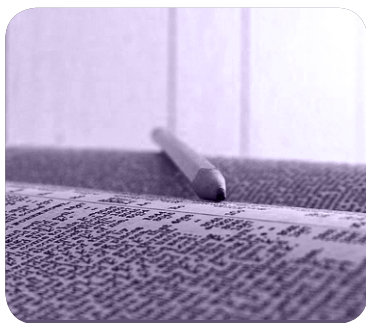


MÁSTERES de la UAM

Facultad de Formación
de Profesorado
y Educación / 16-17

Ciencias de la Actividad
Física y del Deporte



**Diseño y efectividad
de una técnica
de caída para
la mejora de
la amortiguación.**

**Un estudio con
patinadores**

*Juan Manuel Duarte
Jara*



**DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN FÍSICA, DEPORTE Y
MOTRICIDAD HUMANA**

**Máster en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte
Especialidad en Entrenamiento y Rendimiento Deportivo**

*Diseño y efectividad de una técnica de caída para la mejora de la
amortiguación. Un estudio con patinadores*

Autor: Juan Manuel Duarte Jara

Director: Carlos María Tejero González

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Curso: 2016/2017

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todos los que han hecho posible que pudiera realizar un programa de posgrado en la Universidad Autónoma de Madrid:

- Principalmente a Dios y a la Virgen Santísima, por no desampararme en ningún momento durante este gran desafío y por ayudarme de forma incondicional ante las dificultades.
- Especialmente a toda mi familia, que a pesar de la distancia supieron hacerme sentir su cercanía y todo su apoyo incondicional, ellos fueron mi principal fuerza para salir adelante a pesar de las adversidades.
- Al Programa Nacional de Becas de Postgrados en el Exterior Don Carlos Antonio López (BECAL) de la República de Paraguay (Mi país), por haber hecho posible que pudiera realizar este programa de estudios, mediante su aporte económico.
- A mi Tutor, el Dr. Carlos Tejero, por su ayuda, por su contribución al proyecto, por su apoyo incondicional y por haber aceptado ser mi Tutor en este trabajo.
- Al Dr. Manuel Sillero Quintana, Director del Laboratorio de Análisis de la Actividad Física y del Deporte "James Stirling" de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte – INEF, de la Universidad Politécnica de Madrid, por confiar en el proyecto y por su buena predisposición de siempre para trabajar en conjunto en esta investigación.
- A Javier Griñán Lacaci, Coordinador General de la Asociación MadridPatina, y sus colaboradores Jorge García, Coordinador de Escuelas, la monitora Sonsoles Abad Cervera y especialmente a la Monitora Iciar Mauleón Ladrero, por la colaboración en el proyecto de investigación y por permitir participar del mismo a sus patinadores.
- A todo el plantel de docentes que formó parte del programa de Máster en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, por contribuir en mi formación académica, profesional y personal.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	I
RESUMEN.....	V
1. INTRODUCCIÓN.....	7
2. OBJETO DE ESTUDIO.....	8
3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN.....	8
4. MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL	9
4.1. Patinaje en línea.....	9
4.1.1. Incidencia de lesiones.....	10
4.1.2. Factores de riesgo de lesiones	12
4.1.2.1. Factores Intrínsecos del patinador.....	12
4.1.2.2. Factores Extrínsecos - Relacionados con el material.....	14
4.1.2.3. Factores Extrínsecos - Relacionados con los lugares en los que se patina	15
4.1.3. Mecanismos de las lesiones.....	15
4.1.3.1. Causas de las caídas accidentales en el patinaje	17
4.1.4. Tipos de lesiones	19
4.1.5. Ubicación anatómica de las lesiones	20
4.1.6. Pautas de prevención de lesiones	21
4.2. Caídas accidentales.....	24
4.3. Capacidad de amortiguación de los miembros superiores	26
4.3.1. Estrategias y técnica seguras de aterrizaje	26
4.3.2. Estrategia de Flexión de codos en caídas hacia adelante	29
4.3.3. Técnica Duarte Jara Ejepoi (DJE).....	32
5. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	33
6. ESTADO DE LA CUESTIÓN	37
7. HIPÓTESIS	42
8. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	43
8.1. Tipo de investigación	43
8.2. Participantes y contexto.....	43
8.3. Variables.....	44
8.4. Procedimientos previos al experimento.....	45
8.5. Procedimiento de recogida de datos y evaluaciones	47
8.6. Proceso de intervención.....	50

8.7. Instrumentos	53
8.8. Tratamiento de los datos.....	54
8.9. Aspectos éticos	55
9. FASES DE DESARROLLO DEL PROYECTO	55
10. RESULTADOS.....	56
10.1. Diferencias de la Fuerza de impacto	57
10.2. Diferencias del Tiempo de Fuerza de impacto.....	57
10.3. Fuerza de impacto y el peso	58
10.4. Fuerza de impacto en relación al peso y el tiempo	59
10.5. Fuerza de impacto y la amortiguación en relación a la masa corporal	59
11. DISCUSIÓN	60
12. CONCLUSIÓN	62
13. BENEFICIOS DEL PROYECTO.....	63
14. LIMITACIONES	63
15. PROSPECTIVA DE LA INVESTIGACIÓN	63
16. APLICACIONES PRÁCTICAS	64
17. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	65
17.1. Bibliografía	70
18. ANEXOS.....	71
18.1. Anexo 1. Hoja de registro de los datos del atleta.....	71
18.2. Anexo 2. Hoja de presentación de la investigación a Familiares/Tutores legales	72
18.3. Anexo 3. Hoja de información de interés para Familiares/Tutores legales	73
18.4. Anexo 4. Consentimiento informado firmado por Padres	76
18.5. Anexo 5. Hoja de registro de la intervención del grupo de la Pista de la Dehesa.....	77
18.6. Anexo 6. Hoja de registro de la intervención del grupo de la Pista la Marina.....	78
18.7. Anexo 7. Hoja de autorización para acceder al Laboratorio de Análisis de la actividad física y del deporte del INEF de Madrid	79
18.8. Anexo 8. Hoja de solicitud de uso de la plataforma dinamométrica	80
18.9. Anexo 9. Variantes de la Técnica Duarte Jara Ejepoi (DJE).....	81

RESUMEN

Introducción. El incremento de patinadores en línea ha originado una mayor cantidad de lesiones por caída, especialmente entre personas de 10 a 14 años según la literatura.

Método. Se realizó un diseño preexperimental de grupo único, con medidas antes y después. Participaron seis patinadores en línea (2 niños y 4 niñas) de 7 a 11 años de edad. Los sujetos recibieron una intervención que consistió en entrenar la técnica DJE (*Duarte Jara Ejepoi*) desde la posición de arrodillado, quince minutos por sesión, una vez por semana, durante tres semanas. En la medida pre (Test 1) y post (Test 2) los ensayos se realizaron desde la posición de arrodillado. La técnica natural de caídas (NAT) se usó en el test 1 y la DJE en el test 2. Se utilizó una plataforma dinamométrica para medir la capacidad de amortiguación.

Resultados. Al comparar los test 1 y 2 se encontraron diferencias estadísticamente significativas en la fuerza impacto máxima [FIM_{máx}] ($p=0,008$) y en el tiempo de la FIM_{máx} ($p=0,035$), con una diferencia de 27% y 107%, respectivamente. Se encontraron correlaciones positivas entre la FIM_{máx} (Del test 1 y 2) y el peso corporal (R [Correlación de Pearson]=0,862, $p=0,027$; $R=0,931$, $p=0,007$, respectivamente); y una correlación negativa entre la FIM_{máx} en relación al peso y el tiempo de FIM_{máx} ($R=-0,865$, $p=0,026$).

Conclusión. Unos niños de patinaje en línea pudieron reducir la FIM_{máx} y retrasar la aparición de la misma, en caídas hacia delante desde una posición de arrodillado, tras recibir la intervención de la técnica DJE. Los patinadores con sobrepeso y con limitada capacidad de amortiguación, pueden tener un mayor riesgo lesionarse a causa de una caída.

Palabras claves: Aterrizaje seguro – Prevención de lesiones – Accidente – Infantes – Amortiguamiento

1. INTRODUCCIÓN

El patinaje es una actividad deportiva y recreativa que cada vez tiene mayor cantidad de adeptos, especialmente las modalidades de patinaje artístico sobre ruedas, el monopatín y el patinaje en línea, sin embargo, al mismo tiempo que aumenta la cantidad de participantes en estas actividades físicas, también ha ido incrementando el número de lesionados en los centros hospitalarios. Los grupos de edades más vulnerables son los infantes y adolescentes. Esto ha originado que varias instituciones internacionales se preocupen por comprender mejor esta problemática y, tratando de buscar una solución a esta situación, han sugerido que los practicantes de estas disciplinas deportivas utilicen algún tipo de protección para las caídas, como cascos, coderas, muñequeras y así disminuir el riesgo de lesiones por contusión directa contra el piso o suelo. Sin embargo, los protectores no garantizan una seguridad total ante estas lesiones, además, aún hay muchos patinadores que se resisten a utilizarlos. Las lesiones más comunes en el patinaje en línea son las fracturas que generalmente son causadas por las caídas accidentales. Estas lesiones deportivas pueden representar miles de millones en gastos sanitarios.

Observando este contexto, nace la motivación de llevar a cabo este estudio, puesto que los brazos son la parte del cuerpo con el que naturalmente se trata de reducir los impactos ante una caída y, por ende, es la zona del cuerpo en el que se registran la mayor cantidad de lesiones por caída accidentales. Por ello, la relevancia de esta investigación es significativa puesto que, de comprobarse la efectividad de la técnica DJE, serviría y contribuiría en gran medida para tratar de paliar esta situación, que se está volviendo una problemática social y de salud en varias comunidades del mundo.

Este estudio trata de comprender mejor las técnicas de aterrizaje seguro y la capacidad de amortiguación de los miembros superiores en infantes de patinaje en línea y para ello trata de establecer la efectividad de la técnica DJE para aumentar la capacidad de amortiguación, reduciendo la fuerza de impacto y retrasando su aparición en las caídas con dirección hacia delante, aunque estos conocimientos pueden ser extrapolados en otros deportes, como el monopatín o el patinaje artístico sobre ruedas y así como en otros contextos, como en la prevención de lesiones por caída en adultos mayores, etc.

La realización de este proyecto de investigación tuvo varias dificultades, una de ellas es que la población a la que va enfocada este estudio es bastante limitada en la comunidad Madrid y, por lo tanto, se tuvo inconvenientes para tener la cantidad de participantes previstos para el estudio. Además, la Universidad Autónoma de Madrid en la actualidad no dispone de la tecnología que se requería para la recogida de datos, específicamente, en este caso se trata de una plataforma dinamométrica portable, necesaria para registrar la fuerza de impacto de una caída. Ante esta situación se tuvo que buscar en otras instituciones académicas y laboratorios científicos que pudieran colaborar con el proyecto de investigación a través del préstamo de este instrumento. Otra dificultad fue que, la recogida de datos la tuvo que realizar el investigador principal de forma solitaria, ya que ninguno de sus colegas del máster podía ayudarlo, esta situación representó todo un desafío para el mismo.

En este documento se presentan las líneas básicas de un diseño de investigación. Con el fin de facilitar la organización del documento y su comprensión se estructura de la siguiente forma:

- **Objeto de Estudio.** Se explica cuál será el tema central de esta línea de investigación.
- **Marco Teórico-Conceptual y Antecedentes.** Se pretende dar a conocer algunos conceptos básicos del patinaje en línea, como se presentan las lesiones en este deporte, las causas, incidencias, factores, localización y prevención. Además, se trata de establecer una

comparación con otros estudios que han tenido líneas de investigación similares a la de este trabajo y a través de esto, se concibe la importancia de este proyecto, principalmente porque existe una necesidad social de encontrar una solución a las lesiones por caídas, no solamente en el ámbito deportivo, sino también en otros contextos.

- **Hipótesis.** Este proyecto cuenta con dos hipótesis, las cuales intentaron ser respondidas a través de los resultados de la investigación.
- **Metodología.** Se exponen los pasos metodológicos para responder a la pregunta de investigación.
- **Instrumentos.** Se presentan los instrumentos metodológicos utilizados, en el estudio.
- **Tratamiento de la Información.** Se explica cuáles son los test y pruebas estadísticas con las que se analizaron los datos del estudio. Además, se explica que programas informáticos se utilizaron para los distintos análisis estadísticos.
- **Aspectos Éticos.** Se presentan las normas éticas establecidas para esta investigación.
- **Fases de desarrollo del proyecto.** Se presenta el cronograma de actividades metodológicas que se realizaron.
- **Beneficios.** Se presentan los beneficios que se tienen al realizar esta investigación tanto en conocimientos teóricos como prácticos sobre el objeto de estudio.
- **Referencias.** En este apartado se presentan los conocimientos acerca del objeto de estudio, apoyado en diversos autores que realizaron sus estudios en esta área del conocimiento. Y se han utilizado como antecedentes de nuestra investigación, los estudios realizados por Chou et al. (2001), DeGoede y Ashton (2002), y Lo et al. (2003).
- **Anexos.** Y en este apartado se colocaron los instrumentos metodológicos que fueron empleados en la investigación. Además de documentos importantes en la realización de este estudio.

2. OBJETO DE ESTUDIO

La capacidad de amortiguación de los miembros superiores en caídas frontales y las técnicas de amortiguación de caídas sólo han sido abordadas en un número limitado de estudios y, por lo tanto, el campo de investigación es aún muy amplio.

Ha sido estudiado principalmente desde un contexto de prevención de lesiones por caída en adultos jóvenes y mayores. Sin embargo, no hay antecedentes acerca de estudios enfocados en la capacidad de amortiguación o técnicas de aterrizaje seguro en niños y adolescentes o en deportes con patines, como, por ejemplo, en el monopatinaje, patinaje en línea y patinaje artístico sobre ruedas, en los cuales las caídas constituyen un importante mecanismo de lesiones.

Este estudio se centró en investigar la efectividad de la técnica DJE, para mejorar la capacidad de amortiguación de los miembros superiores en infantes de patinaje en línea, en caída autoiniciada con dirección hacia adelante desde la posición de arrodillado.

3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Las caídas accidentales cotidianas pueden ocurrir en cualquier momento y lugar. Las personas más vulnerables a estos incidentes son los adultos mayores y los infantes, sin embargo, muy poco se sabe acerca de la capacidad de amortiguación y mucho menos aún, si se trata de infantes, ya que gran parte de los estudios se han centrado exclusivamente en evaluar a adultos jóvenes y adultos mayores. No obstante, las caídas accidentales son uno de los factores principales de las lesiones en el patinaje en línea, los infantes y adolescentes son los grupos de edades en el que se registran mayor incidencia de estos infortunios. Se estiman costos sanitarios

multimillonarios debido a la atención médica requerida en este tipo de lesiones en el patinaje en línea, sin embargo, no se ha hallado en la revisión de antecedentes ningún estudio relacionado con la capacidad de amortiguación de caídas frontales y las técnicas de amortiguación de caídas en infantes y tampoco en el patinaje en línea.

Se ha utilizado estrategias de búsqueda en español e inglés como, por ejemplo: "inline skating", "roller skating", "in-line skating", "skate inline", inline, "in-line", "patinaje en línea", "patinaje sobre ruedas", "patines en línea"; "frontal fall", fall, "accidental fall", accident, frontal, caída, "caída frontal", "caída accidental", accidente; injury, "sports injury", "injury from falls", lesión, daño, "lesiones por caídas", "lesiones deportivas"; cushioning, "reduction of impact", "impact force", damping, "decreasing impact", "impact strength", landing, amortiguación, amortiguamiento, amortiguar, "disminución de impacto", "fuerza impacto", aterrizaje; technique, strategy, gesture, training, intervention, técnica, estrategia, gesto, entrenamiento, intervención; boy, girl, infant, childish, children, pediatric, niño, niña, infante, infantil, niños, pediátrico; plyometric; push-up; "muscle activation", "muscles", emg; arm, forearm, wrist, hand; en buscadores académicos como ResearchGate, NCBI, Google académico, etc.

