TEMA DE REVISION

Prevención de Osteoartritis de rodilla: Evidencias para su implementación.

Dr. Héctor Quevedo Solidoro. (*)

Resumen:

La osteoartritis está entre las diez primeras enfermedades que originan incapacidad física. La falta de tratamientos satisfactorios ha llevado a buscar estrategias para su prevención. Los factores de riesgo más importantes son la obesidad y la injuria articular, evitándolos puede disminuir la prevalencia de osteoartritis en 70%. Los hallazgos que demuestran que alteraciones pre-radiológicas detectadas por RMN se instalan años antes de los síntomas sugieren que las intervenciones de prevención deben ser tempranas. Las medidas para prevención que se pueden implementar en la práctica diaria son: Los obesos deben reducir su peso en al menos el 10% para disminuir la progresión de la osteoartritis y reducir el dolor.

Las actividades físicas recreacionales, que no son competitivas, no originan osteoartritis. Los deportistas de competencia reducen el riesgo de osteoartritis evitando los eventos de injuria articular. La prevención de estos eventos se consigue con la implementación de ejercicios supervisados, los cuales alcanza a disminuir que ocurran en un 50%.

Summary: Osteoarthritis is among the top ten diseases that cause physical disability. The lack of satisfactory treatments has led to seek strategies for prevention. The most important risk factors are obesity and joint injury, avoiding them can reduce the prevalence of osteoarthritis in 70%. The findings show that pre-radiographic abnormalities detected by MRI are installed years before symptoms suggest that prevention interventions should be early. Prevention measures that can be implemented in daily practice are: Obese should reduce their weight by at least 10% to slow the progression of osteoarthritis and reduce pain.

Recreational physical activities, which are not competitive, do not cause osteoarthritis. Competition athletes reduce the risk of osteoarthritis preventing joint injury events. The prevention of these events is achieved with the implementation of supervised exercises, which reaches to decrease them in 50%. There is evidence that work activities that require repetitive physical efforts like flexing the knees, kneeling and lifting weights (≥ 25 kg) more than one hour per day and greater than or equal to one year time significantly increase the development of knee osteoarthritis. If the overweight or obesity adds to these work

activities the risk increases more. Changes to this kind of occupations require specialists in occupational medicine and ergonomy.

(*) Clínica Internacional - Servicio de Reumatología.

Palabras Claves : osteoarthritis knee, disability in osteoarthritis, prevention of osteoarthritis, obesity in osteoarthritis, prevention of knee injuries.

Impacto de la Osteoartritis en la Sociedad

Osteoartritis es una enfermedad articular que afecta primariamente a mayores de 50 años, caracterizados por erosiones del cartílago articular, engrosamiento del hueso subcondral y cambios inflamatorios en la membrana sinovial. Es una enfermedad heterogénea con múltiples etiologías. Existe la necesidad de identificar sub-grupos clínicos, específicos, que permitan tratamientos más individualizados[1].

En una investigación global realizada en 188 países uno de cuyos objetivos era evaluar el impacto de las enfermedades en la limitación funcional en la población entre los años 2005 a 2013, se observó que osteoartritis origino un incremento del 23% de la población portadores de alguna incapacidad física en sus actividades ocupacionales usuales y en este aspecto osteoartritis estuvo entre las 10 enfermedades más relevantes de las 306 enfermedades estudiadas[2]. Se estima que su prevalencia se incrementara en 50% en los próximos 20 años.

Los incrementos de los costos y además de la ausencia de medicamentos modificadores de la enfermedad en osteoartritis conducen a replantear el enfoque terapéutico actual y hacer énfasis en la prevención.

Factores de Riesgo para osteoartritis

Desde inicios de la década de los 90 se empezaron a identificar los factores de riesgo asociados al desarrollo de osteoartritis de rodillas tales como el envejecimiento, edad, genéticos, sexo, malformaciones congénitas, infecciones, obesidad, ocupación y trauma articular entre otros[3]. Siendo los factores de riesgo, modificables, más importantes para el desarrollo de osteoartritis de rodilla, la obesidad y la injuria articular[4]. Reduciendo la presencia de estos en la población se puede disminuir la prevalencia de osteoartritis en un 70%[5]. El concepto de que osteoartritis es una enfermedad de ancianos ha cambiado, actualmente se conoce que empieza años antes de la aparición de los síntomas. Esto se sugiere en un estudio de una población sin osteoartritis radiológica de rodillas seguidas con RMN, durante 2 años, en las cuales se identificó que la presencia de inflamación de membrana sinovial, edema de medula ósea y el daño meniscal predijeron el posterior desarrollo de la osteoartritis radiológica[6], esto sugiere que las intervenciones que se realicen para efectuar una prevención primaria o secundaria deberán ser hechas tempranamente

tanto en población portadora de factores de riesgo como en pacientes con enfermedad temprana[7].

