

Monograph

Mecanismos de Lesión del Ligamento Cruzado Anterior en Actividades Deportivas: Una Investigación Clínica de Veinte Años Con 1700 Atletas

Hirokazu Kobayashi¹, Tomonao Kanamura², Sentaro Koshida³, Koji Miyashita⁴, Tsuruo Okado², Takuya Shimizu⁵ y Kiyoshi Yokoe²

¹Faculty of Health Science, Nihon Fukushi University, Handa, Aichi, Japan.

²Institute of Sports Medicine and Science, Agui, Aichi, Japan.

³Faculty of Health Sciences, Ryotokuji University.

⁴College of Life and Health Sciences, Chubu University, Kasugai, Aichi, Japan.

⁵Graduate School of Health and Sport Science, Chukyo University, Toyota, Aichi, Japan.

RESUMEN

Los mecanismos de lesión del ligamento cruzado anterior (ACL) aún no son concluyentes desde un punto de vista epidemiológico. Es necesario llevar a cabo un estudio epidemiológico adecuado con una muestra grande y durante un período de años a fin de mejorar el conocimiento actual respecto de los mecanismos de lesión del ACL. El objetivo del estudio ha sido investigar la aparición de una lesión del ACL en una muestra grande durante veinte años y demostrar las relaciones entre la aparición de una lesión del ACL y la alineación dinámica de la rodilla en el momento de producirse la lesión. Se ha investigado la actividad, el mecanismo de lesión y la alineación dinámica de la rodilla en el momento de producirse la lesión en 1718 pacientes diagnosticados con lesiones del ACL. Con respecto a la actividad en el momento de producirse la lesión, la "competencia" fue la más común, representando a casi la mitad de la totalidad de las lesiones. El presente resultado también mostró que la lesión sin contacto fue la más común, lo cual se observó especialmente en muchas atletas femeninas. Por último, la alineación dinámica de "rodilla hacia adentro con el pie hacia fuera" (i.e. valgo dinámico de rodilla) fue la más común, representando casi la mitad. Estos resultados mejoran el conocimiento sobre el mecanismo de lesión del ACL y puede utilizarse para guiar estrategias futuras de prevención de lesiones.

Palabras Clave: ligamento cruzado anterior, mecanismo de lesión, alineación dinámica, prevención

INTRODUCCION

La lesión del ligamento cruzado anterior (ACL) es una lesión característica de la articulación de la rodilla que se produce durante la práctica de actividades deportivas (Arendt y Dick, 1995; Bjordal et al, 1997; Gray et al., 1985). Durante los

últimos veinte años, las técnicas quirúrgicas para la reconstrucción y la rehabilitación del ACL se han desarrollado en gran medida, esto les ha permitido a los pacientes reanudar las actividades deportivas en el mismo nivel que tenían antes de la lesión. Sin embargo, aún les lleva un largo período de tiempo recuperarse por completo y regresar a su nivel anterior. El período de recuperación provoca una pesada carga mental, física y económica en los pacientes. Por lo tanto, en los últimos años se ha sugerido la importancia de la prevención de la lesión.

Los factores de riesgo para sufrir una lesión del ACL se han reportado desde puntos de vista del entorno, la estructura anatómica, las hormonas y la biomecánica (Anderson et al., 1987; Arendt y Dick, 1995; Boden et al., 2009; Chaudhari et al., 2007; Davis et al., 2007; Deie et al., 2002; Griffin et al., 2000; Griffin et al., 2006; Gray et al., 1985; Hewett et al., 2006a; Huston et al., 2000; Kobayashi, 1994; LaPrade y Burnett, 1994; Masujima et al., 1986; Myer et al., 2008, 2009; Olsen et al., 2004; Renstrom et al., 2008; Shelbourne et al., 1998; Souryal y Freeman, 1993; Uhorchak et al., 2003). Estudios previos indican que el género y las estructuras anatómicas, como el ancho de la escotadura intercondílea, están asociadas a la aparición de una lesión del ACL (Shelbourne et al., 1998; Souryal y Freeman, 1993). No obstante, es imposible cambiar el género y es difícil modificar la estructura anatómica para prevenir una lesión. Además, estudios de análisis de video reportaron que la mayoría de las lesiones del ACL se produjeron a causa de un mecanismo sin contacto y sugirieron que el valgo dinámico de rodilla fue una de las acciones de mayor riesgo para la lesión (Olsen et al., 2004). Otros estudios de la biomecánica también sugirieron que el valgo de rodilla tiene un riesgo de lesión debido al torque aplicado a la articulación de la rodilla (Hewett et al., 2005). Sin embargo, se han hallado algunas investigaciones epidemiológicas que utilizaron un grupo de muestra grande que respaldan estos hallazgos de los estudios de la biomecánica.

Por lo tanto, en este estudio se analizaron los datos de más de 1700 atletas con lesión del ACL con el objetivo de confirmar la relación entre la aparición de la lesión del ACL y la alineación dinámica de la extremidad inferior en el momento de producirse la lesión. Los resultados de esta investigación pueden enriquecer el conocimiento del mecanismo que causa una lesión del ACL y ayudar a coordinar las medidas de prevención actuales, especialmente contra la aparición de una lesión del ACL sin contacto.