Una de las justificaciones más importantes para realizar este proyecto de investigación es que, existe una necesidad de realizar más estudios acerca de la capacidad de amortiguación de los miembros superiores y las técnicas de amortiguación de caídas, ya que un mayor conocimiento acerca de estos temas podría contribuir a reducir la incidencia de lesiones por caídas accidentales tanto en el deporte así como en otros contextos, y de esta manera reducir los gastos sanitarios de estos infortunios, que podrían llegar a ser de miles de millones de euros.

4. MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL

4.1. Patinaje en línea

A John Josef Merlin se le atribuye la creación de los patines, aproximadamente en el año 1760 había ideado un artilugio con ruedas que se fijaba en los pies. Durante unos años los patines que tenían mayor aceptación eran aquellos modelos en los que las ruedas se encontraban alineadas, como las que se encuentran actualmente en el patinaje en línea. Sin embargo, de a poco fue cayendo la cantidad de practicantes del patinaje en línea, ya que el patinaje sobre ruedas, en el que los patines tenían cuatro ruedas divididos en dos ejes (Uno delante y otro atrás), aumentaban en popularidad. Pero, el patinaje en línea vuelve a surgir en el estado de California, Estados Unidos (Batalla y Martínez, 2002). Desde que se introdujo al mercado los patines en línea en el año 1980 (Alexander, 1998; Jerosch y Heck, 2005), el patinaje en línea se ha convertido en uno de los deportes de mayor crecimiento tanto para niños como adolescentes en Estados Unidos (EE.UU.), se ha estimado que 17,7 millones de estadounidenses menores de 18 años practicaron este deporte en 1996, un aumento del 24% en comparación al año 1995 (Alexander, 1998). Otro estudio estima que de 1989 a 1997, en un periodo de ocho años, el número de participantes en patinaje en línea creció de 3,1 a 29,1 millones, un aumento de más ocho veces (Osberg et al., 2000).

El patinaje en línea ha tenido un gran crecimiento en los últimos años quizás, entre otras cosas, porque puede ser una actividad divertida, también puede aportar beneficios a la salud, así como ser un medio de transporte, principalmente en las ciudades más pobladas (Alcaraz et al., 2012). El patinaje en línea aglomera varias disciplinas, sin embargo, su aspecto recreativo es el que quizás mayor aumento de participantes ha tenido en la última década, pues tanto infantes como adultos se están iniciando en su práctica. En el patinaje en línea (En la que los patines constan de cuatro o cinco ruedas alineadas) la ejecución técnica es sumamente variada

(Batalla y Martínez, 2002), ya que también son muy diferentes las disciplinas de las que se compone. Algunas de las modalidades son las siguientes:

- **Patinaje de velocidad:** Tiene varias disciplinas y el objetivo principal es realizar un recorrido en el menor tiempo posible. Los patines están regulados por el reglamento, y no pueden medir más de 50 cm. de largo, por lo general, suelen tener cinco ruedas cuyo diámetro es mayor que el de los patines normales. Las ruedas son más finas y duras, y con eso se pretende que con el menor rozamiento contra el suelo pueda adquirir más velocidad (Bernal, 2004). Se desarrollan en circuitos o recorridos abiertos, en el que las distancias varían de los 300 m y los 42 km (Batalla y Martínez, 2002).
- **Patinaje agresivo:** Usualmente se practica en instalaciones específicas, que cuentan con rampas, medias tuberías, barras de hierro de diferentes alturas, etc. (Bernal, 2004). Estas diferentes estructuras y elementos simulan el mobiliario urbano (Batalla y Martínez, 2002). Se podría decir que, es la disciplina de patinaje que cuenta con un nivel técnico más avanzado. Los movimientos o trucos, usualmente tienen nombres específicos, y los elementos técnicos se pueden clasificar en saltos, giros, mortales, etc. Y en contraposición a lo que ocurre con los patines en la modalidad de velocidad, los patines utilizados deben tener ruedas pequeñas, muy anchas y blandas para reducir los impactos de las caídas desde rampas y escalones. Suelen tener una pieza de plástico entre la segunda y la tercera rueda que facilita los desplazamientos sobre barras de hierro, bordes de escalones, etc. (Bernal, 2004).
- **Slalom:** Consiste en recorrer rápidamente y sin faltas, un trayecto corto sorteando unos obstáculos situados a una corta distancia uno de otro (Batalla y Martínez, 2002).
- **Hockey en línea:** Es una de las disciplinas más novedosas de la rama del hockey, en el que se compite con patines en línea, esto lo convierte en un juego más rápido que el de los patines tradicionales de dos ruedas adelante y dos atrás. Las ruedas se caracterizan por ser pequeños, anchas y duras. Y se establece que todos los elementos salientes del patín como, por ejemplo, los tornillos, deben estar protegidos para así evitar lesionar a los otros jugadores (Bernal, 2004).

4.1.1. Incidencia de lesiones

Lamentablemente la actividad física, como el patinaje en línea, ya sea bajo la forma deporte o actividad al aire libre, no está exenta de potenciales efectos colaterales. Las lesiones son un riesgo importante (Bahr y Mæhlum, 2004). La definición de lesión por práctica deportiva sería, el daño tisular que se produce como resultado de la participación en deportes o ejercicios físicos (Bahr y Mæhlum, 2004). También se puede entender por lesiones deportivas a cualquier daño que se le haga al organismo, practicando una actividad deportiva, siendo amateur o profesional, ocasionando lesión o discapacidad (Muñoz, 2002). Una lesión se produce cuando el tejido corporal se somete a energía cinética externa que excede la tolerancia del tejido (Gustavsson, 2016). Algunas ocurren accidentalmente, pero otras resultan de malas prácticas de entrenamiento o del uso inadecuado del equipo de entrenamiento. (Pose, 2005).

El patinaje en línea es una actividad que no está exenta del riesgo de lesiones, de hecho, algunas de ellas pueden ser graves, y posiblemente requieran de asistencia médica u hospitalización. Diversos estudios, organismos e instituciones, así como los propios fabricantes de los patines, advierten sobre el riesgo de las lesiones y recomiendan la utilización de diversas medidas de prevención. No obstante, la información acerca de las lesiones y la prevención suele ser escasa y todavía tiene muy poca repercusión en los patinadores (Alcaraz et al., 2012).

En los últimos años ha aumentado la cantidad de lesiones producidas a consecuencia de la práctica del patinaje en línea (Alcaraz et al., 2012), y así lo indican varios estudios que utilizaron datos de diversos departamentos de emergencias de hospitales, en los que han sido atendidos los lesionados (Frankovich et al., 2001; Knox et al., 2006; Schieber et al., 1996). De acuerdo a los datos del *National Electronic Injury Surveillance System* (NEISS) de los Estados Unidos, la *Internacional In-Line Skating Association* (IISA) señala que, las lesiones de patinaje en línea han aumentado de 29.000 en 1992 a 102.911 en 1996, un incremento del 225%. Durante el mismo período de tiempo, se estima que el número de patinadores ha aumentado de 9,7 a 28,9 millones, un aumento de 198%. En cambio, el índice de lesiones por 100.000 patinadores aumentó un 19%, pasó de 2,99 en 1992 a 3,56 en 1996 (Beirness et al., 2001).

En un estudio sobre la incidencia de lesiones en patinaje en línea llevado a cabo con siete estados miembros de la Unión Europea (UE), se encontraron que la tasa media de incidencia de lesiones fue de 17 por 100.000 habitantes. Además, en la Unión Europea en 1996, aproximadamente unas 65.000 personas fueron atendidas en los servicios de urgencia por una lesión en patinaje en línea, pero se excluyeron las lesiones por accidentes de tránsito (Mulder y Hutten, 2002). El patinaje en línea ha sido calificado por diferentes estudios, como un deporte que presenta un alto riesgo de lesiones, sobre todo de fracturas (Goh et al., 1996; Jerosch y Heck, 2005), y en un estudio aproximadamente el 25% de todas las lesiones en patinaje en línea fueron fracturas de muñeca (Sherker y Cassell, 1999), en otra investigación la lesión más frecuente, un tercio de todas las lesiones, fue la fractura del antebrazo cerca de la muñeca (Largiader et al., 1998), en otro estudio se encontró que el 34,9% de las lesiones en niños que practicaban esta actividad física correspondían a las fracturas (Finch et al., 1998), y en la misma línea otra investigación encontró que el 45% de las lesiones asociadas con el patinaje en línea en infantes y adolescentes, fueron las fracturas (Powell y Tanz, 1996).

La *Consumer Products Safety Commission* (CPSC) es la organización gubernamental de EE.UU., que analiza los datos de las lesiones ocurridos en los deportes. La CPSC obtiene sus datos revisando la información de las salas de emergencias de los hospitales, luego realiza una estimación de las cifras nacionales. Los datos de la CPSC, colocan en quinto lugar por orden de frecuencia de lesiones al patinaje en línea, por detrás del baloncesto, fútbol, softbol y ciclismo (CPSC, 1999). Siguiendo en esa misma línea, otro estudio lo ubica en la quinta posición entre los deportes más comúnmente implicados en las lesiones deportivas en infantes y adolescentes, por detrás del baloncesto, fútbol americano, béisbol/softbol y fútbol (Taylor y Attia, 2000). En un estudio realizado en Australia, el patinaje en línea ocupó la tercera posición entre los 10 deportes que más lesiones produjeron entre los niños y adolescentes de menos de 15 años, durante los años 1989 a 1993 (Finch et al., 1998). El número de lesiones en patinaje en línea es menor que en el ciclismo, fútbol americano, baloncesto, fútbol y béisbol, pero aún es más alto que en el hockey, voleibol, lacrosse y rugby (Tan, Seldes y Daluiski, 2001). En 1998, en la ciudad de *Bergen*, Noruega, se realizó un registro prospectivo de niños menores de 16 años que presentaban una fractura traumática. Las actividades asociadas con las fracturas fueron principalmente el fútbol y el ciclismo, pero comparado con el número total de lesiones asociadas con cada actividad, se encontró un riesgo duplicado de fracturas en el patinaje en línea, patinaje sobre ruedas o snowboard (60%), en comparación con el fútbol (38%) o el ciclismo (33%) (Brudvik y Hove, 2003). En un estudio llevado a cabo en el noreste de Inglaterra del 1 de septiembre de 1997 hasta el 31 de agosto de 1998, encontraron que las fracturas relacionadas con el deporte en niños de 5 a 15 años, en general, tenían como causas más comunes: el fútbol, patinaje en línea, ciclismo y baloncesto (Hassan y Dorani, 2001).

4.1.2. Factores de riesgo de lesiones

En la literatura académica se encuentra referenciada los diversos factores de riesgo en relación a la incidencia de las lesiones en patinaje en línea, especialmente, cuando se realiza de forma recreativa. Se podría clasificar teniendo en cuenta, la implicación del propio patinador (intrínseco) o del material e instalaciones (extrínsecos) (Alcaraz et al., 2012).

4.1.2.1. Factores Intrínsecos del patinador

- Patinar agarrado de un vehículo: El patinaje detrás o al lado de un vehículo motorizado se le llama *skitching* o *truck surfing* y es extremadamente peligroso, porque el patinador no puede frenar lo suficientemente rápido para evitar colisiones con el tráfico que se acerca, o que se encuentra en el camino o si el vehículo se detiene, retrocede o maniobra de forma peligrosa (Alexander, 1998). Y los informes anecdóticos citan velocidades de más de 112 km/h, especialmente cuando se trata de *skitching*, la práctica indeseable de sujetarse a un vehículo de motor mientras se patina a altas velocidades (Martin, 1993).

- No ser capacitado por instructores certificados: El nivel de instrucción formal puede ser un factor de riesgo de lesión (Thévenod, Lironi, y Le Coultre, 2000). En un estudio, de los que se presentaron en el servicio de urgencias con lesiones, sólo el 15% indicaron que habían recibido instrucción formal en patinaje en línea (Adams et al., 1996).

- Conocimiento básico de las técnicas de patinaje: Según los estudios, la falta de dominio de las técnicas básicas de patinaje en línea, así como la ausencia del conocimiento de técnicas de frenado, representan un alto riesgo de lesiones (Callé y Eaton, 1993; Jerosch et al., 1997; Jerosch y Heck, 2005). El aprendizaje de patinaje en línea en las escuelas especialmente capacitadas para ello, son recomendadas por profesionales para reducir el riesgo de lesiones graves en caso de una caída (Jerosch y Heck, 2005). En un estudio la mayoría de los patinadores lesionados no habían dominado las técnicas básicas de patinaje y de frenado (Callé y Eaton, 1993). Sólo uno de cada dos patinador tiene habilidades técnicas de patinaje que le permiten frenar de manera apropiada. (Jerosch et al., 1997).

- Velocidad de desplazamiento: Patinar a altas velocidades podría aumentar el riesgo de lesiones y su gravedad, especialmente si no se dominan las técnicas básicas de desplazamiento y frenado (Alexander, 1998; Fasciglione et al., 2007; Jerosch y Heck, 2005; Schieber y Branche-Dorsey, 1995). Los principales factores de riesgo para la lesión incluyen velocidad, obstáculos y superficies duras (Schieber y Branche-Dorsey, 1995). El patinaje en línea tiene una alta incidencia de lesiones, debido a la alta velocidad y la pérdida de equilibrio, especialmente en terreno irregular (Fasciglione et al., 2007). Un gran número de participantes, velocidades muy altas y patrones de patinaje cambiantes, pueden predisponer a los patinadores a lesiones en las piernas, rodillas y tobillos (Malanga y Smith, 1996). El riesgo de lesión se da en velocidades de 20 a 30 km/h, e incluso puede ser mayor el riesgo en velocidades que superen los 50 km/h, especialmente cuando las técnicas de frenado no se controlan (Jerosch y Heck, 2005). La mayoría de las lesiones se producen al golpear un defecto del camino o escombros, ante la incapacidad de frenar de forma adecuada, por la velocidad excesiva, por golpear un automóvil o intentar realizar un truco (Alexander, 1998).

- Nivel de experiencia: De acuerdo a algunas investigaciones, aparentemente los patinadores que utilizan por primera vez los patines tienen un alto riesgo de lesionarse (Eingartner et al., 1997; Heller, Routley y Chambers, 1996; Nguyen y Letts, 2001). En una investigación, de una muestra de 33 heridos en el grupo de 10 a 14 años de edad, 10 (30%) habían estado usando

patines por primera vez (Heller, Routley y Chambers, 1996). La inexperiencia parece ser la causa más frecuente de las lesiones en patinaje en línea (Nguyen y Letts, 2001). En un estudio concluyeron que este deporte supone un alto riesgo de lesiones graves, especialmente en los patinadores de 35 años de edad en adelante, que patinaban por primera vez (Eingartner et al., 1997). Sin embargo, los patinadores con más experiencia tienden a realizar trucos o maniobras peligrosas, además sobrestiman sus habilidades técnicas y dejan de utilizar equipos de protección, lo que hace que aumente el riesgo de sufrir lesiones de gravedad (Frankovich et al., 2001; Seldes et al., 1999; Tan, Seldes y Daluiski, 2001; Williams-Avery y Mackinnon, 1996). En un estudio encontraron que la mayoría de los patinadores lesionados tenían experiencia recreativa (33,2%) o eran novatos (37,5%) (Frankovich et al., 2001). Los factores de riesgo para la lesión incluyen la inexperiencia, el patinaje agresivo y la cantidad de tiempo que tiene patinando. También hay datos más recientes que sugieren que los patinadores expertos autoinformados, son más propensos a sufrir una lesión (Tan, Seldes y Daluiski, 2001). La mayoría de las lesiones leves ocurrieron durante la primera o segunda vez que patinaban, mientras que las lesiones más graves tendieron a ocurrir después de al menos 50 veces de haber patinado (Williams-Avery, y Mackinnon, 1996). Los patinadores con mayor experiencia en patinaje tenían más probabilidades de realizar trucos, usar menos equipo de seguridad y sufrir una lesión, y los patinadores adultos más experimentados corren mayor riesgo de sufrir lesiones patinando de forma recreativa (Seldes et al., 1999).