1. **La Prevención de Osteoartritis de rodilla y la corrección del sobrepeso/obesidad.**

Para desarrollar osteoartritis de rodillas, las mujeres obesas tienen 4 veces más riesgo y los hombres obesos 5 veces[8] . En un estudio observacional, prospectivo de 105,189 personas con osteoartritis de rodilla, seguidas por un promedio de 2.6 años se observó que los pacientes con sobrepeso y obesidad incrementaban el riesgo de efectuárseles un reemplazo articular en 40% y 100% respectivamente[9]. En mujeres con sobrepeso u obesas, la reducción de peso en un promedio de 5Kg. disminuye en un 60% la probabilidad de desarrollar osteoartritis de rodillas detectadas radiológicamente[10]. Está demostrado de manera consistente que hay asociación entre la pérdida de peso y una disminución de la reducción del grosor del cartílago articular. En investigaciones realizadas con RMN, esta asociación ha sido demostrada en particular si los obesos con osteoartritis consiguen una pérdida de peso mayor del 10%[11,12,13] Se recomienda que el ritmo de pérdida de peso, para que sea exitoso, debe ser de aproximadamente de 2-3 Kg/mes. Es decir la reducción gradual permite adaptarse a modificaciones en el régimen alimenticio para que estas sean duraderas a largo plazo[14].

La corrección de la obesidad reduce el dolor:

El tratamiento concomitante de dieta más ejercicio ofrecen mayor beneficio, llegando a reducir el 45% del dolor y mejorar la función en un 42% [15,16]. Los pacientes que consiguen estas metas mejoran la deambulación y velocidad de las caminatas[17].

2. **Prevención de Osteoartritis de rodilla evitando las injurias articulares por actividades ocupacionales o deportivas.**

Las actividades física de tipo ocupacional o deportivo que causan traumas articulares, particularmente en la juventud tienen consecuencias posteriores[18]. Un meta-análisis revelo un riesgo 4 veces mayor de desarrollar osteoartritis de rodilla 15 años después de una injuria [19]. La prevención a través de evitar estos eventos representarían, por ahora, una medida de prevención primaria.

Injurias articulares por actividades ocupacionales:

En el meta-análisis efectuado por McWilliams et al[20] para investigar el riesgo que representan las actividades ocupacionales para el desarrollo de osteoartritis de rodilla. Se reunió a 51 estudios observacionales, de los cuales 8 eran estudios en cohortes, 25 estudios transversales y 18 estudios de caso-control. En esta investigación se incluyeron tanto los diagnósticos clínicos como los radiológicos. La población evaluada fue de 526,343

personas. Aquellos cuyas actividades ocupacionales requerían flexiones repetitivas de las rodillas, arrodillarse, levantar pesos o subir escaleras diariamente, tuvieron un incremento del riesgo del 30% al 99%.

En una revisión sistemática de la literatura publicada entre 1996 a 2011 se buscó la contribución de la actividades ocupacionales para la ocurrencia de osteoartritis y se halló que las actividades que incluían la posición de cuclillas más de 1 hora diaria por más de un año tenían un OR = 2.2(1.0-4.9). Arrodillarse más de 1 hora diaria por más de 1 año se asoció a un OR= 1.7 (1.0-3.0). Cuando se adiciono a estas ocupaciones el sobrepeso o la obesidad los riesgos se incrementaron a 6.1 y 14.7 respectivamente[21.]

Los cuidados preventivos en este tipo de trabajadores deben incluir la educación y recibir la orientación de especialistas en ergonomía para modificar los esfuerzos físicos nocivos que formen parte de su actividad ocupacional.

Injurias articulares por actividades deportivas:

Las osteoartritis post-traumáticas o injuria articular representan el 12% de todas los casos de osteoartritis y se presentan principalmente en las rodillas o tobillos. Estos casos se manifiestan clínicamente 10-14 años más temprano que las restantes osteoartritis.