METODOS

Los participantes fueron 1718 atletas (838 hombres y 880 mujeres) que visitaron la clínica ortopédica del Instituto de Medicina y Ciencias del Deporte, Aichi, Japón, durante un período de veinte años, desde junio de 1988 hasta junio de 2008. Todos los sujetos tenían un diagnóstico de lesión del ACL, confirmado por medio de imágenes de resonancia magnética y/o un procedimiento artroscópico. Aproximadamente el setenta por ciento de los individuos visitaron la clínica en el término de un mes y el 46 por ciento de los individuos visitaron la clínica en el término de una semana después de la aparición de la lesión del ACL. La Tabla 1 muestra las características, y la Tabla 2 muestra la participación de los sujetos en los deportes. En el presente estudio, se incluyeron sujetos que tenían otras lesiones de rodilla (lesión de meniscos, lesión de *ligamento colateral medial*, etc.) junto con la lesión del ACL. El protocolo del estudio fue aprobado por el Comité de Ética del Instituto de Medicina y Ciencias del Deporte.

	Hombres (n =838)	Mujeres (n =880)
Altura (m)	1.72 (0.07)	1.61 (0.07)
Peso corporal (kg)	71.3 (16.3)	56.6 (7.9)
Edad (años)	22.6 (7.0)	20.5 (7.4)

Tabla 1. Media y desviaciones estándar de la altura, el peso corporal y la edad (n =1718). Los datos son medias (\pm DE).

Deportes masculinos	n	Índice (%)	Deportes femeninos	n	Índice (%)
<i>Fútbol</i>	154	18.3	<i>Baloncesto</i>	333	37.8
<i>Esquí</i>	118	14.1	<i>Esquí</i>	134	15.2
<i>Baloncesto</i>	113	13.5	<i>Hándbol</i>	106	12.0
<i>Rugby</i>	109	13.0	<i>Voleibol</i>	81	9.2
<i>Hándbol</i>	57	6.8	<i>Pista y campo</i>	27	3.1
<i>Béisbol</i>	50	6.0	<i>Judo</i>	26	3.0
<i>Judo</i>	47	5.6	<i>Gimnasia</i>	21	2.4
<i>Fútbol americano</i>	30	3.6	<i>Bádminton</i>	20	2.3
<i>Voleibol</i>	17	2.0	<i>Softbol</i>	19	2.2
<i>Sumo</i>	16	1.9	<i>Tenis</i>	14	1.6
<i>Otros</i>	127	15.1	<i>Otros</i>	99	11.3

Tabla 2. Participación deportiva de los hombres (n = 838) y las mujeres (n = 880) (n = 1718).

Los registros médicos de la cirugía ortopédica y la terapia física de los sujetos se utilizaron como base de datos. Cuando los sujetos visitaron el instituto, los mismos terapeutas físicos especializados entrevistaron a los individuos, y prepararon y guardaron sus registros médicos. Interrogaron en detalle a los participantes acerca de las situaciones en el momento de producirse la lesión utilizando un cuestionario estandarizado. Además, los terapeutas confirmaron el mecanismo de lesión y la alineación dinámica haciendo que los sujetos reprodujeran la escena en que se produjo la lesión con la pierna que no estaba afectada (Figura 1). Se investigaron los siguientes puntos:

1. *La actividad en el momento de producirse la lesión.* La actividad del sujeto en el momento de producirse la lesión del ACL se clasificó en categorías tales como competencias, prácticas, actividades de tiempo libre, otras y desconocidas.
2. *El mecanismo de lesión.* El mecanismo de lesión se clasificó en las siguientes cinco categorías, según el tipo de contacto con el cuerpo en el momento de producirse la lesión:
 - a. Sin contacto: Sin contacto con otra persona en el momento de producirse la lesión.
 - b. Con contacto: Con contacto físico con otra persona en otras partes del cuerpo, que no fueran la extremidad inferior, en el momento de producirse la lesión, incluyendo el caso en el que el sujeto no estuviera seguro sobre el tipo de contacto con la extremidad inferior en el momento de producirse la lesión.
 - c. Colisiones: Contacto físico directo con otra persona en la extremidad afectada.
 - d. Accidente: Situaciones particulares durante las actividades deportivas como el motocross o una caída peligrosa en el esquí.
 - e. Desconocido: Ausencia de los datos del mecanismo de lesión en los registros médicos.
3. *La alineación dinámica en el momento de producirse la lesión (Figura 2).* La alineación dinámica en el momento de producirse la lesión se clasificó en seis categorías (Kawano, 1998):
 - a. Rodilla adentro & pie afuera: Posición de valgo de rodilla y abducción del pie.
 - b. Rodilla afuera & pie adentro: Posición de varo de rodilla y aducción del pie.
 - c. Hiperextensión: Posición de rodilla hiperextendida.
 - d. Poco claro: Los pacientes no expresaron con claridad el mecanismo de lesión.
 - e. Desconocido: Ausencia de los datos del mecanismo de lesión en los registros médicos.
 - f. Otro.



