recientemente que el GIRD puede ser un evento centinela en una cascada patológica que experimentan muchos lanzadores Burkath *et al* (2000) señalaron que medidas menores de 25° experimentan menos problemas en temporada, pero Wilk *et al* (2011) señalaron que incluso valores menores a 5° de GIRD en lanzadores tuvieron altos riesgos de lesión y cirugía de hombro (Kinsella *et al* 2014). La influencia de esta alteración justifica el primordial hecho de nuestro estudio hacia el enfoque profiláctico para valores GIRD iniciales asintomáticos en estas poblaciones, en pro del desarrollo futuro de estos atletas dentro del béisbol.

Todo lo anterior no sólo justifica el hecho de enrumbarse en un riguroso estudio científico, sino que lo hace importante, ya que con la presente investigación se espera primordialmente aportar los indicios observacionales para el análisis inicial de un tipo de GIRD de primer estadio o *asintomático*, asociado, según Hibbert *et al* (2014), con la actividad aislada e inicial forzada de lanzamientos repetitivos en los jóvenes beisbolistas (Hibberd *et al* 2014) y otros ya establecidos, que muestran los mismos valores de déficits angulares rotatorios del GIRD, pero más aún relacionado a la pérdida gradual asintomática de velocidad en el lanzamiento (sin lesión estructural anatómica o ausencia de signos periféricos tendinosos inflamatorios permanentes, pero si alternantes), déficit de control en

la pelota de béisbol, pérdida de efectividad en el lanzamiento y, por ende, pérdida de la fuerza rotatoria del grupo del manguito rotador. Se destaca que -además de aplicar estiramientos diarios- estos lanzadores de forma sistemática y obligatoria, desarrollan programas de fortalecimientos del hombro lanzador y cargas de lanzamientos de intervalos progresivos de forma diaria y, aun así, pierden fuerza muscular rotatoria de manera asintomática. Actualmente, este hecho en particular relacionado al de la alteración de la fuerza en los músculos rotadores externos con el GIRD, ha sido recientemente investigado de forma experimental (Nirav *et al* 2015), evidenciándose presencia sintomática asociada de forma significativa. Todo ello es razón justificativa para proponer una investigación in situ que, aplicando los mismos índices de cargas de fortalecimiento, se asocie a una corrección angular rotatoria medible y, al mismo tiempo, observe esta asimilación en respuesta de velocidad de lanzamiento y los demás signos presentes en estos jugadores asintomáticos.

En concreto, las técnicas terapéuticas básicas que buscan la corrección del GIRD, se continúan aplicando preventivamente y, en mayor o menor grado, como fórmula curativa en los centros deportivos de béisbol, sistemas granjas de MLB y, escasamente, en academias privadas y en escuelas de béisbol menor. Pero, estos deportistas continúan desarrollando el GIRD, cambios adaptativos óseos progresivos y del tejido blando de forma temprana, hecho que termina por producir daños anatómicos en etapas tardías y disfunciones asintomáticas precoces del hombro, influyendo directamente en el desempeño y efectividad del lanzamiento. Es precisamente esta situación la que justifica e imprime importancia al presente estudio, con el cual se pretende analizar el resultado a corto plazo de una terapéutica no convencional sobre la corrección del GIRD *asintomático*, los cambios del tejido blando que lo inducen por presencia típica en estos lanzadores del PGM y, finalmente, se evalué el resultado inmediato sobre la recuperación y/o incremento de la velocidad del lanzamiento, dando origen -por un lado- a un medio profiláctico alternativo a esta afección una vez diagnosticada correctamente y -por otro lado- a una propuesta orientadora para los especialistas que emplean dichas técnicas en el conjunto de medios terapéuticos preventivos del GIRD.

El anterior planteamiento no sólo justifica el hecho de embarcarse en un riguroso estudio científico del tema en cuestión, sino que lo convierte en un importante caso para su ampliación y aplicación en la cotidianidad deportiva del béisbol, por parte de los Kinesiólogos y Fisioterapeutas, médicos deportivos, entrenadores técnicos del béisbol o de deportes de acción de lanzamiento supra-cefálicos, entre otros especialistas con amplio y profundo bagaje teórico-práctico deportivo.

Hipótesis

1. HIPÓTESIS

H1: La aplicación de punción seca profunda sobre un punto gatillo miofascial del músculo redondo menor, junto con la técnica osteopática de corrección centralizadora glenohumeral, en sujetos jugadores de béisbol con déficit glenohumeral hacia la rotación interna es más eficaz que el tratamiento convencional de compresión isquémica.

H0: La aplicación de punción seca profunda sobre un punto gatillo miofascial del músculo redondo menor, junto con la técnica osteopática de corrección centralizadora glenohumeral en sujetos jugadores de béisbol con déficit glenohumeral hacia la rotación interna es igual de eficaz que el tratamiento convencional de compresión isquémica.

Objetivos

2. OBJETIVOS DEL ESTUDIO

- 1) Comparar los niveles de efectividad de dos protocolos de fisioterapia, uno convencional no invasivo y otro invasivo, basado este último en la punción seca de un punto de gatillo miofascial asociada a la técnica osteopática de corrección centralizadora glenohumeral, en la posible resolución temprana del síndrome adaptativo GIRD del hombro lanzador del beisbolista.

- 2) Comparar la efectividad del tratamiento convencional no invasivo frente al tratamiento mediante punción seca profunda del músculo redondo menor asociada a la técnica osteopática de corrección centralizadora glenohumeral, sobre el umbral de dolor a la presión y el dolor provocado del hombro lanzador del beisbolista.

- 3) Comparar la efectividad del tratamiento convencional no invasivo frente al tratamiento mediante punción seca profunda del músculo redondo menor asociada a la técnica osteopática de corrección centralizadora glenohumeral, sobre la unidad máxima de velocidad.

Materiales y Métodos

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Sujetos del Estudio

Para los estudios correspondientes a la presente investigación, fueron incluidos jóvenes lanzadores jugadores de béisbol pertenecientes a escuelas públicas y academias privadas de béisbol menor, adscritos al Centro de Desarrollo Deportivo de Empresas Polar (San Joaquín Edo. Carabobo-Venezuela), los cuales presentaban signos clínicos diagnosticados de síndrome GIRD de tipo asintomático, ausente de cambios estructurales anatómicos o molestias periarticulares al momento del estudio. Los mismos fueron convocados a través de charlas orientadoras de carácter informativo acerca de la afección del GIRD, dictadas en los meses de julio, agosto y septiembre del 2015, en las instalaciones del precitado Centro y en otras diversas academias privadas de Béisbol pre-profesional del Estado Aragua-Venezuela.

El estudio contó con la aprobación del Comité de Ética de la Comisión de Investigación Científica de la Universidad CEU - Cardenal Herrera (Valencia-España). Los criterios de inclusión considerados para la incorporación de los sujetos participantes (ver **tabla N° 1**) fueron retomados de investigaciones y estudios previos, asociados a la presencia y tratamiento del PGM ([Segura et al 2010](#), [Sberly et al 2010](#), [Montañez et al 2011](#), [Fernando de las Penas et al 2011](#), [González et al 2012](#), [Fernández-de-las-Peñas et al 2014](#), [Mesa-Jiménez et al 2015](#)) y al tratamiento y la evaluación del síndrome adaptativo GIRD, en el hombro lanzador de los beisbolistas ([Shanley et al 2011](#), [Kliber et al 2012](#), [Elizabeth et al 2014](#), [Hibberd et al 2014](#), [Nirav et al 2015](#)).

Los sujetos que reunieron los criterios de inclusión, luego de la evaluación inicial, fueron invitados a firmar el consentimiento informado para su participación en el precitado estudio (**ANEXO I**).

Tabla 1. Criterios de inclusión y exclusión al estudio.

CRITERIOS DE INCLUSIÓN	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN
1) Ser jugador de Béisbol en edades comprendidas entre 13 (Categoría junior- 2 ^{da} edad) y 18 años: categoría juvenil.	1) Jugadores mayores de 18 años de edad.
2) Presencia diagnóstica de PGM activos o latentes, en la zona posterior del hombro (redondo menor, redondo mayor o supraespinatus)	2) Aversión al uso y aplicación de las agujas.
	3) Síntomas dolorosos en el hombro lanzador que influyan en su actividad de lanzar.
3) Deficiencia de RI característica del GIRD (TARMD)	4) Historial previo de intervención quirúrgica en el hombro lanzador.
	5) Fibromialgia diagnosticada.
4) Antecedentes de disminución de potencia o estancamiento en el desarrollo de la velocidad del hombro lanzador.	6) Ser paciente hemofílico diagnosticado o que se sospeche su presencia.
	7) Haber recibido tratamiento médico (AINES) 24 horas antes de cualquier intervención al estudio.
5) Antecedentes de molestias periarticulares previas al hombro lanzador, recurrentes o no y que las mismas no presenten sintomatología al momento del estudio.	8) Haber recibido tratamiento miofascial con 1 mes de anticipación al estudio

4.2 Evaluaciones clínicas del GIRD, del PGM y test osteopático en el hombro lanzador

4.2.1 Evaluación clínica experimental del GIRD

La definición de presencia diagnóstica clínica inicial de GIRD en los sujetos del mencionado estudio se basó en la descripción de un déficit rotatorio en los grados de la rotación interna activa del brazo dominante o lanzador, cuya deficiencia activa en grados en el momento de la evaluación, no estuviese compensada con la amplitud incrementada en grados de forma activa en el sentido opuesto de la rotación externa activa, en la misma magnitud de grados deficientes hacia la rotación interna (**Figura 1**). Este signo clínico está basado en la definición de Morgan *et al* (1998), Dines *et al* (2009) y Garrison *et al* (2012). Además, una vez establecido el déficit rotatorio de rotación interna, sin la compensación en la misma magnitud hacia la rotación externa activa, se tuvo en cuenta el criterio actualizado de investigaciones recientes de déficit de rotación interna activa mayor de 17-18 ° del brazo dominante lanzador en la valoración de goniometría (Keeley *et al* 2008, Thomas *et al* 2010, Wilk *et al* 2011, Aldgrey *et al* 2011, Wilk *et al* 2011).

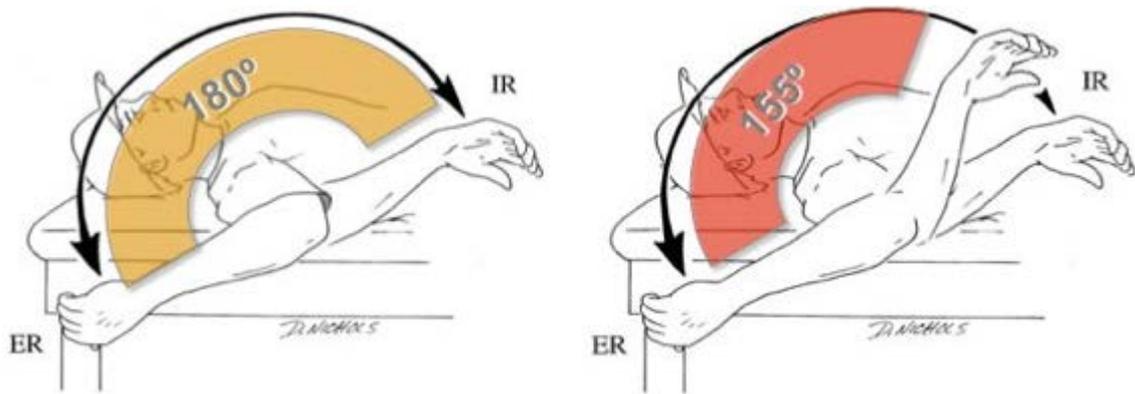


Figura 1. El concepto de rotación total del brazo en TARM del GIRD. *Kevin et al Shoulder Injuries in the Overhead Athlete journal of orthopedic & sports physical therapy. February 2009, volumen 39, number 2.*

Se destaca que la denominación ‘presencia diagnóstica clínica inicial’ fue dada debido a que -además de la medición correlativa no compensada de la amplitud total de movimiento en ambos sentidos del brazo dominante (BD)- le fue aplicada una evaluación comparativa del brazo contralateral no dominante (ND) en su TARM activa de rotación interna-rotación externa para determinar si existe una diferencia clínica en déficit de grados totales de éste con el brazo lanzador dominante, la cual deberá ser superior a 5°- 8° de déficit total en relación al BD, denominando este rango total amplitud de rango de movimiento en déficit (TARMD) (Thomas *et al* 2010, Wilk *et al* 2011).

Para la valoración de la goniometría del GIRD se evaluaron tanto el brazo dominante como no dominante del sujeto, según las recomendaciones actuales sobre la valoración del déficit rotatorio en deportistas lanzadores supra-cefálicos. El sujeto se colocó tendido decúbito supino en una camilla fija, bajo fijación escapular del hombro evaluado con apoyo sostenido sobre la coracoides en sentido ántero-posterior de un asistente que colocaba el miembro superior en la posición llamada 90°/90° (flexión de codo/abducción de hombro). Desde esta posición, con inclinómetro digital electrónico, se realizó rotación interna-rotación externa (Todd *et al* 2002, Shanley *et al* 2011, Aldridge *et al* 2015, Kliber *et al* 2012, Hibberd *et al* 2014, Nirav *et al* 2015).

En la evaluación se valoró también la presencia de disquinesia escapular del hombro lanzador, con el fin de correlacionar esta anomalía con el cuadro clínico de déficit

rotatorio interno glenohumeral (**Figura 2**). Para valorar el grado disquinésico, se siguió la metodología propuesta por de Bastan et al y Kliber et al, establecida en diferentes estudios del análisis escapular asociado al GIRD (Sakiko et al 2008, Michael et al 2006, Mclure et al 2009, Stephen et al 2009, Thomas et al 2010), examinado mediante goniometría electrónica de la rotación superior del ángulo inferior escapular del hombro lanzador dominante, durante la abducción del hombro a 90° en posición bípeda (Kliber et al 2002, Bastan et al 2006, Thomas et al 2010).



Figura 2 (a-b). (a) Posición de grado de disquinesis con escapula estática; (b) Evaluación por observacional estática del sujeto en estudio. Philip McClure et al. *A Clinical Method for Identifying Scapular Dyskinesis. Journal of Athletic Training* 2009; 44(2):160–164.

Además, se consideró la presencia de otros aspectos como signos subjetivos y objetivos de tipo prodrómicos en la instauración adaptativa del GIRD, tales como el posible estancamiento en la evolución del desarrollo de la velocidad de lanzamiento o disminución del índice en mph adquirido (no evolución en el incremento de velocidad o pérdida de esta, referencia de sensación de pérdida de fuerza en el hombro sin explicación clínica) del hombro lanzador en deportistas que se someten a actividades de entrenamiento específico continuo del hombro. Se registraron también lanzamientos diarios, competencias, antecedentes de dolor atípico en el hombro alternante.

Antes de comenzar con la evaluación, se invitó a todos los sujetos a responder a una encuesta de respuesta binaria (**ANEXO II**). Todos los sujetos del estudio fueron evaluados por un médico facultativo con especialidad en el área traumatología y ortopedia deportiva,

en base a los criterios de inclusión y exclusión a la investigación. Además de incluir los signos observacionales estáticos posturales simétricos-asimétricos, sugeridos por Kliber et al y Bastan et al para la clasificación cualitativa de la disquinesia escapular (Kliber et al 2002, Bastan et al 2006), se aplicó una batería de test para el tiraje del hombro lanzador (VER ANEXO III), destinada a descartar la presencia de posible lesión estructural aguda o crónica, relacionada con la alteración adaptativa del GIRD, la cual podría estar afectando al hombro lanzador (Tibone et al 1985, Verna et al 1991, Kliber et al 2003, Burkhart et al 2003, Thomas et al 2010, Hibberd et al 2014).

4.2.2 Localización y evaluación del PGM

Se exploraron los músculos rotadores externos posteriores al manguito rotador (supraespinatus, infraespinatus o, redondo menor) en busca de PGM. Los criterios de evaluación del PGM fueron los propuestos por Simons et al en 1999, refrendado por estudios recientes sobre exploración clínica del síndrome miofascial en músculos periarticulares del hombro (Simons et al 1999, Segura et al 2010, Sberly et al 2010, Montañez et al 2011, Fernando de las Penas et al 2011, González et al 2012, César Fernández-de-las-Peñas et al 2014, Mesa- Jiménez et al 2015) (**Figura 3**):

- 1) Presencia de banda tensa palpable en el músculo;
- 2) Presencia de un nódulo hipersensible al tacto dentro de una banda tensa tangible;
- 3) Reproducción de un patrón de dolor específico respuesta a la compresión del nódulo;
- 4) Presencia del dolor referido como típico teleálgico (en caso de PGM activo).

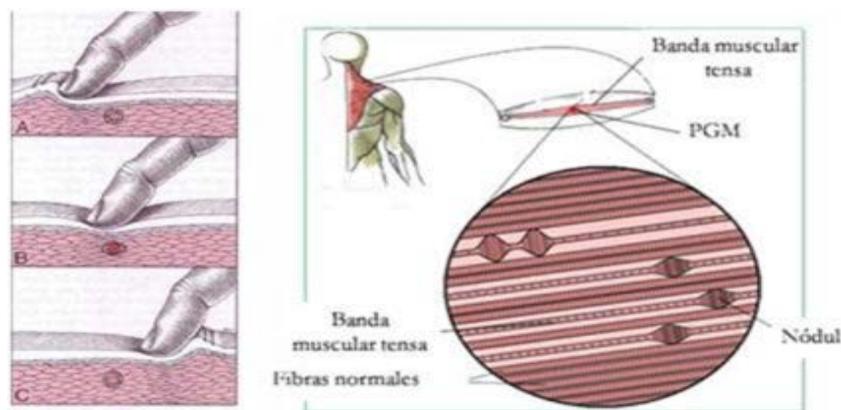


Figura 3. Palpación esquemática del PGM. Simons DG & Travell JG. *Myofascial pain and dysfunction. The trigger point manual. The upper extremities Vol. 1. 2nd Edition Williams & Wilkins, 1999.*

La clínica de PGM en nuestro estudio coincidió con la sugerida por Simons et al, para el músculo rotador externo redondo menor (**Figura 4**). En ningún sujeto fueron determinados PGM en otros músculos del manguito rotador; aunque de encontrar otros PGM, se tratarían también. Los PGM que fueran localizados fuera del área del manguito rotador o borde interno escapular (zona paravertebral o trapecio) también recibirían tratamiento inhibitorio, para evitar su influencia sobre el complejo del hombro lanzador, pero la inclusión debería garantizar la presencia de alteración miofascial, dolor teleálgico referido en la zona del grupo muscular posterior de rotadores externos, por ser la zona de influencia relacionada con el hipertono contracturante del redondo menor (Reinhold et al 2008, Kliber et al 2011 Hung et al 2010, Hibberd et al 2014, Bron et al 2011). Se destaca que el investigador que localizó el PGM fue el mismo que realizó las intervenciones de CI, PSP a la disfunción miofascial y terapia manual osteopática.



Figura 4. Patrón referido del PGM al músculo redondo menor. *Simons DG & Travell JG. Myofascial pain and dysfunction. The trigger point manual. The upper extremities Vol 1. 2nd Edition Williams & Wilkins, 1999.*

4.2.3 Evaluación diagnóstica de la disfunción osteopática de antero superioridad glenohumeral.

Una vez diagnosticada la presencia de GIRD, ambos grupos fueron evaluados observacional y clínicamente a nivel de la postura y de la posición de la articulación GH en el hombro dominante lanzador. También, se realizó el test de movilidad para disfunción facilitada osteopática y se compararon ambos hombros, con el fin de identificar la

presencia de ántero-superiorización en el brazo dominante. Este test consiste en determinar si hay restricción en la movilidad de la cabeza humeral hacia atrás y hacia abajo, respecto a la cavidad glenoidea humeral, comparándose ambos hombros (**Figura 5**) (Medina *et al* 2001, Francois *et al* 2003, Tixa *et al* 2004, Amigues *et al* 2005, Ellen *et al* 2011). Según Warner *et al* 1992, Myers *et al* 2005 y Laudner *et al* 2006, las actividades deportivas profesionales o de recreo supra-cefálicas, tales como el béisbol, facilitan o - incluso- son causa de este tipo de restricción. La técnica manual osteopática, se aplicó de forma simultánea junto con el estiramiento analítico de la musculatura periférica del hombro como parte de la modificación de las tensiones musculares periarticulares para con el reposicionamiento GH. (Tixa *et al* 2004, Aldriged *et al* 2012, Elizabeth *et al* 2015).

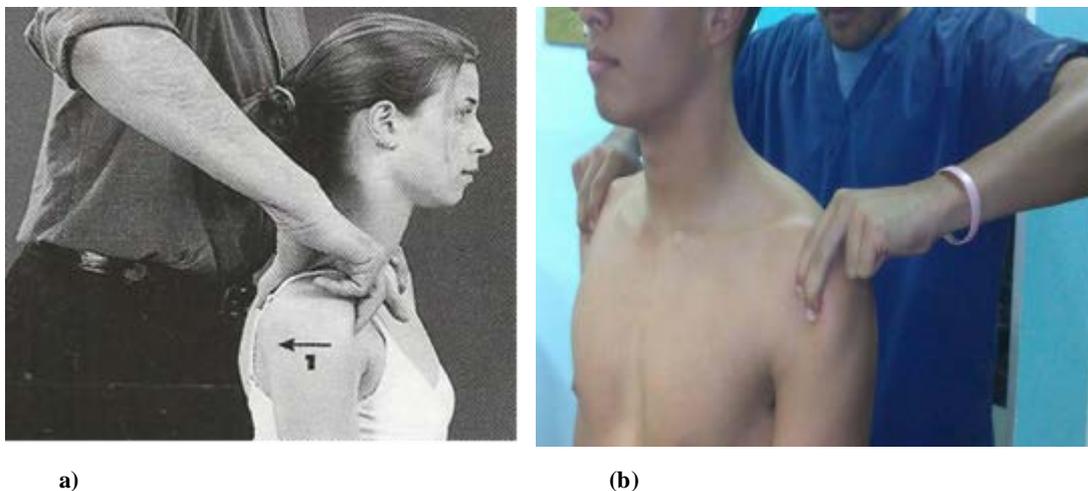


Figura 5. (a) Test de movilidad GH disfunción anterior; (b) foto comparada al sujeto evaluado en el estudio. Tixa S, Ebenegger B. *Atlas de técnicas articulares osteopáticas de las extremidades*. Barcelona: Masson; 2004.

Los aspectos comunes en ambos grupos para detectar la presencia de disfunción de movilidad ántero-superior glenohumeral del brazo dominante lanzador fueron:

- 1) Presencia positiva en brazo dominante lanzador del 1^{er} test comparativo bilateral de movilidad hacia posterior para fijación de anteriorización glenohumeral. (**Figura 5**);
- 2) Presencia positiva de test comparativo bilateral de movilidad a fijación de superiorización glenohumeral en brazo dominante lanzador (**Figura 6**);
- 3) Presencia positiva del segundo test de constatación visible de anteriorización glenohumeral unilateral al brazo dominante lanzador en posición supina Test. (**Figura 7**);
- 4) Valoración de los test comparativos de forma cualitativa pre – post; de manera simultánea a intervención técnica manual osteopática para cada sujeto del G1 experimental.