- **Fatiga:** Patinar por largos periodos de tiempo produce fatiga y esto a su vez podría contribuir a la disminución de la coordinación y el equilibrio, y, por lo tanto, podría considerarse como un factor que aumenta el riesgo de lesiones (Alcaraz et al., 2012). Y de acuerdo con esta misma línea, la fatiga según unos datos estadísticos sería un factor relacionado con la caída de patinadores en línea (CPSC, 1999). Sin embargo, otro estudio señala lo contrario, ya que encontraron que el 70% de los niños que se lesionaron habían estado patinando durante menos de 1 hora antes del incidente, por lo que la fatiga no parecía ser un factor importante para lesionarse (Nguyen y Letts, 2001).

- **Nivel de condición física:** El nivel de entrenamiento físico o de condición física podría ser un factor de riesgo de lesión (Thévenod, Lironi, y Le Coultre, 2000).

- **Edad y género:** Varios estudios coinciden que la infancia y la adolescencia son los grupos de edades en el que se registra mayor cantidad de lesiones, asimismo los estudios señalan que son los varones los que más predisposición tienen a lesionarse (Björnstig, U., Björnstig, J., y Boman, 2000; Heller, Routley y Chambers, 1996; McGeehan, Shields, y Smith, 2004; Mulder y Hutten, 2002; Nguyen y Letts, 2001; Sherker y Cassell, 1999; Tan, Seldes y Daluiski, 2001). En la Unión Europea en 1996, unas 65.000 personas fueron atendidas en los servicios de urgencias por una lesión de patinaje en línea (Excluyendo las lesiones por accidentes de tránsito), y alrededor del 60% de las víctimas eran varones, mientras que el grupo de mayor riesgo es de 10 a 14 años (Mulder y Hutten, 2002). En esa misma línea, otros estudios también encontraron que los niños de 10 a 14 años representan el 60% de las lesiones (Tan, Seldes y Daluiski, 2001). Los datos del departamento de emergencias de los hospitales muestran que los patinadores de 10 a 14 años corren mayor riesgo de sufrir lesiones (Sherker y Cassell, 1999). El número de lesiones asociadas al uso de los patines en línea ha aumentado considerablemente desde 1989. En 1992 fueron las más frecuentes en el grupo de edad de 10 a 14 años, que sufrió el 59% de todas las lesiones (Heller, Routley y Chambers, 1996). Dos de tres heridos son niños y varones jóvenes. La mayor incidencia anual de lesiones fue encontrada en varones de 10 a 19 años de edad, con 1,7 por 1.000 habitantes; la cifra correspondiente para las mujeres fue de 0,5. (Björnstig, U., Björnstig, J., y Boman, 2000). Durante un período de 9 años, se identificaron

331 lesiones, el 61 % de las víctimas eran varones, con una edad media general de 12 años (Nguyen y Letts, 2001). En una investigación hallaron que, durante un período de 31 meses, 419 niños fueron evaluados en los departamentos de emergencias por lesiones relacionadas con el patinaje en línea. Los infantes eran predominantemente varones (60,3%), con una edad media de 10,2 años (McGeehan, Shields, y Smith, 2004).

4.1.2.2. Factores Extrínsecos - Relacionados con el material

- Falta de uso de los equipos de protección: Se ha demostrado que los equipos de protección pueden ser efectivos para reducir la incidencia de lesiones, por lo tanto, no utilizarlas para patinar aumenta el riesgo de lesiones (Alcaraz et al., 2012; Beirness, Foss y Desmond, 2001; Deroche et al., 2009; Jerosch y Heck, 2005; O'Farrell et al., 1997; Schieber et al., 1996; Tan, Seldes y Daluiski, 2001; Thévenod, Lironi, y Le Coultre, 2000). Las razones de las lesiones se encuentran por varios motivos y la falta del uso de los equipos de protección de patinaje, es uno de ellos (Jerosch y Heck, 2005). El consenso general es que los equipos de protección personal son eficaces para reducir la incidencia y la gravedad de las lesiones en patinaje en línea, por lo tanto, se deben hacer esfuerzos para aumentar el uso de equipos de seguridad (Tan, Seldes y Daluiski, 2001). Un estudio afirma que la falta de uso de equipo de protección podría ser un factor de riesgo de lesión (Thévenod, Lironi, y Le Coultre, 2000). A pesar de la disponibilidad de los equipos de protección relativamente económicos, pocos patinadores aprovechan la oportunidad de protegerse de las lesiones (Beirness, Foss y Desmond, 2001). Los estudios han enfatizado en el valor que tiene el uso de los equipos de protección en la reducción de la incidencia de lesiones. (Deroche et al., 2009). En una investigación 83 (75,4%) de los pacientes con lesiones no llevaban equipo protector en las extremidades (O'Farrell et al., 1997). En otro estudio encontraron que la probabilidad de lesión de la muñeca era 12,9 veces mayor en aquellos que no utilizaban muñequeras frente a los que sí lo hacían, la lesión del codo era 8 veces mayor en aquellos que no utilizaban coderas frente a los que sí lo hacían. El no uso de rodilleras se asoció con un aumento no significativo en el riesgo de lesión en la rodilla y la efectividad de los cascos no puede ser evaluada (Schieber et al., 1996).

- Usar patines inadecuados: Al momento de adquirir los patines en línea, se debe cerciorar de que brindan protección y seguridad al patinador, ya que debido a la alta comercialización de los patines existen productos que son más económicos, pero que no brindan la seguridad necesaria, además, deben ser adecuados al tipo disciplina que se va a practicar y del nivel de patinaje que tiene el patinador (Alexander, 1998; Jerosch y Heck, 2005; Nguyen y Letts, 2001). Los patines son cada vez más baratos y económicos (Alexander, 1998). Todos los patinadores deben tener cuidado al comprar los patines en línea, y deben cerciorarse de que hayan sido probados industrialmente (Jerosch y Heck, 2005) y que brindan la seguridad apropiada. Los principiantes y los patinadores con habilidades intermedias deben usar patines de tres o cuatro ruedas, y sólo los patinadores experimentados o de nivel competitivo deben usar los patines de cinco ruedas. Los patines deben encajar cómodamente en los pies (Alexander, 1998). En un estudio encontraron que los patinadores utilizaban más patines de plástico (59%), lo que quiere decir que, 62 de 105 pacientes estaban usando, al momento de la lesión, patines en línea de plástico que son menos costosos, pero no ofrecen la misma calidad de ajuste y sistema de frenado. Se debería de restringir la creación de patines que pueden causar lesiones, y que sean herméticamente inestables (Nguyen y Letts, 2001), de ser así, deberían estar prohibidos para reducir el riesgo de lesiones.

- Mala utilización de los patines: Cuando los patines no se encuentran bien sujetos a los pies o mal ajustados, pueden ocasionar esguince de tobillo, rozadura, abrasiones y ampollas.

Asimismo, unos patines que aprieten excesivamente pueden dificultar la circulación sanguínea y favorecer la hinchazón de los pies (Alcaraz et al., 2012).

4.1.2.3. Factores Extrínsecos - Relacionados con los lugares en los que se patina

Una gran parte de las lesiones ocurren cuando se patina por la calle, acera, parque, casa y alrededores (Alexander, 1998; Banas, Dalldorf, y Marquardt, 1992; Brudvik, 2006; CPSC, 1999; Kelm et al., 2007; McGeehan, Shields, y Smith, 2004; Mulder y Hutten, 2002; Nguyen y Letts, 2001; Orenstein, 1996; Thévenod, Lironi, y Le Coultre, 2000). Las condiciones en las que se encuentra la pista o lugar de patinaje, cantidad de patinadores y peatones en el área, desconocimiento del lugar en el que se transita, obstáculos, visibilidad limitada, condiciones climáticas que alteren el estado de la superficie de patinaje podrían ser factores que predispongan a sufrir una lesión (Alcaraz et al., 2012; Nguyen y Letts, 2001). El patinaje en línea debe ser evitado por la noche o en días de lluvia, cuando la superficie por sobre la que se transita no posea las condiciones óptimas y la visibilidad es baja (Nguyen y Letts, 2001). Las colinas, incluso las pequeñas, deben ser evitadas hasta que el patinador sea experto (Alexander, 1998). Los dispositivos de ruedas pequeñas son altamente susceptibles a producir caídas en los terrenos desiguales, además, las actividades como el patinaje en línea deben ser limitadas en el tráfico y la oscuridad (Brudvik, 2006).

La mayoría de los patinadores resultaron heridos en la calle (48%), en la entrada de coches 12% y en los parques 12% (Nguyen y Letts, 2001). La mayoría de los accidentes de patinaje en línea ocurrieron en senderos y calles (47,2%), lugares públicos (21%), propiedades privadas (14,8%), y otros lugares (17%) (Kelm et al., 2007). También, se ha observado una tendencia hacia las lesiones que ocurren en la calle, en contraposición con el hogar. Se debería de evitar la conducción en la calle (Banas, Dalldorf, y Marquardt, 1992). La mayoría se lesionaron en la calle o en la acera (Calle 22%, acera 17% y parque/pista 13%) (Orenstein, 1996). La mayor parte de las lesiones (74,5%, 102 de 137 casos) ocurrieron al aire libre, en una acera, calzada o calle. De las lesiones el 8% (11 de 137 casos) tuvieron lugar en otros lugares, tales como un carril de bici, patio de recreo, escaleras o garaje (McGeehan, Shields, y Smith, 2004). Según unos datos, en Estados Unidos las caídas y lesiones mantenidas por patinadores en líneas ocurren con mayor frecuencia en la acera o entrada del coche (26%), calle (22%), parque o carril de bicicleta (19%) y estacionamiento (9%) (CPSC, 1999). En otro estudio en el que se analizó la incidencia de lesiones del patinaje en línea en siete de los quince estados miembros de la Unión Europea, se encontró que una gran parte de ellas ocurrían en las vías de transporte (46%), seguidas por la casa y sus alrededores (25%), establecimientos deportivos (11%) y otros (18%) (Mulder y Hutten, 2002).

4.1.3. Mecanismos de las lesiones

Las caídas accidentales en distintas direcciones, tanto hacia adelante, hacia atrás o hacia los lados, son consideradas las principales causas de lesiones en el patinaje en línea, principalmente cuando se realiza de forma recreativa (Adams et al., 1996; Björnstig, U., Björnstig, J., y Boman, 2000; Goh et al., 1996; Hassan y Dorani, 2001; Hilgert, et al., 1998; Knox y Comstock, 2006; McGeehan, Shields, y Smith, 2004; Sherker y Cassell, 1999). Las caídas, principalmente por la pérdida de equilibrio, son una causa común de lesión (Sherker y Cassell, 1999). Dos tercios de los incidentes fueron causados por caídas debidas a problemas de equilibrio sin la influencia de ningún factor externo, tales como superficies rugosas (Björnstig, U., Björnstig, J., y Boman, 2000). El principal mecanismo de lesión reportado fue una caída por pérdida de equilibrio (58%) (Adams et al., 1996). Se evaluaron a un total de 419 niños en los departamentos de emergencias por lesiones relacionadas con el patinaje, y los

mecanismos más frecuentes de lesión fue una caída (91,4%) (McGeehan, Shields, y Smith, 2004). Las lesiones de patinaje en niños se atribuyen en la mayoría de los casos, a la caída luego de que se pierde el control o se colisiona con un obstáculo. (Hassan y Dorani, 2001). En un estudio que evaluaba las diferencias en la forma en que caen los patinadores de las disciplinas de patinaje artístico sobre hielo, patinaje en línea y patinaje sobre ruedas encontraron que, en patinaje sobre ruedas y en línea, más caídas se produjeron con dirección hacia adelante (56,7%), que en una dirección hacia atrás (39,3%) o hacia los lados (4.0%) (Knox y Comstock, 2006).

Uno de los mecanismos de lesión en patinaje en línea son las caídas hacia adelante con los brazos extendidos, tratando de amortiguar la fuerza impacto de la caída (Callé, 1994; Goh et al., 1996; Hilgert, et al., 1998; Knox y Comstock, 2006; Osberg et al., 1998; Sherker y Cassell, 1999). El principal mecanismo de lesión es una caída hacia adelante con los brazos extendidos como gesto protector (Goh et al., 1996). Los patinadores cuando caen típicamente ponen una o ambas manos para amortiguar su caída y al aterrizar sobre una superficie dura con el miembro superior, ocasiona una lesión (Sherker y Cassell, 1999). La mayoría de las lesiones ocurren cuando los patinadores caen hacia adelante sobre las muñecas desprotegidas y por lo general, involucran a patinadores de escasa habilidad técnica (Callé, 1994). Los patinadores intentaron amortiguar las caídas con sus brazos o manos en más del 90% de las caídas en las disciplinas de patinaje sobre ruedas y 94,5% patinaje en línea (Knox y Comstock, 2006). La mayoría de las lesiones son causadas por caídas hacia adelante con los brazos extendidos, sin involucramiento de vehículos, bicicletas u otros patinadores (Osberg et al., 1998). Las caídas accidentales con dirección frontal o hacia adelante con los brazos extendidos, se asocian con fracturas del radio distal en la mayoría de los casos, aunque pueden ocurrir otras lesiones en la extremidad superior (Goh et al., 1996). En un estudio encontraron que, una caída con los brazos extendidos causó el 44% de todas las lesiones en los patinadores (Hilgert, et al., 1998). Los patinadores en línea pueden ser capaces de amortiguar con éxito sus caídas, lo que protege la cabeza y la cara, pero esto puede ocasionar las fracturas del brazo y la muñeca (Knox y Comstock, 2006).

Las caídas hacia atrás son quizás la segunda mayor causa o mecanismo de lesión y se relaciona con lesiones localizadas en la parte posterior de la cabeza, en los brazos y las manos (Alcaraz et al., 2012; Goh et al., 1996; Kvidera y Frankel, 1983). Una caída con dirección hacia atrás puede ocasionar una lesión en la parte posterior de la cabeza (Goh et al., 1996). En una investigación se encontró que una caída, por lo general hacia atrás, sobre los brazos extendidos y las manos, fue el mecanismo más frecuente de lesión (Kvidera y Frankel, 1983).

Las caídas hacia los lados acompañados con una fuerza de torsión de los miembros inferiores, puede causar esguinces de tobillo, lesiones de meniscos y ligamentos de la rodilla (Alcaraz et al., 2012; Goh et al., 1996).

Las fuerzas de impacto con dirección verticales contra el suelo tienen una mayor incidencia de lesiones y fracturas, que las caídas con fuerza impacto con dirección horizontal o con desplazamiento (Alcaraz et al., 2012; Lubahn et al., 2005). En una investigación encontraron que, la tasa de fractura fue sustancialmente mayor para los impactos verticales frente a los impactos de horizontales (82% vs 33%, respectivamente), la tasa de fracturas del carpo también fue mayor. Las fuerzas verticales y horizontales fueron similares estadísticamente, aunque ligeramente mayores para los impactos verticales. La energía cinética, sin embargo, fue 3 veces mayor para los impactos horizontales que para los impactos verticales. Estos parámetros cinéticos apoyan el argumento de que los impactos horizontales podrían causar una lesión mucho mayor (Lubahn et al., 2005).