Figura 1. Confirmación de situaciones en el momento de producirse una lesión del ACL por parte de los terapeutas físicos (foto de Hirokazu Kobayashi, el primer autor): Los datos del “mecanismo de lesión”, la “alineación dinámica”, etc. de las entrevistas y la observación de los sujetos se guardaron en registros médicos: (1) Los terapeutas físicos especializados escucharon a los sujetos mencionar las situaciones acontecidas en el momento de producirse la lesión y les pidieron que reprodujeran las situaciones en el momento de producirse la lesión con la mayor precisión posible. (2) & (3) Los terapeutas físicos especializados también les pidieron que reprodujeran la escena utilizando la pierna que no estaba afectada para confirmar el mecanismo de lesión y la alineación dinámica en el momento de producirse la lesión.



Figura 2. Clasificación de la alineación dinámica en el momento de producirse la lesión: La alineación dinámica se clasificó en seis categorías: (1) Rodilla adentro & pie afuera: Alineación dinámica con la posición de valgo de rodilla y la posición de abducción del pie durante la fase de carga, (2) Rodilla afuera & pie adentro: Alineación dinámica con la posición de varo de rodilla y la posición de abducción del pie durante la fase de carga, (3) Hiperextensión: Alineación dinámica con la posición de la rodilla hiperextendida durante la fase de carga, (4) Poco claro, (5) Desconocido y (6) Otro.

Análisis Estadísticos

Se llevó a cabo un test de ji cuadrado para demostrar las relaciones en cada categoría. Al analizar las relaciones entre el mecanismo de lesión y el género, se dividió a los sujetos en dos grupos, según los mecanismos de lesión, el grupo de lesión sin contacto y el grupo de otras lesiones, excepto las que fueron sin contacto. Se utilizó el programa SPSS Ver.17J para Windows (SPSS Japan Inc., Shibuya, Tokyo, Japón) para estadísticas. El nivel de significancia en este estudio se estableció en 5%.

RESULTADOS

1. *Actividad en el momento de producirse la lesión (Tabla 3).* Respecto a la actividad en el momento de producirse la lesión, la cantidad de individuos que sufrieron la lesión durante las “competencias” fue la mayor (846/1718), representando el 49.2% de todos los sujetos. La cantidad de individuos que sufrieron la lesión durante la “práctica” y las “actividades de tiempo libre” representaron el 34.8 % y el 8.5%, respectivamente. No se halló ninguna diferencia significativa entre participantes hombres y mujeres.

2. *Mecanismo de lesión (Tabla 4, 5).* Se pudo obtener información del mecanismo de lesión de 1661 (809 hombres y 852 mujeres), de los 1718 sujetos. La cantidad de casos “sin contacto” fue de 1010, seguida de los casos de “accidente” (266/1661). Se observaron diferencias en la distribución del mecanismo de lesión entre participantes hombres y mujeres. En cuanto a los participantes masculinos, la cantidad de casos “sin contacto” fue la mayor (417/809), y la cantidad de casos de “colisión” fue de 127, que representó el 15.7%. Por otro lado, la cantidad de participantes femeninas con casos “sin contacto” fue de 593, que representó el 69.7%, y los casos de “con contacto” y “colisión” fueron menos, en comparación con los de los participantes masculinos. Con respecto a los índices de los casos “sin contacto” y “con contacto”, se observó una diferencia significativa entre los participantes hombres y mujeres. El índice de los casos “sin contacto” en las participantes femeninas fue más elevado que el de los participantes masculinos ($p = 0.026$).
3. *Alineación dinámica en el momento de producirse la lesión (Tabla 6).* Se ha investigado la alineación dinámica en el momento de producirse la lesión en 1603 (781 hombres y 822 mujeres), de los 1718 sujetos. Entre todos los sujetos, la cantidad de sujetos con la alineación de “rodilla adentro & pie afuera” fue la mayor (793/1603), seguida de “poco claro”, “rodilla afuera & pie adentro” e “hiperextensión”, en este orden. No se halló ninguna diferencia significativa en la alineación dinámica al momento de producirse la lesión entre los participantes masculinos y femeninos.
4. *Relación entre el mecanismo de lesión y la alineación dinámica (Tablas 7-9).* Se analizó la relación entre el mecanismo de lesión y la alineación dinámica en 1563 (764 hombres y 799 mujeres), de los 1718 participantes. En la Tabla 7 se muestran los resultados de todos los participantes. Entre todos los puntos, con excepción del de “accidente,” la alineación “rodilla adentro & pie afuera” fue la más común, cuya tendencia también se observó en la clasificación de los sujetos masculinos y femeninos, como se muestra en las Tablas 8 y 9. La alineación “Rodilla adentro & pie afuera” fue la más común, en especial en los casos “sin contacto” en las participantes femeninas, que es, 304 de 551 sujetos (55.2%). Los trescientos cuatro representaron el 72.9% de las 417 participantes femeninas que lesionaron el ACL a través de “Rodilla adentro & pie afuera”.