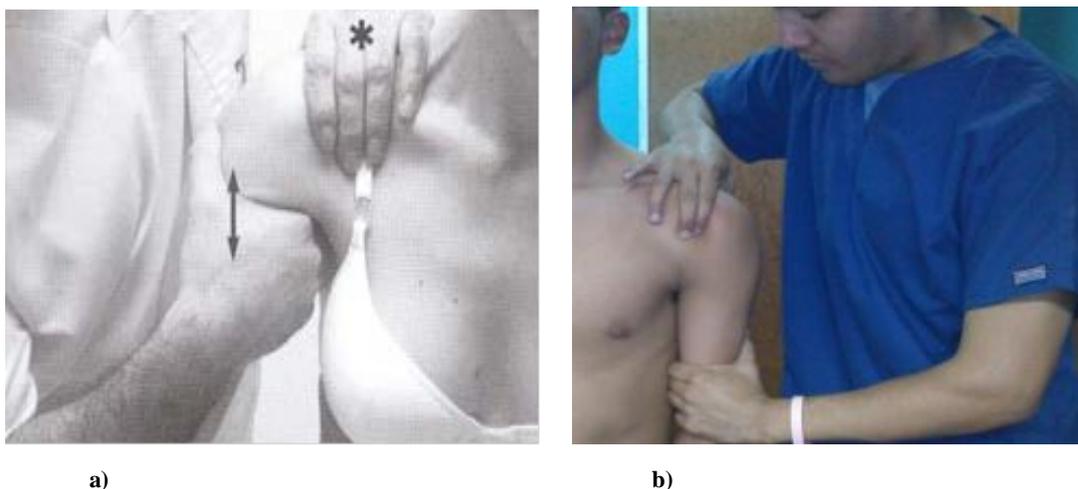


Figura 6. a). Test superiorización anteriorización sedente; b) Técnica comparada al sujeto en estudio evaluada la glenohumeral en sedente. *Tomada de Medina O. Tratado de osteopatía integral. Bibliografía. Madrid, España. Escuela de osteopatía Medina -Centro GAIA; 2001. 359-371.*

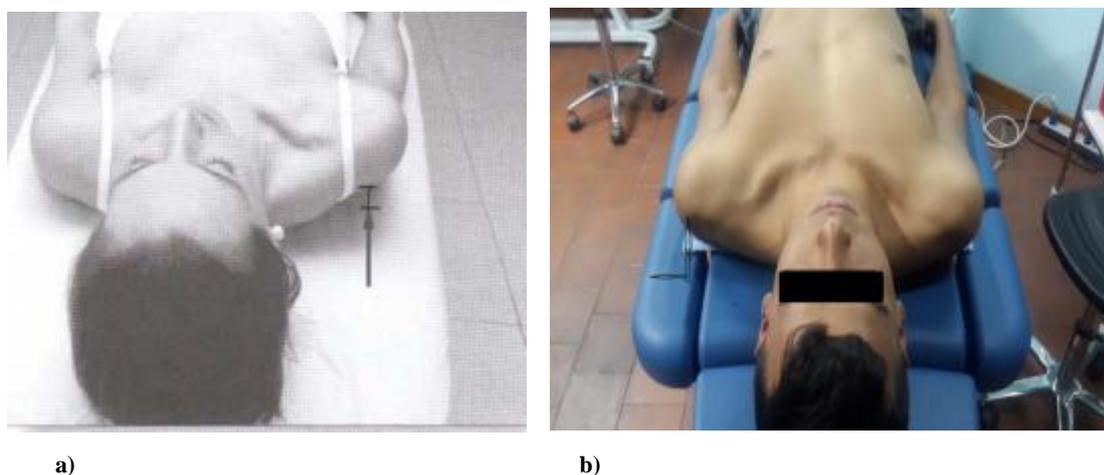


Figura 7. a) Observación cualitativa en decúbito supino de anteriorización glenohumeral b) Técnica comparada al sujeto evaluado. *Tratado de osteopatía integral. Bibliografía. Madrid, España. Escuela de osteopatía Médica -Centro GAIA; 2001. 359-371.*

Las evaluaciones sobre la presencia de disfunción osteopática, antes y después de cada sesión semanal de técnica manual osteopática, fueron llevadas a cabo por un evaluador que desconocía a qué grupo había sido asignado el sujeto, con carácter clínico observacional, pero no estadístico.

4.3 Instrumentos de Registro

Las mediciones pre y post para ambos grupos de tratamiento, las realizó el mismo evaluador al grupo que había sido asignado el sujeto. Las variables que se utilizaron en el estudio se describen a continuación:

Manejo específico asignado para cada variable analizada.

GIRD: medición que incluye la TARM, estimada en la evaluación clínica del GIRD, la cual incluyó la sumatoria de movimiento de rotación externa e interna del brazo dominante lanzador (RI+RE activos) y se comparó su resultado con la medición de los mismos valores del brazo no lanzador. Su valor pre y post intervención fue determinado en grados (rotación interna > 17-18°), (Hibberd *et al* 2014, Elizabeth *et al* 2014, Wilk *et al* 2012).

IE: la inclinación escapular del brazo dominante fue determinada de la media de 3 medidas, tomadas cada 2 semanas de forma pre-intervención, asociada a una observación visual de la disquinesia escapular a cada sujeto (Kliber *et al* 2002, Johnson *et al* 2001, McClure *et al* 2009). Los valores fueron expresados en grados de inclinación a la elevación de la escápula (Bastan *et al* 2006, Thomas *et al* 2010, Cools *et al* 2014).

UDP: se determinaron tres mediciones para el punto gatillo miofascial encontrado, una media de las tres medidas alcanzadas en el pre y post intervención de cada 2 semanas, fue establecida como el valor estadístico y determinada en kg/cm². (Fischer *et al* 1987, Hou *et al* en 2002, Farina *et al* 2004, Lozano *et al* 2010, Kalichman *et al* 2010, Srbely *et al* 2010, Segura *et al* 2010, Cesar Fernández-de-las-Peñas *et al* 2010, Montañez *et al* 2011).

EVA: la sensación de dolor al PGM percibida durante el estímulo inducido por la toma del UDP con el algómetro y la técnica de tratamiento aplicada en ambos grupos en un valor pre y post de intervención cada 2 semanas, fue determinada de la media de 3 valores alcanzados, expresada en milímetros (mm) para su valor estadístico (Fryer *et al* 2005, Segura *et al* 2010, Montañez *et al* 2011).

UMV- K: valores de velocidad que fueron determinados en tres mediciones cada 2 semanas del tratamiento interventor para cada grupo. Sus valores tanto para las variaciones, unidad máxima de velocidad (UMV), como para el valor constante de velocidad de mayor repetición de lanzamiento (K), fueron expresados en índices de velocidad de mph.

Comparaciones entre el lado dominante y no dominante.

Se registraron los valores de rotación interna y externa activas y TARM (sumatoria de ambos sentidos), basados en 180° dentro de los límites normales, iniciales y finales en

ambos brazos: lanzador (intervenido) y no lanzador con el fin de establecer diferencias de grados de amplitud y si correlacionaban la presencia clínica del GIRD y TARM del brazo dominante.

La TARM del BND fue un valor observacional de contraste de la sumatoria de la RI y RE activa del brazo no dominante, utilizada para comparar los grados posibles de déficit rotacional total ($>5^\circ$), inicialmente tomada al BD y comparada entre este y el no dominante (Shanley *et al* 2012 Keeley *et al* 2008, Wilk *et al* 2012).

Observación del PGM Activo y Latente en músculos involucrados.

La distinción entre punto gatillo miofascial activo o latente, se utilizó para aportar información sobre el PGM. (Montañez *et al* 2011). Se observó si existía un patrón teleálgico, hecho que se corroboró pre y post a la evaluación de cada 2 semanas. En los sujetos de ambos grupos fueron encontrados inicialmente al estudio 11 PGM latentes (asociados a telealgia negativa) y 29 PGM activos (telealgia positiva).

Observación del test de movilidad osteopática.

Es un test clínico observacional que se aplicó a ambos grupos, el cual sirve para identificar la presencia de la disfunción de movilidad en la articulación glenohumeral del hombro lanzador, y que se re-evaluó tras el tratamiento osteopático. Se aplica para la descripción clínica del tipo de fijación articular en la GH (supero y anteriorización) y, para determinar su evolución cualitativa, se confirmó al inicio del estudio y al cabo de las 4 semanas. Se clasificó la disfunción en cuanto a la calidad de movimiento fisio-articular clínico de deslizamiento en la articulación evaluada: 1=test negativo, deslizamiento normal articulación centrada dentro de los límites normales. 2=positivo presente sin fijación adaptativa de la articulación. 3= positivo con fijación adaptativa de la articulación, sugerido así por la osteopatía clínica (Medina *et al* 2001, Francois *et al* 2003, Tixa *et al* 2004, Amigues Jean *et al* 2005, Ellen *et al* 2011).

Observación del test de fuerza muscular FM.

Es un test clínico observacional que se aplicó a ambos grupos, buscando identificar el nivel de fuerza muscular a nivel cualitativo de los grupos musculares rotadores internos y externos del hombro lanzador; este valoró al inicio del estudio y cada 2 semanas para medir el efecto del programa estandarizado de ejercicios. No se realizó un contraste estadístico de los resultados del mismo. Los valores de variaciones de fuerza muscular se

basaron en 5 índices numéricos subjetivos 1= no fuerza activa, 2= fuerza contráctil activa sin cumplir movimiento, 3= regular (ejecuta el movimiento, pero no mantiene contra resistencia manual), 4= bien (ejecuta el movimiento pero se aprecia una sensación de decaída a máxima resistencia), 5= normal (ejecuta el movimiento completo frente a resistencia máxima). Se registró cada 2 semanas y debido a que la condición de los sujetos del estudio era muy buena, tan sólo fueron registradas las gradaciones establecidas entre valoraciones 4-5.

4.3.1 Variables de amplitud de rango articular glenohumeral rotación interna - rotación externa - TARM e inclinación de rotación superior escapular, inclinación escapular del brazo dominante.

Las mediciones de amplitud de rango de movimiento en rotación interna – rotación externa activa glenohumeral correspondieron a la medición en grados del BD lanzador y del BND. Se sumaron los grados para obtener la TARM. Se registraron al inicio y en tres momentos de control para el BD, para el BND se registraron al inicio y al final del estudio.

La medición del ángulo de inclinación escapular fue determinada en el brazo lanzador en grados. Se registró en los tres momentos de la intervención de 4 semanas para evaluar el efecto correctivo. La toma de datos del rango articular glenohumeral y de inclinación escapular en ambos grupos fue determinado mediante un inclinómetro digital electrónico de la Saunders Group, Inc. de precisión $\pm 0.5^\circ$. La validación de este instrumento de medición para este tipo de estudio ha sido refrendada por recientes investigaciones (Johnson *et al* 2001, Kevin G *et al* 2008, Stephen Thomas *et al* 2010, Hibberd *et al* 2014). La fiabilidad test re-test del ángulo de movimiento medido para la GH en 10 sujetos sanos voluntarios, de forma repetida 3 días y 5 días, mostró un índice de correlación intra-clase (ICC) y un error estándar medido (SEM) para la rotación interna de 0.989 y 1.036, respectivamente; y para la rotación externa fueron 0.943 y 2.556, respectivamente. El ICC para la inclinación escapular en rotación superior en la posición de 90° de abducción glenohumeral aplicado en 18 sujetos sanos, en el mismo tiempo, fueron de 0.974 y 0.866, respectivamente (Stephen *et al* 2010). (**Figura 8**).



Figura 8. Instrumento inclinómetro sin modificación. Inclinómetro digital electrónico (precisión $\pm 0.5^\circ$) de la [Saunders Group, Inc.](#)

Para lograr un correcto acople en la superficie anatómica a fin de no alterar los grados de inclinación registrados en los segmentos angulares, se usó el método modificado sugerido por Johnson et al, con la colocación de extensiones adaptadas de madera removibles. El acromion sirvió como área corporal de soporte al instrumento en el caso de valoración de la inclinación escapular ([Johnson et al 2001](#), [Stephen Thomas et al 2010](#)). Los datos obtenidos determinaron la evolución de la inclinación escapular en disquinesis, GIRD y la TARM entre ambos brazos.



(a)



(b).

Figura 9. Inclinómetro con modificación Johnson et al. Fotografía comparada al sujeto evaluado. [Stephen J. Thomas et al, Internal Rotation and Scapular Position Differences: A Comparison of Collegiate and High School Baseball Players. Journal of Athletic Training 2010; 45\(1\):44–50 the National Athletic Trainers' Association, Incwww.nata.org/jat.](#)

Medición de la variable RI y RE activa BD y TARM en ambos brazos.

Para las mediciones de las variables de rotación interna - rotación externa activa y TARM se colocó al sujeto en posición decúbito supino en una camilla clínica fija, con el brazo dominante lanzador en posición 90°/90° (90° de abducción y 90° de Flexión de codo); el borde articular del codo coincide con el borde de la mesa de evaluación, manteniendo la posición descrita. Al sujeto se le indicó que mantuviera la posición neutra 90°/90° para la colocación por parte del evaluador del inclinómetro digital sobre la parte radio-cubital del antebrazo, según el sentido del rango articular a ser medido (**Figura 10**). Nos basamos en las técnicas sugeridas por diversos investigadores de fijar la articulación escapular con apoyo ántero-posterior de descarga a la coracoides del hombro evaluado a fin de evitar las compensaciones GH - escapulares (Todd *et al* 2002, Michael *et al* 2006, Shanley *et al* 2011, Kliber *et al* 2012, Hibberd *et al* 2014, Nirav *et al* 2015). La misma técnica de instrumentación se aplicó al BND, con carácter clínico no estadístico.



Figura 10 (a-b). Evaluación activa de la RI- rotación interna / RE- rotación externa glenohumeral por inclinometría.

Medición de la variable inclinación escapular en rotación superior del hombro lanzador.

La inclinación escapular en rotación superior al brazo dominante lanzador se midió aplicando el mismo inclinómetro con técnica modificada (Saunders Group, Inc. Chaska, MN, USA) con el sujeto evaluado en posición bípeda solicitando una abducción activa hasta 90°, se indica al evaluado que mantenga la posición erguida sin compensaciones o inclinaciones laterales del tronco durante el movimiento; el sujeto evaluador se coloca

posterior al paciente, ubicando inclinómetro modificado en el aspecto acromial. La media de tres medidas sucesivas es determinada como la medida referencial de evaluación. Fue reportada de forma complementaria y clínica observacional la clasificación cualitativa del tipo o grado de disquinesia observado dentro de características del test dinámico y postural sugerido por Kliber et al y McClure et al, con la observación de 3 posibles tipos de disquinesias según su anormalidad de movimiento escapular como sigue: TIPO 1= ángulo inferior prominente, TIPO 2= borde medial prominente, TIPO 3= elevación excesiva del borde superior, TIPO 4= normal movimiento simétrico escapular (Kliber et al 2002, Johnson et al 2001, McClure et al 2009, Stephen et al 2010). (*Figura 11*).

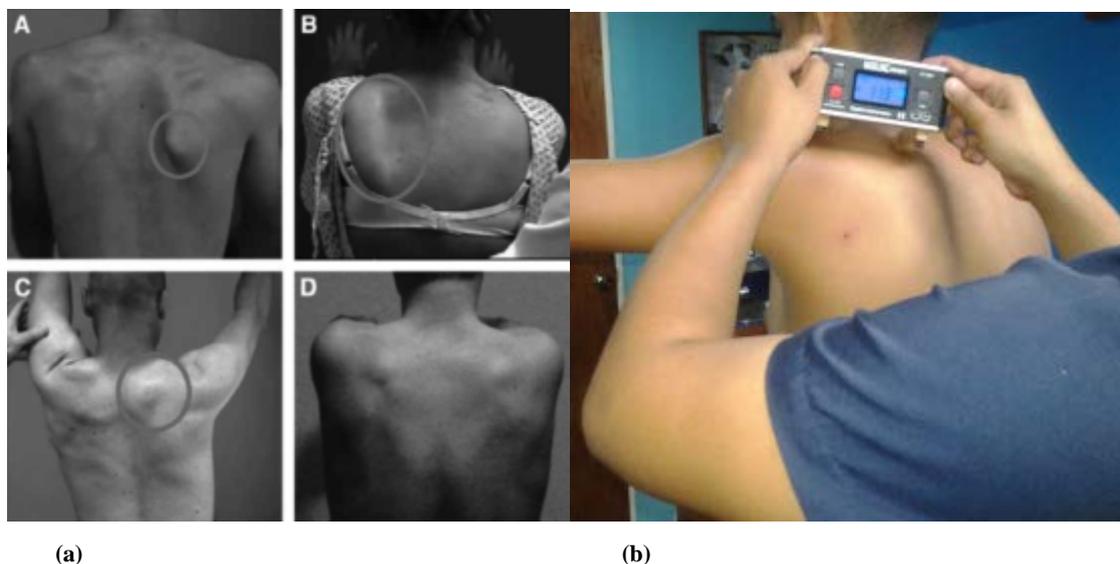


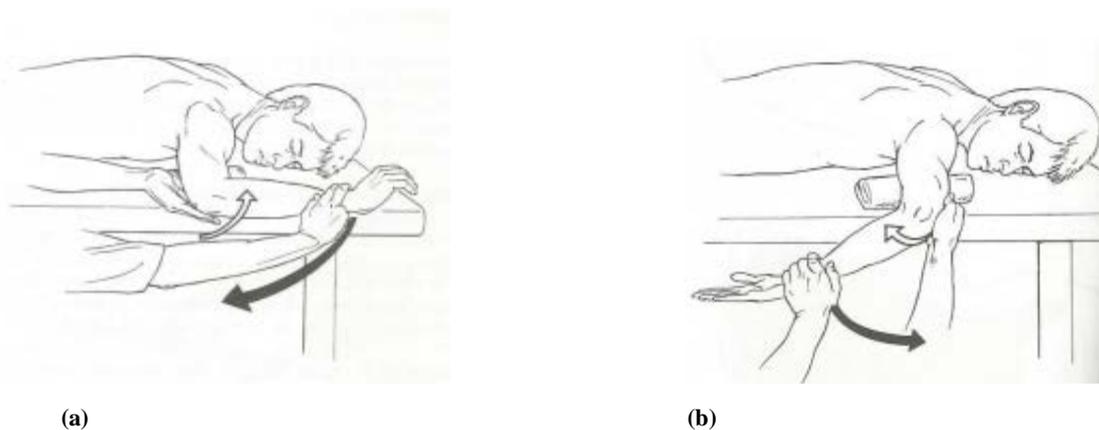
Figura 11 (a) (b). Evaluación por inclinómetro de forma activa de la IE- inclinación escapular a 90° de ABD en rotación superior. Clasificación del tipo de asimetría escapular disquinésica. Figura (a) Diskinesis tipo I prominencia del ángulo inferior escapular. (A) Diskinesis tipo II prominencia del borde medial escapular, (B)- diskinesis tipo III prominencia del ángulo superior escapular, (C)- diskinesis tipo IV no existe ninguna prominencia, el movimiento escapular es simétrico y normal. (a)- Tomadas de Gutiérrez H, et al. Validez y confiabilidad de la evaluación clínica de la Diskinesis Escapular a través de criterios visuales: Una revisión de la literatura. Revista Chilena de Ortopedia y Traumatología 2015- Vol. 56- N° 1 pág. 40 – Santiago de Chile.

4.3.2 Valoración de la Fuerza Muscular.

La fuerza muscular se evaluó con carácter clínico de observación no estadístico, ya que el cuidado diario de estos deportistas en general asintomáticos, incluye de forma rutinaria el cumplimiento de programas de ejercicios de fortalecimiento para los músculos escapulares y rotatorios externos del hombro lanzador (Jobe et al 1984, Blackburn et al

1990, Townsend *et al* 1991, Hintermeister *et al* 1998, Wilk *et al* 1999, Decker *et al* 1999, Reinold *et al* 2004, 2007, Escamilla *et al* 2010,2012, Kliber *et al* 2013, Nirav *et al* 2015, Yuksel *et al* 2015).

Los sujetos realizaban intervalos de lanzamientos prácticos de forma diaria, más el estiramiento diario o semanal de la musculatura del hombro. Nuestra investigación sólo estandariza el mismo grupo de ejercicios diarios para el mantenimiento básico normal de la fuerza y los regulariza. La fuerza del grupo muscular del manguito rotador externo-interno, se evaluó en ambos grupos de estudio cada 2 semanas, durante 4 semanas de duración del estudio, siguiendo la escala de 1 a 5 establecida por los test de fuerza muscular de Daniels -Worthingham's *et al* (**Figura 12**), (Helen *et al* 1996).



(a-b)- Helen J Hislop, Jacqueline Montgomery: *Daniels–Worthingham's Pruebas Funcionales Musculares, técnicas de exploración manual*. Editorial Marban 6ta Edición; Barcelona España.1996.

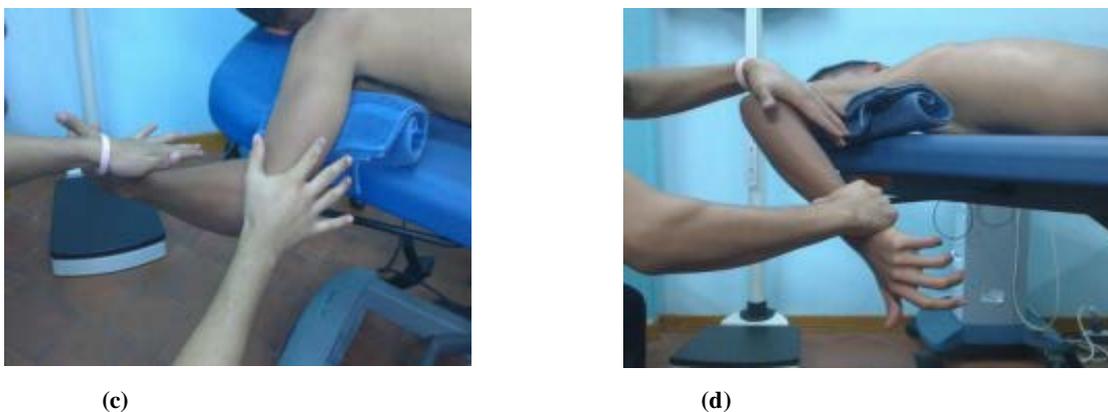


Figura 12. (a-b-c-d) Evaluación de la fuerza muscular al grupo posterior rotador externo (a) e interno (b), esquemática y fotográfica al sujeto de estudio, (c) RE- rotación externa y (d) RI- rotación interna para los valores entre 4 -5, según Daniels -Worthingham's *et al*.