4.1.3.1. *Causas de las caídas accidentales en el patinaje*

Son varias las causas de las caídas accidentales en el patinaje en línea, sin embargo, hay un cierto consenso de que la pérdida espontánea del equilibrio es quizá uno de los principales factores por los que los patinadores se caen. El chocar contra un obstáculo o escombros, o defectos de los caminos también es expuesto en varios artículos como una de las causas. Y quizás uno de los factores principales de este tipo de incidentes, es la falta de dominio técnico, y también la incapacidad de frenar a tiempo o de forma adecuada. Precisamente esto ocurre ya que el patinaje en línea requiere de habilidades muy específicas, cuyo proceso de aprendizaje no es nada sencillo. Y el exceso de velocidad también predispone a caídas y lesiones que podrían ser más graves. (Adams et al., 1996; Alexander, 1998; Björnstig, U., Björnstig, J., y Boman, 2000; Callé, 1994; CPSC, 1999; Fasciglione et al., 2007; Jerosch et al., 1998; Kelm et al., 2007; Malanga y Stuart, 1995; Mulder y Hutten, 2002; Nguyen y Letts, 2001; Orenstein, 1996; Schieber et al., 1996; Sherker y Cassell, 1999; Young, Seth y Mark, 1998).

Muchos patinadores pierden el equilibrio en superficies ásperas o no pueden parar bien, lo que ocasiona las caídas (Callé, 1994). En un estudio encontraron que, las causas de las caídas involuntarias incluían la pérdida espontánea de equilibrio (32,9%), golpear rocas u otros objetos pequeños (17,3%), pavimento irregular (17%), y el fracaso para frenar (11,3%) (Young, Seth y Mark, 1998). Las caídas típicamente involucraban a jóvenes novatos o patinadores principiantes que llevaban poco o ningún equipo de seguridad, que espontáneamente perdían el equilibrio mientras patinaban al aire libre o que caían después de golpear un defecto de la carretera o escombros (Schieber et al., 1996). Dos tercios de los incidentes fueron causados por caídas debido a problemas de equilibrio sin la influencia de ningún factor externo, como carreteras con baches (Björnstig, U., Björnstig, J., y Boman, 2000). De acuerdo a los resultados de una investigación las causas próximas de las caídas fueron, [1] perder de forma espontánea el equilibrio (41%), [2] chocar contra algo estacionado (40%), que era generalmente un defecto o escombros en la carretera, [3] golpear un objeto en movimiento (11%), las colisiones ocurrieron generalmente con otro patinador, y menos de un por ciento implicó un vehículo de motor, [4] desviar para evitar peligros o colisiones (4%) y [5] otros (4%) (CPSC, 1999). La mayoría de las lesiones se producen al golpear un defecto de camino o escombros, ser incapaz de frenar, velocidad excesiva, golpear un automóvil o realizar un truco. Las habilidades de patinaje no son adquiridas rápida y fácilmente (Alexander, 1998). El principal mecanismo de lesión reportado fue una pérdida de equilibrio (58%) (Adams et al., 1996).

Las mejoras en tecnología y materiales han dado como resultado el potencial para alcanzar mayores velocidades en el patinaje en línea. La combinación de alta velocidad e inexperiencia pueden predisponer a una mayor probabilidad de lesión. Además, la técnica de frenado es difícil para muchos patinadores principiantes y puede contribuir a las lesiones (Malanga y Stuart, 1995). Las lesiones dentales son causadas principalmente por caídas debido a la alta velocidad y la pérdida del equilibrio, especialmente en superficies irregulares. Las lesiones dentales a menudo tienen consecuencias de por vida. (Fasciglione et al., 2007). La incapacidad para frenar no se limitaba a los patinadores que iban demasiado rápido, los patinadores a veces eran incapaces de frenar a velocidades bajas, lo que resulta en el mismo tipo de lesiones (Orenstein, 1996). El aprendizaje de las técnicas fundamentales puede mejorar las habilidades de conducción y reducir el número de lesiones. Las lecciones de patinaje, así como el aprendizaje de las técnicas básicas de conducción parecen ser razonables. Los patinadores en riesgo son especialmente los principiantes, debido a su falta de experiencia y habilidades técnicas (Kelm et al., 2007). El patinador debe evitar realizar trucos y saltos en parques de patinaje hasta que se dominen las técnicas (Nguyen y Letts, 2001). Además, la técnica de patinaje es un factor importante en la seguridad, sobre todo la técnica de frenado es

trascendente para evitar las numerosas caídas (Mulder y Hutten, 2002). Un alto porcentaje de lesiones se debe a la falta de conocimientos y técnicas básicas. Una encuesta reveló que sólo el 24% puede parar inmediatamente, mientras que el 51% tenía sólo leves problemas con frenado, 16% admitió tener grandes dificultades, y 7% no fueron capaces de frenar en absoluto. Estas cifras revelan que todavía hay un gran déficit en relación con las técnicas de frenado y la educación sobre los riesgos de lesión (Jerosch et al., 1998).

Las lesiones causadas por choques con objetos en movimiento, como, por ejemplo, otros patinadores, ciclistas o vehículos a motor fueron poco frecuentes, pero las lesiones resultantes de esos accidentes pueden ser de mayor gravedad y en algunos casos causar la muerte (Adams et al., 1996; Björnstig, U., Björnstig, J., y Boman, 2000; Brudvik, 2006; Callé, 1994; CPSC, 1999; Ellis, Kierulf y Klassen, 1995; Knudsen y Sørensen, 1997; Majetschak et al., 1997; Nguyen y Letts, 2001; Orenstein, 1996). De acuerdo a los resultados de una investigación una de las causas próximas de las caídas fue golpear un objeto en movimiento (11%) y las colisiones ocurrieron generalmente con otro patinador, y menos de 1% implicó un vehículo de motor (CPSC, 1999).

Algunos de los mecanismos de lesiones reportados fueron, la colisión con bicicletas (11%) y la colisión con autos (5%) (Adams et al., 1996). Las lesiones que se produjeron debido a la interferencia de los vehículos de motor sólo representó el 3% de las causas de las lesiones, y fueron poco frecuentes (Orenstein, 1996). La colisión con coches como mecanismo de lesión representó sólo el 2% (Nguyen y Letts, 2001). En una investigación no se registraron colisiones con vehículos de motor u otros usuarios de la carretera (Björnstig, U., Björnstig, J., y Boman, 2000). En otro estudio encontraron que, las lesiones en el patinaje fueron del tipo más serio, con un 15% de ellos clasificado como 3 de acuerdo a la *Abbreviated Injury Scale - AIS* (Brudvik, 2006). Las lesiones de los patinadores novatos fueron graves con más frecuencia (Majetschak et al., 1997). En otra investigación encontraron que, de acuerdo a los datos estadísticos, los patinadores en línea sufrieron lesiones muy graves y eran más propensos a requerir un tratamiento de seguimiento (Ellis, Kierulf y Klassen, 1995). Se hallaron dos casos de hemorragia intracraneal resultantes de accidentes con patines en línea. En un caso, las lesiones cerebrales fueron fatales (Knudsen y Sørensen, 1997). Según los datos de la *National Electronic Injury Surveillance System* (NEISS), se han reportado 7 muertes a causa del patinaje en línea (Callé, 1994).

De acuerdo a varios estudios, en el patinaje en línea ya se han producidas varias muertes, debido principalmente a la colisión con vehículos motorizados (Alexander, 1998; Callé y Eaton, 1993; Deroche et al., 2009; Pudpud y Linares, 1997). Se informó de varias muertes entre los patinadores que viajan con mucho tráfico (Callé y Eaton, 1993). En una investigación analizaron los datos de pacientes pediátricos que requirieron asistencia médica o fueron declarados muertos, por lesiones relacionadas con el patinaje en línea durante un período de estudio de dos años en un hospital pediátrico, también se tuvieron en cuenta, las muertes pediátricas notificadas a NEISS que se relacionaron con el patinaje en línea de 1991 a 1995. Y sus resultados fueron que, ocho internaciones y una muerte ocurrieron en el hospital pediátrico. Y según la NEISS se reportaron 28 casos de muerte pediátrica, el 96,4% se debieron a la colisión de automóviles con el patinador (Pudpud y Linares, 1997). Se han reportado 36 muertes desde 1992 (Alexander, 1998). Así como el número de patinadores crece, se espera que las lesiones e incluso las muertes, aumenten aún más (Deroche et al., 2009).

4.1.4. Tipos de lesiones

Una gran parte de los estudios relacionados con la incidencia de lesiones en el patinaje en línea, han utilizado la base de datos de los centros hospitalarios para recoger información acerca de estos incidentes y por ello, en la mayoría de estos estudios la fractura es una de las lesiones más comunes especialmente de la muñeca y de la porción distal del radio, sin embargo, estos estudios podrían estar sesgados al no tener en cuenta las lesiones que no requirieron de asistencia médica y que por lo tanto, no aparecen reflejados en los datos de los centros hospitalarios (Alexander, 1998; Callé y Eaton, 1993; CPSC, 1999; Frankovich et al., 2001; Hassan y Dorani, 2001; Hilgert, et al., 1998; Inkelis et al., 1988; Jerosch y Heck, 2005; Kelm et al., 2007; Largiader et al., 1998; Nguyen y Letts, 2001; Powell y Tanz, 1996; Sherker y Cassell, 1999).

En el patinaje en línea las lesiones pueden ser severas, e inclusive pueden ser fatales (Sherker y Cassell, 1999). Los tipos de lesiones más frecuentes son leves, como abrasiones y contusiones, pero también pueden ser graves, como fracturas, dislocaciones e incluso en algunos casos las lesiones pueden ser fatales (Alcaraz et al., 2012; Heitkamp, Horstmann, y Schalinski, 2000; Pudpud y Linares, 1997). Las lesiones están aumentando en la población pediátrica tanto en frecuencia como en gravedad y la población en riesgo es cada vez más joven (Pudpud y Linares, 1997). La mayoría de los informes sobre lesiones describen lesiones graves que precisaron de asistencia médica en un centro hospitalario. Poco se sabe sobre la tasa global de lesiones y la contribución de las diferentes disciplinas. Las lesiones más frecuentes se referían a concusiones y lesiones en la piel con un 35% cada uno, seguido de lesiones de ligamentos con 10% y fracturas con 5% (Heitkamp, Horstmann, y Schalinski, 2000).

El patinaje en línea puede causar lesiones incapacitantes (Callé y Eaton, 1993). Las fracturas representaron el 38% de todas las lesiones (Nguyen y Letts, 2001). En un estudio cuyos objetivos eran describir la frecuencia estimada y los tipos de lesiones asociadas con los patines en línea en niños estadounidenses y compararlas con las lesiones de patinaje sobre ruedas, encontraron que las fracturas fueron la lesión más frecuente (45%) (Powell y Tanz, 1996). De acuerdo a los resultados de una investigación las fracturas de muñeca representaron el 25% de todas las lesiones (CPSC, 1999). Los tipos más comunes de lesiones eran fracturas (51,9%), especialmente de las extremidades superiores, y los esguinces (17,6%) (Kelm et al., 2007). Se estima que los tipos de lesión más prevalentes fueron las fracturas (49%), contusiones o laceraciones (27%) y lesiones capsulares o ligamentosas (16%). Los niños tenían un riesgo aún mayor de sufrir fracturas (62%) (Hilgert, et al., 1998). La tasa de fractura de las lesiones representó un 49% (Hassan y Dorani, 2001). La lesión más frecuente, un tercio de todas ellas, fue la fractura de antebrazo cerca de la muñeca (Largiader et al., 1998). En un estudio revisaron los registros médicos de 76 niños menores de 16 años con lesiones que se presentaron en dos departamentos de urgencias pediátricas y encontraron que el tipo más común de lesión fue la fractura (69%) (Inkelis et al., 1988).

De 612 entrevistados 56 (9,2%) ya han sufrido una lesión dental, mientras practicaba patinaje en línea (Fasciglione et al., 2007). Casi la mitad de las lesiones fueron fracturas o lesiones de luxación (Björnstig, U., Björnstig, J., y Boman, 2000). Se reportó que una lesión cerebral fue fatal para el patinador accidentado (Knudsen y Sørensen, 1997). En una investigación encontraron que, de 160 reportes de lesiones, los tipos más frecuentes eran las fracturas 35%, laceraciones 10% y esguinces 10% (CPSC, 1999). En otro estudio, encontraron que, de un total de 860 lesiones reportadas, 381 (44,3%) fueron fracturas, 25 (2,9%) luxaciones y 454 (52,8%) lesiones de tejidos blandos (Callé y Eaton, 1993). Según otro artículo científico los tipos de lesiones más frecuentes fueron fracturas (51,9%), seguidas de distorsiones (17,6%),

contusiones (11,8%) y roturas de los ligamentos (11,8%). Sólo el 6,9% de los mecanismos de lesión fueron abrasiones cutáneas (Kelm et al., 2007). En otra investigación descubrieron que, de 121 lesiones, los más frecuentes fueron la fractura 40,2%, contusión 20,1%, laceración 5,9%, abrasión 5,7% y lesión en la cabeza 5,0% (Frankovich et al., 2001). Otro artículo científico reveló que, de un total de 598289 lesiones, las más comunes fueron la fractura 42,9%, esguince 19,1%, contusión o abrasión 18,6%, laceración 11,2%, otras lesiones 7,4% y concusión 0,8% (Knox et al., 2006).

4.1.5. Ubicación anatómica de las lesiones

En el patinaje en línea se tiene mayor incidencia de lesiones en las extremidades superiores, por sobre todo en la muñeca y en la porción distal del antebrazo, esto quizá se debe a que uno de los mecanismos más frecuentes de lesiones son las caídas y, por lo tanto, un patinador naturalmente trata de reducir la fuerza de impacto utilizando los brazos, lo que ocasiona las lesiones. También los codos y los hombros pueden ser lesionados en este deporte, pero con menos frecuencia, así también como los dedos de las manos. Las lesiones en las extremidades inferiores son menos frecuentes, no obstante, algunos estudios afirman que ciertas situaciones podrían aumentar la cantidad de lesiones en esa zona del cuerpo. Las lesiones por lo general se localizan en la zona de la rodilla y el tobillo, además, se han registrado también varios casos de fracturas y rotura de ligamentos en la rodilla. También se han reportado lesiones en la cara, en la barbilla y en otras zonas de la cabeza, en esta última, las lesiones pueden ser muy graves e incluso se ha reportado un fallecimiento a causa de esto. (Alexander, 1998; Björnstig, U., Björnstig, J., y Boman, 2000; Brudvik, 2006; Callé y Eaton, 1993; Callé, 1994; CPSC, 1999; Frankovich et al., 2001; Hilgert, et al., 1998; Inkelis et al., 1988; Jerosch y Heck, 2005; Malanga y Smith, 1996; Mulder y Hutten, 2002; Müller et al., 2003; Nguyen y Letts, 2001; O'Farrell et al., 1997; Schieber et al., 1996).

Aunque se ha observado un predominio de las lesiones de las extremidades superiores asociadas con este deporte, determinadas situaciones pueden predisponer a los patinadores a las lesiones en las piernas, rodillas y tobillos (Malanga y Smith, 1996). Las fracturas severas del radio distal y el traumatismo de los tejidos blandos en las extremidades superiores, fueron las lesiones más frecuentes en patinadores sobre ruedas y patinadores en línea (Callé y Eaton, 1993). Se reportaron 860 casos de lesiones de patinaje en línea en el período de 1981 a 1992. Las extremidades resultaron heridas en el 60,2% de los casos, siendo la muñeca el sitio más común, seguido por el antebrazo y el codo; en el 16,4% de las lesiones se involucraba el tobillo o la parte inferior de la pierna, mientras que el 15% en la región de la cabeza, del cuello y en los tejidos blandos de la cara. De las 381 fracturas reportadas, el 87% involucraron la extremidad superior y el 9% la extremidad baja. Las fracturas de muñeca fueron las lesiones más comunes, aunque el sitio de la fractura no siempre se especifica en los informes médicos. Muchas fracturas de muñeca registradas implican el radio distal. En el segundo y tercer lugar de los sitios anatómicos con más fracturas fueron el codo y la mano, respectivamente. La mayoría de las lesiones de las extremidades superiores eran contusiones o abrasiones del tejido blando. (Callé, 1994). Los patinadores en línea eran más propensos a fracturas en sus manos y brazos, especialmente fracturas distales del radio, y también de las fracturas de escafoides, esta fractura es rara en niños, pero no en las lesiones infantiles provocadas por los dispositivos de ruedas pequeñas (Brudvik, 2006).