	Total (n = 1718)	Índice (%)	Hombres (n = 838)	Índice (%)	Mujeres (n = 880)	Índice (%)
Competencias	846	49.2	421	50.2	425	48.3
Prácticas	598	34.8	278	33.2	320	36.4
Actividades de tiempo libre	146	8.5	71	8.5	75	8.5
Otros	128	7.5	68	8.1	60	6.8

Tabla 3. Actividad en el momento de producirse la lesión (n = 1718). $\chi^2 = 2.55$, $p = 0.47$.

	Total (n = 1661)	Índice (%)	Hombres (n = 809)	Índice (%)	Mujeres (n = 852)	Índice (%)
Sin contacto	1010	60.8	417	51.5	593	69.6
Con contacto	227	13.7	130	16.0	97	11.4
Colisión	158	9.5	127	15.7	31	3.6
Accidente	266	16.0	135	16.7	131	15.4

Tabla 4. Mecanismo de lesión en el momento de producirse la lesión (n = 1661), desconocido (n = 57) excluido. $\chi^2 = 92,80$, $p = 0,001$.

	Total (n = 1661)	Índice (%)	Hombres (n = 809)	Índice (%)	Mujeres (n = 852)	Índice (%)
Sin contacto	1010	60.8	417	51.5	593	69.6
Otros que no fueron sin contacto	651	39.2	392	48.5	259	30.4

Tabla 5. Mecanismo de lesión en el momento de producirse la lesión (n = 1661), desconocido (n = 57) excluido. $\chi^2 = 56,77$, $p = 0,001$.

DISCUSION

El resultado demostró que una lesión del ACL se producía con más frecuencia durante una competencia que durante una práctica. Las situaciones durante una competencia y una práctica son diferentes en muchos aspectos. Los atletas a menudo pasan mucho más tiempo en la práctica que en la competencia. Junto con un compromiso mayor, los atletas a menudo enfrentan más la nueva formación y técnica del equipo durante una práctica que durante una competencia, lo cual podría incrementar el riesgo de sufrir una lesión. No obstante, a los atletas podría imponérseles una situación más estresante durante una competencia que durante una práctica, ya sea de manera física como mental. El presente resultado podría reflejar el incremento del estrés físico y mental durante las competencias.

El presente resultado también mostró que los casos sin contacto fueron los más comunes, tanto en los participantes masculinos como femeninos. El índice de las lesiones sin contacto en los sujetos femeninos fue de alrededor del 70%, que fue significativamente mayor que el de las lesiones sin contacto en los sujetos masculinos y el de otras lesiones que no fueron lesiones sin contacto en los sujetos femeninos. Estudios previos también reportaron un índice relativamente elevado de lesión del ACL sin contacto en las atletas femeninas, que varió de 64% a 80% (Arendt y Dick et al., 1995; Boden, 2000; Gray et al., 1985; Kobayashi, 1994). El presente resultado concuerda con los hallazgos previos. Sin embargo, la interpretación de los datos puede garantizar un cuidadoso estudio. El mecanismo de lesión podría asociarse con los deportes en los que participaban los sujetos. En la muestra del presente estudio, al parecer, las atletas femeninas practicaban más deportes sin contacto (e.g. básquetbol, hándbol y vóleibol) que los atletas masculinos. Por lo tanto, puede ser necesario realizar otros análisis para dilucidar la diferencia de género en el mecanismo de lesión del ACL.

La investigación sobre la alineación dinámica en el momento de producirse la lesión reveló que las alineaciones de rodilla adentro & pie afuera fueron las que se reportaron con mayor frecuencia. En estudios retrospectivos de entrevistas, los sujetos a menudo encontraban dificultad en recordar la alineación dinámica en el momento de producirse la lesión, lo que puede estar relacionado con el paso del tiempo entre la lesión y la entrevista. En general la entrevista se realizaba mucho después de ocurrida la lesión; por ejemplo, Boden et al. (2000) reportaron que la entrevista se realizó en un promedio de 3.4 años después de la lesión. Además, si la información obtenida es precisa o no puede depender de la manera en que el sujeto haya descrito la alineación dinámica en el momento de producirse la lesión. Por lo tanto, podría haber interrogantes sobre la precisión de la información obtenida mediante entrevistas en un estudio retrospectivo (Krosshaug et al., 2005; Shimokochi y Shultz, 2008). En este estudio, a los sujetos se les pidió no sólo que describieran el mecanismo de lesión y la alineación dinámica sino también que reprodujeran la situación utilizando la pierna no afectada para poder confirmar la descripción de los sujetos y obtener información del mecanismo de lesión de la manera más precisa posible. Luego, se confirmó que los datos de ambas fuentes coincidían de manera exacta. Si los datos no coincidían, la descripción del mecanismo de lesión del ACL se consideraba como alineación dinámica "poco clara". Además, el 70% de los sujetos visitó la institución y tuvo una entrevista en el término de un mes después de producida la lesión, lo cual fue un período mucho más breve entre la entrevista y el incidente de la lesión del ACL, en comparación con estudios previos (Boden et al., 2000; Koshida et al., 2010). Aunque aún podría ser necesario tomar en consideración la limitación inherente de un estudio retrospectivo con adquisición de datos mediante entrevistas en relación a la interpretación de los datos, se cree que los presentes datos son muy precisos y que la alineación dinámica de "rodilla adentro & pie afuera" está fuertemente relacionada con la aparición de la lesión del ACL.