4.3.3 Variables de presencia al PGM.

Medición de la variable UDP al PGM músculo rotador externo del hombro lanzador

Esta variable se registró aplicando una presión sobre el PGM, diagnosticado de los músculos póstero-rotadores externos, con un instrumento tipo algómetro analógico a la presión (AAP) referenciado por estudios previos, Modelo Wagner Instruments, FDK20 CT- USA, precisión $\pm 2^\circ$ (2500 gf), $\pm 1^\circ$ (Sobre 2500 gf). (**Figura 13**). La colocación del mismo se aplica de forma vertical al PGM, localizado en los músculos rotadores externos (redondo menor) del brazo dominante, diagnosticado clínicamente de forma previa, con el paciente decúbito prono, brazo abducción a 60° , codo flexionado en 90° al borde de la camilla de evaluación. El valor registrado es la media de 3 medidas con intervalos de 30seg. Durante la medición de la variable UDP, se registra la evolución de presencia del patrón teleálgico al PGM activo en caso de estar presente. (Fischer *et al* 1987, Hou *et al* en 2002, Farina *et al* 2004, Lozano *et al* 2010 Kalichman *et al* 2010, Srbely *et al* 2010, Montañez *et al* 2009, Segura *et al* 2010, Fernández-de-las-Peñas *et al* 2010, Montañez *et al* 2011, Morales *et al* 2011, Fernández-de-las-Peñas *et al* 2014).

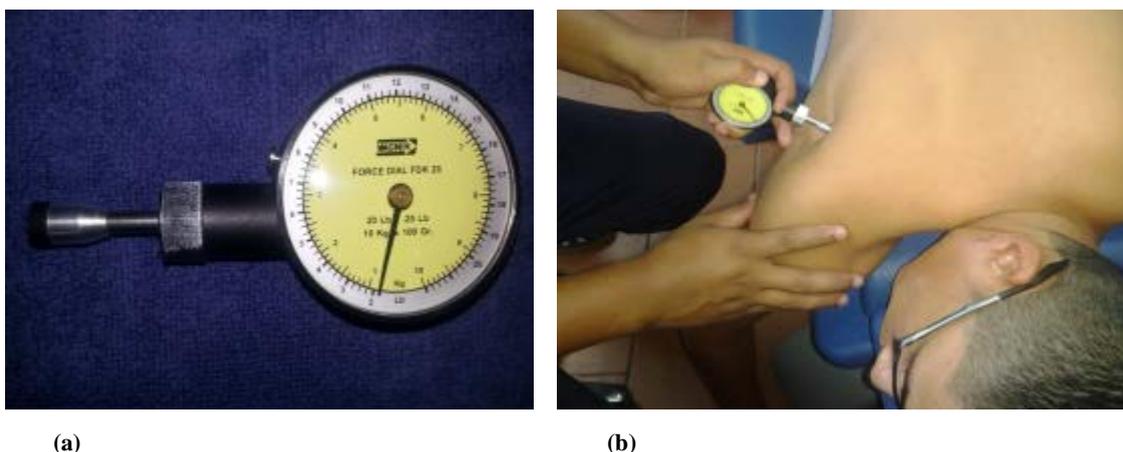


Figura 13 (a-b). (a)- instrumento tipo algómetro analógico a la presión (AAP), tipo [Modelo Wagner Instruments, FDK20 CT- USA](#), precisión ± 2 Grad. (2500 gf), ± 1 Grad. (Sobre 2500 gf). (b)- Evaluación de la UDP del PGM al músculo póstero-externo / redondo menor derecho.

Medición de la variable EVA (Sensación del dolor a la presión) al PGM.

Se registró el dolor asociado a la medición del UDP del PGM, mediante una escala visual analógica (EVA) que constaba de 1 puntos (del 0 al 10) y en una línea de 100 mm,

donde 0 es no dolor y 10 es el máximo dolor perceptible. En cada momento de medición pre / post a la sesión de tratamiento se registró la evolución del dolor y la presencia del patrón teleálgico al PGM activo. Se registró en una regla subjetiva (modelo Visual analogue scale, Gymna Umphy EVA – VAS. Tour kinesio Company) (**Figura 14**). Los valores fueron registrados en una hoja control. Este tipo de escala subjetiva al dolor se ha utilizado para monitorizar el dolor en múltiples estudios previos (Hong *et al* 1994, Di Lorenzo *et al* 2004 Huguenin *et al* 2005, Montañez *et al* 2009, Segura *et al* 2010, Fernández-de-las-Peñas *et al* 2010, Montañez *et al* 2011, Morales *et al* 2011, González *et al* 2012).

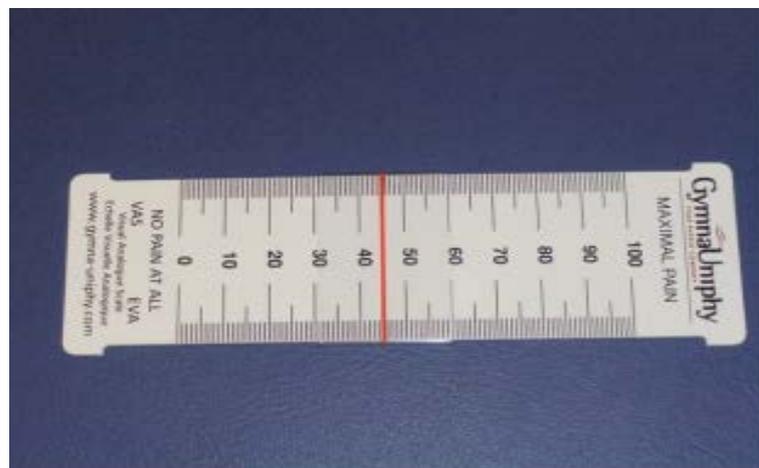


Figura 14. Escala visual análoga para la medición de la sensibilidad de dolor a la presión, prototipo de la EVA utilizada. (Modelo Visual analogue scale, Gymna Umphy EVA – VAS. Tour kinesio Company).

4.3.4 Variable de velocidad de lanzamiento al hombro lanzador

La medición de la velocidad de lanzamiento de la pelota de béisbol, por el brazo dominante de los sujetos en estudio, se estableció en mph y se registró mediante la pistola radar de velocidad (Stalker Pro II Radar Gun TM. Plano TX, USA) con rango de velocidad de 1-800 MPH y precisión ± 0.1 MPH (**Figura 15**), colocada detrás del receptor del lanzamiento. Un protocolo diferente de medición fue aplicado según la posición (jugador infield o pitcher-lanzador) **VER ANEXO IV**. Los sujetos evaluados por posición en el juego, realizaron un calentamiento previo de 10 min antes del test. La mencionada pistola radar ha sido utilizada previamente para el análisis de la velocidad de lanzamiento en el béisbol y otros deportes. (Escamilla *et al* 2001, Deanne *et al* 2006, Fujimoto *et al* 2008, Yungchien *et al* 2009, Courtney *et al* 2011, Urbin *et al* 2012).



(a)

(b)

Figura 15 (a-b). (a) Stalker Pro II Radar Gun TM. Plano TX, USA), rango de velocidad de 1-800 MPH, precisión ± 0.1 MPH. (b) medición de la variable velocidad con sujeto de estudio en bullpen.

El sujeto evaluado durante el test de velocidad no recibió estímulo verbal en el momento de esfuerzo en el lanzamiento, ni corrección de la mecánica de lanzamiento observada, el registro contable de cada lanzamiento fue llevado a cabo con el contador manual mecánico (*Figura 16*), la pelota usada para cada lanzamiento fue marca Rawlings TM USA (*Figura 17*), calibrada con los parámetros internacionales de peso y medida de 9" (22.5 cm) y 5 onzas (142 gr.) para jugadores desde la categoría junior (14 años en adelante), con construcción de forro en cuero e interior de corcho compuesto y centro de caucho. La pistola radar fue fijada en un trípode estabilizador especial (Modelo Sunpak 5858D) para evitar variación del ángulo de disparo del radar, causado por posible fatiga del evaluador (*Figura 18*). El valor del índice de velocidad se hizo bajo la observación y registro de una constante de valores repetidos durante el lanzamiento secuencial, y el índice más alto de velocidad posible alcanzado por el sujeto en una distancia específica para cada jugador de posición (90 ft lineales entre cada base) y lanzador en distancia de bullpen o montículo estandarizado para edades juveniles entre 14 a 16 > años (60 pies - 18,28 m y 6 pulgadas 15,23 cm) (*Figura 19*). (Deanne *et al* 2006, Fujimoto *et al* 2008, Escamilla *et al* 2001, Urbin *et al* 2012).



Figura 16. Contador manual mecánico para los intentos de lanzamientos de pelota.



Figura 17. Pelota de béisbol modelo Rawlings TM. Peso 5 onzas (142 gr.) y medida de 9" (22.5 cm).



Figura 18. Trípode estabilizador de pistola radar.

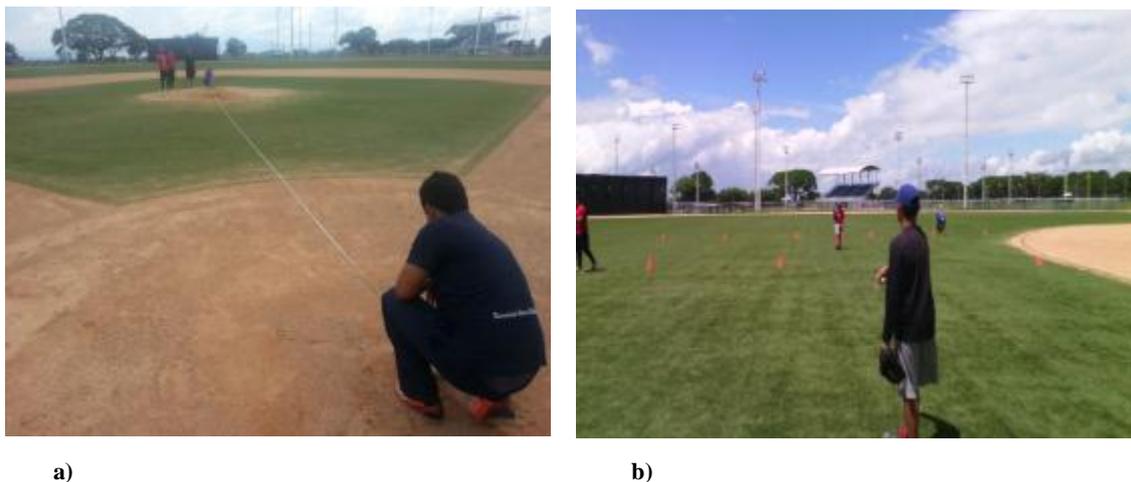


Figura 19 (a-b). Mediciones de distancia para la toma de medida de velocidad de lanzamiento. Campo de Béisbol “Omar Vizquel”. Complejo deportivo de empresas Polar – San Joaquín Edo. Carabobo – Venezuela.

4.4 Intervenciones del estudio.

Las intervenciones aplicadas a los dos grupos de estudio incluyen tres técnicas terapéuticas diferenciadas en 2 grupos, clasificadas como invasiva punción seca profunda (PSP) y otras del tipo manual terapéuticas, tratamiento manual osteopático (TMO) y compresión isquémica (CI), adicionalmente a otras técnicas similares conservadoras (ejercicios y estiramientos) para ambos grupos. El investigador fue el mismo para las técnicas de punción seca profunda, TMO y de compresión isquémica, estiramiento analítico post intervención, pero diferente para la técnica de estiramiento post ejercicios. Un total de 4 semanas de tratamiento con una frecuencia de intervención de 2 veces por semana para las técnicas de PSP, TMO y CI (días lunes y jueves); para un total de 8 sesiones al mes, seguidas de los estiramientos. Los ejercicios fueron aplicados 5 veces por semana con 2 días de descanso en fin de semana.

4.4.1 Intervención del grupo técnica invasiva, punción seca profunda y técnica osteopática estructural – estiramiento y programa de ejercicios.

Los sujetos que integran el grupo 1, les fue aplicada la técnica invasiva PSP por aguja de acupuntura del tipo 0,25 x 40 mm de largo marca *Quan He Gushi Gongyuan Medical Device Co. Ltd* en el PGM encontrado al grupo muscular rotador externo, específicamente al redondo menor del hombro lanzador o brazo dominante. Estando el sujeto en posición decúbito prono con el brazo intervenido en ángulo de 90° de abducción y rotación neutra,

una vez cumplida la asepsia correspondiente al área, cumplida la relocalización del PGM y su demarcación correspondiente, se aplicó la técnica de entrada y salida rápida al PGM sugerida por Hong et al., a la profundidad aproximada de 2cm (Hong et al 1994), utilizando una cánula plástica para garantizar direccionalidad y penetración correcta de la aguja a la entrada (**Figura 20**). La técnica se mantenía hasta el agotamiento de la sacudida o respuesta de espasmo local en la zona muscular. Luego se aplicaba una nueva asepsia, posterior una cubierta de Micropore® en la zona de penetración.



Figura 20. Técnica de PSP al redondo menor del hombro dominante lanzador.

Seguidamente a la punción seca profunda, se le aplicó al sujeto una técnica de estiramiento analítico hacia la RI tipo sleeper position TIPO 1-2, con una duración de 10 seg. cronometrados y otra en posición supina de abducción a 90° al brazo dominante hacia la rotación interna pasiva (**Figura 21**). Estos estiramientos se llevaron a cabo siguiendo la técnica de tensión activa post isométrica posterior al movimiento solicitado de rotación externa o empuje concéntrico. Posteriormente, al sujeto le fue aplicado una técnica manual osteopática de movilidad ántero-posterior, tipo empuje trust de alta velocidad en decúbito supino para posteriorización de la glenohumeral y decoaptación del espacio subacromial (**Figura 22**). Luego, el sujeto debía realizar un programa que incluía un circuito de 10 ejercicios TSTP (**Figuras 23, 24,25**), indicándole el número de repeticiones, series con gomas elásticas (1/4 de pulgada de grosor y pesas tipo mancuernas de 3 lbs = 1.3 kg. a 5 lb= 2.2 kg.) para rotadores externos y escapulares (**ANEXO V**), El sujeto concluía con un protocolo de estiramientos seriado, tipo auto estiramiento, en posición del durmiente sleeper position (**Figura 27**).



Figura 21. Aplicación del estiramiento tipo sleeper's position inicial al BD- brazo dominante lanzador tipo 1 y 2. Posterior a la técnica de intervención PSP o CI.



Figura 22. Aplicación de TMO tipo empuje trust de alta velocidad en decúbito supino para posteriorización glenohumeral y decoaptación del espacio subacromial trust de sentido antero-posterior - inferiorización de la GH al espacio subacromial aplicada al brazo dominante lanzador.



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 23. (a, b, c y d). Ejercicios escapulares, modelo TSTP- thrower shoulder teen program de ejercicios escapulares para posiciones en V, L 90° al cuerpo, I, y L 90° de ABD. Protocolo TSTP para escapulares rotadores de hombro.



(a)



(b)



(c)



(d)

Figura 24 (a, b, c, d). (a) ejercicio en posición T escapular ligas, (b) ejercicio en L 90° a RE-rotación externa ligas, (c) ejercicio en 90° L en RI- rotación interna ligas y (d) ejercicio en L 90° a RE en decúbito prono de camilla con pesas Protocolo TSTP de ejercicios rotadores externos e internos.



Figura 25. Ejercicios escapulares en camilla decúbito prono con pesas posición I y V empty can.

4.4.2 Intervención del grupo técnica manual de compresión isquémica CI – estiramientos y ejercicios.

Los sujetos que conforman el grupo de tratamiento convencional les fue aplicado la técnica manual terapéutica de CI sobre el PGM, encontrado en el redondo menor del brazo dominante. La CI se aplicó al sujeto en posición decúbito prono en camilla, estando el brazo dominante en abducción de 60° y rotación neutra. La técnica de compresión aplicada fue compresión digital vertical con el pulgar (contacto principal al nódulo) del PGM y el dedo índice y medio como contra apoyo, con el resto de los dedos (**Figura 26**).



Figura 26. Técnica de aplicación a la CI en el brazo dominante lanzador.

La aplicación de la técnica de CI se mantiene de forma cronometrada por 90seg., incrementándose el grado de compresión de forma progresiva, siguiendo los parámetros establecidos por Fryer et al y los criterios aplicados en otros estudios experimentales (Simmons et al 1999, Fryer et al 2005, Hugh et al 2008, Fernández-de-las-Penas et al 2006, Montañez et al 2009, Segura et al 2010, Montañez et al 2011).

Siguiendo un orden secuencial cronometrado, una vez colocado el paciente en posición y el intervisor ubicado al PGM del redondo menor, se inicia el control del tiempo en las siguientes fases como sigue:

- a. El sujeto intervisor inicia la compresión ascendentemente y progresiva, insistiendo al paciente notificar el momento de sensación de molestia (no dolor);
- b. Al presentarse la sensación de molestia por el sujeto intervenido, se mantiene la presión alcanzada hasta que este notifique la disminución y desaparición de ésta;

- c. Se inicia la compresión de desde el nivel mantenido, incrementando ésta hasta que aparezca la sensación de molestia nuevamente;
- d. Se reinicia el ciclo en el mismo orden hasta el término de cronometrar 90 seg. por sesión de CI, dando ésta por culminada.

Posteriormente el sujeto intervenido es sometido a similar orden de procedimiento a técnica manual de estiramiento analítico al redondo menor del grupo 1 *técnica sleeper stretching* 1-2, para ser guiado a similar ciclo de ejercicios TSTP en frecuencia, número de repeticiones y evolución de carga a músculos del manguito rotador y escapulares, finalizando con similar técnica de autoestiramiento tipo *sleeper position* 3-4-5-6 (**Figura 27**).



Figura 27 (a, b, c, d). Auto stretching sleeper position a 90° , por encima de 120° y por debajo límite a 45° tipo 3-4-5-6 (a, b, c). d) stretching a $90^\circ/90^\circ$, con bloqueo sub-escapular en el hombro lanzador.

4.5. Metodología

El primer paso, en el orden metodológico, fue la captación de forma voluntaria de los posibles candidatos al estudio. Este proceso se inició con un conjunto de charlas educativas en base a los objetivos del estudio, la descripción de la patología GIRD, su influencia y la descripción breve de la intención (**Figura 28**). Estas charlas fueron realizadas dentro de las actividades del Complejo deportivo de Empresas polar dirigidas a las diversas academias de béisbol menor y de formación pre-profesional que hacen vida dentro de esta institución y en la región del Edo. Aragua con asistencia obligatoria de jugadores, técnicos deportivos, entrenadores y familiares de los deportistas. De estas charlas se creó un directorio de datos de ubicación, para los futuros grupos de investigación que aceptasen la invitación telefónica a una evaluación médico-fisioterapéutica inicial a fin de evaluar, según los criterios establecidos para el estudio. A los posibles candidatos se les comunicó, previa llamada y envíos de e-mail, el cronograma para la evaluación médico-fisioterapéutica inicial en horario de mañana (8:00 am), en las instalaciones de dicho complejo deportivo. El horario fue establecido a primera hora a fin de evitar alguna sobrecarga por entrenamiento previo al examen físico, se les indicó a los asistentes no ingerir ningún analgésico 24 horas antes de la cita de valoración.



(a)

(b)

Figura 28 (a y b). Fotos de las charlas informativas-educativas del efecto GIRD en el hombro lanzador y de información del programa investigativo doctoral. Áreas de charlas y talleres en el Complejo Deportivo de Empresas Polar – San Joaquín, Edo. Carabobo – Venezuela.

Pasos evaluativos metodológicos comunes a ambos grupos de forma inicial.

- 1) Todos los candidatos fueron invitados a responder una encuesta inicial con sus datos, a fin de responder a una serie de preguntas de comprobación a los criterios

de inclusión del estudio y dar por iniciado el proceso de registro y evaluación. Tras registrar datos personales (nombre, teléfono, email, etc.), se asignó a cada uno de ellos un número código de identificación, para asegurar su anonimato, según la reglamentación española para la protección de datos de carácter personal (Ley Orgánica 15 /1999 del 13 de diciembre de protección de datos de carácter personal). El listado enumerado fue utilizado para la distribución aleatoria de los grupos finales, a través de una lista de 40 números, obtenida en la página web www.randomnumbers.info. Todos los sujetos de investigación dieron su conformidad de forma escrita a participar como voluntarios en el estudio, siendo ésta firmada por sus representantes, en los casos de ser menores de edad; **VER ANEXO I**. El sujeto que correspondiera al primer número de este listado conformaría el grupo 1, el subsiguiente el grupo 2, hasta conformar dos grupos de 20 sujetos.

- 2) Los participantes que cumplieron con los criterios de inclusión, pasaron a una evaluación médico-fisioterapéutica de triaje al hombro lanzador del BD y BND a fin de la comprobación clínica de los criterios de inclusión al GIRD, goniometría inicial clínica por inclinómetro para la RI, RE, IE, test ortopédico, disquinesia y evaluación miofascial al PGM. (presencia - zona y tipo de PGM), sus comparativas de ambos brazos para el movimiento articular (GIRD y total amplitud del rango articular al brazo dominante) sintomático en ambos grupos de participantes. Una vez diagnosticados por el Traumatólogo Ortopeda Deportivo, se les preguntó si querían participar del estudio, se procedió a la firma del consentimiento informado. Luego, se les entregó un cronograma de las actividades de la intervención, de evaluación pre/post iniciales y secundarias para el período de estudio, citándolos para la primera evaluación de campo de test de velocidad un día antes del inicio de la intervención terapéutica. Se informó que no debían tomar analgésicos en las 24 horas antes del inicio, ni durante la intervención. Se asignaron números identificativos a los sujetos del estudio.
- 3) Los sujetos ya incluidos en la evaluación de ambos grupos fueron citados, al lugar en cuestión a las 8:00 am, un día antes del inicio de las intervenciones terapéuticas para la realización de los test de velocidad del brazo. Previo a dicha actividad, durante 25 minutos, se llevó a cabo un acondicionamiento neuro-muscular general para ambos grupos por separado. Luego, se comenzó con el calentamiento del

brazo lanzador del G1 y G2, basado en: 30 lanzamientos, contabilizados por distancias progresivas de 45 ft (10), 60 ft (10) y 90 ft (10), para ser ejecutados en un tiempo máximo de 10 min. Una vez concluido este calentamiento, se inició con los sujetos pitchers la realización de los tests, colocándose en la distancia oficial de montículo de lanzamiento del campo, un sujeto receptor ajeno a la investigación, recibió los lanzamientos en la zona de receptoría (home plate), una malla protectora (para evitar contacto con el evaluador y la pistola radar) se colocó posterior al receptor, entre éste y el sujeto operario de la pistola radar Stalker Sport II. Dicha pistola estaba en modo automático de béisbol y fijada en un trípode, colocada de forma lineal al sujeto lanzador. Al sujeto evaluado se le pedía lanzar de la forma normal y en posición cómoda a su mecánica de lanzamiento, usando sólo el tipo de lanzamiento de recta o fast ball. Una vez iniciado este test, el sujeto evaluador activó el modo ball de la pistola radar (configuración de registro automático) y el cronómetro de inició de la prueba, marcando -a su vez- el contador por lanzamiento realizado. Terminado el lanzamiento, el evaluador registró la velocidad en mph obtenida del lanzamiento. El número de lanzamientos registrados fueron de 15 en un período no mayor de 8 min. por test.

- 4) Posterior e igualmente, los jugadores de posición fueron llamados, según listado aleatorio inicial, para ser ubicados en una distancia de 90 ft en posición frontal al receptor. A la señal de inicio, comenzó un período de 5 min. de un máximo de 12 lanzamientos cronometrados, en el que previamente se le indicó hacer el mayor esfuerzo posible. El evaluador fue colocado bajo las mismas características: detrás del receptor y con un screen protector, usando el mismo sistema automático de registro, tomando la medida de velocidad obtenida en mph. Igualmente, el sujeto no fue indicado a cambiar su mecánica de lanzamiento.