En un estudio encontraron que 83 patinadores (75,4%) sufrieron lesiones en la extremidad superior y 27 (24,5%) se lesionaron en la extremidad inferior (O'Farrell et al., 1997). Las lesiones del codo, antebrazo, muñeca y la mano representaron el 55,5% de todas las lesiones y el 71% de todas las fracturas. La cabeza (13%), la rodilla (9,5%) y el tobillo (9%) fueron otras

regiones frecuentemente involucradas (Hilgert, et al., 1998). La extremidad superior fue la más comúnmente lesionada (64%), el área de la cabeza y el cuello (16%) y la extremidad inferior en el 20% de los casos (Nguyen y Letts, 2001). La parte del cuerpo en el que se registran más lesiones son las extremidades superiores, y la lesión más común es la fractura distal del radio, que se produce en 50% de todas las fracturas (Jerosch y Heck, 2005). La muñeca y el antebrazo se fracturó con mayor frecuencia (53%) (Inkelis et al., 1988). En una investigación encontraron que los sitios anatómicos con mayor frecuencia de lesiones fueron la muñeca 32%, pierna (Incluyendo el tobillo) 13%, cara o la barbilla 12%, codo 9%, rodilla 6%, cabeza 5% y otros 23%. Las lesiones de muñeca son las lesiones de patinaje más frecuentes (CPSC, 1999). De todas las lesiones 25% eran fracturas de muñeca (Schieber et al., 1996).

4.1.6. Pautas de prevención de lesiones

- Las medidas de prevención de lesiones pretenden reducir la incidencia de lesiones, en este caso, el patinaje en línea, tanto en el aspecto competitivo como recreativo (Alcaraz et al., 2012).
- Los padres deben ser conscientes del nivel de habilidad de su hijo antes de que el niño se anima a patinar (Inkelis et al., 1988), además, se debe conocer tanto los beneficios como los riesgos de esta actividad física.
- Se debe enseñar a los patinadores acerca de los riesgos, lesiones y especialmente, las medidas de prevención para reducir la incidencia de lesiones (Nguyen y Letts, 2001; Sherker y Cassell, 1999).
- Es importante evaluar correctamente el lugar en el que se va a patinar, teniendo en cuenta algunos aspectos como, por ejemplo, que sea una superficie adecuada y nivelada, que no tenga desniveles u obstáculos, que esté bien iluminada y se debería evitar patinar en el tráfico, de noche y cuando las condiciones climáticas no sean favorables (Alcaraz et al., 2012; Alexander, 1998; Brudvik, 2006; Nguyen y Letts, 2001).
- Los trucos en el patinaje deberían de evitarse, en todo caso, sólo los expertos lo deberían de realizar, siempre y cuando se tomen mayores medidas de seguridad (Alcaraz et al., 2012; Alexander, 1998; Schieber et al., 1996).
- Se debería de evitar patinar sujeto a un vehículo de motor para desplazarse a altas velocidades (Alexander, 1998; Martin, 1993).
- Asistir a clases de patinaje de instructores calificados y certificados, para aprender correctamente las técnicas básicas. Puesto que el conocimiento de las técnicas de patinaje, sobretodo, el de frenar de forma adecuada podría reducir las lesiones. (Callé y Eaton, 1993; Inkelis et al., 1988; Jerosch et al., 1997; Jerosch y Heck, 2005).
- Los patinadores deberían de realizar preparación física específica (Alcaraz et al., 2012; Sherker y Cassell, 1999), principalmente para mejorar sus las cualidades físicas y reducir las probabilidades de lesiones.
- Los patines utilizados deben ser adecuados al nivel del patinador y deberían de brindarle seguridad y estar compuesto por materiales de calidad (Alexander, 1998; Jerosch y Heck, 2005; Nguyen y Letts, 2001).
- Los patinadores deben ser enseñados a reducir la fuerza del impacto de las caídas mediante técnicas de amortiguación, esto es muy importante, ya que las lesiones ocurren principalmente por intentar disminuir la fuerza de impacto de las caídas utilizando los brazos como amortiguadores (Inkelis et al., 1988; Nguyen y Letts, 2001; Kelm et al., 2007; Jerosch y Heck, 2005).
- La utilización de los equipos de protección como el casco, muñequera, rodillera, y codera son quizás una de las medidas de prevención de lesiones en el que más se hace hincapié en los artículos científicos, así como en las campañas de concientización de organismos e instituciones relacionadas con el patinaje, debido a que demostrado que puede reducir la fuerza del impacto de las caídas y de esa forma disminuir la incidencia de lesiones. (Adams et al., 1996; Beirness,

Foss, y Desmond, 2001; De Nooijer, De Wit y Steenhuis, 2004; Inkelis et al., 1988; Jacques y Grzesiak, 1994; Knudsen y Sørensen, 1997; Schieber y Branche-Dorsey, 1995; Weinberger y Selesnick, 1994).

El uso de equipo de protección tiene el potencial de reducir el número y la gravedad de las lesiones causadas por la fuerza de impacto de una caída (Beirness, Foss, y Desmond, 2001). El uso de equipo de protección por los patinadores lesionados se asoció con una menor probabilidad de hospitalización. De los pacientes en los departamentos de emergencias, sólo el 50% llevaba equipo de protección (Adams et al., 1996). Un casco probablemente podría haber evitado o disminuido las lesiones. Se hace hincapié en que un casco debe ser parte del equipo de protección en el patinaje (Knudsen y Sørensen, 1997). Se recomienda que los patinadores usen equipo de protección incluyendo casco, protectores de muñeca, rodilleras y coderas (Schieber y Branche-Dorsey, 1995). Dado que los traumatismos causados por el patinaje pueden resultar en una morbilidad significativa, se recomienda encarecidamente el uso de cascos (Weinberger y Selesnick, 1994). El uso de algunos de los elementos del equipo de protección personal es común, aunque algunos patinadores deben usar todos los elementos recomendados (Jacques y Grzesiak, 1994).

Sin embargo, la utilización de los equipos de protección no garantiza la prevención total de las lesiones, así como tampoco la frecuencia y gravedad de las mismas (Alcaraz et al., 2012; Alexander, 1998; Beirness, Foss, y Desmond, 2001; Schieber et al., 1996; Warda et al., 1998). Las rodilleras no han demostrado ser eficaces en la reducción del riesgo de lesiones de rodilla. Y aunque la eficacia de los cascos en la reducción del riesgo de lesión en la cabeza entre los patinadores en línea es desconocida, se puede producir lesiones muy graves en la cabeza mientras se patina, por lo cual se recomienda su uso (Warda et al., 1998).

En relación a la efectividad de los equipos de protección, la muñequera ha demostrado en varios artículos científicos, que puede ser eficaz para reducir la fuerza de impacto de las caídas accidentales, además, permite deslizarse para prevenir las quemaduras por abrasión (Alcaraz et al., 2012; CPSC, 1999; Müller et al., 2003; Schieber, Branche-Dorsey y Ryan, 1994; Schieber et al., 1996). Las muñequeras están diseñadas para evitar la extrema hiperextensión súbita de la muñeca, para absorber los golpes y disipar las fuerzas cinéticas, además puede deslizarse hacia delante para evitar quemaduras de gravedad. Los cascos, coderas y rodilleras están diseñados para absorber los golpes en caso de una caída, por eso es importante que los patinadores usen protectores, ya que se ha demostrado que el uso de muñequeras podría reducir el número de lesiones en la muñeca en un 87%, el uso de coderas puede reducir las lesiones en el codo en un 82% y el uso de rodilleras puede reducir las lesiones en la rodilla en un 32%. Los números del estudio eran demasiado pequeños para determinar el grado de protección ofrecido por el uso de un casco (Schieber et al., 1996). La *Consumer Products Safety Commission* (CPSC) estima que hasta un tercio de lesiones graves de patinaje podrían ser eliminadas por el sólo uso de las muñequeras. El uso de muñequeras permite que la muñeca se deslice a lo largo del pavimento en lugar de absorber directamente todo el impacto de una caída (CPSC, 1999). Debido a que las fracturas de muñeca fueron el tipo más común de lesión en *skateboarding*, patinaje sobre ruedas y patinaje en línea, es necesaria la utilización de la muñequera para reducir las lesiones (Schieber, Branche-Dorsey y Ryan, 1994). En un estudio se midió una fuerza media de 956 N sin el uso de un dispositivo de protección. Con la aplicación de un protector de muñeca estas fuerzas se redujeron entre 4 y 20% y los mejores valores se han alcanzado con los modelos con una placa de base fuerte (Müller et al., 2003).

Sin embargo, en algunas ocasiones no se ha encontrado una reducción de las fuerzas de impacto cuando se utilizaron las muñequeras (Giacobetti et al., 1997). La fractura de muñeca y parte distal del antebrazo pueden ocurrir inclusive utilizando las muñequeras, y en algunas ocasiones pueden ser las causantes de las lesiones, como se pueden apreciar en las lesiones llamadas *splint-top*, en el que se fracturan los huesos de antebrazo debido a la presión que ejerce el borde superior de la muñequera en esta zona durante una caída, cuando se utiliza los brazos para amortiguar la fuerza de impacto (Andersen y Larsen, 2000; Cheng et al., 1995; Giacobetti et al., 1997; Müller et al., 2003). En una investigación, los protectores de muñecas de patinaje en línea probados, no fueron efectivos en la prevención de fracturas de muñeca bajo las condiciones experimentales de un estudio, puesto que aumentaron la fuerza de impacto en 1,78% (Giacobetti et al., 1997). En otro estudio presentaron cuatro casos de fracturas de antebrazo abiertas en patinadores en línea, que ocurrieron adyacentes al borde proximal de las muñequeras. La naturaleza inusual de estas lesiones y la localización de las fracturas en relación con la ubicación de las férulas, sugieren que las dos pueden estar relacionadas mecánicamente (Cheng et al., 1995). En una investigación no se observaron fracturas *splint-top*. El aumento de la experiencia parece reducir la incidencia de fracturas (Andersen y Larsen, 2000). Los resultados de un estudio demuestran que las fracturas de muñeca y el antebrazo pueden ocurrir a pesar del uso de un protector de muñeca. El efecto protector de una muñequera depende altamente del modelo que se utiliza (Müller et al., 2003).

Los equipos de protección generalmente son poco utilizados por los patinadores en línea, y a pesar de que muchos de ellos tienen algún tipo de equipo de protección, no lo llevan consigo cuando patinan. Los más utilizados son las muñequeras y las rodilleras, siendo el casco generalmente, la protección menos utilizada (Adams et al., 1996; Beirness et al., 2001; CPSC, 1999; Majetschak et al., 1997; Nguyen y Letts, 2001; Schieber et al., 1996). Los equipos de seguridad usados en el momento de la lesión fueron muñequeras 33%, coderas 28%, rodilleras 45%, casco 20%, todos los equipos 7% y ningún protector 46% esto según CPSC (1999). En un estudio encontraron que, de los pacientes lesionados en los servicios de emergencias, el 50% no llevaba ningún equipo de protección, el 6% llevaba un casco, 44% muñequeras, 23% rodilleras y 19% coderas. Sólo el 2% usó todos los equipos juntos (Adams et al., 1996). El uso observado de equipos de protección por los 877 patinadores en línea fue relativamente bajo, protectores de la muñeca lo usaron el 25%, cascos 13%, coderas 14% y rodilleras 10% (Beirness et al., 2001). Sólo el 7% de todos los patinadores lesionados llevaba todos los equipos de seguridad, 46% no llevaba ninguno, 45% llevaba rodilleras, 33% muñequeras, 28% coderas y 20% cascos (Schieber et al., 1996). En una investigación 24 de 62 pacientes (39%) no llevaban equipo protector en el momento de la lesión, aunque la mayoría (80%) poseía algún tipo de protector, pero no lo utiliza. De los 105 niños que respondieron al cuestionario, 32 sufrieron fracturas de muñeca, casi todos (94%) no usaban ningún protector de muñeca. La mayoría afirmó que poseían algún tipo de equipo de protección (91%), pero el 48% no llevaba ninguno consigo. Sí se llevaba algún equipo, lo más frecuente era el casco (49%) (Nguyen y Letts, 2001). De los que se presentaron en el servicio de emergencia después de una caída en patinaje en línea, el 52,7% no llevaba equipo de protección, 41,8% usaba rodilleras, 27,3% muñequeras, 12,7% coderas, 5,5% cascos y 5,5% guantes (Majetschak et al., 1997).

Las razones por las que los patinadores en línea no utilizan los equipos de protección, son varias, sin embargo, la principal sería que no las consideran necesarias, aunque también hacen referencia a que pueden ser incómodas, molestas o que a veces simplemente se olvidan de llevarlas puestas para patinar (Alcaraz et al., 2012; Largiader et al., 1998; Williams-Avery, y Mackinnon, 1996; Young, Seth y Mark, 1998). Las razones citadas para no usar equipo de protección incluyen: la falta de necesidad percibida (47,3%), malestar (37,5%), costo (15,9%),

y la apariencia no deseada (15,2%) (Young, Seth y Mark, 1998). Las razones más frecuentes dadas para no usar los protectores era el olvido o el alto precio de los protectores (Largiadier et al., 1998). En una investigación la razón más común dada por los patinadores para no llevar protector fue que se consideraba innecesario usarlo (14,4%), y el 32,6% de la muestra informó que una combinación de las siguientes razones les impidió llevar el equipo: incómodo, parece tonto, innecesario, inconveniente, y los compañeros no lo aprueban (Williams-Avery, y Mackinnon, 1996).

4.2. Caídas accidentales

Se podría decir que, una caída es como moverse de arriba para abajo por la acción del propio peso y también que, debido a la pérdida del equilibrio un objeto va a dar contra la superficie de la tierra (RAE, 2014), a causa de la atracción que ejerce sobre ese cuerpo la fuerza gravitacional. Y podríamos definir accidental, como algo que ocurre de forma casual y que debido a las circunstancias no se puede prevenir o evitar (RAE, 2014). Las caídas también podrían definirse como acontecimientos involuntarios que, debido a la pérdida del equilibrio, un sujeto impacta contra la tierra u otra superficie firme que lo detenga (OMS, 2016). Para objeto de esta investigación se utilizará el término de caída accidental, para referirse cuando un sujeto de forma inesperada aterriza sobre una superficie sin tener control alguno sobre esa situación, con grandes posibilidades de sufrir algún tipo de lesión debido a la fuerza de impacto.

En la base de datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS) sobre la morbilidad, las muertes y las lesiones no mortales a nivel mundial relacionadas con caídas, son excluidas aquellas caídas causadas por agresiones, lesiones autoprovocadas, también las producidas por caídas desde animales, edificios en llamas o vehículos de transporte, y las caídas en fuego, agua o maquinas (OMS, 2016). Las caídas puedan ocasionar lesiones que pueden ser mortales, sin embargo, la gran mayoría de ellas no lo son. A continuación, se da un ejemplo de esto en la población infantil de la República Popular de China, en el que por cada muerte debido a una caída existen cuatro casos de discapacidad permanente, unos 13 necesitan más de 10 días de hospitalización, unos 24 precisan de uno a nueve días de hospitalización, y alrededor de 690 buscan atención médica o se ausentan de su trabajo o de sus centros educativos (OMS, 2016).