Existen muchos reportes sobre el mecanismo de lesión del ACL, es decir, qué tipo de estrés mecánico aplica un patrón de acción de "rodilla adentro & pie afuera" en el ACL. La mayoría de los investigadores concuerdan en que la lesión del ACL se produce en la fase de carga de peso. No obstante, existen diversas opiniones sobre el movimiento forzado de la articulación en el momento de producirse la lesión. Con respecto a la biomecánica de la rodilla en el momento de producirse la lesión, según la información obtenida de los pacientes, algunos reportes sugirieron que la lesión ocurría cuando se forzaba demasiado el ACL debido al movimiento de valgo/rotación externa (Annoura et al., 1996; Noyes et al., 1980).

	Total (n = 1603)	Índice (%)	Hombres (n = 781)	Índice (%)	Mujeres (n = 822)	Índice (%)
Rodilla adentro & pie afuera	793	49.5	373	47.8	420	51.0
Rodilla afuera & pie adentro	142	8.9	70	9.0	72	8.8
Hiperextensión	97	6.1	59	7.6	38	4.6
Otros	23	1.4	15	1.9	8	0.9
Poco claro	548	34.2	264	33.8	284	34.5

Tabla 6. Alineación dinámica en el momento de producirse la lesión (n = 1603), desconocido (n = 115) excluido. $\chi^2 = 9.18$, p = 0.057.

	Sin contacto (n = 45)	Con contacto (n = 218)	Colisión (n = 154)	Accidente (n = 246)
Rodilla adentro & pie afuera	490 (51.9)	122 (56.0)	99 (64.3)	76 (30.9)
Rodilla afuera & pie adentro	102 (10.8)	16 (7.3)	10 (6.5)	12 (4.9)
Hiperextensión	59 (6.2)	9 (4.1)	11 (7.1)	18 (7.3)
Otros	12 (1.3)	3 (1.4)	1 (0.6)	5 (2.0)
Poco claro	282 (29.8)	68 (31.2)	33 (21.4)	135 (54.9)

Tabla 7. Análisis cruzado entre el mecanismo de lesión y la alineación dinámica en todos los sujetos (n = 1563), desconocido (n=155) excluido. Los datos son cantidades (%). $\chi^2 = 84,52$, p = 0,001.

	Sin contacto (n = 394)	Con contacto (n = 124)	Colisión (n = 124)	Accidente (n = 122)
Rodilla adentro & pie afuera	186 (47.2)	68 (54.8)	79 (63.7)	37 (30.3)
Rodilla afuera & pie adentro	46 (11.7)	13 (10.5)	6 (4.8)	3 (2.5)
Hiperextensión	28 (7.1)	6 (4.8)	11 (8.8)	14 (11.5)
Otros	5 (1.3)	3 (2.4)	1 (0.8)	4 (3.3)
Poco claro	129 (32.7)	34 (27.4)	27 (21.8)	64 (52.4)

Tabla 8. Alineación dinámica en el momento de producirse la lesión (n = 1603), desconocido (n = 115) excluido. $\chi^2 = 9.18$, p = 0.057.

	Sin contacto (n = 551)	Con contacto (n = 94)	Colisión (n = 30)	Accidente (n = 124)
Rodilla adentro & pie afuera	304 (55.1)	54 (57.4)	20 (66.7)	39 (31.4)
Rodilla afuera & pie adentro	56 (10.2)	3 (3.2)	4 (13.3)	9 (7.3)
Hiperextensión	31 (5.6)	3 (3.2)	0	4 (3.2)
Otro	7 (1.3)	0	0	1 (0.8)
Poco claro	153 (27.8)	34 (36.2)	6 (20.0)	71 (57.3)

Tabla 9. Análisis cruzado entre el mecanismo de lesión y la alineación dinámica en los sujetos femeninos (n=799). Los datos son cantidades (%). $\chi^2 = 51,80$, p = 0,001.

Otros investigadores han discutido acerca del estrés mecánico impuesto sobre la articulación de la rodilla en base a imágenes de resonancia magnética luego de una lesión del ACL (Fayad et al., 2003; Viskontas et al., 2008). Viskontas et al. (2008) sostuvieron que el mecanismo de una lesión del ACL sin contacto se produce por la rotación interna a través del lugar del hematoma del hueso sobre la superficie articular después de una lesión del ACL. Además, los resultados de un test de carga dinámica sugieren que la lesión del ACL está causada por el movimiento del valgo/rotación interna