En ambos tipos de lanzadores (de posición y pitcher) de ambos grupos, una vez registrados los valores de velocidad, se registró una variable de velocidad UVM de los valores repetidos durante el lanzamiento secuencial y a su vez el índice más alto de velocidad posible alcanzado por el sujeto K (constante de velocidad). Esta prueba fue aplicada en tres momentos, previa al inicio del estudio, al cabo de dos semanas y al final de las 4 semanas.

Pasos metodológicos propios y diferenciados para cada grupo de sujetos en estudio.

El día de inicio del procedimiento interventor, el orden de asistencia al estudio no fue el mismo del orden a consulta de triaje por el especialista traumatólogo. Completada la hoja de registro y determinada la velocidad inicial de lanzamiento en ambos grupos, se aplicó el siguiente orden metodológico:

- 1) Una vez iniciado el estudio, los sujetos de ambos grupos son convidados a pasar de forma progresiva aleatoria a la sala de instrumentación e intervención. El investigador responsable revisó el número de asignación e intervención, el grupo del sujeto evaluado y determinó el tipo de intervención que le correspondía, los evaluadores pre/post desconocían el orden del listado de asignación al grupo y en el momento de iniciar las intervenciones abandonaban la sala para mantener el ciego. Se pedía al sujeto de estudio, según su grupo, que se quitara la camisa para dejar al descubierto ambos hombros y tomar posición en la camilla inicialmente en decúbito supino en la medición de los rangos articulares de RI y RE activa del BD, así como la comprobación con el BND de valores de rotación interna y TARM para determinar sus déficits iniciales referenciales a los cuadros clínicos de deficiencia (índices de GIRD y TARMD).
 - a) Se evaluaba al sujeto tendido decúbito supino y posición de 90°/90° del brazo dominante (flexión de codo abducción de hombro). Un investigador asistente fijaba el proceso coracoides en sentido ántero-posterior, a fin de evitar compensaciones de elevación de la glenohumeral involucrada. Otro evaluador, activaba el encendido del inclinómetro a posición cero (previo a técnica de calibración indicado por el modelo), el investigador evaluador iniciaba la medición de la RI activa. Con el inclinómetro activo sobre el área radial del antebrazo indicaba al sujeto evaluado iniciar el movimiento de la RI, hasta el rango mayor posible, este presionaba la tecla hold (sostener) y registraba el valor de la RI activa alcanzado. Seguía un procedimiento similar con colocación del inclinómetro en el borde cubital al BD del sujeto evaluado, se repetía de forma activa a la RE. La evaluación e igual procedimiento se repitió sólo de forma activa al BND para el cálculo de la TARM inicial contralateral. Tan solo la medición del BD se repitió cada 2 semanas de forma pre y post a la intervención durante 4 semanas.

- b) Determinados los rangos articulares del brazo dominante lanzador y el no dominante del sujeto, se inició la medición de la IE. Se indicó al sujeto que se colocara en posición sedente con ambos brazos en la cadera (45° grados de abducción inicial, tomado como cero), el evaluador se colocaba posterior al sujeto, colocando el inclinómetro (modificado con extensiones de madera) digitalmente a cero, posicionándolo sobre el proceso óseo de la espina acromial del BD; se pedía al sujeto evaluado una abducción activa de su hombro lanzador hasta la posición de 90°. Una marca horizontal se estableció con el operador asistente a fin de no exceder las medidas de la IE más allá de los 90°. Se señalaba al sujeto que corrigiera posibles compensaciones presentes en desviación de la columna. En el momento de alcanzar los 90°, el evaluador presionaba el botón “Hold” (sostener) para registrar el valor de la IE alcanzado. La IE al brazo dominante era determinada como una sola medida no repetida aplicada sólo cada 2 semanas, durante los tres momentos de la investigación para observar su avance.
- c) Finalizado el proceso de evaluación articular, se inició la evaluación observacional de la FM (fuerza muscular) al brazo dominante para la RI, donde al sujeto se le ubica en posición decúbito prono con la cabeza ladeada al lado de la prueba, el brazo al borde de la camilla en 90°, colocando una toalla enrollada debajo de la porción distal del BD, en pliegue de flexión del codo. El antebrazo colgaba de forma vertical en el borde de la mesa. El evaluador, al lado del brazo dominante, colocaba la mano distal en la zona ventral-distal se situaba del antebrazo, mientras ejercía una fuerza en sentido de la RE, con la otra mano realizaba un contrapeso estabilizador del codo. Se le solicitó la RI máxima al sujeto (hacia atrás y hacia arriba) indicándole que mantuviera la posición de forma firme. El evaluador determinaba la gradación del valor, grado 3= *regular* (ejecuta el movimiento, pero no lo mantiene contra resistencia manual), grado 4= *bien* (ejecuta el movimiento, pero se aprecia una sensación de decaída a máxima resistencia) y grado 5= *normal* (ejecuta el movimiento completo frente a resistencia máxima). El sentido contrario en igual posicionamiento del hombro, se aplicó a la FM de RE del brazo dominante. Dichas pruebas fueron aplicadas, al brazo dominante lanzador de ambos grupos, de forma inicial, intermedia (a las dos semanas) y final (tras 4 semanas).

- 2) Posteriormente, el mismo sujeto fue sometido a la evaluación del UDP al PGM en la zona posterior de los músculos rotadores externos -en nuestro caso- sobre el redondo menor clínicamente pre-determinado y reubicado. El sujeto se colocaba en posición decúbito prono con el hombro en abducción de 60°; el sujeto evaluador ubicaba el PGM delimitando la banda tensa y el nódulo, marcaba la zona correspondiente a este con un rotulador dérmico, ejerciendo una presión de 2,5 kg. sobre el PGM con el algómetro de presión para medir la UDP. Se les solicitó que señalasen la escala EVA del tipo de dolor percibido así como la presencia y zona de dolor referido. Esta última descripción no fue registrada con fines estadísticos, el procedimiento de UDP se repetía con un intervalo de descanso de 30-60 seg. para la toma de tres medidas y determinar así la media para el análisis estadístico.
- 3) Seguidamente, se invitó al operador evaluador a abandonar la sala, se aplicaron las técnicas de intervención que correspondan al sujeto, al finalizar esta, se le invitó al operador evaluador a entrar de nuevo.
- 4) A los 10 minutos de finalizada la intervención, se comenzaba con las mediciones post-intervención, registrando de nuevo los valores de UDP y EVA bajo los mismos parámetros, indicando al sujeto determinar una marca en la regla de registro en relación al dolor actual percibido. Igualmente, fueron re-evaluadas la rotación interna y externa activa, para la TARM del brazo dominante y la observación de la TARMND.

4.6. Análisis estadístico

Obtenidos todos los registros, éstos se introdujeron en el paquete estadístico versión Statistics SPSS 19[©] (IBM-SPSS Corporation[©] - USA). Se emplearon técnicas paramétricas, previa comprobación del supuesto de normalidad de la muestra, homogeneidad de las varianzas e independencia de los datos, para cada una de las variables dependientes.

El análisis estadístico de los resultados se realiza tras aplicar un ANOVA MIXTO, comprobando la existencia o no de diferencias significativas entre las medias de las poblaciones de donde provienen los datos de las variables pre-intervención para los dos grupos.

Para confirmar si los registros post intervención eran significativos, con relación a los observados pre intervención para cada grupo, se realizó el T test para muestras pareadas.

Para el comportamiento del GIRD definido por el comportamiento de los valores de rotación interna y externa activas y total de amplitud de rango de movimiento activo y su comparación con el rango articular total del BND, la explicación del modelo estadístico tuvo lugar con el método aplicado como un factor a dos niveles y la semana como un factor de tres niveles. Según el modelo, para cada una de las variables es:

Variable: Media Global + Método + Semana + Método x Semana + Semana x Momento + Error Aleatorio.

Dónde:

Variable- es una de las seis variables dependientes (GIRD, EVA, UDP, K, UMV y IE);

Media Global- es el promedio global de las variables de estudio;

Método- Representa a los dos factores o protocolos de estudios denotados como:

Método 1 = Protocolo no convencional de punción seca asociada a la técnica osteopática de corrección glenohumeral;

Método 2 = protocolo fisioterapéutico convencional asociada a la CI;

Momento- son el pre y el post-evaluaciones al tratamiento por grupo;

Semana- es el factor tiempo de dos semanas, expresado en tres semanas: semana 1 (semana inicial), semana 2 (semana intermedia) y semana 3 (semana final);

Error aleatorio- es el componente aleatorio del error del modelo de cada una de las variables de estudio.

Debió determinarse si el modelo tiene interacción o simplemente es un modelo de efectos principales. También, fue necesario revisar los supuestos para un modelo de este tipo. Por la distribución no normal de los datos, salvo en la variable GIRD que sí presentaba distribución normal, en esta se aplicó pruebas paramétricas como la prueba *T para muestras independientes* y pruebas no paramétricas *test U Mann Whitney* para el resto de las variables, corroborando así la igualdad de varianza.

Para finalizar, las comparaciones de los resultados obtenidos a nivel de las variables que coinciden entre ambos grupos (GIRD, UDP y EVA-UMV, K y IE), al ser intervenida

con las dos técnicas terapéuticas, fueron comprobadas con *prueba F* para muestras independientes y así determinar cuál de las modalidades resulta más eficaz en el tratamiento del PGM, mejoría o corrección del GIRD y su efecto en la velocidad.

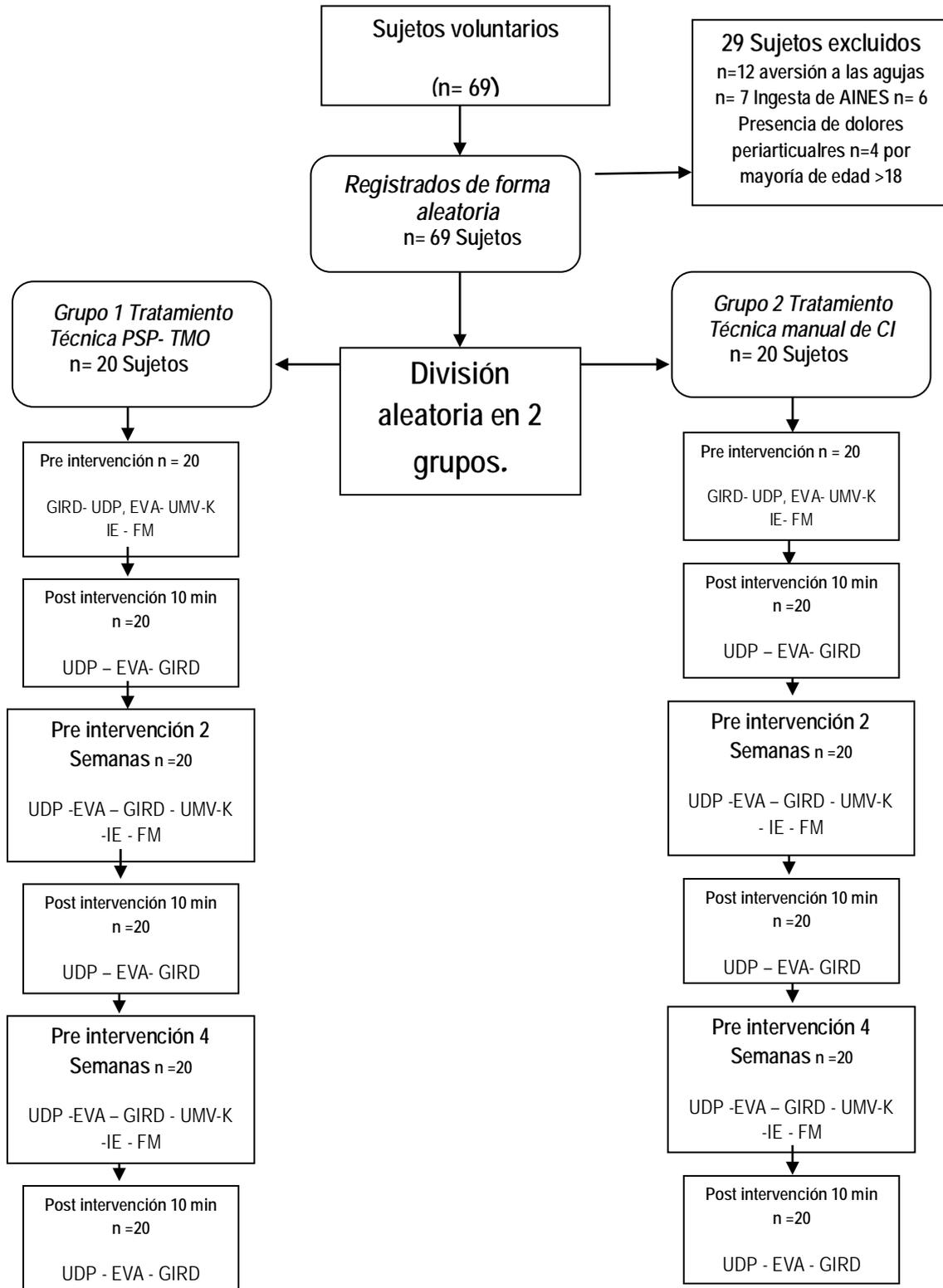
Al análisis estadístico se le asignó un nivel de confianza del 95%, considerando significativos a aquellos resultados, cuyo valor era de $p < 05$. Los datos obtenidos luego de calcular las diferenciales de pre vs. post-intervención, fueron revelados en valores absolutos, independientemente de su resultante valor positivo o negativo.

Resultados

5. RESULTADOS

5.1. Datos descriptivos de la muestra.

Tabla 2. Diagrama de flujo de los sujetos investigados.



Para el estudio se logró la convocatoria de 69 participantes del sexo masculino, entre las categorías junior 2^{da} edad (13 a 14 años) y juvenil (15 a 18 años), siguiendo una enumeración ordenada del 1 al 69: De éstos, 29 fueron excluidos por no cumplir con los criterios de inclusión de la presente investigación. Los $n= 40$ sujetos restantes fueron distribuidos de forma aleatoria en 2 grupos (ver **tabla 2**- diagrama de flujo). Los participantes del estudio fueron diferenciados, según la posición de juego en el campo: 27 lanzadores o pitchers (23 diestros y 4 zurdos: 67.5%) y otros 13 jugadores de posición (10 jugadores del campo interno o infielders, 2 receptores o cátcher y 1 de campo externo u outfielders: 32.5%). La media de edad global fue de 15.5 ± 0.8 años. La **tabla 3** contiene las características de los grupos en estudio. Los sujetos del estudio fueron divididos en dos grupos: un primer grupo de tratamiento no convencional invasivo PSP-TMO y el grupo de tratamiento convencional no invasivo CI.

De los 69 citados para el estudio, 12 fueron excluidos por presentar aversión a las agujas, 7 por haber ingerido AINES durante el periodo previo al examen, 6 por haber registrado dolores periarticulares en hombro al momento de la evaluación y 4 sujetos por ser mayores de 18 años de edad.

Tabla 3. Datos característicos de los grupos sujetos a estudio.

GRUPOS	N SUJETOS	BRAZO Dominante	POSICION N	FUERZA MUSCULAR	Disfunción Osteopática	PGM ACTIVOS	PGM LATENTES	Edad (media \pm sd) Años
PSP -TMO Punción seca Tec manual osteopática	n= 20	DER = 18 IZQ = 2 %	IF= 3 OF= 0 CAT= 2 LANZ= 15	14 sujetos grado 4 70% 6 sujetos grado 5 30%	14 Sujetos 70% no adaptado 6 sujetos 30% si adaptado	13	7	15.6 \pm 0.9
CI Compresión isquémica	n= 20	DER = 18 IZQ = 2 %	IF= 7 OF= 1 CAT= 0 LANZ= 12	13 sujetos grado 4 65% 7 sujetos grado 5 35%	13 Sujetos 65% no adaptado 7 sujetos 35% si adaptado	16	4	15.4 \pm 0.8

CAT- jugador cátcher o receptor, CI- compresión isquémica, DER- derecho, IF- jugador del infield, IZQ- izquierdo, LANZ- jugador lanzador, N- sujetos, OF- jugador del outfielder, PGM- punto gatillo miofascial, PSP- punción seca profunda, TMO- técnica manual osteopática.

Por otro lado, se puede observar que la **tabla 4** contiene los datos descriptivos para ambos grupos, según las variables analizadas.

Tabla 4. Datos estadísticos descriptivos por grupos y totales de las variables analizadas.

GRUPOS DE INTERVENCIÓN	DATOS	GIRD	UDP	EVA	K	UMV	IE
		(°)	Kg /cm ²	(mm)	(mph)	(mph)	(°)
PSP – TMO	Media	36.5	3.1	80.5	75.2	76.9	20.8
	DS	9.7	0.9	9.3	5.9	5.7	7.0
	N=20						
CI	Media	41.5	3.1	81.0	73.7	76.8	17.5
	DS	7.3	1.0	9.1	5.1	4.9	7.5
	N=20				20		
TOTALES	Media	46.2	6.2	81.5	148.9	75.4	38.3
	DS	17	1.9	18.4	10.1	10.6	14.5
	N=40						

CI- compresión isquémica, DS- desviación standart, EVA- escala visual análoga, GIRD- glenohumeral internal rotación déficit, IE- Inclinación escapular, K- constante máxima de velocidad, N- sujetos, PSP- punción seca, TMO- técnica manual osteopática, UDP- umbral de dolor a la presión, UMV- Unidad máxima de velocidad.

Para corroborar que los grupos eran similares, al inicio de la intervención se compararon los datos de los dos grupos de intervención, con pruebas paramétricas o no paramétricas, según la distribución de los datos, tal y como lo muestra la **Tabla 5**.

Tabla 5. Prueba T y prueba test U Mann Whitney sobre la homogeneidad de las varianzas.

VARIABLES	GRUPO	MEDIA –SD	P
GIRD (°)	PSP-TMO	36.5 ± 9.7	0.075 ^a
	CI	41.5 ± 7.3	
UDP (kgs/cm ²)	PSP-TMO	3.1 ± 0.9	0.978
	CI	3.1 ± 1.0	
EVA (mm)	PSP-TMO	80.5 ± 9.9	0.828
	CI	81.0 ± 9.1	
K (mph)	PSP-TMO	75.2 ± 5.9	0.377
	CI	73.7 ± 5.1	
UMV (mph)	PSP-TMO	76.9 ± 5.7	0.272
	CI	75.4 ± 4.9	
IE (°)	PSP-TMO	20.8 ± 7.0	0.140
	CI	17.5 ± 7.5	

EVA- escala visual análoga, GIRD- glenohumeral internal rotation déficit, IE- inclinación escapular, K- velocidad constante, SD- standart deviation, UDP- umbral de dolor a la presión, UMV- unidad máxima de velocidad. $p = > 0.05$.

Se destaca que todas las comparaciones fueron calculadas con el test U Mann Whitney por la distribución no normal de los datos, salvo en la variable GIRD que sí presentaba distribución normal, la cual se calculó con una prueba T para muestras independientes. En

este sentido, **la tabla 5** muestra que no había diferencias entre los grupos en las variables del estudio al inicio ($p > 0.05$).

5.2 Resultados experimentales ANOVA Mixto. Comparación Punción Seca y Terapia Manual Osteopática frente a Compresión Isquémica.

Tabla 6. Pruebas de los efectos inter-sujetos para la ANOVA mixta en ambos grupos.

VARIABLE	GRUPO	MEDIA \pm Desviación Standard			ANÁLISIS DE VARIANZA (Factor Tiempo) P- Valor	ANÁLISIS DE VARIANZA (Tiempo x Grupo) P- Valor	Efecto Medida Grupo x Tiempo
		PRE Inicial	2 Semanas	Post 4 Semanas			
GIRD (°)	PSP-TMO	36.5 \pm 9.7 41.5 \pm 7.3	18.0 \pm 8.2 19.0 \pm 4.8	7.4 \pm 5.7 11.3 \pm 6.0	F= 174.073	F= 1.845 $p = 0.172$	0.904 0.091
	CI				$p < 0.001$		
UDP (Kg/cm ²)	PSP-TMO	3.1 \pm 0.9 3.1 \pm 1.0	6.4 \pm 0.8 5.8 \pm 0.7	7.6 \pm 1.4 6.7 \pm 1.4	F= 151.883	F= 1.412 $p = 0.257$	0.891 0.071
	CI				$p < 0.001$		
EVA (mm)	PSP-TMO	80.5 \pm 9.9 81.0 \pm 9.1	67.0 \pm 10.8 77.0 \pm 6.5	47.5 \pm 10.6 68.5 \pm 9.3	F= 83.621	F= 16.921 $p < 0.001$	0.819 0.478
	CI				$p < 0.001$		
K (mph)	PSP-TMO	75.25 \pm 5.9 73.7 \pm 5.1	78.6 \pm 4.8 75.5 \pm 5.4	79.2 \pm 4.8 76.2 \pm 5.0	F= 11.734	F= 0.775 $p = 0.468$	0.388 0.040
	CI				$p < 0.001$		
UMV (mph)	PSP-TMO	76.9 \pm 5.7 75.4 \pm 4.9	80.4 \pm 5.0 77.1 \pm 5.3	80.9 \pm 4.9 78.0 \pm 5.3	F= 12.104	F= 0.885 $p = 0.421$	0.396 0.046
	CI				$p < 0.001$		
IE (°)	PSP-TMO	20.8 \pm 7.0 17.5 \pm 7.5	22.9 \pm 7.2 28.0 \pm 8.0	31.5 \pm 8.2 30.2 \pm 9.0	F= 22.591	F= 8.102 $p = 0.001$	0.550 0.305
	CI				$p < 0.001$		

EVA- escala visual análoga, **GIRD-** glenohumeral internal rotation déficit, **IE-** inclinación escapular, **K-** velocidad constante, **UDP-** umbral de dolor a la presión, **UMV-** unidad máxima de velocidad **P-** índice de significatividad, Valor significativo $p = < 0.05$.

Respecto al GIRD, según los resultados obtenidos en el ANOVA mixto, hay diferencias significativas entre los grupos ($F= 4.081$; $p=0.05$), independientemente del tiempo.

Los resultados del GIRD (**Tabla 6**) muestran una significación estadística en el efecto principal del factor tiempo ($p<0.001$; tamaño del efecto 0.904). El análisis de los resultados dentro de cada grupo muestra una mejora significativa en el GIRD tras la intervención y en cada comparativa de los momentos de tiempo (inicial respecto a 2 semanas, 2 respecto a 4 semanas e inicial respecto a 4 semanas) en ambos grupos (media \pm desviación estándar, PSP-TMO de 36.5 ± 9.7 ° inicial a 7.4 ± 5.7 ° tras 4 semanas; CI de 41.5 ± 7.3 a 11.3 ± 6.0 ° tras 4 semanas) (**Figura 29**), (**Tabla 7**). No se observa significación estadística en el efecto principal de la interacción de los factores grupo y tiempo ($p=0.172$) (**Tabla 6**).