En las sociedades contemporáneas de todo el mundo, la problemática de las caídas accidentales en la población infantil se ha convertido en un elemento de análisis prioritario (DelCastillo-Andrés, et al., 2017). Actualmente las caídas representan un problema mundial de salud pública. Se estima que cada año se producen alrededor de 424000 caídas mortales, por lo cual, las caídas son consideradas la segunda causa mundial de muertes por lesiones no intencionales, por detrás de los traumatismos causados por los accidentes en el tránsito (OMS, 2016). Se calcula que cada año se producen alrededor de 37 millones de caídas, que, aunque muchas de ellas no sean mortales, precisan de algún tipo de atención médica y suponen la pérdida de más de 17 millones de años de vida ajustados en función de la discapacidad (AVAD). Los AVAD redefinen el concepto de años de vida potenciales perdidos por muerte prematura, puesto que incluyen los años de vida saludables perdidos a consecuencia de un estado de mala salud o discapacidad. Una gran parte de la morbilidad corresponde a los mayores de 65 años, a los jóvenes de 15 a 29 años y a los menores de 15 años. Alrededor del 40% de los AVAD perdidos en todo el mundo debido a las caídas, corresponde a los infantes (OMS, 2016).

La edad sigue siendo uno de los principales factores de riesgo de las caídas accidentales. Este riesgo aumenta con la edad y por ello, los adultos mayores son los que corren mayor riesgo de muerte o lesión grave a causa de las caídas. Sin embargo, otro grupo de riesgo es el formado por los niños, cuyas caídas deben en gran medida a su estado de desarrollo, su innata curiosidad

y el aumento del nivel de independencia, que los lleva a adoptar conductas de mayor riesgo (OMS, 2016).

En una publicación que se centra en las muertes infantiles a causa de los accidentes en 29 miembros (A excepción de Turquía) de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), cuyos países producen dos tercios de los bienes y servicios mundiales; las lesiones son la principal causa de muerte infantil en todas estas naciones desarrolladas, lo que representa alrededor del 40% de las muertes en el grupo de edad de 1 a 14 años en el periodo de 1991 a 1995 para la OCDE en su conjunto (UNICEF, 2001). Las causas más comunes de muerte por accidentes infantiles en estos países son: los accidentes de tráfico (41%), ahogamientos (15%), lesiones intencionales (14%), otras lesiones (16%), incendios (7%), caídas (4%) (UNICEF, 2001).

En España, de acuerdo a las tasas de mortalidad infantil anual entre los niños de 1 a 14 años en el periodo de 1991 a 1995, las lesiones representan unas 8,12 muertes expresadas por 100000 niños y entre las cinco causas principales identificadas, se encuentran las caídas con unas 0,39 muertes, un 4,8% de todas las lesiones (UNICEF, 2001). Además, de acuerdo al Instituto Nacional de Estadística (INE) en su reporte de defunciones según la causa de muerte 2015, en España se produjeron 422568 muertes, de las cuales 2783 (0,66%) corresponden a las caídas accidentales. En los menores de 20 años se habían registrado 22 fallecimientos (0,79% de todas las caídas) y en mayores de 65 años en adelante se habían registrado 2361 defunciones, un 84,84% de todas las muertes causadas por las caídas (INE, 2017).

Los tipos de caídas accidentales pediátricas que con más frecuencia se registran en los hospitales y centros médicos, son las caídas desde el nivel del suelo, desde alturas y escaleras, de bicicletas y patines (Soriano, 2008). En el 2006 se estima que un 9,6% de la población infantil española de menos de cinco años sufrió algún tipo de accidente, este porcentaje aumentó al 11% entre los infantes de 5 a 15 años. Así también, 4 de cada 10 niños de menos de cuatro años tuvieron algún tipo de caída al nivel del suelo y entre los menores de 5 a 15 años este número asciende a 5 de cada 10 (Soriano, 2008). La mayor parte de los accidentes infantiles que ocurren son causadas por caídas y golpes, y casi la totalidad de los casos se ha informado que se producen en los centros educativos. Esta valoración fue realizada en un estudio en el que se ha detectado que la mayoría de los accidentes que ocurren con los alumnos de entre 10 a 12 años son caídas y golpes, y el 99% de los casos ocurren en los colegios (Junta de Andalucía, 2010).

El sitio anatómico de fractura más común en ambos sexos y en cualquier edad, era el extremo distal del radio y el cúbito (Donaldson, Cook y Thomson, 1990). Aproximadamente el 75% de todas las fracturas presentadas en los niños ocurren en las extremidades superiores y con frecuencia ocurren durante una caída sobre una mano extendida. La mayoría de estas lesiones implican la muñeca, el antebrazo, y el codo, este último por sí solo representa aproximadamente el 10% de todas las fracturas en niños (Townsend y Bassett, 1996). En un informe se describen las visitas a los centros de atención ambulatoria para las lesiones en los servicios de urgencia hospitalarias de los Estados Unidos, durante un período de 4 años a partir de 1992 hasta 1995 y encontraron que las principales causas externas de lesiones son las caídas (Burt y Fingerhut, 1998). Además, es importante mencionar que, una amplia gama de actividades deportivas eran una fuente importante de fracturas, sobre todo en los hombres más jóvenes (Garraway et al., 1979). El costo anual estimado del tratamiento médico debido al patinaje en línea y skateboarding es de más de \$ 9 mil millones, sólo en EE.UU. Estos datos no

incluyen los hematomas, contusiones y raspaduras que no fueron tratados en los centros médicos (AAOS, 1998).

Para prevenir las lesiones por caídas accidentales se han propuesto programas grupales en las que se pueden incorporar la educación en prevención de caídas, ejercicios de equilibrio dinámico y fortalecimiento muscular prescrito por profesionales con adecuada formación (OMS, 2016). En los infantes, las intervenciones más eficaces incluyen programas comunitarios multifacético; modificaciones estructurales de los mobiliarios, equipos de las zonas del recreo en los centros educativos, parques recreativos, etc.; implementación y regulación de leyes sobre protecciones en las ventanas de las casas y edificios; la utilización de barreras de protección; campañas educativas públicas de masiva difusión, la formación de personas en materia de atención médica o primeros auxilios pediátrica en caso de caída (OMS, 2016). En un estudio han encontrado que las muertes infantiles por caídas han sido evitadas por los vidrios de seguridad, los barrotes de las ventanas, de las escaleras y los estándares de seguridad del patio (UNICEF, 2001). Los datos procedentes del Canadá indican que la aplicación de estrategias preventivas eficaces y la consiguiente reducción de las caídas de los menores de 10 años en un 20% supondría un ahorro neto de más de US\$ 120 millones al año (OMS, 2016).

En este sentido, ante esta problemática mundial en la salud pública causada por las caídas accidentales sería importante establecer programas eficaces de prevención que sean activos, polifacéticos y que a través de ella, se desarrollen entornos más seguros, con el objeto de reducir los factores que aumentan el riesgo de las caídas, y de esa forma reducir la gravedad de las lesiones que se producen, de cierta forma, esto sería posible educando a los niños a caer de forma no lesiva y segura (DelCastillo-Andrés, et al., 2017). Ante esta situación, un grupo de investigadores de la Universidad de Sevilla han diseñado y puesto en marcha un programa que, los autores consideran pionero a nivel mundial, denominado *Safe Fall*, cuyo objetivo es un trabajo proactivo y específico de intervención para educar sobre la seguridad y salud de los menores en edad escolar. Tratan específicamente de intervenir de forma activa para reducir los accidentes escolares, enseñando técnicas de caídas seguras y protegidas a través del judo, dotando al profesorado de educación física de primaria y secundaria de esta herramienta, de aplicación práctica para reducir y minimizar los daños a consecuencia de las caídas en los niños. De esta forma este programa trata de dar una respuesta a las demandas de la OMS en cuanto a la implementación de programas de educación relacionados con las caídas y cuyo objetivo final sería incidir de forma activa en la reducción de la mortalidad infantil causada por las caídas accidentales (DelCastillo-Andrés, et al., 2017).

4.3. Capacidad de amortiguación de los miembros superiores

4.3.1. Estrategias y técnica seguras de aterrizaje

Las estrategias y técnicas de caídas seguras han sido estudiadas principalmente para reducir las fuerzas de impacto y los daños que producen las caídas accidentales en las personas. Las estrategias se caracterizan básicamente por desempeñar un conjunto de reglas que optimizan una decisión en cada momento (RAE, 2014), por ejemplo, en caso de que una persona caiga con una dirección de caída hacia adelante y utiliza los brazos para amortiguar la caída, la estrategia más recomendada por los estudios es que, una vez que impacte contra la superficie con las manos, inmediatamente debe flexionar los codos y de esa manera reducir la fuerza de impacto y así minimizar las posibilidades de lesionarse (Chiu, y Robinovitch, 1998; Chou et al., 2001; Chou et al., 2009; DeGoede y Ashton-Miller, 2002; DeGoede y Ashton-Miller, 2003; Lo et al., 2003; Lo y Ashton-Miller, 2004; Lo y Ashton-Miller, 2008; Lo, Mathias y Ashton-Miller, 2006; Moon y Sosnoff, 2017; Sran et al., 2009).

En cambio, las técnicas de caídas seguras se diferencian conceptualmente de las estrategias, ya que estas requieren desarrollar algún tipo de habilidad para poder ejecutarla de forma correcta (RAE, 2014). Las técnicas de amortiguación tratan de responder ante una determinada situación, de forma casi automática, para ello es necesario entrenar esta habilidad hasta que se pueda asimilar el gesto motor y se pueda realizar con un mínimo esfuerzo y se ejecute con una velocidad adecuada para anticiparse a la situación.

Estas estrategias y técnicas han sido estudiadas y clasificadas principalmente de acuerdo a la dirección de caída, siendo principalmente tres: caídas con dirección hacia adelante, caídas con dirección hacia atrás y caídas con dirección lateral o hacia los lados (Moon y Sosnoff, 2017). Los estudios llevados a cabo en su mayoría coinciden en que las estrategias de aterrizaje tienen un efecto significativo en la reducción de la fuerza de impacto durante una caída y podrían ser eficaces para reducirlo (Burkhart y Andrews, 2013; Chiu, y Robinovitch, 1998; Chou et al., 2001; Chou et al., 2009; DeGoede y Ashton-Miller, 2002; Feldman y Robinovitch, 2004; Lo et al., 2003; Lo y Ashton-Miller, 2004; Lo y Ashton-Miller, 2008; Lo, Mathias y Ashton-Miller, 2006; Moon y Sosnoff, 2017; Sabick et al., 1999; Weerdesteyn et al., 2008). La disminución de la fuerza de impacto debido a la utilización de una estrategia o técnica de caída segura podría significar la reducción en la incidencia de las lesiones.

Los estudios acerca de las diferentes técnicas y estrategias de caída segura surgen como respuesta a la alta incidencia de lesiones debido a las caídas accidentales, y a través de ellas tratan de reducir los costos médicos, ya que se estiman sumas multimillonarias debido al tratamiento de estos incidentes. Es importante mencionar que, existen diferentes recomendaciones para prevenir estas lesiones, sin embargo, estas estrategias parecen ser bastante efectivas para reducir las fuerzas de impacto, que, por lo general se asocian a un alto riesgo de lesiones, especialmente de fracturas en las extremidades superiores, ya que la forma más natural de intentar reducir la fuerza de impacto de una caída es utilizar los brazos como amortiguadores para disipar esa energía, sin embargo, esto ocasiona que se produzca una alta posibilidad de lesiones, como por ejemplo, fractura de la muñeca, de la porción distal del radio y cúbito, del codo, etc.

A pesar de que estas técnicas y estrategias pueden ser adquiridas a través de programas específicos de entrenamiento, algunos estudios estiman que existen mecanismos motrices automáticos, como reflejos innatos de la persona que logran reducir la incidencia de lesiones. Por ejemplo, a pesar de que una caída desde una altura de pie tiene el potencial de causar fracturas de la cadera, sólo el 1 a 2% de las caídas en los ancianos producen una fractura de cadera y menos del 10% provocan lesiones graves. Esto sugiere que existen estrategias de movimiento altamente eficaces para la prevención de lesiones en caso de una caída. Éstas respuestas protectoras relacionadas con la caída persisten durante gran parte de la vida de una persona, además, esos resultados sugieren que unos movimientos de los segmentos corporales en lugar de ser aleatorios e impredecibles, implican una serie repetible de respuestas que facilitan un aterrizaje seguro (Hsiao y Robinovitch, 1997). Los resultados de otro estudio sugieren que, en cierta medida, los individuos son capaces de seleccionar las posturas de las extremidades superiores que les permitan minimizar los efectos de un impacto durante una caída hacia adelante (Burkhart y Andrews, 2013).

Además, las investigaciones enfocadas en estas estrategias y técnicas han tratado de establecer o conocer los factores que influyen en el riesgo de las lesiones causadas por las caídas. Y de esa forma han encontrado que determinados aspectos de las caídas influyen en el riesgo de lesiones como, por ejemplo:

- En varios estudios encontraron que una forma de reducir la fuerza de impacto es distribuyendo esa energía a través del impacto de varias zonas del cuerpo al mismo tiempo, en lugar de hacerlo o concentrándolo en un solo lugar de la anatomía (Choi y Robinovitch, 2011; Feldman y Robinovitch, 2007; Sabick et al., 1999). Algunas estrategias mejoran la distribución de energía al aumentar el área de contacto del cuerpo (Moon y Sosnoff, 2017).
- Otro de los factores estudiados es la velocidad de reacción o anticipación de la caída, en el que el tiempo estimado para ejecutar correctamente una técnica es de aproximadamente 200 ms luego de iniciarse la caída (Feldman y Robinovitch, 2004). El uso seguro de las extremidades superiores en la amortiguación de las caídas con dirección hacia adelante, requiere tiempo de reacción adecuados y de movimientos de protección coordinados de las extremidades (Kim y Ashton-Miller, 2009). La disminución de la eficacia de las respuestas de protección, debido a aumentos del tiempo de reacción en las personas adultas de mayor edad, puede ayudar a explicar por qué se producen tantas fracturas de cadera en los ancianos, pero ocurren muy pocos en personas más jóvenes (Sabick et al., 1999). En un estudio encontraron que personas con experiencia en las técnicas de caídas de judo en comparación con personas con menos práctica, mostraban acciones preparatorias y se anticipaban a las caídas y de esa forma reducían la fuerza de impacto (Weerdesteyn et al., 2008).
- También se han estudiado la activación de los músculos a través de electromiografía (EMG) durante las caídas y después del impacto contra la superficie. Y se encontraron que los patrones de activación muscular aumentaron consistentemente desde el inicio de la caída hasta los niveles máximos de activación después del impacto, seguido por un rápido descenso tras el impacto (Burkhart et al., 2017). En un estudio encontraron que las amplitudes de EMG fueron generalmente similares entre el grupo de sujetos experimentados y los inexpertos, sin embargo, los experimentados mostraban una mayor y menor activación de determinados grupos musculares antes y después de la caída respectivamente, consiguiendo así una mayor reducción en la fuerza de impacto (Van Swigchem et al., 2009). Un estudio también ha confirmado la presencia de la activación muscular preparatoria en una caída hacia adelante (Burkhart y Andrews, 2013). Se ha hallado en flexiones de brazo un patrón típico de activación muscular repetida, con un nivel inferior de EMG inmediatamente después de que la fase descendente o excéntrica inició (Marcolin et al., 2015).
- La fuerza muscular también podría ser otro factor de riesgo, precisamente un estudio encontró que la disminución natural de la fuerza muscular debido a la edad, puede ayudar a explicar por qué ocurren tantas fracturas de cadera en adultos mayores, sin embargo, se registran muy pocas lesiones de este tipo en adultos jóvenes (Sabick et al., 1999). Por lo tanto, suficiente fuerza muscular de las extremidades es esencial para maximizar la eficacia de estas estrategias (Moon y Sosnoff, 2017). El fortalecimiento de los músculos de las extremidades superiores debería mejorar la capacidad de absorción de la energía total de una caída en las extremidades superiores y, presumiblemente, reducir el riesgo de lesión (Sran et al., 2009). En concordancia con estos estudios, otra investigación afirma que la disminución típica de la fuerza muscular en los brazos relacionada con la edad, reduce sustancialmente la capacidad de detener una caída hacia adelante con las extremidades superiores, por lo tanto, aumenta el riesgo de lesionarse el torso y la cabeza (DeGoede y Ashton-Miller, 2003).
- La fuerza de impacto sería uno de los factores principales por los cuales ocurre una lesión. Entonces, cuando esta fuerza logra sobrepasar la resistencia de los tejidos es que ocurre una lesión. Se evaluó la capacidad de un modelo de impacto biomecánico para predecir la probabilidad de fractura de radio distal en niños y encontraron que el pico de fuerza de fractura

media de un grupo fue de 2107 ± 545 N, con un rango de 1697 a 3360 N y para el otro grupo fue de 2035 ± 374 N, con un rango de 1691 a 2468 N (Davidson, Chalmers y Stephenson, 2006). Por lo tanto, se estima que una fuerza de impacto de alrededor de 1600 N en una caída con los brazos como amortiguadores, podría causar una fractura de muñeca en un infante. Se supone que una fractura de Colles (Fractura distal del radio) se asocia con la fuerza máxima de impacto, especialmente cuando el primer pico de la fuerza de impacto de la muñeca, llega a sobrepasar la resistencia a la rotura del hueso (Lo et al., 2003).