(Kanamori, 2002). Por otro lado, el análisis de video de la verdadera aparición de la lesión sin contacto en jugadoras femeninas de hándbol demostró el movimiento de valgo en todas las apariciones de lesión del ACL, pero que se observaron ambas rotaciones tibiales, externa e interna, en el momento de producirse la lesión del ACL (Olsen et al., 2004). Por último, algunos estudios previos demostraron que el gran movimiento de valgo de la rodilla se observaba en patrones de acción de atletas femeninas en la fase de carga, y que este movimiento podría aumentar el estrés sobre el ACL (Barber-Westin et al., 2005; 2006; Boden et al., 2000; 2009; Hewett et al., 2009; Krosshaug y Bahr, 2003; Krosshaug et al., 2007; McLean et al., 2005; Myer et al., 2006; Noyes et al., 2005; Quatman y Hewett, 2009). Debido a estos hallazgos previos y al presente hallazgo se especula que el “valgo de rodilla”, observado en una acción con “rodilla adentro & pie afuera”, está relacionado con la aparición de una lesión sin contacto y que ambas rotaciones de la tibia, interna y externa, pueden producirse en el momento de producirse una lesión del ACL. De todas maneras, se cree que para prevenir una lesión del ACL es importante evitar la alineación dinámica de “rodilla adentro & pie afuera” durante las actividades deportivas.

En cuanto a la limitación de este estudio, no se analizaron directamente las acciones en el momento de producirse la lesión desde un punto de vista cuantitativo, y por lo tanto no es posible confirmar que se haya agregado un estrés del ACL debido a la alineación “rodilla adentro & pie afuera”. En el futuro será necesario cuantificar las acciones deportivas en el momento de producirse la lesión y discutir los resultados junto con otra información para clarificar el estrés dinámico específico y el mecanismo de lesión.

Además, debido a que el objetivo estuvo puesto en el mecanismo de lesión y la alineación dinámica en el momento de producirse la lesión de atletas de cualquier deporte con ACL lesionado, no se tuvo en cuenta la superficie de juego. La diferencia de las superficies de juego (e.g. piso de madera vs. césped) podría afectar el mecanismo de lesión y la alineación dinámica, y en estudios futuros es necesario demostrar el mecanismo de lesión en diferentes superficies de juego. No obstante, se cree que la alineación de “rodilla adentro & pie afuera” en el momento de producirse la lesión puede ser una alineación muy riesgosa contra la aparición de una lesión del ACL sin contacto sobre cualquier superficie de juego.

CONCLUSION

En el presente estudio, a través de la investigación de una gran cantidad de sujetos, se demostró que la alineación de “rodilla adentro & pie afuera” en el momento de producirse la lesión está relacionada con la aparición de una lesión del ACL y es una alineación dinámica para ser cuidadosamente analizada. En estudios futuros se pretende investigar no sólo el estrés dinámico sobre el ACL incrementado por “rodilla adentro & pie afuera” sino también las características físicas, incluyendo la alineación estática, el rango de movimiento y la fuerza muscular de la extremidad inferior, que muy probablemente estén relacionadas con este patrón de acción. Asimismo, se pretende aclarar los factores relacionados directa e indirectamente con la lesión del ACL y obtener hallazgos útiles para la prevención de la lesión del ACL.

Puntos Clave

- Se ha investigado la situación de la aparición de la lesión del ACL, en especial las alineaciones dinámicas en el momento de producirse la lesión, en 1718 pacientes que visitaron la institución por cirugías y terapia física durante veinte años.
- Este estudio epidemiológico de un gran grupo de pacientes reveló que la alineación de “rodilla adentro & pie afuera” fue la que se vio con más frecuencia en el momento de producirse la lesión del ACL.
- Desde un punto de vista epidemiológico, es necesario prestar mucha atención en evitar la alineación de “rodilla adentro & pie afuera” durante las actividades deportivas.

REFERENCIAS

1. Anderson, A.F., Lipscomb, A.B., Liudahl, K.J. and Addlestone, R.B (1987). Analysis of the intercondylar notch by computed tomography. *American Journal of Sports Medicine* 15(6), 547-552
2. Annoura, K., Oh, T. and Kobayashi, A (1996). Injury mechanism of the Anterior Cruciate Ligament (ACL) of the knee joint. *Orthopaedic Surgery and Traumatology* 45(2), 339-343. (in Japanese)
3. Arendt, E. and Dick, R (1995). Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer NCAA date and review of literature. *American Journal of Sports Medicine* 23(6), 694-701
4. Barber-Westin, S.D., Galloway, M., Noyes, F.R., Corbett, G. and Walsh, C (2005). Assessment of lower limb neuromuscular control in prepubescent athletes. *American Journal of Sports Medicine* 33(12), 1853-1860