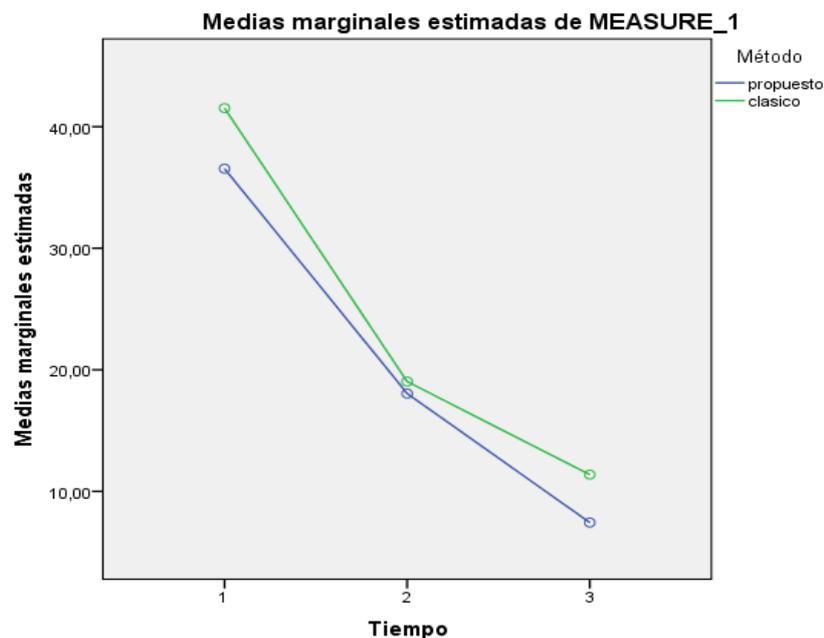


Figura 29. Gráfica del comportamiento del grupo de tratamiento clásico para CI, inclinometría por grupo para el GIRD, grupo tratamiento propuesto PSP-TMO.

1- Valoración inicial; 2- Valoración a 2 semanas de tratamiento; 3- Valoración a 4 semanas de tratamiento.

En referencia al UDP, según los resultados obtenidos en el ANOVA mixto, hay diferencias significativas entre los grupos ($F= 5.595$; $p=0.023$), independientemente del tiempo.

Los resultados del UDP (**Tabla 6**) muestran una significación estadística en el efecto principal del factor tiempo ($p<0.001$; tamaño del efecto 0.891). El análisis de los resultados dentro de cada grupo, muestra una mejora significativa en el UDP tras la intervención en ambos grupos (media \pm desviación estándar, PSP-TMO de 3.1 ± 0.9 inicial a 7.6 ± 1.4 kg/cm² tras 4 semanas; CI de 3.1 ± 1.0 inicial a 6.7 ± 1.4 kg/cm² tras 4 semanas) (**Figura 30**). Mientras que el grupo PSP-TMO mostró diferencias significativas en cada comparativa de los momentos de tiempo (inicial respecto a 2 semanas, 2 respecto a 4 semanas e inicial respecto a 4 semanas), en el grupo CI no hubo una mejora significativa entre la medición de la segunda y la cuarta semana ($p= 0.053$) (**Tabla 7**). No se observa significación estadística en el efecto principal de la interacción de los factores grupo y tiempo ($p=0.257$) (**Tabla 6**).

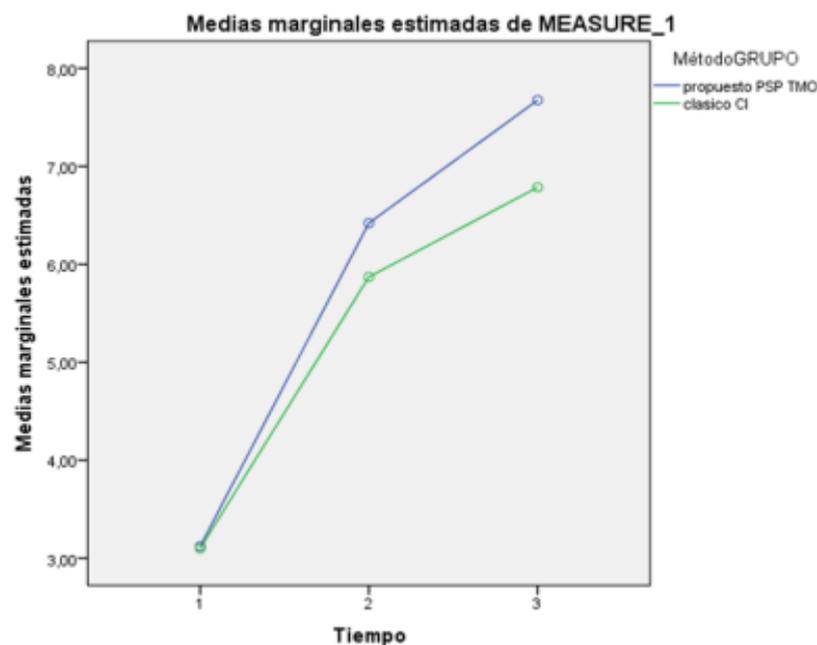


Figura 30. Gráfica del comportamiento de la variable UDP en evolución bi-semanal por grupo.

CI- compresión isquémica; PSP-TMO- punción seca profunda y técnica manual osteopática; UDP- umbral de dolor a la presión.

1- Valoración inicial; 2- Valoración tras 2 semanas de tratamiento; 3- Valoración tras 4 semanas de tratamiento

En los resultados de la EVA, de acuerdo con los resultados obtenidos en el ANOVA mixto, independientemente del tiempo, hay diferencias significativas entre los grupos ($F=37.130$; $p<0.001$).

Los resultados de la EVA (**Tabla 6**) muestran una significación estadística en el efecto principal del factor tiempo ($p<0.001$; tamaño del efecto 0.819). El análisis de los resultados dentro de cada grupo muestra una mejora significativa en la EVA tras la intervención en ambos grupos (media \pm desviación estándar, PSP-TMO de 80.5 ± 9.9 inicial a 47.5 ± 10.6 mm tras 4 semanas; CI de 81.0 ± 9.1 inicial a 68.5 ± 9.3 mm tras 4 semanas) (**Figura 31**). Mientras que el grupo PSP-TMO mostró diferencias significativas en cada comparativa de los momentos de tiempo (inicial respecto a 2 semanas, 2 respecto a 4 semanas e inicial respecto a 4 semanas), en el grupo CI no hubo una mejora significativa entre la medición inicial y la de la segunda semana ($p=0.670$) (**Tabla 7**). Para esta variable se observó significación estadística en el efecto principal de la interacción de los factores grupo y tiempo ($p<0.001$; tamaño del efecto 0.478) (**Tabla 6**).

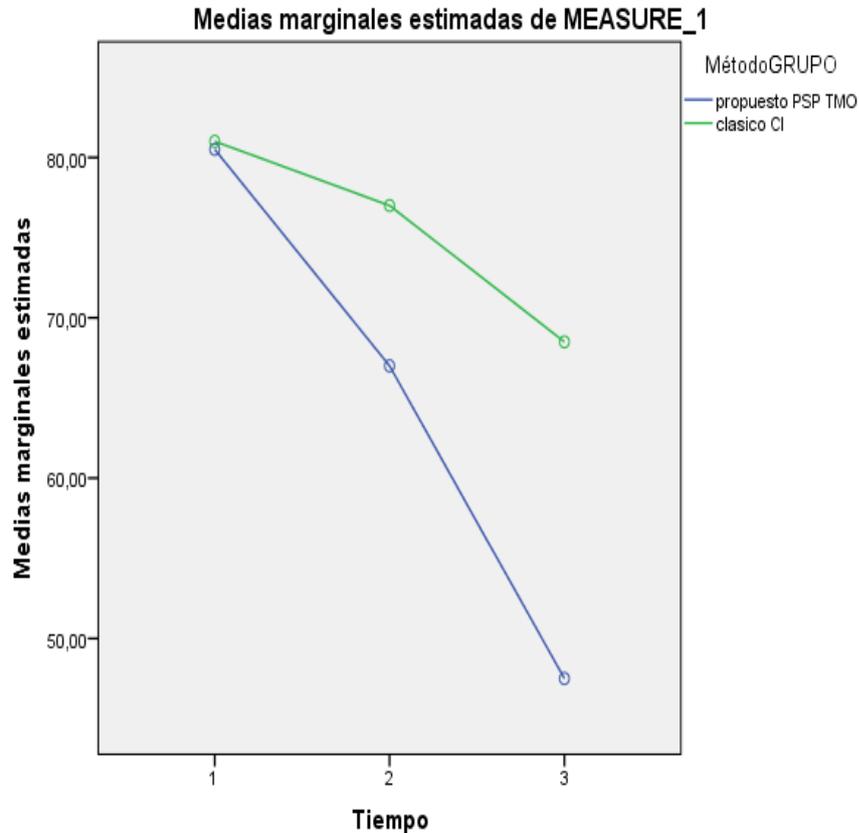


Figura 31. Gráfica del comportamiento de la variable EVA en evolución bi-semanal por grupo de tratamiento propuesto y grupo de tratamiento clásico.

CI- compresión isquémica, **EVA-** escala visual análoga, **PSP-TMO-** punción seca profunda y técnica manual osteopática.

1- Valoración inicial; **2-** Valoración a 2 semanas de tratamiento; **3-** Valoración a 4 semanas de tratamiento.

Tabla 7. Comparaciones de grupos por Pares- Grupo x Tiempo para variables.

GRUPOS	VARIABLES	(I) Semana	(J)Semana	Diferencias de medias (I-J)	Error Típico	Valor P Sig.	Intervalo de Confianza 95%	
							Limite Inf.	Limite Sup.
PSP-TMO	GIRD	Inicial	Intermedia	18.5*	2.1	0.00	13.1	23.8
			Final	29.1*	2.2	0.00	23.4	34.7
		Intermedia	Inicial	-18.5	2.1	0.00	-23.8	-13.1
			Final	10.6*	1.2	0.00	7.4	13.7
		Final	Inicial	-29.1*	2.5	0.00	-34.7	-23.4
			intermedia	-10.6*	1.2	0.00	-13.7	-7.4
	UDP	Inicial	Intermedia	-3.3*	0.2	0.00	-3.9	-2.6
			Final	-4.5*	0.4	0.00	-5.5	-3.5
		Intermedia	Inicial	3.3*	0.2	0.00	2.6	3.9
			Final	-1.2*	0.3	0.00	-2.1	-0.3
		Final	Inicial	4.5*	0.4	0.00	3.5	5.5
			intermedia	1.2*	0.3	0.00	0.3	2.1
EVA	Inicial	Intermedia	13.5*	3.2	0.00	5.4	21.5	
		Final	33.0*	2.4	0.00	26.8	39.1	
	Intermedia	Inicial	-13.5*	3.2	0.00	-21.5	-5.4	
		Final	19.5*	3,3	0.00	11.1	27.8	
	Final	Inicial	-33.0*	2.4	0.00	-39.1	-26.8	
		intermedia	-19.5*	3.3	0.00	-27.8	-11.1	
CI	GIRD	Inicial	Intermedia	22.5*	2.1	0.00	17.1	27.8
			Final	30.1*	2.5	0.00	24.5	35.7
		Intermedia	Inicial	-22.5*	2.1	0.00	-27.8	-17.1
			Final	7.6*	1.2	0.00	4.4	10.8
		Final	Inicial	-30.1*	2.2	0.00	-35.7	-24.5
			intermedia	-7.6*	1.2	0.00	-10.8	-4.5
	UDP	Inicial	Intermedia	-2.7*	0.2	0.00	-3.4	-2.0
			Final	-3.5*	0.4	0.00	-4.6	-2.6
		Intermedia	Inicial	2.7*	0.2	0.00	2.0	3.4
			Final	-0.9	0.3	0.053	-1.8	0.0
		Final	Inicial	3.6*	0.4	0.00	2.6	4.6
			intermedia	0.9	0.3	0.053	-0.0	1.8
EVA	Inicial	Intermedia	4.0	3.2	0.67	-4.0	12.0	
		Final	12.5*	2.4	0.00	6.3	18.6	
	Intermedia	Inicial	-4.0	3.2	0.67	-12.0	4.0	
		Final	8.5*	3.3	0.04	0.1	16.8	
	Final	Inicial	-12.5*	2.4	0.00	-18.6	-6.3	
		intermedia	-8.5*	3.3	0.04	-16.8	-0.1	

CI- compresión isquémica, **EVA-** escala visual análoga a la sensibilidad de presión, **GIRD-** glenohumeral internal rotation déficit, **PSP-TMO-** punción seca profunda y técnica manual osteopática, en ambos grupos*, **UDP-** umbral de dolor a la presión. Diferencia de medias- significativa al nivel $p \leq 0.05$.

Los resultados de la K, de acuerdo con los resultados obtenidos en el ANOVA mixto, muestran diferencias no significativas entre los grupos ($F= 2.878$; $p=0.098$), independientemente del tiempo.

Los resultados de la K (**Tabla 6**) muestran una significación estadística en el efecto principal del factor tiempo ($p<0.001$; tamaño del efecto 0.388). El análisis de los resultados dentro de cada grupo muestra una mejora significativa en la K tras la intervención en ambos grupos (media \pm desviación estándar, PSP-TMO de 75.3 ± 5.9 inicial a 79.2 ± 4.8 mph tras 4 semanas; CI de 73.7 ± 5.1 inicial a 76.2 ± 5.0 mph tras 4 semanas) (**Figura 32**). El mayor incremento de velocidad aparece en el grupo PSP-TMO, con valores de entre 3 y 4 mph en 2 semanas. Mientras que el grupo PSP-TMO no mostró diferencias significativas en la comparativa entre la semana 2 de tratamiento respecto a la 4, en el grupo CI no hubo una mejora significativa entre la medición inicial y la de la segunda semana ni entre la segunda y la cuarta semana (**Tabla 8**). Para esta variable no se observó significación estadística en el efecto principal de la interacción de los factores grupo y tiempo ($p=0.468$) (**Tabla 6**).

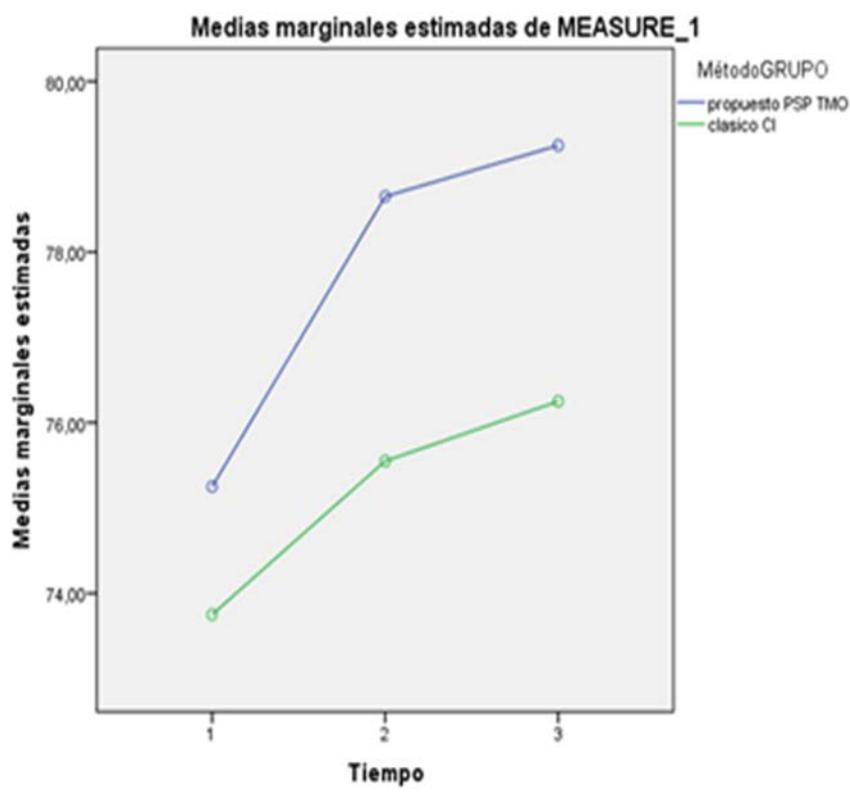


Figura 32. Gráfica del comportamiento de la variable K en evolución bi-semanal para grupo de tratamiento clásico variable y por grupo de tratamiento propuesto.

CI- compresión isquémica, K- velocidad constante al lanzamiento, PSP-TMO- punción seca-técnica manual osteopática.

1- Valoración inicial; 2- Valoración a 2 semanas de tratamiento; 3- Valoración a 4 semanas de tratamiento.

La UMV es la velocidad máxima alcanzada en una secuencia de lanzamientos. Los resultados de esta variable, de acuerdo con los resultados obtenidos en el ANOVA mixto, muestran diferencias no significativas entre los grupos ($F= 3.010$; $p=0.091$), independientemente del tiempo.

Los resultados de la UMV (**Tabla 6**) muestran una significación estadística en el efecto principal del factor tiempo ($p<0.001$; tamaño del efecto 0.396). El análisis de los resultados dentro de cada grupo muestra una mejora significativa en la UMV tras la intervención en ambos grupos (media \pm desviación estándar, PSP-TMO de 76.9 ± 5.7 inicial a 80.9 ± 4.9 mph tras 4 semanas; CI de 75.4 ± 4.9 inicial a 78.0 ± 5.3 mph tras 4 semanas). El método de PSP-TMO muestra un aumento mayor y más rápido de velocidad máxima UMV en la semana intermedia (3.5 mph, $p<0.001$), en relación al método de CI (1.7 mph, $p = 0.201$) (**Figura 33**). Al igual que con la variable K, mientras que el grupo PSP-TMO no mostró diferencias significativas en la comparativa entre la semana 2 de tratamiento respecto a la 4, en el grupo CI no hubo una mejora significativa entre la medición inicial y la de la segunda semana ni entre la segunda y la cuarta semana (**Tabla 8**). Para esta variable no se observó significación estadística en el efecto principal de la interacción de los factores grupo y tiempo ($p=0.421$) (**Tabla 6**).

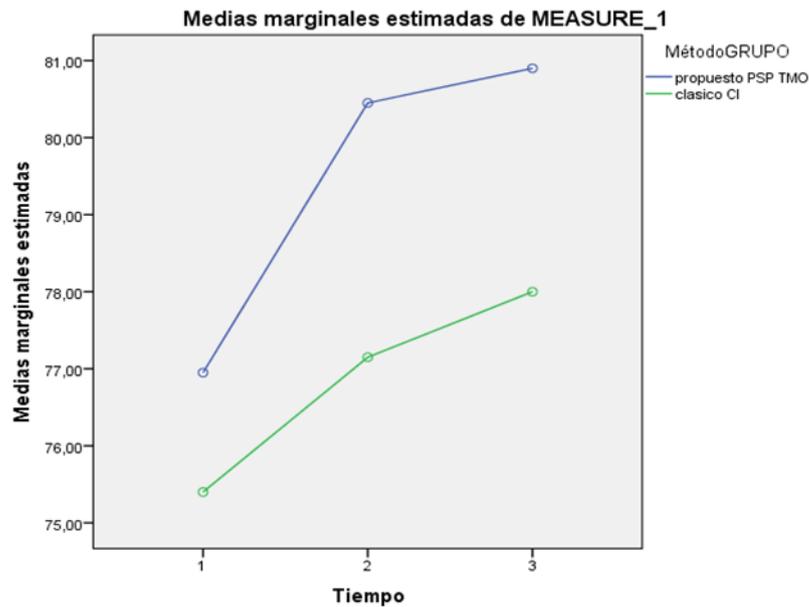


Figura 33. Gráfica del comportamiento de la variable UMV en evolución bi-semanal variable para grupo de tratamiento clásico y por grupo de tratamiento propuesto.

CI- compresión isquémica, PSP-TMO- punción seca-técnica manual osteopática, UMV- unidad máxima de velocidad del lanzamiento.

1- Valoración inicial; 2- Valoración a 2 semanas de tratamiento; 3- Valoración a 4 semanas de tratamiento.

La variable inclinación escapular (IE) describe el comportamiento de la rotación superior en grados para la abducción de 90° de la articulación glenohumeral. De acuerdo con los resultados obtenidos en el ANOVA mixto, no hay diferencias significativas entre los grupos ($F= 0.004$; $p=0.951$), independientemente del tiempo.

Los resultados de la IE (**Tabla 6**) muestran una significación estadística en el efecto principal del factor tiempo ($p<0.001$; tamaño del efecto 0.550). El análisis de los resultados dentro de cada grupo muestra una mejora significativa en la IE tras la intervención en ambos grupos (media \pm desviación estándar, PSP-TMO de 20.8 ± 7.0 inicial a 31.5 ± 8.2 mph tras 4 semanas; CI de 17.5 ± 7.5 inicial a 30.2 ± 9.0 mph tras 4 semanas). Mientras que el grupo PSP-TMO no mostró diferencias significativas en la comparativa entre la medición inicial y la de la semana 2 de tratamiento, en el grupo CI no hubo una mejora significativa entre la segunda y la cuarta semana de tratamiento (**Tabla 8**). Para esta variable se observó significación estadística en el efecto principal de la interacción de los factores grupo y tiempo ($p=0.001$; tamaño del efecto 0.305) (**Tabla 6**), mientras que en la medición tras 2 semanas de tratamiento el grupo CI aumentó la IE respecto al grupo PSP-TMO, al finalizar la intervención ambas se igualaron (**Figura 34**).

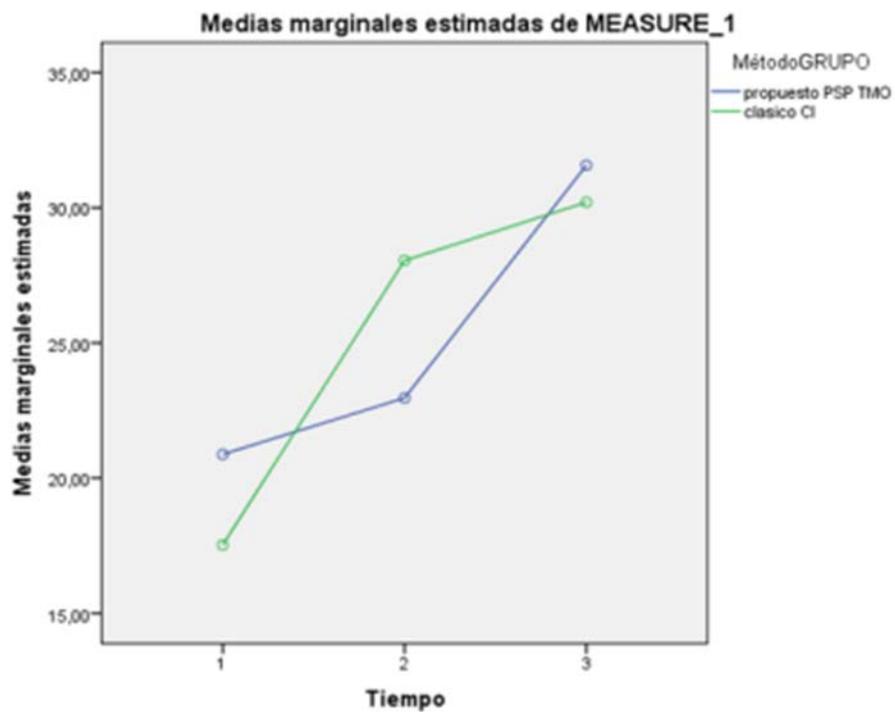


Figura 34. Gráfica del comportamiento de la variable IE en evolución bi-semanal para grupo de tratamiento clásico y grupo de tratamiento propuesto.