- Otro importante factor que podría aumentar el riesgo de lesión es la altura de la caída. Algunas afirmaciones sugieren que cualquier caída desde la altura tiene el potencial de causar una fractura (Hsiao y Robinovitch, 1997). Las predicciones de un modelo sugieren que las alturas de caída mayor a 60 cm conllevan un riesgo significativo de fractura de la muñeca, ya que, por encima de esta altura, las fuerzas máximas superarían la fuerza de fractura media del radio distal, además, el aumento de altura podría aumentar significativamente el primer pico de fuerza máxima (Chiu, y Robinovitch, 1998).

- La configuración de las articulaciones o de los segmentos corporales también es considerado un factor de riesgo en las caídas accidentales. Los ajustes en la configuración del brazo en el contacto inicial y en las rotaciones postcontacto de cadera, hombro y codo fueron factores clave que afectaron la gravedad del impacto. Y a través de esto los autores concluyeron que, se debe evitar el uso de la cadera y los codos en extensión en el primer impacto y evitar el endurecimiento del brazo postcontacto, para disminuir el riesgo de fractura del antebrazo (Lo y Ashton-Miller, 2008). En un experimento encontraron que ajustando los ángulos articulares podrían aliviar significativamente la gravedad del impacto (Lo y Ashton-Miller, 2004). En otro estudio encontraron que, la postura de la muñeca en rotación externa (Abducción) puede aumentar el riesgo de lesiones durante una caída hacia adelante con la amortiguación de un solo brazo. Una caída sobre la mano extendida en supinación del antebrazo debe ser evitado con el fin de reducir la excesiva fuerza de impacto (Chou et al., 2009).

- Aunque no ha sido mencionada con mucha frecuencia, la superficie en la que se produce la caída accidental, podría ser un factor muy importante en relación a las lesiones. Mientras menor sea la capacidad de amortiguación de los materiales de la superficie sobre la cual se aterriza, posiblemente mayor sea la probabilidad de lesión a causa del impacto contra la misma.

4.3.2. Estrategia de Flexión de codos en caídas hacia adelante

Hay un consenso generalizado de que cuando se produce una caída accidental con dirección hacia adelante y se utilizan los brazos para amortiguar la fuerza de impacto, la estrategia de flexionar los codos, una vez que las manos impactan contra la superficie, puede ser eficaz para reducir la fuerza de impacto y de esa manera disminuir la posibilidad de lesiones (Chiu, y Robinovitch, 1998; Chou et al., 2001; Chou et al., 2009; DeGoede y Ashton-Miller, 2002; Lo et al., 2003; Moon y Sosnoff, 2017), sin embargo, al mismo tiempo aumenta el riesgo de lesiones del miembro superior debido a estas fuerzas impacto, que en algunos casos podría superar la resistencia de los tejidos y en consecuencia ocasionar lesiones (Sran et al., 2009).

Esta estrategia de la flexión de los codos ante una caída accidental fue estudiada, principalmente, para tratar de paliar el incremento progresivo que ha tenido las lesiones en los miembros superiores, debido principalmente a una caída, tanto en el deporte, como en la vida cotidiana.

A continuación, se exponen los resultados y las conclusiones más destacadas de los estudios, ordenados cronológicamente, con referencia a la flexión de los brazos como estrategia de aterrizaje seguro y al objeto de estudio:

Los resultados de un estudio muestran que la fuerza aplicada a la muñeca durante una caída hacia adelante sobre la mano extendida, está dominada por una transitoria alta frecuencia que ocurre poco después del impacto, seguido por una oscilación de baja frecuencia. El aumento de la masa corporal causa mayores incrementos en la magnitud de baja frecuencia del segundo pico de fuerza de impacto máxima ($F_{\text{máx 2}}$), en comparación al componente de alta frecuencia o primer pico de fuerza máxima ($F_{\text{máx 1}}$). Las predicciones de un modelo sugieren que las alturas de caída mayores de 60 cm conllevan un riesgo significativo de fractura de la muñeca, ya que, por encima de esta altura, las fuerzas máximas superarían la fuerza de fractura media del radio distal en ancianos (Chiu, y Robinovitch, 1998).

Los resultados de un estudio demuestran que la típica disminución de la fuerza muscular de los brazos relacionada con la edad, reduce sustancialmente la capacidad de detener una caída hacia adelante y, por tanto, aumenta el riesgo de impactar contra el piso tanto el torso como la cabeza. Un modelo predijo que las mujeres mayores tenían mayor riesgo a una fractura de Colles, cuando la resistencia de sus huesos se encontraba por debajo del promedio, y en particular en una caída hacia adelante con los brazos extendidos (DeGoede y Ashton-Miller, 2003).

La estrategia de control de las extremidades inferiores puede cambiar efectivamente el riesgo de lesiones por impacto en una caída hacia adelante sin impulso inicial. La estrategia de bajo impacto (L) implicó la flexión de la cadera y las rodillas extendidas, mientras que la estrategia de alto impacto (H) implicó lo contrario. La disminución antes del impacto de la energía potencial fue mucho menor en la caída L que en la H. El experimento muestra el potencial para ajustar significativamente los ángulos articulares de las extremidades superiores e inferiores para aliviar la gravedad del impacto (Lo y Ashton-Miller, 2004).

Los resultados de una investigación mostraron que sujetos jóvenes masculinos en sus ensayos naturales, impactaron el suelo con rodillas y muñecas simultáneamente con una diferencia de tiempo de 50ms, en la mayoría (58%) de sus ensayos. Sólo cuando el impacto de la rodilla se produjo antes del impacto que la muñeca en 200 ms (Ensayos de rodilla y manos) la fuerza de impacto de muñeca fue significativamente menor que las otras estrategias con impactos simultáneos o posteriores en la rodilla. Sin embargo, este impacto anterior de la rodilla no redujo significativamente la velocidad de impacto de la muñeca. Por lo tanto, los cambios en la velocidad de impacto de la muñeca no fueron el principal mecanismo responsable de esta reducción en la fuerza de impacto de la muñeca en esa estrategia. Los factores responsables de esta reducción sería la mayor flexión del codo y hasta un 20% menos de activación del tríceps en el impacto (Lo, Mathias y Ashton-Miller, 2006).

Los resultados pronosticados en un trabajo académico indican que, en una caída hacia adelante simétrica, las alteraciones en las configuraciones de los segmentos del cuerpo en el precontacto, son relativamente más significativas para determinar el riesgo de lesión por impacto, que cualquier movimiento posterior al contacto. Los ajustes en la configuración del brazo en el contacto inicial y de los hombros, codos y las rotaciones de cadera luego del postcontacto, fueron factores clave que afectaron la gravedad del impacto. Y a través de esto los autores concluyeron que, se debe evitar el uso de la cadera y los codos en extensión en el

primer impacto y evitar el endurecimiento del brazo postcontacto, para disminuir el riesgo de fractura del antebrazo (Lo y Ashton-Miller, 2008).

Es importante señalar que, a pesar de que impacto de la extremidad superior es de protección para reducir el riesgo de lesión en la cabeza y fractura de cadera, es obvio que aumenta el riesgo de una fractura o dislocación de la muñeca, la mano o el codo durante una caída. Por lo tanto, los autores recomiendan que los programas de ejercicios que entrenan a los individuos a amortiguar las caídas de una manera, también deberían de minimiza el riesgo de lesiones de las extremidades superiores (Sran et al., 2009).

Durante una caída hacia adelante con la amortiguación de un solo brazo, una postura rotación interna (Aducción) de la muñeca puede reducir significativamente el esfuerzo de la articulación del codo. Además, la articulación del codo es capaz de obtener un ángulo de flexión del codo más grande. Por lo tanto, una postura rotación interna de la muñeca puede ser la mejor estrategia para evitar lesiones de las extremidades superiores. Por otro lado, una caída sobre la mano extendida con una rotación externa (Abducción) de la muñeca debe ser evitado, con el fin de reducir la excesiva fuerza en la articulación del codo, esta postura antebrazo puede aumentar el riesgo de lesiones durante una caída hacia adelante con el aterrizaje en un solo brazo (Chou et al., 2009).

En una investigación se ha confirmado la presencia de la activación muscular preparatoria y se ha identificado al ancóneo, el extensor cubital del carpo o cubital posterior y la cabeza lateral del tríceps como músculos potencialmente importantes en la preparación y la reacción segura a una caída hacia adelante (Burkhart y Andrews, 2013).

El objetivo de un estudio fue obtener información sobre el efecto de diferentes variantes de push-up en la electromiografía (EMG) de una muestra de grandes músculos de las extremidades superiores e investigar el papel del tronco y los músculos del abdomen durante las fases descendentes (excéntrica) y ascendentes (concéntrica). Los músculos más activos fueron el pectoral mayor, el tríceps braquial, el serrato anterior y el deltoides anterior. Han hallado un patrón típico de activación muscular repetida, con un nivel inferior de EMG inmediatamente después de que la fase descendente o excéntrica inició (Marcolin et al., 2015). Este movimiento similar a una flexión de brazos se registra generalmente en un intento de aterrizaje sobre las manos en una caída accidental con dirección hacia adelante.

En un estudio se pidió a 27 sujetos jóvenes sanos con una media de 22,44 (0,31) años y 76,34 (0,97) kg de peso corporal, realizar diferentes ejercicios pliométricos de flexiones de brazo (Push-up). Una variante fue el *Fall Push-Up* (FPU), en cuya posición inicial, los sujetos se encontraban arrodillados, con los hombros flexionados (90°), los codos extendidos y las palmas dirigidas hacia adelante. Y la ejecución consistía, en que los participantes se dejaban caer hacia adelante y, en el momento del impacto, intentan minimizar la fuerza de impacto tanto como sea posible. Bajaron sus cuerpos hasta que el esternón estaba a unos 3 cm del suelo. Luego extendieron los codos y flexionaron los hombros, aprovechando la inercia generada por estos movimientos para sacar las manos del suelo e intentar volver a la posición inicial de arrodillado. Y en sus resultados encontraron que la fuerza de impacto media era de 615,77 (\pm 47,99) N, la fuerza de impacto en relación a la masa corporal era de 8,05 N/kg., y el tiempo en producirse la mayor fuerza impacto era de 37 (\pm 10) ms. El ejercicio FPU logra altos niveles de activación muscular en los músculos agonista (Tríceps braquial y pectoral mayor) y sinérgistas (Oblicuo externo y deltoides porción anterior), y grandes fuerzas de impacto. Además, ciertas unidades motrices de los músculos de los hombros pueden haber sido activadas para proporcionar una

mayor estabilidad en esos ejercicios, produciendo así mayores fuerzas de impacto. Y concluyeron que los jóvenes pueden usar los ejercicios de FPU para aumentar su densidad mineral ósea, siempre y cuando no haya circunstancias especiales que desaconsejen su prescripción. En particular, durante la ejecución de estos ejercicios, se producen fuerzas de impacto, lo que puede aumentar la deposición de minerales en el hueso, mejorando así la salud y la fuerza de este tejido. Los ejercicios de la FPU pueden tener un mayor efecto en los sistemas musculoesquelético y nervioso y, por lo tanto, este ejercicio debe ser utilizado en sujetos que son físicamente aptos (García-Massó et al., 2011). Este ejercicio es muy similar en su fase excéntrica a la técnica de amortiguación DJE.

4.3.3. Técnica Duarte Jara Ejepoi (DJE)

Esta técnica surge como una iniciativa para reducir las lesiones en el patinaje artístico sobre ruedas. Cuando me desempeñaba como preparador físico en dos clubes de patinaje artístico sobre ruedas de Paraguay, me percaté de las constantes lesiones a causa de las caídas accidentales durante la práctica de este deporte, las lesiones más comunes eran hematomas, abrasiones, contusiones y se localizan generalmente en la palma de las manos, en las rodillas y en otras zonas anatómicas de las extremidades. Esto dio origen a un programa de prevención de lesiones a causa de las caídas, como parte de las sesiones de preparación física, y constaba de ejercicios de reducción de impactos para caídas en distintas direcciones y a través de ello, diseñe la técnica *Duarte Jara Ejepoi* (DJE), el nombre proviene en primer lugar de mis apellidos paterno y materno, respectivamente (Duarte Jara) y *Ejepoi* (Eyepoi), es una palabra en *Guaraní* (El segundo idioma oficial de Paraguay), y significa básicamente *lanzate*. Este programa se ha desarrollado en niñas de 6 a 18 años, y como resultado se observó una mayor capacidad de amortiguación en caídas frontales y laterales, disminuyendo así la posibilidad de lesiones causadas por las caídas y aumentando la confianza de las deportistas.

El DJE básicamente consiste en utilizar tanto los miembros inferiores como superiores para reducir la fuerza de impacto en caídas hacia los lados y principalmente, hacia adelante. Con esta técnica se intenta de que los movimientos sean lo más parecido posible a los gestos motores realizados naturalmente en una caída normal y su objetivo principal aparte de reducir la fuerza de impacto es automatizar los movimientos protectores y anticiparse ante una posible caída. El DJE tiene muchas variaciones (Anexo 9), en este caso se expone la que se utilizaría en una caída con dirección hacia adelante y desde bipedestación (Figura 10), que se divide en tres fases:

[1] Fase inicial: Desde la posición de bipedestación, se autoinicia la caída, la cabeza se extiende levemente sin rotación (Para evitar golpear el mentón y la cabeza contra el piso); los brazos se colocan separados entre sí a una distancia similar a la amplitud de la espalda, con ángulo de flexión de hombro de aproximadamente 60° con relación al eje longitudinal del cuerpo, esta articulación también se coloca en leve rotación interna; los codos se flexionan mínimamente; el antebrazo en pronación; las muñecas en extensión con una leve aducción; la palma extendida, y los dedos semiflexionados; la cadera se flexiona; las rodillas se extienden; los pies se mantienen separados entre sí a una distancia similar al ancho de la cadera.

[2] Fase de impacto: Una vez que los dedos hayan impactado contra el suelo, rápidamente pasan de estar semiflexionadas a extenderse (Esto amortigua la fuerza de impacto en la mano y la muñeca), posteriormente las manos impactan contra la superficie, inmediatamente luego que se produjo el primer impacto se realiza la flexión de los codos. La cabeza se mantiene levemente extendida, la cadera se mantiene flexionada y luego del impacto se extienden. Esta posición de es similar a la postura adoptada en el ejercicio de flexión de brazo (Push-up), sólo que en este caso sería como la fase excéntrica del mismo, y con una flexión de cadera.