5. Barber-Westin, S.D., Noyes, F.R. and Galloway, M (2006). Jump-land characteristics and muscle strength development in young athletes: a gender comparison of 1140 athletes 9 to 17 years of age. *American Journal of Sports Medicine* 34(3), 375-384
6. Bjordal, J.M., Arnoy, F., Hannestad, B. and Strand, T (1997). Epidemiology of anterior cruciate ligament injuries in soccer. *American Journal of Sports Medicine* 25(3), 341-345
7. Boden, B.P., Dean, G.S., Feagin, J.A.Jr. and Garrett, W.E.Jr (2000). Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. *Orthopedics* 23(6), 573-578
8. Boden, B.P., Breit, I. and Sheehan, F.T (2009). Tibiofemoral alignment: contributing factors to noncontact anterior cruciate ligament injury. *The Journal of Bone and Joint Surgery Am* 91(10), 2381-2389
9. Boden, B.P., Torg, J.S., Knowles, S.B. and Hewett, T.E (2009). Video analysis of anterior cruciate ligament injury: abnormalities in hip and ankle kinematics. *American Journal of Sports Medicine* 37(2), 252-259
10. Chaudhari, A.M., Lindenfeld, T.N., Andriacchi, T.P., Hewett, T.E., Riccobene, J., Myer, G.D Noyes, F.R (2007). Knee and hip loading patterns at different phases in the menstrual cycle: implications for the gender difference in anterior cruciate ligament injury rates. *American Journal of Sports Medicine* 35(5), 793-800
11. Davis, I., Ireland, M.L. and Hanaki, S (2007). ACL injuries the gender bias. *Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy* 37(2), A2-7
12. Deie, M., Sumen, Y., Sakamaki, Y., Urabe, Y., Kobayashi, K. and Ochi, M (2002). The influence of female hormone to anterior cruciate ligament injuries. *Journal of Clinical Sports Medicine* 19(9), 991-994. (in Japanese)
13. Fayad, L.M., Parellada, J.A., Parker, L. and Schweitzer, M.E (2003). MR imaging of anterior cruciate ligament tears: is there a gender gap?. *Skeletal Radiology* 32(11), 639-646
14. Griffin, L.Y., Agel, J., Albohm, M.J., Arendt, E.A., Dick, R.W., Garrett, W.E. Garrick, J.G., Hewett, T.E., Huston, L., Ireland, M.L., Johnson, R.J., Kibler, W.B (2000). Noncontact anterior cruciate ligament injuries Risk factor and prevention strategies. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons* 8(3), 141-150
15. Griffin, L.Y., Albohm, M.J., Arendt, E.A., Bahr, R., Beynnon, B.D., Demaio, M., et al (2006). Understanding and preventing non-contact anterior cruciate ligament injuries: a review of the Hunt Valley II meeting January 2005. *American Journal of Sports-Medicine* 34(9), 1512-1532
16. Gray, J., Taunton, J.E., McKenzie, D.C., Clement, D.B., McConkey, J.P. and Davidson, R.G (1985). A survey of the anterior cruciate ligament of the knee in female basketball players. *International Journal of Sports Medicine* 6, 314-316
17. Hewett, T.E., Myer, G.D., Ford, K.R., Heidt, R.S. Jr., Colosimo, A.J., McLean, S.G., van den Bogert, A.J., Paterno. M.V., Succop, P (2005). Biomechanical measures of neuromuscular control and valgus loading of the knee predict anterior cruciate ligament injury risk in female athletes: a prospective study. *American Journal of Sports Medicine* 33(4), 492-501
18. Hewett, T.E., Myer, G.D. and Ford, K.R (2006). Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: Part 1, mechanisms and risk factors. *American Journal of Sports Medicine* 34(2), 299-311
19. Hewett, T.E., Ford, K.R. and Myer, G.D (2006). Anterior cruciate ligament injuries in female athletes: Part 2, a meta-analysis of neuromuscular interventions aimed at injury prevention. *American Journal of Sports Medicine* 34(3), 490-498
20. Hewett, T.E., Torg, J.S. and Boden, B.P (2009). Video analysis of trunk and knee motion during non-contact anterior cruciate ligament injury in female athletes: lateral trunk and knee abduction motion are combined components of the injury mechanism. *British Journal of Sports Medicine* 43(6), 417-422
21. Huston, L.J., Greenfield, M.L. and Wojtys, E.M. (2000). Anterior cruciate ligament injuries in the female athlete. Potential risk factors. *Clinical Orthopaedics and Related Research* 372, 50-63
22. Kanamori, A (2002). The external forces to anterior cruciate ligament in non-contact anterior cruciate ligament injuries. *The Journal of Clinical Sports Medicine* 19(9), 1007-1010. (in Japanese)
23. Kawano, T., Nomura, A., Gamada, K. and Kurosawa, H (1998). Conservative treatment from the view points of sports motion and Functional Orthopaedic Insole. *Orthopaedic Surgery and Traumatology* 41(10), 1195-1204. (in Japanese)
24. Kobayashi, H (1994). Kinematic analysis of the anterior cruciate ligament injuries in female basketball players. *Journal of Japanese Physical Therapy Association* 21(8), 537-540. (in Japanese).
25. Koshida, S., Deguchi, T., Miyashita, K., Iwai, K. and Urabe, Y (2010). The common mechanisms of anterior cruciate ligament injuries in judo: a retrospective analysis. *British Journal of Sports Medicine* 44(12), 856-861
26. Krosshaug, T. and Bahr, R (2003). A model-based image-matching technique for 3-dimensional motion reconstruction from uncalibrated video sequences application to ACL injury situations. *Journal of Orthopedic and Sports Physical Therapy* 33(8), A21-A23
27. Krosshaug, T., Andersen, T.E., Olsen, O.E., Myklebut, G. and Bahr, R (2005). Research approaches to describe the mechanisms of injuries in sport: limitation and possibilities. *British Journal of Sports Medicine* 39, 330-339
28. Krosshaug, T., Nakamae, A., Boden, B.P., Engebretsen, L., Smith, G., Slaughterbeck, J.R., Hewett, T.E., Bahr, R (2007). Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in basketball video analysis of 39 cases. *American Journal of Sports Medicine* 35, 359-367
29. LaPrade, R.F. and Burnett, Q.M. 2nd (1994). Femoral intercondylar notch stenosis and to anterior cruciate ligament injuries. A prospective study. *American Journal of Sports Medicine* 22(2), 198-202
30. Masujima, A., Nakajima, H., Hirano, Y., Tokuyama, H., Irie, K. and Eguchi, M (1986). Investigation of sports injuries in female athletes (second edition). *Nihon Taiiku Kyokai Sports Kagaku Kenkyu Hokokushu* 9, 34-39. (in Japanese)
31. McLean, S.G., Walker, K., Ford, K.R., Myer, G.D., Hewett, T.E. and van den Bogert, A.J (2005). Evaluation of a two dimensional analysis method as a screening and evaluation tool for anterior cruciate ligament injury. *British Journal of Sports Medicine* 39(6), 355-362
32. Myer, G.D., Ford, K.R., McLean, S.G. and Hewett, T.E (2006). The effects of plyometric versus dynamic stabilization and balance training on lower extremity biomechanics. *American Journal of Sports Medicine* 34(3), 445-455
33. Myer, G.D., Ford, K.R., Paterno, M.V., Nick, T.G. and Hewett, T.E (2008). The effects of generalized joint laxity on risk of anterior cruciate ligament injury in young female athletes. *American Journal of Sports Medicine* 36(6), 1073-1080