CI- compresión isquémica, IE- inclinación escapular, PSP-TMO- punción seca y técnica manual osteopática.

1- Valoración inicial; 2- Valoración a 2 semanas de tratamiento; 3- Valoración a 4 semanas de tratamiento.

Tabla 8. Comparaciones de grupos por pares, método x semanas para variables IE- inclinación escapular.

GRUPOS	VARIABLES	(I) Semana	(J) Semana	Diferencias de medias (I-J)	Error Típico	Valor P Sig.	Intervalo de Confianza 95%	
							Limite Inf.	Limite Sup.
PSP- TMO	K	Inicial	Intermedia	-3.4*	0.9	0.00	-5.7	-1.0
			Final	-4.0*	0.9	0.00	-6.3	-1.6
		Intermedia	Inicial	3.4*	0.9	0.00	1.0	5.7
			Final	-0.6	0.7	1.00	-2.4	1.2
		Final	Inicial	4.0*	0.9	0.00	1.6	6.3
			intermedia	0.6	0.7	1.00	-1.2	2.4
	UMV	Inicial	Intermedia	-3.5*	0.9	0.00	-5.8	-1.1
			Final	-3.9*	0.9	0.00	-6.3	-1.5
		Intermedia	Inicial	3.5*	0.9	0.00	1.1	5.8
			Final	-0.4	0.8	1.00	-2.4	1.5
		Final	Inicial	3.9*	0.9	0.00	1.5	6.3
			intermedia	0.4	0.8	1.00	-1.5	2.4
IE	Inicial	Intermedia	-2.0	1.9	0.84	-6.8	2.6	
		Final	-10.6*	2.4	0.00	-16.7	-4.5	
	Intermedia	Inicial	2.0	1.9	0.84	-2.6	6.8	
		Final	-8.6*	1.6	0.00	-12.6	-4.5	
	Final	Inicial	10.6*	2.4	0.00	4.5	16.7	
		intermedia	8.6*	1.6	0.00	4.5	12.6	
CI	K	Inicial	Intermedia	-1.8	0.9	0.19	-4.1	0.5
			Final	-2.5*	0.9	0.03	-4.8	-0.1
		Intermedia	Inicial	1.8	0.9	0.19	-0.5	4.1
			Final	-0.7	0.7	1.00	-2.5	1.1
		Final	Inicial	2.5*	0.9	0.03	0.1	4.8
			intermedia	0.7	0.7	1.00	-1.1	2.5
	UMV	Inicial	Intermedia	-1.7	0.9	0.20	-4.0	0.5
			Final	-2.6*	0.9	0.03	-5.0	-0.2
		Intermedia	Inicial	1.7	0.9	0.20	-0.5	4.0
			Final	-0.8	0.8	0.90	-2.8	1.1
		Final	Inicial	2.6*	0.9	0.03	0.2	5.0
			intermedia	0.8	0.8	0.09	-1.1	2.8
	IE	Inicial	Intermedia	-10.5*	1.9	0.00	-15.3	-5.7
			Final	-12.6*	2.4	0.00	-18.7	-6.5
		Intermedia	Inicial	10.5*	1.9	0.00	5.7	15.3
			Final	-2.1	1.6	0.58	-6.2	1.9
		Final	Inicial	12.6*	2.4	0.00	6.5	18.7
			intermedia	2.1	1.6	0.58	-1.9	6.2

CI- compresión isquémica, K- velocidad constante, PSP-TMO- punción seca y técnica manual osteopática, *UMV- unidad máxima de velocidad. La diferencia de medias es significativa $p \leq 0.05^*$.

Discusión

6. DISCUSION

Nuestro estudio tuvo como propósito estudiar el efecto de dos tratamientos fisioterapéuticos, catalogados como no convencional (punción y terapia manual osteopática PSP-TMO) y convencional (CI), en jugadores de Béisbol, sobre la alteración del déficit rotatorio interno GIRD en la articulación GH del hombro lanzador, sobre las alteraciones por contractura muscular en el redondo menor (umbral de dolor a la presión y dolor provocado), la velocidad de lanzamiento, y la inclinación escapular. En ambos protocolos de tratamiento, se añadieron protocolos idénticos de estiramiento correctivo analítico hacia la rotación interna, y ejercicios básicos para el reforzamiento del hombro.

Nuestros resultados muestran que, en todas las variables analizadas, ambos grupos mejoran con los tratamientos. En tres de las variables, GIRD, UDP y EVA, hay una diferencia significativa entre grupos a favor del grupo PSP-TMO. En el caso del dolor provocado tras la valoración del UDP medido mediante la EVA, hay diferencias en la interacción del grupo por tiempo, mostrando el grupo PSP-TMO una mejora en esta variable con el tiempo respecto al grupo CI. Además, la mejora en el dolor percibido es más rápida, ya que el grupo CI entre la valoración previa a la intervención y la valoración a las 2 semanas de tratamiento no mejora significativamente su dolor, aunque sí lo hace al finalizar el tratamiento. De forma similar, en las variables de velocidad, K y UMV, aunque la mejora es significativa para ambos grupos, en el caso del grupo CI no se aprecia un incremento significativo en la velocidad de lanzamiento a las dos semanas de tratamiento, y dicha mejora no aparece hasta la medición realizada tras 4 semanas de tratamiento. Estos resultados señalan que el tratamiento PSP-TMO produce efectos más rápidos tanto en el dolor provocado como en la velocidad de lanzamiento respecto al grupo CI.

Los sujetos de ambos grupos mejoraron de forma significativa el GIRD, tras la intervención y, aunque la interacción de los factores tiempo y grupo no mostró diferencias entre los grupos, sí hubo diferencias entre los grupos al final de la intervención, a favor del grupo PSP-TMO.

Diferentes estudios han mostrado mejoras en el GIRD en beisbolistas lanzadores, cuando se les aplicó tratamientos conservadores no invasivos (Kliber *et al* 2012). Nuestro estudio es el primero que destaca la presencia específica de PGM de músculos rotadores externos (redondo menor) en los lanzadores, y que añade el tratamiento de punción seca profunda sobre este PGM en este tipo de sujetos, relacionando la respuesta de corrección del déficit y del PGM con la posible variación de la velocidad en el lanzamiento. Hay estudios que coinciden con el nuestro, en el sentido de que la presencia de PGM en el redondo menor y la contractura o acortamiento post-esfuerzo de los músculos de la zona posterior escapular asociada, se correlaciona con la presencia aguda del GIRD y su predicción. El trabajo presentado por Cheng *et al*, donde estudian las diferencias en hipertonos musculares en sujetos con limitación en el rango de movimiento del hombro, sugiere la presencia elevada del tono muscular del músculo redondo menor en facciones de rango articular rotatorio que involucren disminución de la rotación interna. En este estudio en el grupo control, el trabajo se centró en el análisis del deltoides posterior, infraespinoso, redondo menor y redondo mayor. Los resultados mostraron una correlación significativa entre el hipertono de tres de estos músculos (deltoides, infraespinoso y *redondo menor*) y la disminución en la variación de la rotación interna. El músculo que mostró valores del 51% de influencia, en la disminución del rango de la rotación interna, fue el deltoides. En conclusión, los hallazgos indicaron que en la disminución del rango de movimiento hacia la rotación interna del hombro, es importante considerar al redondo menor entre los músculos clave en el tratamiento (Cheng *et al* 2010).

De forma similar, Hibberd *et al*, realizaron un trabajo con 154 beisbolistas, centrado en la alteración del GIRD en lanzadores. El estudio incluyó el análisis de la rotación interna activa y el nivel de entumecimiento o contractura del hipertono de los músculos redondo menor, infraespinoso y deltoides posterior, usando goniometría y miotonómetro. Los hallazgos mostraron diferencias significativas entre ambos brazos, y confirmaron al redondo menor como músculo predictor del GIRD en un modelo de regresión. Los autores concluyen recomendando la intervención manual terapéutica de los tejidos blandos, asociado a programas de estiramientos y otras terapias, para regularizar el hipertono de la musculatura posterior y favorecer la normalización neuromuscular de la contractura muscular en esta zona (Hibberd *et al* 2014). En la población de estudio de nuestra investigación, el 100 % de los lanzadores presentó PGM en el redondo menor asociado al GIRD asintomático.

En nuestro trabajo, el déficit GIRD mostró una corrección mayor en grados en el grupo PSP-TMO, respecto al CI para aumentar el rango articular. Ambos grupos registran valores parecidos de rotación interna alcanzados a las 2 semanas de tratamiento, incluso, mejorando a más de la mitad del rango observado antes de la intervención. Los valores finales muestran diferencias entre ambos grupo, siendo mayor la corrección del déficit de GIRD en el grupo PSP-TMO al final de la intervención. En ambos grupos se estandarizaron los protocolos de estiramientos analíticos que documentan mayor eficacia en la prevención de la disminución de la rotación interna y corrección pasiva del déficit rotacional GIRD (Kliber *et al* 2012, Wilk *et al* 2015). Parece que la combinación de estos tratamientos de PSP-TMO y CI, con estiramientos analíticos, potencian los resultados ya conocidos como significativos en otros estudios en la recuperación de la amplitud articular (Montañez *et al* 2011).

En la literatura revisada sobre tratamiento correctivo del GIRD, aparece el protocolo para el estiramiento analítico del grupo muscular de los rotadores internos. La evidencia existente sobre este protocolo denominado sleeper's stretching program (Laudner *et al* 2008, Nagrale *et al* 2010, Kliber *et al* 2012, Nichols *et al* 2012, Aldridge *et al* 2012, Wilk *et al* 2015), sumando las posiciones auto pasivas aplicadas a los jugadores de béisbol, señala que es un protocolo útil para la corrección de la rotación interna. Por ello, este protocolo se añadió a la PSP y a la CI, dos técnicas terapéuticas que han demostrado su eficacia en la inhibición de la alteración miofascial relacionada a las contracturas musculares. (Arigo *et al* 1994, Pascale *et al* 1998, Johnson *et al* 2001, Awan *et al* 2002, McClure *et al* 2005, Deanne *et al* 2006, Sauers *et al* 2007, Litner *et al* 2007, Laudner *et al* 2007, Kevin *et al* 2008, Montañez *et al* 2011).

El trabajo de Nagrale *et al*, realizado sobre 60 sujetos con dolor inespecífico del cuello, asociado a contractura del músculo trapecio superior y con edades entre 19 y 38 años, combinaron el tratamiento del PGM con CI, combinada con una técnica de músculo energía de contracción estiramiento, como técnica de inhibición neuromuscular integrada para el incremento del movimiento activo articular de flexión lateral al cuello. El tratamiento se prolongó por un periodo de 2-4 semanas. Los resultados obtenidos revelaron un mayor efecto en las mediciones post-intervención en el grupo de inhibición neuromuscular integrada ($p=0.05$) y de mejorías en el dolor de cuello y su

disfuncionalidad, así como el rango activo de movimiento en dicho grupo ($p=0.05$), (Nagrle *et al* 2010).

Los resultados del presente estudio no arrojan diferencias significativas en el aumento del rango de rotación interna entre ambos grupos. Los valores de déficit rotatorio interno disminuyen hasta alcanzar valores post en la 4ta semana entre -7.4° (RI activa= 82.6° para rango de 90°) y -11.3° (RI activa= 78.7° para rango de 90°) para el grupo punción seca y CI respectivamente (**ver tabla 6**), por debajo del valor clínico del GIRD de $\leq 17^{\circ}$ - 25° (Hibberd *et al* 2014), posterior al tratamiento invasivo. Según parece, el efecto de inhibición conseguido por la punción seca profunda, en el PGM del redondo menor en el hombro lanzador, produce en una relajación mayor que facilitaría el efecto del estiramiento para conseguir este rango. Lo anterior será analizado en la discusión de los hallazgos de los valores entre esta respuesta de corrección para la recuperación del rango articular hacia la rotación interna, con la consiguiente variación de la velocidad de lanzamiento, en el hombro lanzador, entre ambos grupos.

Analizando la posible contribución de la técnica manual osteopática en la mejoría de TARM del grupo de punción seca, durante el protocolo de estiramiento, se puede observar el comportamiento de la articulación glenohumeral, tras las técnicas de manipulación articular. Inicialmente, el 100% de los sujetos de estudio, reportó alteraciones disfuncionales de descentralización glenohumeral del hombro lanzador (**Tabla 3**), el 75% de los sujetos del grupo punción seca y terapia manual osteopática, posterior al tratamiento, no mostraron signo de fijación articular en GH, aun en disfunción anterior sin fijación, lo que podría favorecer a una mejor congruencia articular, combinada con el ejercicio y el estiramiento.

Nuestros resultados muestran que el umbral de dolor a la presión (UDP) y el dolor provocado al valorarlo (EVA) mejoran en ambos grupos. La interacción del grupo por tiempo no es significativa, pero hay diferencias entre los grupos a favor del grupo PSP-TMO. Mientras que el UDP es significativamente más alto tras dos semanas de intervención en el grupo PSP-TMO, el dolor medido con la EVA es significativamente menor en el grupo PSP-TMO tanto tras 2 semanas como tras 4 semanas de tratamiento.

Tanto el tratamiento del PGM invasivo como el conservador han mostrado un efecto positivo sobre estas variables en la literatura. En cuanto a la disminución de la sensibilidad a la presión del PGM, existe evidencia del efecto superior de la CI en la inhibición de dolor de los PGM, registrándose resultados inmediatos post intervención a nivel de UDP ($p < 0.05$), en periodos de tratamiento cortos y con seguimientos perdurables más allá de 4 semanas ($p < 0.001$), que demuestran un mayor efecto analgésico (Hidalgo-Lozano *et al* 2010). Por otro lado, Pecos-Martín *et al* en el 2015, en un estudio control aleatorizado en una población de 72 sujetos, aplicaron punción seca profunda sobre un PGM del músculo trapecio (grupo experimental) y sobre un punto no gatillo miofascial (grupo control). Los autores tomaron medidas pre y post intervención, 1 semana después y posterior a 1 mes. El grupo experimental mostró una mejoría significativa con respecto al grupo control en las variables analizadas (dolor de cuello- $p < 0.01$, UDP- $p < 0.01$, EVA- $p < 0.01$) tanto después de la intervención, como a la primera semana y luego de un mes (Pecos-Martín *et al* 2015).

Una reciente revisión sistemática, basada en el efecto de la punción seca para el tratamiento de la alteración miofascial, publicada por Osuna *et al* en el 2015, destaca la eficacia de la punción seca profunda como tratamiento del PGM a corto y medio plazo sobre el UDP y la EVA, de la totalidad de ocho estudios incluyentes revisados, cinco evalúan el UDP por algometría y vieron aumentado su umbral de dolor a la presión. En cuanto al comportamiento del EVA la totalidad de los estudios registraron disminuciones del dolor al recibir tratamiento de PSP (Osuna *et al* 2015).

Según algunos autores, la PSP provoca una disminución inmediata del dolor, mientras que esto no ocurre con la CI (González *et al* 2012, Fernández de las Peñas *et al* 2010), ya que durante la aplicación de la CI se produce un dolor controlado hasta que disminuye el nivel del dolor. Además, los sujetos con PGM activo presentan dolor telealgico, que en un primer momento se incrementa antes de comenzar su disipación progresiva al patrón de dolor referido durante la CI. Por ello, parece que la punción seca profunda está en ventaja respecto a la CI considerando que en nuestro estudio tras la aplicación de la técnica y el estiramiento, se realiza contracción concéntrica y excéntrica del músculo inhibido.

Los resultados del estudio muestran una mejora significativa en el incremento de la constante de velocidad (K) y en la velocidad máxima de lanzamiento (UMV) en ambos grupos, sin existir diferencias entre los mismos. Respecto a la rapidez para alcanzar una mejora de velocidad (K y UMV) en los grupos, sí se aprecian diferencias, ya que mientras el grupo PSP-TMO alcanza una mejora significativa tras 2 semanas de tratamiento, en el grupo CI no es hasta la cuarta semana de tratamiento cuando se muestra mejora significativa de velocidad respecto a los valores iniciales (**Tabla 6**). Estos hallazgos nos parecen relevantes ya que la evolución de la velocidad de lanzamiento relacionado con la disminución del dolor y del déficit rotacional sería uno de los aspectos de mayor importancia. En los lanzadores, uno de los síntomas manifestados es la disminución progresiva asintomática de la velocidad en el lanzamiento (en relación a la ausencia de dolor sin inflamación de las zonas periarticulares del hombro) en lo que inicialmente llamaron Burkath et al el brazo muerto o “dead arm” (Burkhart *et al* 2000), hecho que se traduce en una pérdida sistemática de velocidad del lanzamiento de forma asintomática, independientemente de que estos deportistas realicen, dentro de sus sistemas académicos de desarrollo, programas diarios o inter-diarios de lanzamientos progresivos en distancia y frecuencia, estiramientos globales o analíticos al hombro y protocolos de ejercicios de potenciación, durante periodos de pre y post temporada que deberían ayudar a mantener su velocidad e incluso aumentarla. Según nuestros resultados, la PSP-TMO produce un efecto más rápido que la CI en normalizar la velocidad de contracción del músculo, aunque ambos tratamientos dieron aumentos de velocidad. Ambos grupos recibieron programas estandarizados no sólo del programa de ejercicios de hombro lanzador en la zona escapular rotadora, sino también el protocolo de estiramiento aplicado.

La presencia de GIRD influye en la fuerza del hombro lanzador, independientemente del fortalecimiento que se aplique (Nirav *et al* 2015). Estos autores estudiaron la corrección del déficit de rotación interna en la TARM, relacionada con la deficiencia de la fuerza del hombro en jugadores de béisbol. En su estudio incluyeron a 193 lanzadores profesionales (ligas menores y MLB de la organización Indios de Cleveland), divididos en 2 grupos: uno compuesto por sujetos con GIRD y el otro con sujetos sin GIRD. Ambos grupos se encontraban en periodo de pre temporada y fueron sometidos a estiramiento y ejercicios diarios, y no presentaban dolor en el momento de las evaluaciones. Los valores

goniométricos de GIRD de este estudio coinciden con los de nuestra muestra ($\leq 25^\circ$). Concluyeron que tanto el rango de movimiento ($p < 0.001$) como la fuerza ($p < 0.04$) están asociados a esta alteración. Los valores iniciales de velocidad en ambos grupos eran bajos y aumentaron una vez que los valores de GIRD fueron corregidos, estando ambos grupos sometidos a programas de ejercicios estandarizados.

Esto nos lleva a pensar que la presencia -entre los lanzadores- de GIRD asintomático en lanzadores, antes de influir en la afección progresiva adaptativa de las estructuras anatómicas periarticulares intrarticulares del hombro influye en los tejidos músculo-esqueléticos escapulares y rotadores posteriores. De ahí la tendencia a la presencia de PGM en el redondo menor u otro músculo de esta zona específica. Esto induciría a la aparición del déficit rotacional interno y a la afección neuromuscular del manguito rotador, lo que pone de manifiesto la presencia del PGM en la población de estudio para ambos grupos (**Tabla 3**). Podríamos pensar que independientemente de su posición, la gran mayoría de los lanzadores de béisbol podrían presentar en algún momento de su desarrollo deportivo no sólo una situación de GIRD asintomático, sino también PGM en el redondo menor o algún otro músculo del manguito rotador, asociado a la exigencia concéntrica- excéntrica del lanzamiento diario. Esto último induciría a un déficit rotatorio interno, ya que aun siendo mantenidos los rangos articulares con algún tipo de estiramiento de manera profiláctica, los programa de fortalecimiento específico escapular y rotatorio parecen no surtir efecto en la recuperación de la velocidad perdida. Escamilla et al no encontraron evidencia estadísticamente significativa de incremento de la velocidad de lanzamiento tras la aplicación de tres tipos de programas de fortalecimiento (throwing shoulder ten program TSTP; programa Keiser; pliométrico) durante 4 semanas en beisbolistas sanos (edades 14-17 años). Los resultados mostraron un incremento de 1.7% en la velocidad en el grupo TSTP, de 1.2% en el grupo de Keiser protocolo y de 2.0% en el grupo del protocolo pliométrico (Escamilla *et al* 2012).

En relación al efecto del estiramiento en el aumento de la TARM y los índices de velocidad alcanzados en lanzadores de béisbol, Masano et al en el 2008, emplearon la técnica de estiramiento estático, similar a la utilizada en nuestro trabajo, con $90^\circ/90^\circ$ de flexión de codo y abducción de hombro, y la técnica de facilitación neuromuscular propioceptiva (FNP), ambas sobre los músculos rotadores externos del hombro. Midieron

los índices de velocidad alcanzados en evaluaciones pre y post en 18 lanzadores y jugadores de posición, usando una pistola radar Stalker-Pro. Los autores, encontraron un incremento de TARM pero no hallaron diferencias significativas en las variaciones de velocidad tras la aplicación de ambas técnicas ($p = .805$), (Masano *et al* 2008), a diferencia de nuestros hallazgos, en que tras la aplicación de los estiramientos junto con las otras técnicas sí se consiguió una mejora en la velocidad.

Haag *et al* midieron también el estiramiento analítico en beisbolistas sanos ($n=12$: 6 lanzadores y otros 6 jugadores de posición). Los autores midieron la velocidad de lanzamiento empleando un test de velocidad, consistente en 10 lanzamientos consecutivos, no encontrando resultados significativos para esta variable (Haag *et al* en el 2010).

Nuestros resultados muestran una mejora en la inclinación escapular (IE) para ambos grupos de intervención, tras el tratamiento, sin diferencias significativas entre grupos. Hay una diferencia significativa entre los grupos con respecto al tiempo, encontrando en el momento intermedio (a las 2 semanas) una mejora del grupo CI respecto al PSP-TMO, pero que al finalizar el estudio desaparece dicha diferencia. Mientras que en el grupo CI la mejora en la variable se produce las dos primeras semanas, en el grupo PSP-TMO la mejora se produce en la última medición realizada tras 4 semanas de tratamiento.

La presencia de una alteración en la movilidad escapular asociada al GIRD, así como los efectos conseguidos a nivel de la corrección de la disquinesia tras la aplicación de un programa de ejercicios escapulares, si ha sido documentada en estudios previos tal como lo hemos indicado anteriormente (Michael *et al* 2006, Macrina *et al* 2007, Sakiko *et al* 2008, Kliber *et al* 2013, Yuksel *et al* 2015). La escápula debe acompañar a la GH en el movimiento de elevación en ABD del hombro llegando en lanzadores a una horquilla que va de los 90° hasta 120° según el ángulo de tiro del lanzador. Michael *et al* en su estudio demostraron la relación de la IE con la presencia del GIRD ($p=0.04$). Por otro lado, Thomas *et al* 2010 midiendo igualmente el grado de IE a 90° , encontraron que la inclinación disminuyó a los 90° en presencia de GIRD. Según el análisis de las cadenas kinésicas y su transposición de fuerza, el hecho de que la escápula mejore en su posición,

sea estable y congruente con la articulación glenohumeral, tiene un efecto biomecánico en la mejoría de la amplitud articular.

6.1. Limitaciones.

Pasamos a continuación a enumerar las limitaciones que presenta este trabajo.