El 20-50% de jóvenes con injurias articulares tendrán osteoartritis 15-20 años más tarde. Un traumatismo de la rodilla en la adultez o en la población de la tercera edad que produce una lesión meniscal se asocia a un riesgo de 5.7 veces mayor de originar una osteoartritis radiológica[22,23].

Un grupo de 1279 personas adultas mayores de 50 años con o sin obesidad, quienes realizaban actividades físicas en sus tiempos libres y tenían radiografías de rodillas iniciales normales se les tomo radiografías de rodillas 9 años más tarde, buscando la aparición de osteoartritis. Ni en la mayoría de personas que reportaron caminar un promedio de 10 km. semanalmente, ni en aquellos que caminaban más de 15Km/semana, tampoco en quienes corrían regularmente, se encontró una incidencia incrementada de osteoartritis[24]. Mediante un estudio prospectivo en una cohorte de 1522 participantes que realizaron actividades físicas recreacionales como caminatas, jardinería, moderados ejercicios de estiramiento y fortalecimiento muscular por periodos entre 150-300 minutos semanales y que tuvieron un seguimiento clínico y radiológico de 6.5 años, no encontraron asociación entre dichas actividades y el incremento de osteoartritis radiológica con o sin síntomas[25]. En el estudio de una cohorte de 2637 personas, con edad promedio de 64.3 años, IMC de 28.5, quienes fueron observadas durante 2 años, se comparó a 2 grupos de personas que en sus tiempos libres corrían frente a los que no lo hacían, se halló que no hubo incremento del dolor por osteoartritis en los corredores. En el subgrupo de quienes no tenían ni síntomas ni cambios radiológicos basales los resultados demostraron que esta actividad física no se asoció al desarrollo de nuevos casos de osteoartritis radiológica de rodillas[26].

En una investigación que incluyo 24 estudios observacionales que incluyeron a 20,997 personas. Aquellos que presentaron injurias articulares de rodillas en la adultez temprana, 20-40 años, tales como lesiones de ligamentos, tendones, desgarro meniscal o su resección quirúrgica, tuvieron una probabilidad 6 veces mayor de desarrollar osteoartritis en la vejez [27]. El estudio de fenotipos mediante RMN al inicio del seguimiento de en una cohorte de pacientes en la etapa pre-radiológica de osteoartritis de rodilla, se encontró que de 885 rodillas, seguidas durante 84 meses, 203 desarrollaron osteoartritis radiológica. Este resultado incluyo un riesgo 5.6 veces mayor en aquellos que tenían daño meniscal, historia de injuria o cirugía de rodilla en sus características basales[28].

En un estudio prospectivo en 205 personas sin osteoartritis, entre los 45 y 60 años de edad, monitorizadas durante 4 años, se evaluó la relación que hay entre los niveles de actividad física y la osteoartritis. En esta cohorte se consideraron las actividades domésticas, laborales más las recreativas. A sus actividades se les dio una puntuación mediante el cuestionario PASE (Physical Activity Scale for the Elderly) y el daño del cartílago de la rodilla fue evaluado mediante resonancias magnéticas nucleares. Se observó que a mayor actividad física peor deterioro del cartílago articular[29].

Suter y colaboradores desarrollaron un modelo de estudio para estimar el riesgo de desarrollar osteoartritis a los 50 años de edad en aquellos que presentaban a los 25 años una ruptura de ligamento cruzado anterior(LCA) acompañado o no de desgarro meniscal (DM). Este modelo se diseñó basado en los datos producidos en múltiples estudios observacionales que vinculaban la asociación entre ruptura LCA o DM a osteoartritis de rodilla, pero tenían las limitaciones de incluir poblaciones pequeñas o ser de corta duración.

Sus resultados fueron que quienes no tenían ninguna injuria articular a los 25 años, el 13.5% tendría osteoartritis de rodilla a los 50 años, mientras quienes tenían ruptura de LCA con DM el riesgo era del 34.2%, para esta última estimación consideraron que el DM acompañante podía ser como consecuencia de la ruptura del LCA o por los cambios involutivos que sufre el menisco con la edad[30].