34. Myer, G.D., Ford, K.R., Barber Foss, K.D., Liu, C., Nick, T.G. and Hewett, T.E (2009). The relationship of hamstrings and quadriceps strength to anterior cruciate ligament injury in female athletes. *Clinical Journal of Sports Medicine* 19(1), 3-8
35. Noyes, F.R., Bassett, R.W., Grood, E.S. and Butler, D.L (1980). Arthroscopy in acute traumatic hemarthrosis of the knee. *Journal of Bone and Joint Surgery Am* 62(5), 687-695
36. Noyes, F.R., Barber-Westin, S.D., Fleckenstein, C., Walsh, C. and West, J (2005). The drop-jump screening test- Difference in lower limb control by gender and effect of neuromuscular training in female athletes. *American Journal of Sports Medicine* 33(2), 197-207
37. Olsen, O.E., Myklebust, G., Engebretsen, L. and Bahr, R (2004). Injury mechanisms for anterior cruciate ligament injuries in team handball. A systematic video analysis. *American Journal of Sports Medicine* 32(4), 1002-1012
38. Quatman, C.E. and Hewett, T.E (2009). The anterior cruciate ligament injury controversy: is "valgus collapse" a sex-specific mechanism?. *British Journal of Sports Medicine* 43(5), 328-335
39. Renstrom, P., Ljungqvist, A., Arendt, E., Beynon, B., Fukubayashi, T. and Garrett, W., et al (2008). Non-contact ACL injuries in female athletes: an International Olympic Committee current concepts statement. *British Journal of Sports Medicine* 42(6), 394-412
40. Shelbourne, K.D., Davis, T.J. and Klootwyk, T.E (1998). The relationship between intercondylar notch width of the femur and the incidence of anterior cruciate ligament tears. A prospective study. *American Journal of Sports Medicine* 26(3), 402-408
41. Shimokochi, Y. and Shultz, S.J (2008). Mechanisms of noncontact anterior cruciate ligament injury. *Journal of Athletic Training*. 43, 396-408
42. Souryal, T.O. and Freeman, T.R (1993). Intercondylar notch size and anterior cruciate ligament injuries in athletes. A prospective study. *American Journal of Sports Medicine* 21(4), 535-539
43. Uhorchak, J.M., Scoville, C.R., Williams, G.N., Arciero, R.A., St Pierre, P. and Taylor, D.C (2003). Risk factors with noncontact injury of the anterior cruciate ligament A prospective four-year evaluation of 859 West Point cadets. *American Journal of Sports-Medicine* 31(6), 831-842
44. Viskontas, D.G., Giuffre, B.M., Duggal, N., Graham, D., Parker, D. and Coolican, M (2008). Bone bruises associated with ACL rupture. *American Journal of Sports Medicine* 36, 927-933

Cita Original

Hirokazu Kobayashi, Tomonao Kanamura, Sentaro Koshida, Koji Miyashita, Tsuruo Okado, Takuya Shimizu and Kiyoshi Yokoe. Mechanisms of the Anterior Cruciate Ligament Injury in Sports Activities: A Twenty-Year Clinical Research of 1,700 Athletes. *Journal of Sports Science and Medicine* (2010) 9, 669 - 675