El tamaño de la muestra no es muy grande. La técnica de punción seca profunda, o incluso la CI, en este tipo de sujetos deportistas, ya profesionales o en etapa pre-profesional, incluso amateurs en fase de transición, que pertenecen a organizaciones de béisbol profesional o a academias de desarrollo, no siempre es aceptada por los voluntarios de este tipo de estudio. La posibilidad de que surjan molestias o incomodidad que pueda interferir en su actividad de lanzar diaria o en alguna medición de la velocidad en pruebas deportivas, hace que muchos potenciales voluntarios se replanteen su participación en el estudio.

El análisis del efecto articular para verificar el efecto de centralización de la técnica manipulativa osteopática no es objetivo. Sería interesante que futuros trabajos aplicaran una evaluación pre y post con instrumentación tipo ecografía o radiológica que demostrara el incremento del espacio o relocalización glenohumeral.

El hecho de la variación progresiva del nivel de dolor en el PGM post tratamiento para efectos de re ubicación del mismo durante la medición de la UDP, pudo interferir en la apreciación del dolor por los sujetos y dificultó la técnica de evaluación de esta.

La deficiencia de estudios previos que hayan relacionado la presencia de PGM en músculo redondo menor o alguno del grupo de póstero-rotadores externos en asociación al GIRD, donde el tratamiento conservador haya incluido alguna de estas técnicas en estudio, hizo difícil extrapolar esos posibles resultados con nuestra investigación.

La imposibilidad de no incluir un programa a su vez estandarizado de lanzamientos diarios de pelotas, que incluyera un mayor control en la fatiga posterior a esta actividad y una reprogramación del ciclo de las actividades prácticas de bullpen en el grupo de pitchers, que fuera a la par de la aplicación del procedimiento terapéutico, pudo haber influido en limitar los niveles de velocidad de los registros obtenidos.

La comprobación a medio o largo plazo de los efectos correctivos del GIRD en sujetos asintomáticos, así como los producidos por la inhibición del PGM que incluya la comprobación de algún nivel de regresión de lo modificado en el GIRD, debería incluirse.

Conclusiones

7. CONCLUSIONES

1. Tanto la técnica de tratamiento convencional no invasivo como el tratamiento mediante punción seca profunda del músculo redondo menor asociada a la técnica osteopática de corrección centralizadora glenohumeral, aumentan la amplitud articular de la rotación interna perdida en el hombro lanzador del beisbolista.
2. Tanto la técnica de tratamiento convencional no invasivo como el tratamiento mediante punción seca profunda del músculo redondo menor asociada a la técnica osteopática de corrección centralizadora glenohumeral, aumentan el umbral de dolor a la presión y disminuyen el dolor provocado del hombro lanzador del beisbolista.
3. El tratamiento mediante punción seca profunda del músculo redondo menor asociada a la técnica osteopática de corrección centralizadora glenohumeral, consigue disminuir el dolor provocado del hombro lanzador del beisbolista en un plazo de tiempo menor que el tratamiento convencional no invasivo.
4. Tanto la técnica de tratamiento convencional no invasivo como el tratamiento mediante punción seca profunda del músculo redondo menor asociada a la técnica osteopática de corrección centralizadora glenohumeral, aumentan la unidad máxima de velocidad del hombro lanzador del beisbolista.
5. El tratamiento mediante punción seca profunda del músculo redondo menor asociada a la técnica osteopática de corrección centralizadora glenohumeral, consigue aumentar la velocidad de lanzamiento del hombro lanzador del beisbolista en un plazo de tiempo menor que el tratamiento convencional no invasivo.
6. Tanto la técnica de tratamiento convencional no invasivo como el tratamiento mediante punción seca profunda del músculo redondo menor asociada a la técnica osteopática de corrección centralizadora glenohumeral, corrigen el grado de inclinación escapular del hombro lanzador del beisbolista.

Bibliografías

8. BIBLIOGRAFÍAS

- Aldridge J., et al. The effects of a daily stretching protocol on passive glenohumeral internal rotation in overhead throwing collegiate athletes, *The International Journal of Sports Physical Therapy* Volume 7, Number 4 ,2012 ; 366-371.
- Amin N. Ryan J., et al. The Relationship Between Glenohumeral Internal Rotational Deficits, Total Range of Motion, and Shoulder Strength in Professional Baseball Pitchers. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*: December 2015 - Volume 23 - Issue 12 - p 789–796 doi: 10.5435/JAAOS-D-15-00292.
- Andrews J. Zarins B. Wilk K. *Injuries in Baseball*. American Sports Medicine Institution. 2009. 8-15, 39-45.
- Arrigo C. Arm care for the throwing athlete. In: Andrews JR, Wilk KE, eds. *The Athlete's Shoulder*. New York: Churchill Livingstone; 1994:653-668.
- Arrigo C. Andrews J. Wilk K. Arm care for the throwing athlete in collegiate baseball pitchers with throwing-related upper extremity injury history: *The Athlete's Shoulder*. New York: Churchill Livingstone; 1994:653-668.
- Awan R. Smith J. Boon A. Measuring shoulder internal rotation range of motion: a comparison of 3 techniques. *Arch Physical Medicine Rehabilitation*. 2002; 83(9):1229–1234.
- Baldry P. *Acupuncture, trigger points and musculoskeletal pain*. Edinburgh, UK: Churchill Livingstone; 2005.
- Bastan M. Wilk K. Reinold M. Krenshaw K. Scapular position in overhead athletes: a 3-dimension clinical measure [abstract]. *J Orthop Sports Phys Ther*. 2006; 36:A67-A68.
- Blackburn T. McLeod W. White B. Electromyographic analysis of posterior rotator cuff exercises. *J Athl Train*. 1990; 25:40-45.
- Borich M., et al. Scapular angular positioning at end range internal rotation in cases of glenohumeral internal rotation deficit. *Journal of Orthopaedic & Sports Physical Therapy* .Vol 36. Number 12. December 2006. 927- 928.

- Bron ,et al. High prevalence of shoulder girdle muscles with myofascial trigger points in patients with shoulder pain *BMC Musculoskeletal Disorders* 2011, 12:139.
- Bron C. de Gast A. Dommerholt J. Stegenga B. Wensing M. Oostendorp. Treatment of myofascial trigger points in patients with chronic shoulder pain: a randomized, controlled trial. *BMC Med* 2011, 9:8.
- Burkhart S. Morgan C. Kibler W. Shoulder injuries in overhead athletes: the “dead arm” revisited. *Clin Sports Med.* 2000; 19:125–158.
- Burkhart S. Morgan C. Kibler W. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology part I: pathoanatomy and biomechanics. *Arthroscopy* 2003; 19:404e20.
- Burkhart S. Morgan C. Kibler W. The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology Part III: The SICK scapula, scapular dyskinesis, the kinetic chain, and rehabilitation. *Arthroscopy.*2003; 19:641-661.
- Burkhart S. Morgan C. Kibler W. Shoulder injuries in overhead athletes, the “dead arm” revisited. *Clin Sports Med* 2000; 19:125-158.
- Ceccherelli F. Rigoni M. Gagliardi G. Ruzzante L. Comparison of superficial and deep acupuncture in the treatment of lumbar myofascial pain: a double blind randomized controlled study. *Clin J Pain* 2002; 18:149 –53.
- Cools A., et al. Rehabilitation of scapular dyskinesis: from the office worker to the elite overhead athlete .*Br J Sports Med* 2014; 48:692–697. Doi: 10.1136/bjsports.
- Cools A. Johansson F. Cagnie B. Cambeir D. Witvrouw E. Stretching the posterior shoulder structures in subjects with internal rotation deficit Comparison of two stretching techniques. *Shoulder & Elbow.* 2012; 4(1):56-63.
- Courney W. Brown L. Landers M. Stahura K. Effect of three different between inning recovery methods on baseball pitching performance. *The journal of strength and conditioning research.* Vol 25, Number 3, 2011; 683-688.
- Cummings M. Baldry P. Regional myofascial pain: diagnosis and management *Best Practice & Research Clinical Rheumatology.* 2007; Vol. 21, No. 2,367-387.
- Cummings T., White A. Needling therapies in the management of myofascial trigger point pain: a systematic review. *Arch Phys Med Rehabil* 2001; 82:986–92.

- Cheng J., et al. Relationship between posterior shoulder muscle stiffness and rotation in patients with stiff shoulder. *J Rehabil Med* 2010; 42: 216–220.
- Chu Y. Fleigsi G. Andrews J. Biomechanical Comparison between elite female and male baseball pitchers. *Journal of Applied Biomechanics*, 2009; 25, 22-31.
- Deanne S., et al. The effects of stretching shoulder musculature on throwing velocity. Thesis Submitted to the Faculty of the School of Graduate Studies and Research of California University of Pennsylvania for the degree of Master of Science. California- USA. 2006.9-10.
- Decker M. Hintermeister R. Faber K. Hawkins R. Serratus anterior muscle activity during selected rehabilitation exercises. *Am J Sports Med*. 1999; 27:784-791.
- Di Lorenzo L. Trallesi M., et al. Hemiparetic shoulder pain syndrome treated with deep dry needling during early rehabilitation: A prospective, open-label, randomized investigation. *Journal of Musculoskeletal Pain*, Vol. 12(2) 2004.
- Dines J. Frank J. Akerman M. Yocum L. Glenohumeral internal rotation deficits in baseball players with ulnar collateral ligament insufficiency. *Am J Sports Med* 2009; 37:566e70.
- Escamilla R. Fleisig G. Yamashiro K., et al. Effects of a 4-week youth baseball conditioning program on throwing velocity. *J Strength Cond Res* 2010; 24:3247-3254.
- Escamilla R. Ionno M. de Mahy M., et al. Comparison of three baseball-specific 6-week training programs on throwing velocity in high school baseball players. *J Strength Cond Res* 2012; 26:1767-1781.
- Escamilla R. Fleisig G. Zheng, N., Barrentine, S., Andrews, J. Kinematic comparisons of 1996 Olympic baseball pitchers. *Journal of Sports Sciences*, 19(9), 665–676.
- Fernández C., de-las-Peñas. La Touche C., et al. Short-term effects of dry needling of active myofascial trigger point in the masseter muscle in-patient with temporomandibular disorders. *Journal Orofacial Pain* 2010. Vol. 24 Nro.1. pag 106-112.
- Fernández C., de-las-Peñas. Cristina A. Fernández C. Miangolarra J. The immediate effect of ischemic compression technique and transverse friction massage on

- tenderness of active and latent myofascial triggers points: a pilot study. *Journal of Bodywork and Movement Therapies* (2006) 10, 3–9.
- Fischer A. Pressure algometry over normal muscles. Standard values, validity and reproducibility of pressure threshold. *Pain*. 1987; 30(1):115-126.
- Fleisig G. Barrentine S. Escamilla R. Andrews J. Biomechanics of overhand throwing with implications for injuries. *Sports Med* 1996; 21: 421–437.
- Fryer G. Hodgson L. The effect of manual pressure release on myofascial trigger point in the upper trapezius muscle. *Journal of Body Work and Movement Therapies* 2005; 9 (4); 248-255.
- Fujimoto M., et al. The effects of stretching shoulder musculature on throwing velocity. Thesis Submitted to the Faculty of the School of Graduate Studies and Research of California University of Pennsylvania for the degree of Master of Science. California- USA. 2008.
- Furlan A. Van Tulder M., et al. Acupuncture and dry-needling for low back pain. *Cochrane Database Syst Rev* 2005; (1): CD001351.
- Garrison J. Cole M. Conway J. Macko M. Thigpen C. Shanley E. Shoulder range of motion deficits in baseball players with an ulnar collateral ligament tear. *Am J Sports Med* 2012; 40:2597e603.
- Gemmell H. Miller P., et al. Immediate effect of ischaemic compression and trigger point pressure release on neck pain and upper trapezius trigger points: A randomized controlled trial. *Clinical Chiropractic* (2008) 11, 30 - 36.
- González P. Infante P. Granados N. Urresti-L. Treatment of temporomandibular myofascial pain with deep dry needling. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*. 2012, Sep 1; 17 (5):e781-5.
- Gunn C., et al. Dry needling of muscle motor points for chronic low-back pain. *Spine* 1980 May-Jun; 5 (3):279-91.
- Haag W. Gillette C. Greany J. Effects of acute static stretching of the throwing shoulder on pitching performance of National Collegiate Athletic Association Division III baseball players. *J Strength Cond Res* 24(2): 452-457, 2010

- Hains G. Descarreaux M. Hains F. Chronic Shoulder pain of miofascial origins a randomaized clinical trial using ischemic compression therapy .J Manipulative Physiol.Therapy, 2010; 33(5):362-369.
- Hibberd E., et al. Physical contributors to glenohumeral internal rotation deficit in high school baseball players, Journal of Sport and Health Science. 2014.04.008.
- Hidalgo L., et al. Changes in pain and pressure pain sensitivity after manual treatment of active trigger points in patients with unilateral shoulder impingement: A case series, Journal of Body Work & Movements Therapies. 2011 doi: 10.1016/j.jbmt.2010.12.003.
- Hintermeister R. Lange G. Schultheis J. Bey M. Hawkins R. Electromyographic activity and applied load during shoulder rehabilitation exercises using elastic resistance. Am J Sports Med. 1998; 26:210-220.
- Hislop H. Montgomery J. Daniels – Worthingham’s. Pruebas Funcionales Musculares, técnicas de exploración manual. Editorial Marban 6ta Edición; Barcelona España.1996.
- Hong C. Lidocaine injection versus dry needling tomyofascial triggers point. The importance of the local twitch response. Am J Phys Med Rehabil 1994; 73:256 - 63.
- Hsieh Y. Kao M. Kuan T., et al. Dry needling to a key myofascial trigger point may reduce the irritability of satellite muscle TrPs. Am J Phys Med Rehabil. 2007; 86:397 - 403.
- Hugue O., et al. Spectrum of shoulder injuries in the baseball pitcher. Skeletal Radiol (2008) 37:491 - 498.
- Huguenin L., et al. Effect of dry needling of gluteal muscles on straight leg raise: a randomised, placebo controlled, double blind trial. Br J Sports Med 2005; 39:84–90. doi: 10.1136/bjism.2003.009431.
- Hung C. Hsieh C.Yang P. Lin J. Relationships between posterior shoulder muscle stiffness and rotation in patients with stiff shoulder. J Rehabilitation Med 2010; 42:216e20.
- Jhonson M. McClure P. Karduna A. New method to assesss scapular upward rotation in subjects with shoulder pathology.J Orthop Sports Phys Ther. 2001; 31:81–89.
- Jobe F. Pink M., et al. Classification and treatment of shoulder dysfunction in the Overhead Athlete. JOSPT Volume I, Number 8, 2 August 1993.

- Jobe F. Tibone J. Perry J. EMG analysis of the shoulder in pitching. A second report. *Am J Sports Med.* 1984; 12:218-220.
- Kalichman L. Vulfsons S. Dry Needling in the Management of Musculoskeletal Pain. *JABFM*; 2010 Vol. 23 No. 5.640-646.
- Keeley D. Hackett T. Keirns M., et al. Biomechanical analysis of youth pitching mechanics. *J Pediatr Orthop.* 2008; 28:452–459.
- Kibler B., et al. The disabled throwing shoulder: Spectrum of pathology 10-Year update arthroscopy: *The journal of arthroscopic and related surgery*, Vol 29, No 1 (January), 2013: pp 141-161.
- Kibler B. Sciascia A., et al. Review article. Glenohumeral internal rotation deficit: Pathogenesis and response to acute throwing. *Sports Med Arthrosc Rev.* Volume 20, Number 1, March 2012. 35-37.
- Kibler W. McQueen C. Uhl T. Fitness evaluations and fitness findings in competitive junior tennis players. *Clin Sports Med.* 1988; 7:403 - 416.
- Kibler W. Sciascia A. Moore S. An acute throwing episode decreases shoulder internal rotation. *Clin Orthop Relat Res.* 2011. doi: 10.1007/s11999-011-2217-z.
- Kibler W. Uhl T. Maddux J. Brooks P. Zeller B. McMullen J. Qualitative clinical evaluation of scapular dysfunction: a reliability study. *J Shoulder Elbow Surg.* 2002; 11(6):550–556.
- Kibler W. McMullen J. Scapular dyskinesis and its relation to shoulder pain. *J Am Acad Orthop Surg* 2003; 11:142-51.
- Kuan T. Hsich Y. Chen S. Chen J. Yen W. Hong C. The miofascial trigger point trigger region, correlation between the degree of irritability and the prevalence of end plate noise. *American Journal of Physical Medicine and Rehabilitation.* 2007; 86(3):183-189.
- Laudner K. Sipes R. Wilson J. The acute effects of Sleeper Stretches on shoulder range of motion. *Journal of Athletic Training* 2008; 43 (4):359–363.
- Laudner K. Sipes R. Wilson J. The acute effects of sleeper stretches on shoulder range of motion. *J Athletic Trainer.* 2008; 43:359-363.

- Lewit K. The needle effect in the relief of myofascial pain. *Pain* 1979; 6:83 - 90.
- Litner D. Mayol M. Uzodinma O. Jones R. Labossiere D. Glenohumeral internal rotation deficits in professional pitchers enrolled in an internal rotation-stretching program. *Am.J. Sports Med.* 2007; 35(4); 617-621.
- Macrina L. Wilk K. Geus J. Porterfield R. The effects of throwing on scapula position in professional baseball pitchers. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2007; 37:A69.
- Magnusson S. Gleim G. Nicholas J. Shoulder weakness in professional baseball pitchers. *Med Sciences Sports Exercices.* 1994; 26:5-9.
- Majlesi U. High Powerpain threshold ultrasound technique in the treatment of active myofascial trigger points; a randomized, doubled blind, case control study. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 2004; 85(5):833-836.
- McClure P. Balaicuis J. Heiland D. Richards M. Thorndike C. Wood A. A randomized controlled comparison of stretching procedures in recreational athletes with posterior shoulder tightness. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2005; 35:A5.
- Medina O. Tratado de osteopatía integral. Bibliografía. Madrid, España,. Escuela de osteopatía Medina - Centro GAIA; 2001. 359-371.
- Meister K. Day T. Horodyski M., et al. Rotation motion changes in the glenohumeral joint of the adolescent Little League baseball player. *Am J Sports Med.* 2005; 33:693 - 698.
- Mesa-J. Fernández C. de-las-Peñas., et al. Cadaveric Validation of Dry Needle Placement in the Lateral Pterygoid Muscle. *Journal of Manipulative and Physiological Therapeutics.* February 2015, Vol 38, Nr. 2. 147-149.
- Montañez F.J. Aguilera D., et al. Immediate effect of ultrasound and ischemic compression techniques for the treatment of trapezius latent myofascial trigger points in healthy subjects: A randomized controlled study. *Journal of manipulative and physiological therapeutics* .Volume 32, Issue 7, September 2009, Pages 515–520.
- Montañez F.J. Barrios C. Efecto inmediato de diferentes técnicas de fisioterapia sobre un punto gatillo miofascial del músculo trapecio en pacientes con dolor inespecífico del

- cuello. Tesis Doctoral en Fisioterapia, Universidad Cardenal Herrera CEU -. Departamento de Fisiología, Farmacología y Toxicología. 2011. Valencia - España.
- Morales R. Montañez F.J. Revisión sistemática de la efectividad terapéutica de la punción seca sobre la sensibilidad de un punto Gatillo miofascial: Análisis de estudios tipo Ensayos Clínicos Controlados. Tesis de Grado en Fisioterapia. Departamento de Fisioterapia. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad Cardenal Herrera - CEU. 2011 Valencia - España.
- Morgan C. Burkhart S. Palmeri M. Gillespie M. Type II SLAP lesions: three subtypes and their relationships to superior instability and rotator cuff tears. *Arthroscopy* 1998; 14:553e65.
- Myers J. Laudner K. Pasquale M. Bradley J. Lephart S. Scapular position and orientation in throwing athletes. *Am JSports Med*. 2005; 33:263–271.
- Nagrале A. Glynn P. Joshi A. Ramteke G. The efficacy of an integrated neuromuscular inhibition technique on upper trapezius trigger point in subjects with non-specific neck pain: A randomized controlled trial. *JMan Manip Ther* 2010; 18(1):37- 43.
- Naslund J., et al. Sensory stimulation (acupuncture) for the treatment of idiopathic anterior knee pain. *J Rehabil Med* 2002; 34:231 - 8.
- Nichols J. Stuart C., et al. Systematic Review: Are stretches effective in the prevention and treatment of glenohumeral internal rotation deficit? *Physical Therapy Reviews*; 2012 Vol. 17 No. 5: 261-270.
- Osuna C., et al. Revisión sistemática, la punción seca como tratamiento de los puntos gatillos en el síndrome de dolor miofascial: Análisis de estudios tipo Ensayos Clínicos Controlados. Tesis de Grado en Fisioterapia. Departamento de Fisioterapia. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Jaen . 2015 Jaen– España.
- Osuna E. Barreda J. La punción seca como tratamiento de los puntos gatillos en el síndrome de dolor miofascial. Tesis de Grado en Fisioterapia. Departamento de Fisioterapia. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Jaén - 2015 Andalucía, España.

- Oyama S. Hibberd E., et al Changes in humeral torsion and shoulder rotation range of motion in high school baseball players over a 1-year period *Clinical Biomechanics*. 2013; 268-272.
- Pascale G. Torres M. Estiramientos analíticos manuales técnicas pasivas-Henri Neiger. Bibliografía, Madrid, España -Editorial Medica Panamericana, Nov, 1998. 82-152.
- Pecos-Martin D. Montañez FJ. Gallego-Izquierdo T. Urraca-Gesto A. Gómez-Conesa A. Romero-Franco N., et al. Effectiveness of Dry Needling on the Lower Trapezius in Patients with Mechanical Neck Pain: A Randomized Controlled Trial. *Arch Phys Med Rehabil*. Jan 9.2015.
- Pierre A. Compendio de osteopatía. Teoría y Práctica. Madrid. Ed Mc Graw-Hill Interamericana; 2005.
- Powers M. Rotator Cuff Training for Pitchers. *Journal of Sport Rehabilitation*. 1998; 7: 285-299.
- Proske U. Morgan D. Muscle damage from eccentric exercise: mechanism, mechanical signs, adaptation and clinical applications. *J Physiol*. 2001; 537:333–345.
- Proske U. Morgan D. Do cross-bridges contribute to the tension during stretch of passive muscle *J Muscle Res Cell Motil*. 1999; 20:433 - 442.
- Reinhold M. Macrina L. Wilk K., et al. Electromyographic analysis of the supraspinatus and deltoid muscles during 3 common rehabilitation exercises. *J Athl Train*. 2007; 42:464-469.
- Reinhold M. Wilk K. Fleisig G., et al. Electromyographic analysis of the rotator cuff and deltoid musculature during common shoulder external rotation exercises. *J Orthop SportsPhys Ther*. 2004; 34:385-394.
- Reinhold M. Wilk K. Macrina L., et al. Changes in shoulder and elbow passive range of motion after pitching in professional baseball players. *Am J Sports Med*. 2008; 36: 523 -527.
- Ricard R. Luc Salle J. Tratado de Osteopatía 3era Ed. Bibliografía, Madrid- Editorial Médica Panamericana, Nov, 2003. 193-194. ISBN: 84-7903-693-1.
- Sauers E., et al. Faults stretching routine produces acute gains in throwing shoulder mobility in collegiate baseball players. *J Sport Rehabilitation*. 2007, 16, 28-40.