En un estudio en el que se comparó 15 casos con ruptura aguda de LCA contra 16 controles sin injuria articular y sin cambios radiológicos de osteoartritis. Se los evaluó con técnicas de RMN como T^2p y T^2, que permiten cuantificar tempranamente los cambios bioquímicos de la matriz del cartílago y hallaron que los pacientes con ruptura del LCA tuvieron significativamente más deterioro de la composición del cartílago tibial postero-lateral. Del mismo modo los pacientes que concomitantemente tuvieron lesión en el cuerno posterior del menisco medial presentaron más daño en las regiones del cartílago tibio- femoral que soportaron más peso. Todas estas lesiones se presentaron desde la RMN inicial y no se recuperaron durante los dos años de duración del estudio[31].

En un estudio en Australia hallaron una incidencia anual de lesión del LCA del 0.05% en la población general y en los profesionales atletas la incidencia fue de 0.15% a 3.7%. Los atletas profesionales practicaban el futbol, basquetbol, futbol americano y otros deportes afines[32].

Resumiendo, se puede mencionar que las actividades ocupacionales con elevado esfuerzo mecánico o traumas articulares como desgarro meniscal o ruptura de LCA en la adultez temprana incrementa el riesgo de desarrollo de osteoartritis de rodilla en la tercera edad.

Prevención Primaria de osteoartritis por injuria articular deportiva.

Los beneficios de programas de ejercicios para prevención de injurias articulares, en particular la de ruptura del LCA son los que han sido demostrados en investigaciones como la de Sadoghi et al [33] quienes realizaron un meta-análisis de estudios, los cuales tuvieron como limitación su heterogeneidad por la diversidad de programas de ejercicios, sin embargo la tendencia del pool de estudios demostró una reducción del riesgo de ruptura del LCA en mujeres atletas del 52% y en hombres atletas del 85%. Este autor opina que los estudios revisados tienen como denominador común que los programas de ejercicios habituales incluyen 10 minutos tres veces por semana de ejercicios neuromusculares.

En otra revisión sistemática de programas de ejercicios neuromusculares para prevención de injurias de LCA que reunió a 8 estudios de cohorte y 6 ensayos clínicos que incluyo en total 27,000 participantes, en el grupo que recibió algún programa de ejercicios de prevención el riesgo de los incluidos se redujo en 52%, pero la reducción del riesgo fue variable según el programa de ejercicios aplicado y no se pudo identificar el programa óptimo[34]. Walden et al[35] no pudieron identificar el mejor programa de prevención para la diferentes disciplinas deportivas.

Rossler et al[36] realizaron un meta-análisis de estudios de cohorte y ensayos clínicos, en el que reunieron a 27,561 adolescentes atletas con una mediana de sus edades de 16.7 años. Todos ellos integraban algún equipo deportivo. Los participantes que recibieron un programa con ejercicios multimodales (salto y ejercicios plyométricos) mostraron un efecto preventivo significativamente mejor que los participantes que no lo recibieron. No se hayo diferencias en la reducción del riesgo cuando compararon el efecto de los ejercicios de prevención entre deportes tales como el futbol, básquet o hándbol.

Sintetizando los análisis de los resultados de las intervenciones para prevenir las injurias deportivas se puede decir que estas reducen el riesgo, pero se requieren más estudios para conocer cuál es la mejor. Para la implementación de los programas de prevención es necesario la participación de los especialistas en medicina deportiva y rehabilitación.

Discusión:

La limitación de las medidas propuestas para prevención de osteoartritis es que la mayoría de investigaciones son observacionales. Es necesario que en el futuro se realicen la evaluación de programas de prevención mediante ensayos clínicos que den mayor soporte a las pautas mencionadas.

Sin embargo en los países en vías de desarrollo, con menos recursos económicos es perentorio que se implementen estas medidas, en particular por que las terapias farmacológicas o quirúrgicas para una osteoartritis avanzada son costosas. La implementación de programas de prevención de osteoartritis de rodilla debería efectuarse especialmente en hospitales generales auspiciados por la seguridad social o el estado. Deben tener como población objetivo a los adultos jóvenes, sin osteoartritis, que acumulen varios factores de riesgo o a aquellos que quienes teniendo la enfermedad demostrada y sintomática tienen factores de riesgo modificables, en particular sobrepeso u obesidad. Estos programas deben adoptar sistemas de medición de resultados y estudios de costos, de manera que su ejecución tenga el soporte adicional de que resultan costo-efectivos. Un modelo de estos programas es Healthy Weight For Life, desarrollado en Australia[37].

Conclusiones

- Los factores de riesgo, modificables, para el desarrollo de osteoartritis más importantes son la obesidad y la injuria articular.
- Los obesos deben reducir ≥ 10% del peso y realizar ejercicios físicos moderados a vigorosos para disminuir la progresión de osteoartritis clínica de rodilla.
- En pacientes con osteoartritis de rodilla, la reducción de peso más ejercicios disminuyen la intensidad del dolor en 40 % y mejora la limitación funcional en 50%.

- Las injurias articulares de rodilla por prácticas deportivas de competencia como futbol, vóley, básquet, tenis, pueden prevenirse. La prevención se realiza mediante la implementación de programas de ejercicios supervisados que consiguen evitar en un 50% los eventos de injurias articulares, tales como. lesiones de ligamentos, tendones, desgarro meniscal o su resección quirúrgica

- Existen evidencias que las actividades laborales que requieren esfuerzos físicos repetitivos como flexionar la rodillas, arrodillarse y levantar pesos (≥ 25 kg) por más de una hora diaria y por un tiempo mayor o igual a un año incrementan significativamente el desarrollo de osteoartritis de rodilla. Si se adiciona el sobrepeso o la obesidad a estas actividades laborales el riesgo se incrementa mucho más. Las modificaciones de esta clase de ocupaciones requieren de especialistas en medicina ocupacional y ergonomía.

Referencias bibliográficas

1. Bierma-Zeinstra S, van Middelkoop M. In search of phenotypes. Nature Reviews Rheumatology, published online 3 November 2017.

2. **Murray C, Barber R, Foreman K et al. Global, regional, and national disability-adjusted life years (DALYs) for 306 diseases and injuries and healthy life expectancy (HALE) for 188 countries, 1990–2013: quantifying the epidemiological transition. Lancet 2015; 386(10009):2145-2191.**

3. Hochberg M. Osteoarthritis. In Silman A and Hochberg M (eds). Epidemiology of Rheumatic Diseases. New York. Oxford University Press Inc.2001.205-229

4. Silverwood V,Blagojevic-Bucknall M, Jinks C et al. Current evidence on risk factors for knee osteoarthritis in older adults: a systematic review and meta-analysis.Osteoartritis and Cartilage 2015; 23(4):507-515.
5. Felson D, Zhang Y. An update on the epidemiology of the knee and hip osteoarthritis with a view to prevention. Arthritis Rheum 1998; 41:1343-1355
6. Roemer F et al. What Comes First? Multitissue Involvement Leading to Radiographic Osteoarthritis: Magnetic Resonance Imaging–Based Trajectory Analysis Over Four Years in the Osteoarthritis Initiative. Arthritis & Rheumatology 2015; 67(8):2085-2096.
7. Felson D. y col. Identifying and treating pre-clinical and early osteoarthritis. Rheum Dis Clin N Am 2014;40:699-710.
8. Bartlett S. Johns Hopkins Center-2012
9. Leyland K, Judge A, Javaid K et al. Obesity and the Relative Risk of Knee Replacement Surgery in Patients with Knee Osteoarthritis: A Prospective Cohort Study Arthritis & Rheumatology 2016; 68(4):817-825.
10. Felson D y col. Weight Loss Reduces the Risk for Symptomatic Knee Osteoarthritis in Women: The Framingham Study. Ann Intern Med 1992;116:535-539.
11. Gersing S, Solka M, Joseph B. Progression of cartilage degeneration and clinical symptoms in obese and overweight individuals is dependent on the amount of weight loss: 48-month data from the Osteoarthritis Initiative. Osteoarthritis & Cartilage. 2016;24(7):1126-34.
12. Anandacoomarasamy et al. Weight loss in obese people has structure-modifying effects on medial but not on lateral knee articular cartilage. Ann Rheum Dis 2012;71(1):26-32.
13. Hochberg M et al. Arthritis and Rheumatism 2012; 64-abstract supplement.
14. A Harvard Medical School Special Health Report. 2015. Knees and Hips. A troubleshooting guide to knee and hip pain.
15. Messier S, Mihalko S, Legault Cet al Effects of Intensive Diet and Exercise on Knee Joint Loads, Inflammation, and Clinical Outcomes Among Overweight and Obese Adults With Knee Osteoarthritis. The IDEA Randomized Clinical Trial. JAMA 2013;25; 310(12):1263-1273.
16. Atukorala I, Makovey J, Lawler L et al. Is there a dose-response relationship between weight loss and symtom improvement in person with knee osteoarthritis. Arthritis Care & Research 2016; 68(8): 1106-1114.