- Segura E. Gallego R., et al. Efectividad de la punción seca de un punto gatillo miofascial vs Manipulación de codo sobre el umbral de dolor a la presión, percepción del dolor y fuerza máxima de presión de la mano. Tesis de 1er Master de Terapia manual Osteopática 3er Master en Fisioterapia Deportiva Universidad Cardenal Herrera CEU -. Facultad de Ciencias de la Salud Departamento de Fisioterapia. 2010. Valencia - España.
- Segura E. Valero R., et al. Jones: Estudio piloto comparativo de los efectos sobre el trapecio superior en sujetos con PGM activo. Tesis de Master de Terapia manual Osteopática, Universidad Cardenal Herrera CEU -. Facultad de Ciencias de la Salud Departamento de Fisioterapia. 2011. Valencia - España.
- Shanley E. Rauh M. Michener L. Ellenbecker T. Garrison J. Thigpen C. Shoulder range of motion measures as risk factors for shoulder and elbow injuries in high school softball and baseball players. *Am J Sports Med* 2011; 39:1997e 2006.
- Shanley E. Chuck T. Throwing injuries in the adolescent athlete. *Int J Sports Phys Ther.* 2013 Oct; 8(5): 630–640. PMID: PMC3811729.
- Shanley E., et al. Changes in passive range of motion and development of glenohumeral internal rotation deficit (GIRD) in the professional pitching shoulder between spring training in two consecutive years. *Journal of Shoulder and Elbow Surgery Board of Trustees.*2011; 10.1016.
- Simons D. Travell J. Simons L. Myofascial pain and dysfunction. Baltimore Willinas and Wilkins 1999.
- Slager R. From little league to big league, the weak spot is the arm. *Am J Sports Med* 1977; 5: 37–48. *Sports Health* 4, 383 - 389.
- Srbely J., et al. Dry Needle stimulation of myofascial trigger points evokes segmental anti- nociceptive effects. *J Rehabil Med* 2010; 42: 463–468.
- Stephen J., et al. Internal rotation and scapular position differences: A comparison of collegiate and high school baseball players. *Journal of Athletic Training* 2010; 45(1):44 -50.

- Stephen S. Craig M. Kliber W. The disable throwing shoulder: spectrum of pathology part I: Pathoanatomy and biomechanics. *The journal of arthroscopic & related surgery*. 2003, 2:22 vol. 19, number 4.
- Stuart D., et al. The Thrower's Shoulder. *Orthop Clin N Am* 45 (2014) 387–401.
- Thomas S. Swanik C. Higginson J., et al. bilateral comparison of posterior capsule thickness and its correlation with glenohumeral range of motion and scapular upward rotation in collegiate baseball players. *J Shoulder Elbow Surgery* 2011; 20:708e16.
- Tibone J. Jobe F. Kerlan R., et al. Shoulder impingement syndrome in athletes treated by anterior acromioplasty. *Clin Orthop* 1985; 188:134-140.
- Tixa S. Ebenegger B. Atlas de técnicas articulares osteopáticas de las extremidades. Barcelona: Masson; 2004.
- Todd S. Ellenbecker E. Roetert P., et al. Glenohumeral joint total rotation range of motion in elite tennis players and baseball pitchers. *Medicine science in sports & exercise*. August 2002 DOI: 10.1249/01.MSS.0000039301.69917.0C. 2052-2053.
- Tokish J., et al., Glenohumeral internal rotation deficit in the asymptomatic professional pitcher. *Journal of Sports Science and Medicine* (2008) 7, 78-83.
- Tough E. White A. Cummings T. Richards S. Campbell J. Acupuncture and dry needling in the management of myofascial trigger point pain: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Eur J Pain* 2009; 13:3-10.
- Townsend H. Jobe F. Pink M. Perry J. Electromyographic analysis of the glenohumeral muscles during a baseball rehabilitation program. *Am J Sports Med*. 1991; 19:264-272.
- Travell J. Rinzler S. Herman M. Pain and disability of the shoulder and arm: treatment by intramuscular infiltration with procaine hydrochloride. *JAMA* 1942; 120:417 - 22.
- Urbin M. Stodden D. Boros R. Shannon D. Impulse variability theory and overarm throwing. *Motor Control Human kinetics*, 2012, 16; 19-30.
- Verna C. Shoulder flexibility to reduce impingement. Presented at the 3rd annual PBATS (Professional Baseball athletic Trainer Society) Meeting, Mesa Arizona, March, 1991.

- Whitehead N. Weerakkody N. Gregory J., et al. Changes in passive tension of muscle in humans and animals after eccentric exercise. *J Physiol.* 2001; 533:593 - 604.
- Whiteley R. Adams R. Nicholson L. Ginn K. Reduced humeral torsion predicts throwing-related injury in adolescent baseball players. *J Sciences Med Sport* 2010; 13:392e6.
- Whiteley R. Adams R. Ginn K. Nicholson L. Playing level achieved, throwing history and humeral torsion in master baseball players. *J. Sports Sci.* 2010 28, 1223 - 1232.
- Whiteley R. Adams R. Nicholson L. Ginn K., b. Reduced humeral torsion predicts throwing-related injury in adolescent baseball players. *J. Sci. Med. Sport* 2010 13,392 - 396.
- Wilk K. Andrews J. Arrigo C. Preventive and Rehabilitative Exercises for the Shoulder and Elbow. 6th ed. Birmingham, AL: American Sports Medicine Institute; 2001.
- Wilk K. Arrigo C. Current concepts in the rehabilitation of the athletic shoulder. *J Orthop Sports Phys Ther* 1993; 18; 365-378.
- Wilk K. Macrina L. Fleisig G., et al. Loss of internal rotation and the correlation to shoulder injuries in professional baseball pitchers. *Am J Sports Med.* 2011; 39:329 - 335.
- Wilk K. Obma P. Simpson C. Cain E. Dugas A. Shoulder injuries in the overhead athlete. *J Orthop Sports Phys Ther.* 2009; 39(2):38-54.
- Wilk K. Suarez K. Reed J. Scapular muscular strength values in professional baseball players. *Phys Ther.* 1999; 79:S81-S82.
- Wilk K. Voight M. Keirns M. Gambetta V. Andrews J. Dillman C. Stretch-shortening drills for the upper extremities: theory and clinical application. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1993; 17:225-239.
- Wooden M. Greenfield B. Johanson M. Litzelman L. Mundrane M. Donatelli R. Effects of strength training on throwing velocity and shoulder muscle performance in teenage baseball players. *J Orthop Sports Phys Ther.* 1992; 15: 223 - 228.
- Yoneda M. Nakagawa S. Mizuno N. Fukushima S. Havashida K. Mae T., et al. Arthroscopic capsular release for painful throwing shoulder with posterior capsular tightness. *Arthroscopy* 2006; 22:801.

Yuksel E. Yesilyaprak S., et al. The effectiveness of scapular stabilization exercises in patients with subacromial impingement syndrome and scapular dyskinesis. *Ann Rheum Dis* 2015; 74:1316 doi:10.1136/annrheumdis-2015-eular.5594.

Zarins A. Carson Jr. W., et al. *Injuries to the Throwing Arm*. Philadelphia, Pa: W.B. Saunders; 1985:266.

Anexos

OBJETIVOS GENERALES DEL ESTUDIO

La actividad repetitiva de lanzamiento en el béisbol produce acortamiento patológico limitante de la rotación interna que induce a un desequilibrio en el balance muscular, disminución de velocidad y lesiones periféricas que bien limitan el desarrollo del atleta y pueden lesionar la articulación del hombro en sus estructuras internas. Este estudio contendrá según su grupo de estudio la aplicación de cuatro tipos de técnicas terapéuticas basadas en; el estiramiento correctivo por la presencia de acortamiento limitante de la amplitud articular del hombro, en la manipulación articular del mismo, digito presión isquémica sostenida, un tratamiento invasivo tipo punción por aguja de acupuntura, este último podría generar pequeñas molestias o dolor punzante momentáneo el cual será mitigado por técnicas antiinflamatorias básicas, el ejercicio de fortalecimiento buscara el incremento de fuerza y desarrollo de velocidad, podría producir fatiga progresiva la cual será monitoreada y mitigada para evitar alteraciones en el tratamiento en caso de producirse este. Los participantes que presenten alguna complicación propia del estudio estarán cubiertos con atención de rehabilitación física en centro privado para corregir las mismas, siendo exentos de forma inmediata del actual estudio.

Los objetivos de este estudio buscan, eliminar el dolor por presencia de alteración por acortamiento miofascial de músculos del hombro, corregir el defecto de limitación a la rotación interna articular, establecer el balance de los músculos escapulares y ordenamiento óseo articular del hombro, recuperar y/o incrementar la velocidad en el lanzamiento de los jugadores de béisbol afectados por estas alteraciones. Recibirán tratamientos 2 veces a la semana (Digito presión isquémica, punción seca profunda, estiramiento y manipulación osteopática del hombro), solo 2 punciones 2 digito presión por semana según el grupo, cuidados de estiramientos, formación y entrenamiento en programa de ejercicios del hombro. El efecto del tratamiento aplicado se evaluara cada 2 semanas y el análisis de resultados en variaciones de la velocidad cada 2 semanas por radar para observar los avances en los participantes. Un test de fuerza subjetivo al manguito rotatorio del hombro lanzador, será realizado para correlacionar el status inicial y final posterior a la rutina de ejercicios aplicadas.

Éste es un estudio tipo controlado aleatorio, lo que significa que los sujetos que deseen participar serán distribuidos aleatoriamente y al azar en cualquiera de los dos presentes grupos de estudio: uno de tratamiento convencional conservador (Digito presión, estiramiento y ejercicios al hombro) otro no convencional (Punción seca, estiramiento, manipulación osteopática correctiva y ejercicios al hombro).

Una vez iniciado el presente estudio usted puede notificar su deseo de no continuar su participación en el mismo, en cualquier momento si así lo determina.

MUCHAS GRACIAS.

PRUEBAS A REALIZAR

- Punción Seca en músculos del hombro
- Estiramiento del hombro
- Manipulación del hombro presión
- Umbral de dolor a
- Análisis de amplitud articular del hombro /radar
- Análisis de Velocidad
- Compresión isquémica músculos del hombro.
- Test subjetivo de fuerza.

1) INFORMACIÓN SOBRE LA PUNCIÓN SECA:

Se utilizara para esta técnica la penetración de una aguja fina tipo acupuntura (0,25mm) de acero inoxidable, debidamente esterilizada de origen, bajo previa asepsia de la zona con Gerdex antibacterial –esterilizante de alto espectro, el terapeuta usará guantes quirúrgicos esterilizados. La punción será a 2 cm de profundidad sobre la zona posterior muscular del hombro, con entrada y salida rápida. Por ser una técnica invasiva no está exenta de riesgos o complicaciones. Para minimizar o evitar estos una vez aplicada la técnica se aplicara una asepsia posterior a la misma, posteriormente se le colocará un adhesivo antiséptico de micropore 3M[®] para disminuir alguna mínima posibilidad de infección por portal de entrada a la incisión por aguja. Las posibles complicaciones que podrían estar presentes en la zona tratada en este estudio se podrían ser dolor local, mínima extravasación de sangre o alergia al material de punción.

2) INFORMACIÓN SOBRE LA MANIPULACIÓN DEL HOMBRO

La realización de esta técnica será en posición acostado relajado en camilla con el hombro en posición estable. Se intenta movilizar las superficies articulares del hombro, para lo cual se realizara un movimiento rápido en la articulación que podría tener presente o no un ruido articular, común en estas técnicas de manipulación. Las posibles complicaciones de este tipo de técnica, no frecuentes se limitan a ligeras molestias en la zona, pudiendo permanecer algunas horas tras aplicar la misma. En este caso, el sujeto recibirá tratamiento con crioterapia

3) INFORMACIÓN SOBRE LA MEDICIÓN DEL UMBRAL DE DOLOR A LA PRESIÓN

Es una maniobra de evaluación para determinar si el tratamiento aplicado ha influido en la disminución o aumento de la sensación de dolor a la presión en la zona muscular tratada. Después de localizar el punto muscular doloroso, se aplica una presión progresiva sobre este con un instrumento que mide el dolor a la presión (algómetro). El sujeto evaluado es instruido para poder notificar al investigador el momento inicial de sensación del dolor. En ese momento el evaluador tomará nota de la presión señalada por el instrumento. Se le indicará al sujeto que describa la sensación que ha tenido para compararla con medidas secundarias. Estos datos se registrarán antes de iniciar la primera sesión, a las 2 semanas y al finalizar la última sesión. La aplicación de presión por medio del algómetro podría resultar molesta y causar la aparición de un discreto hematoma

4) INFORMACION SOBRE LA DIGITO PRESION:

Es una técnica gradual de manipulación terapéutica manual que produce presión sobre el punto muscular doloroso. En todo caso esta no debe producir un aumento súbito del dolor, sino una presión progresiva que buscará mitigar la sensación dolorosa referida al punto muscular afecto. El sujeto estará colocado en una camilla en descanso con el hombro relajado, el terapeuta hará presión progresiva digital sobre el punto por durante 90 seg. retirándola al percibir por parte del sujeto evaluado la disminución del dolor inicial. Suele producir molestia inicial y su posible complicación se limita a la aparición de un discreto hematoma en la zona o adormecimiento parcial momentáneo. El sujeto tratado recibirá estiramiento de la zona muscular posterior al ciclo completo de la intervención terapéutica.

5) INFORMACION SOBRE LA MEDICION DE VELOCIDAD POR RADAR:

Se trata de un test simple de velocidad del lanzamiento en el cual el sujeto será instruido, previo calentamiento práctico, a lanzar la pelota en una distancia controlada no mayor a 90ft, durante un periodo de 5-12 min, para un total de 12-15 lanzamientos, en un área de campo o bullpen según su posición. Para llevar a cabo la medición de la velocidad de lanzamiento se utilizará una pistola de radar. El operador tomará nota de cada lanzamiento registrado. La prueba puede ser suspendida por el participante si percibe cualquier molestia o deficiencia mecánica.

Se tomarán todas las medidas técnicas de protección y observación. Las complicaciones son mínimas y están relacionadas con el posible cansancio posterior al esfuerzo realizado. Cualquier alteración con tendencia patomecánica será tratada terapéuticamente con cuidados básicos aplicados posteriores al esfuerzo con exclusión voluntaria del participante o directamente determinada por los investigadores en caso de estar presente esta.

6) INFORMACION SOBRE LA MEDICION DE LA AMPLITUD ARTICULAR:

Se medirá la amplitud articular del hombro hacia el movimiento de rotación interna. La medición se llevará a cabo empleando un inclinómetro electrónico. Este dispositivo no invasivo será colocado en el dorso del antebrazo del sujeto, el cual se colocara boca arriba en una camilla de evaluación con el hombro en posición de abducción de 90°, de forma cómoda y estable. Al solicitársele el movimiento activo y llegar al rango final posible, el operador hará registro electrónico del mismo. Esta instrumentación no indica riesgo al paciente, será practicada sin dolor y cualquier situación de incomodidad o molestias será motivo para suspenderla.

7) INFORMACION SOBRE EL TEST SUBJETIVO DE FUERZA MUSCULAR:

El participante será evaluado de su estado inicial y final de fuerza muscular a través de un test global en el hombro lanzador sobre los músculos rotadores. Esta es una maniobra consistente en colocar al sujeto boca arriba sobre una camilla de examen clínico y en posición del hombro en 90 grados de abducción. A continuación, se le solicita una contracción muscular de los músculos rotadores internos y externos del hombro mientras se le aplica una fuerza de resistencia que ha de vencer. Esta maniobra se considera segura e indolora para el participante.

ANEXO II: Modelo de encuesta de ingreso al sujeto de investigación**DATOS DEMOGRÁFICOS SUJETOS EN LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN**

NOMBRE: APELLIDOS: EDAD: SEXO:

CATEGORIA Béisbol: POSICION:

1. Defina el periodo desde el que practica este deporte

- Menos de 6 meses
- 6 meses
- Más de un año

¿Cuántas horas a la horas/semana?

¿Cuántos días a la semana? _____

2. Defina el brazo Dominante lanzador para su posición :

- Derecho
- Izquierdo

3. ¿Ha sido intervenido quirúrgicamente en su hombro lanzador, brazo o codo?

- No
- Si

4. ¿presenta actualmente algún tipo de dolor en su articulación del hombro, codo en su brazo lanzador? Ha tenido molestias en el hombro lanzador en otros periodos previos a la investigación.

- No
- Si

¿Cuál ha sido el motivo? _____

¿Has tenido dolor? _____

¿Cuál ha sido la causa? _____

¿Qué tipo de tratamiento has tenido? _____

¿Has recibido algún tipo de medicación? _____

5. ¿ha notado alteraciones en la velocidad y capacidad de potencia, eficacia en su hombro lanzador de forma descrita abajo, seleccione con una X?
- Disminución de mph medidas previamente por radar
 - Debilidad durante los intervalos de lanzamientos cortos o largos
 - Disminución de la eficacia de ejecución en algunos tipos de lanzamientos
6. ¿Se ha aplicado estiramientos de forma continua asistida o auto pasivo y programado en su articulación del hombro lanzador seleccione abajo?
- No
 - Si
7. ¿Conoce y practica ejercicios al hombro para incrementar o mantener velocidad en el lanzamiento, incrementarla o preventivamente de forma actual, seleccione abajo?
- No
 - Si
8. Ha escuchado de la presencia de algún tipo de lesión o grupo de alteraciones que puedan ser inducidas por la limitación a flexibilidad y estiramiento de su hombro lanzador?
- No
 - Si
9. ¿Conoce de un síndrome o conjunto de afecciones que se originan por la limitación a la rotación del hombro en el béisbol la cual se denomina GIRD (déficit de limitación a la rotación interna del hombro) y que pueden afectar el desarrollo gradual de velocidad en el hombro y estancar su evolución en el béisbol?
- No
 - Si
- 10.El siguiente listado contiene las causas de exclusión posibles para la no participación en este estudio. Señala si estás en alguno de estos supuestos rodeando con un círculo en caso afirmativo:

Enfermedad Cardíaca o respiratoria.

Enfermedad sistémica inflamatoria.

Alergia (incluidas agujas).

Infiltraciones en punto gatillo con anestésicos o cortico esteroides durante el último mes

Fibromialgia diagnosticada.

Aversión o miedo a la punción con agujas.

Paciente Hemofílico.

Dolor presente en la articulación del hombro.

Haber sido intervenido quirúrgicamente del hombro- codo.

Ingesta de medicinas antiinflamatorias las últimas 72 horas.

11. ¿Desea participar de forma voluntaria en el presente estudio?

- No
- Si

MUCHAS GRACIAS

ANEXO III: Hoja de evaluación médica inicial al hombro lanzador



FECHA: __/__/__

JUGADOR #: ____

FORMATO HISTORIAL DE REGISTRO MEDICO EVOLUTIVO AL ESTUDIO:

1. Datos Personales

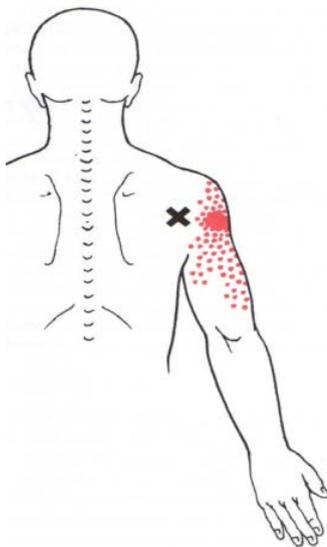
Nombre y Apellido: _____ . CI. _____ . Edad: ____ F/N;
 ____ . Sexo: ____ Brazo dominante: ____ . Posición: ____ . Período de
 práctica deportiva: _____

2. Evaluación Física (Test de FM Inicial, antecedentes de lesión irritativas periarticulares)

Historial Físico:

3. Examen Físico del Hombro:

3.1 Observaciones de la Palpación periarticular y PGM:



Musculo PGM	Resultado		Telealgia	
	+	-	+	-
Trapezio				
Supraspinatus				
Infraspinatus				
Redondo menor				
Redondo Mayor				
Dorsal Ancho				

3.2 Batería de Pruebas especiales ortopédicas del hombro lanzador:

Test	Resultado	
	+	-
Jobe test		
Hawkins test		
Speed test		
Yergarson		
Slocum test		
O'brien test		
Jerk' test		

Observaciones: _____

3.3 Test Osteopático.

SEMANA	TEST OSTEOPATICO GH			
	DOMINANTE		NO DOMINANTE	
	TEST 1	TEST 2	TEST	TEST 2
1				
2				
3				

4. valoración de Amplitud articular rotacional del hombro lanzador dominante / no dominante

SEMANA	BRAZO DOMINANTE				TARM activo	NO DOMINANTE		TARM pasivo
	AMA		AMP			AMA	AMP	
	RI	RE	RI	RE		RI	RE	
1								
2								
3								

5. Valoración de la disquinesia escapular REPOSO / 90 GRADOS

SEMANA	GRADACION INICIAL	GRADACION FINAL	NIVEL DE DISQUINESIA
1			
2			
3			

6. registro control de evolución de VELOCIDAD DE LANZAMIENTO 3

JUGADOR N ^º : POS:	LANZAMIENTOS Y VELOCIDAD															K	UMV (mph)	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14			15
Test inicial	MP H																	
Test intermedio																		
Test Final																		

Firma / sello médico evaluador.

ANEXO V. Hoja explicativa del programa y cronograma de ejercicios aplicado al hombro lanzador a ambos grupos



GUIA DE EJERCICIOS DE HOMBRO - ESCAPULA

	Peso	Dosificación	Objetivo			
Semana: 00/00/15	3 lbs a 5 lbs .	8 a 15 rep 2 series	Abordar a los lanzadores posterior a la evaluación con la batería de tratamiento diseñada.			
30 seg de descando entre ejercicios / 2 min de descanso	Elongacion/cm		mantener el rango de movimiento de la rotación interna.			
	75% a 90% /120 cm		mantener el fortalecimiento la musculatura periférica del hombro- manguito rotador- zona escapular			
Calentamiento	Circuito de TSTP Ejercicios de Hombro			Estiramiento general calentamiento		
Movilizaciones articulares activas.	Ligas	Pesas Bipedo	Pesas Camilla	Bíceps braquial Pectoral Mayor Deltoides Posterior Rotadores Internos y sleeper stretching auto pasivo		
	Remo con ligas "L" 90°	Abduccion 90°	Abducción 90°			
	Pull back 90° en "T".	Flexión 90°	Abducción 90°			
	Posición "Y"	Posicion "I"				
	Pulling it down.					
	Rotacion interna l a 90/90°					
	Rotacion Externa a 90/90°					
empty can posicion						
Abd con Rotacion Ext 90/90°						
Plan de trabajo	Tiempo	Peso	Repeticiones	Elongacion/cm	Series	Dia 1 / Dia 2
Calentamiento	5				2	Aplicado
Estiramiento	7		10 seg por posicion		2	Aplicado
Ejercicios	40	3 a 5 libras	8 - 12- 15 rep max	75% a90 5/105cm	2	Aplicado
Estiramiento	10				1	Aplicado
Total	61 min					