17. Bliddal H, Leeds A, Christensen R. Osteoarthritis, obesity and weight loss: evidence, hypotheses and horizons – a scoping review. Obesity Reviews 2014; 15:578-586.

18. Ajuied A, Wong F, Smith C. Anterior cruciate ligament injury and radiologic progression of knee osteoarthritis: a systematic review and meta-analysis. Am J Sports Med. 2014; 42(9):2242-52.

19. Richmond SA1, Fukuchi RK, Ezzat A, Schneider K, Schneider G, Emery CA. Are joint injury, sport activity, physical activity, obesity, or occupational activities predictors for osteoarthritis? A systematic review. J Orthop Sports Phys Ther. 2013;43(8):515.

20. Mc Williams D, Leeb B, Muthuri S et al Occupational risk factors for osteoarthritis of knee: a meta-analysis. Osteoarthritis and Cartilage 2011;19:829-839.

21. Palmer K. Occupational activities and osteoarthritis of the knee. British Medical Bulletin 2012; 102:147-170.

22. Riordan E, Little C and Hunter D. Pathogenesis of post-traumatic OA with a view to intervention. Best Practice & Research Clinical Rheumatology 2014; 28:17-30.

23. Englund M, Guermazi A, Roemer F et al. Meniscal Tear in Knees Without Surgery and the Development of Radiographic Osteoarthritis Among Middle-Aged and Elderly Persons. Arthritis & Rheumatism 2009; 60(3):831-839.

24. Felson D, Niu J, Clancy M et al. Effect of recreational physical activities on the development of knee osteoarthritis in older adults of different weights: The Framingham Study. Arthritis & Rheumatism 2007;57(1):6-12.

25. Barbour K, Hootman J, Helmick C et al. Meeting Physical Activity Guidelines and the Risk of Incident Knee Osteoarthritis : The Johnston County Osteoarthritis Project. Arthritis Care and Research 2014; 66(1):139-146.

26. Lo G, Driban J, Kriska A et al. History of running is not associated with higher risk of symptomatic knee osteoarthritis : a cross-sectional study from the Osteoarthritis Initiative. Arthritis Care & Research. Accepted: May 10, 2016.

27. Muthuri S. History of knee injuries and osteoarthritis: a meta-analysis of observacional studies. Osteoarthritis and Cartilage 2011;19:1286-1293.

28. Niu J, Felson D, Neogi T, et al Patterns of coexisting Lesion Detected on Magnetic Resonance Imaging and Relationship to Incident Knee Osteoarthritis. Arthritis & Rheumatology 2015; 67(12):3158-3165.

29. Lin W, Alizai H, Joseph G et al. Physical activity in relation to knee cartilage T2 progression measured with 3 T MRI over a period of 4 years: data from the Osteoarthritis Initiative. Osteoarthritis and Cartilage 2013; 21(10):1558-66.

30. Suter L, Smith S, Katz J et al . Projecting Lifetime Risk of Symptomatic Knee Osteoarthritis and Total Knee Replacement in Individuals Sustaining a Complete Anterior Cruciate Ligament Tear in Early Adulthood. Arthritis Care & Research. Accepted: May 17, 2016.

31. Su F, Hilton J, Nardo L et al. Cartilage morphology and T^1p y T^2 quantification in ACL-reconstructed knees: a 2-year follow-up. Osteoarthritis and Cartilage 2013; 21:1058-1067.

32. Moses B, Orchard J et al. ACL Injury: Incidences, Healing, Rehabilitation and Prevention Research in Sport Medicine : An International Journal 2012; 20 (Issues 3-4.

33. Sadoghi P, von Keudell A and Vavken P. Effectiveness of Anterior Cruciate Ligament Injury Prevention Training Programs. J.Bone Joint Surg Am 2012;94:1-8.

34. Gagnier J, Morgenstern H and Chess L. Intervention Designed to prevent Anterior Cruciate Lijament Injuries in adolescents and Adults: A systematic Review and Meta-analysis. Am J Sports Med 2013; 41(8):1952-1962.

35. Walden M, Atroshi I, Magnusson H et al. Prevention of the acute knee injuries in adolescent female football players: cluster randomised controlled trial. BMJ 2012;344: e3042

36. Rossler R, Donath L, Verhagen E et al. Exercise-based injury in child and adolescent sport : a systematic review and meta-analysis. Sport Med. 2014;44(2):1733-48.

37. **www.HealthyWeightForLife.com.au**