[3] Fase final: El movimiento se detiene y el sujeto se encuentra totalmente acostado en el piso.

Es importante mencionar que, el DJE, en ninguna de sus variantes, aún no ha sido examinado o validado a través de ninguna investigación, puesto que en Paraguay no se han obtenido los recursos tecnológicos necesarios para llevar a cabo dicha investigación, como, por ejemplo, la obtención de la plataforma dinamométrica, que es un instrumento esencial para llevar a cabo pruebas de fuerzas de impacto.

5. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

La capacidad de amortiguación de los brazos en caídas accidentales, es quizás uno de los factores menos estudiados y tenidos en cuenta a la hora de establecer las causas y los mecanismos de las lesiones por las caídas en los deportes como el monopatín, el patinaje en línea y el patinaje artístico sobre ruedas. Para objeto de esta investigación utilizaremos la siguiente definición de amortiguación, conceptualizada como la capacidad de una persona para disminuir la energía cinética del impacto contra una superficie a causa de una caída. Específicamente los amortiguadores son empleados para compensar y disminuir el efecto de los choques, colisiones e impactos (RAE, 2014). Es decir, la función de un amortiguador, en este caso puntual los miembros superiores, es recibir, absorber y mitigar la fuerza de colisión contra la superficie sobre la que se patina, ya sea dispersando esa fuerza o transformado esa energía, de forma que la fuerza inicial sea menor. Cuanto mejor sea la capacidad de amortiguación de la fuerza inicial, menor será la fuerza recibida sobre el punto final. Y, por lo tanto, los patinadores al poseer una mayor capacidad de amortiguación en las extremidades superiores, quizás, tengan menor incidencia de lesiones por contusión directa contra la superficie.

Además, los escasos estudios que existen actualmente y que guardan cierta relación con esta línea de investigación, han llevado a cabo análisis exclusivamente en adultos, sin embargo, en las últimas décadas se han registrado un aumento de las lesiones en los infantes y adolescentes por la práctica del patinaje en sus diferentes disciplinas, no obstante, hay mínimos estudios llevados a cabo para comprender mejor esta situación en esos grupos de edades vulnerables. Tampoco se ha podido hallar en la revisión bibliografía y de antecedentes, una técnica en particular cuya eficiencia para amortiguar caídas con los brazos con dirección hacia adelante haya sido probada o examinada. A pesar de que se trate de un objeto de estudio con pocos antecedentes, ya ha sido abordada en temáticas similares en algunas investigaciones.

Quizás el primer estudio que tuvo en cuenta el efecto de la flexión del codo en consideración para reducir la fuerza de impacto ante una caída hacia adelante, fue el que llevaron a cabo Chou et al. (2001), cuyo objetivo fue desarrollar un modelo biomecánico para una caída simulada con la mano extendida. Consistió en un estudio transversal en el que participaron 11 varones físicamente saludables, de entre 20 y 30 años (media 26,1 \pm 2.6) de edad, de 55 a 85 kg (media 69,3 \pm 9,2) de peso corporal, y desde 164 hasta 181 cm (media 171,7 \pm 5,2) de talla.

Utilizaron el sistema de movimiento *ExpertVison* (Análisis de movimiento, Santa Rosa, CA, EE.UU.) con 6 cámaras de 120 Hz y 2 de 1000 Hz. Y una plataforma de fuerza *Kistler* (tipo 9281B, instrumento *Kistler*, Winterthur, Suiza) para medir las posiciones conjuntas relativas y las fuerzas de reacción contra el piso. Un conjunto de ocho marcadores reflectantes se colocó de forma bilateral en puntos de referencia anatómica seleccionados previamente.

Los sujetos fueron suspendidos con ambos codos extendidos y las muñecas en extensión, y se les indicó para que se preparen para impactar contra la plataforma de fuerza a partir de dos diferentes alturas de caída: 3 y 6 cm. Se emplearon dos posturas diferentes para los codos. En el experimento de la extensión del codo, estos se extendieron en todo momento. Y en el experimento de flexión del codo, estos se extendieron hasta el momento justo del impacto, flexionándose inmediatamente después, esta acción fue muy similar a un movimiento de una flexión de brazos (Push-up). Con estadísticos descriptivos se calcularon la fuerza de reacción del suelo, y las fuerzas conjuntas. El análisis de varianza se utilizó para probar las hipótesis, y dos lados emparejados t-test para probar la dirección de cualquier altura de caída o detectar las diferencias de estrategia. El análisis estadístico utilizó el software informático SPSS 7.0 para *Windows* con $p < 0,05$ como significación estadística.

Los resultados más relevantes fueron que el aumento de la altura de caída acrecienta de manera significativa las fuerzas axiales en las extremidades superiores en un 10% y 5%, respectivamente. No se encontraron diferencias significativas en las fuerzas axiales aplicadas a la muñeca, el codo o el hombro entre la flexión del codo y los ensayos de extensión del codo, pero la fuerza de corte medio lateral del codo fue 68% mayor ($p = 0,002$) en los ensayos de extensión. Los intervalos de tiempo en la aparición de la fuerza de impacto máxima eran de 50 a 140 ms y de 50 a 170 ms para los test de flexión de los codos en las alturas de 3 y 6 cm, respectivamente.

Y las conclusiones más importantes fueron que la realización de un movimiento de flexión del codo en el impacto reduce el pico del valor máxima de la fuerza de impacto y pospone el valor pico máximo. A pesar de que el cambio de la estrategia de prevención de caídas desde la extensión del codo a la flexión no afectó a la fuerza pico de impacto en la mano. La acción de la flexión del codo podría disminuir la fuerza axial máxima de codo y retrasar el momento del pico máximo, por lo que puede proporcionar suficiente tiempo para adaptarse y evitar la lesión. Y reflexionaron acerca de la necesidad de llevarse a cabo más estudios de caída con los brazos extendidos, a fin de comprender mejor la forma en que las lesiones de las extremidades superiores están relacionadas con este tipo de caídas.

Mi diseño de investigación tiene aspectos semejantes con este estudio, primeramente, ambos trabajos buscan realizar sus pruebas en caídas frontales, también utilizamos la plataforma de fuerza para medir los impactos de las caídas. No obstante, la técnica DJE que se brinda en mi investigación para amortiguar las caídas es análoga a la técnica de flexión de codo que ellos plantearon, sin embargo, la que ellos sugieren en sus pruebas sólo se menciona remotamente en qué consisten sus características, manifiestan fugazmente que las muñecas deben estar en extensión y los codos extendidos o flexionados de acuerdo a la prueba y nada más. Por el contrario en mi diseño se expone una habilidad con rasgos relacionados, pero en el trabajo se puntualiza más cada uno de los ángulos de las articulaciones y sus especificaciones esenciales, además en mi investigación los test son realizadas desde la posición de arrodillado, en cambio, ellos las realizaron con un sistema de suspensión y desde una altura de 3 a 6 cm. Finalmente, es esencial señalar que mi investigación se centra en estudiar a infantes, en contraste a este artículo que analizó sólo a adultos jóvenes. Además, en mi estudio se lleva a cabo una intervención para enseñar la técnica de amortiguación DJE.

Otro estudio de similares características a mi línea de investigación, fue llevado a cabo por DeGoede y Ashton-Miller (2002), en esa investigación el objetivo era medir la fuerza pico de impacto de las manos implicadas en la detención bimanual de una caída frontal al suelo desde una altura de hombro de 1 m. Participaron de la investigación voluntariamente cinco

varones jóvenes sanos de entre 22 y 28 años de edad. Ellos tenían un peso corporal medio de 72 ± 7 kg (media \pm SD) y una talla de 173 ± 3 cm. Ninguno de los sujetos había recibido entrenamiento sobre cómo caer a través de la participación en actividades como las artes marciales, lucha libre o gimnasia. La junta de revisión institucional aprobó todos los procedimientos de prueba, y todos los sujetos habían leído y firmado una declaración escrita de consentimiento informado.

Los sujetos recibieron tres diferentes instrucciones, de acuerdo a la prueba que iban a realizar: (1) *Detener la caída de forma natural*; (2) *Mantener la cabeza tan lejos del suelo como sea posible*; y (3) *Minimizar las fuerzas pico en la mano*. Se estudiaron mediante la medición de la cinemática del segmento corporal, las fuerzas de reacción del suelo y la actividad mioeléctrica de las extremidades superiores. Para probar la hipótesis principal, un análisis de medidas repetidas independiente de la varianza (ANOVA) se realizó a través F1 y F2 para comparar la media de la prueba con el brazo rígido de cada sujeto, el ensayo natural y el ensayo de fuerza mínima de impacto. La correlación de Pearson se realizó en todos los ensayos con el brazo rígido natural y ensayos de mínimo impacto para determinar la correlación entre las variables dependientes y F1. Otra ANOVA se realizó en la comparación de F1 y F2 medio del ensayo natural de cada sujeto, con la media de los dos ensayos en los que la mano derecha impactó contra la plataforma 40 ms después de la izquierda. Todos los análisis estadísticos se realizaron con SPSS®. A menos que se indique lo contrario, los resultados se presentaron como la media \pm una desviación estándar.

Los resultados más relevantes muestran que estos sujetos fueron capaces de disminuir volitivamente la fuerza de impacto máximo en la muñeca en un promedio de 27% en comparación con un "aterrizaje natural" ($p = 0,014$) y 40% en comparación con un "aterrizaje brazo rígido" ($p < 0,0005$). El pico de fuerza se correlaciona con el ángulo del codo en el impacto, la velocidad de la muñeca en el impacto y con la actividad premioeléctrica del tríceps. La fuerza no fue significativamente mayor para los impactos de manos no simultáneas. El tiempo en la aparición de la fuerza de impacto máxima era aproximadamente de 50 ms en los diferentes tipos de ensayos.

Llegaron a la conclusión de que, la estrategia de prevención de caídas puede alterar sustancialmente las fuerzas de impacto aplicadas en el antebrazo durante una detención de caídas. Por lo tanto, la estrategia de prevención de caídas probablemente influye en el riesgo de lesión de muñeca independiente de la resistencia ósea.

Y, por último, reflexionaron acerca de la gama de velocidades del torso en los aterrizajes de los ensayos, ya que eso pone en cuestión de si sujetos más jóvenes o mayores, con fuerza reducida serían capaces de llevar a cabo la estrategia de mínimo impacto con resultados comparables. Probablemente se generalice y se crea que los hombres jóvenes que practican deportes serían capaces, sin embargo, no está claro hasta qué punto, incluso este grupo podría lograr tal reducción en el pico de fuerza de impacto cuando se aumente la gravedad de la caída. Además, no se sabe cómo las diferentes estrategias de detención de caídas que implican los brazos, podrían afectar a la magnitud de la fuerza de impacto de la muñeca como resultado de caídas reales en el suelo.

Podemos establecer semejanza entre este trabajo y mi línea de investigación, en que básicamente ambos buscan estudiar las caídas frontales y la capacidad de amortiguación de los brazos en esas situaciones. Sin embargo, nuevamente, en este caso, no precisan una técnica específica, sino que depende de la capacidad de cada sujeto de adaptar su técnica particular para

reducir las fuerzas de impacto conforme a lo requerido en cada prueba, además, en mi estudio se lleva a cabo una intervención para enseñar la técnica de amortiguación propuesta. También utilizaron una plataforma de fuerza para medir la fuerza de impacto de los brazos en las caídas, al igual que lo haría mi investigación. El experimento se llevó a cabo con adultos jóvenes a diferencia de mi trabajo que se llevará a cabo con infantes. Por otra parte, en mi diseño las caídas son totalmente autónomas y desde una posición inicial de arrodillado, contrariamente a este estudio donde las caídas son guiadas con un sistema de suspensión y de una altura de hombro de 1 m.

El siguiente estudio es quizás el antecedente que más se asemeja a la metodología de investigación de mi trabajo, es el que confeccionaron Lo et al. (2003), y se trató de un estudio exploratorio, cuyo objetivo era probar las hipótesis de la investigación, que consistían en que después de una breve intervención de 10 minutos, (a) los adultos jóvenes pueden reducir volitivamente las fuerzas de impacto en la muñeca en caídas frontales, y (b) que no existiría ninguna diferencia en la fuerza de impacto entre los grupos de intervención y de control a las 3 semanas o 3 meses de seguimiento. Participaron voluntariamente 29 varones jóvenes sanos para el estudio (grupo de intervención de 3 meses: (media (\pm SD)): edad: 23 (\pm 3) años, peso corporal: 72 (\pm 9) kg, y talla: 174 (\pm 3) cm; grupo de control de referencia: edad: 24 (\pm 3) años, peso corporal: 68 (\pm 6) kg, y talla: 173 (\pm 3) cm; grupo de control de 3 meses: edad: 25 (\pm 3) años, peso corporal: 68 (\pm 7) kg, y altura: 172 (\pm 3) cm). Los criterios de exclusión incluyeron entrenamiento en caídas o experiencia en artes marciales, así como el autoinforme de fracturas de las extremidades, hombro y columna vertebral o de lesiones agudas a esas estructuras en el último año. Un grupo de intervención de 3 meses (n = 10) lleva a cabo 5 caídas estándares hacia adelante, antes y después de una intervención de 10 minutos de instrucción, con el fin de reducir las fuerzas de impacto de la muñeca durante la visita inicial. Ellos junto con un grupo de control de 3 meses (n = 11) que no recibieron la intervención, se volvieron a medir en 5 ensayos a las 3 semanas y 3 meses de seguimiento. Un grupo de control de referencia (n = 8) lleva a cabo los cinco ensayos, a continuación, los repitieron en la visita inicial sin recibir la intervención.

A todos los sujetos se le midieron la cinemática de los segmentos del cuerpo del lado izquierdo a 200 Hz usando un sistema de *Optotrak* 3020. Las fuerzas de impacto resultantes de ambas manos se midieron a 2 kHz utilizando placas de fuerza dual (AMTI avanzada tecnología mecánica, Inc., *Watertown*, EE.UU.), cubiertos por 2,4 cm de grosor de espuma de caucho compacto (Sociedad Americana de Ensayo de Materiales Código N° ASTM -D-1056-1085: 2B2, *West Coshohocken*, EE.UU.). El inicio del impacto se definió como la fuerza de impacto del lado izquierdo cuando supera los 20 N, y los datos de cinemática se consideran desde ese instante. Utilizaron una de dos vías de análisis de medidas repetidas de la varianza (RM-ANOVA) para la prueba de diferencias en el promedio de fuerza máxima (Fmax). Para probar la segunda hipótesis, usaron un RM-ANOVA de dos vías. Las pruebas post-hoc se realizaron utilizando el método de Tukey-Kramer. Para el control de las ligeras diferencias en el peso corporal entre los individuos, la Fmax se ajustó estadísticamente usando la masa corporal como una covariable con el análisis RM-ANOVA. Se usó el método de modelos lineales generales (SAS / STAT Guía del usuario, 1999). Un análisis de correlación de Pearson fue utilizado para examinar la relación entre cada medida cinemática del lado izquierdo y la fuerza de impacto del lado izquierdo. Todos los análisis estadísticos se realizaron con SAS, y un valor $p < 0,05$ fue considerado estadísticamente significativo.

En los resultados, se destacaron que en la visita inicial se encontró interacción significativa ($p= 0,02$) del grupo por bloques de ensayo; el grupo de intervención de 3 meses redujo sus fuerzas de impacto máximas promedio en un 18% respecto a los valores iniciales

($p=0,002$); el grupo de control de referencia no lo hizo (aumento en 0,5%, $p=0,91$). Los grupos de intervención de 3 meses (20 caídas) y el control (15 caídas) no mostraron diferencias en los 3 meses de seguimiento ($p=0,62$); sin embargo, cuando se combinaron los grupos su fuerza de choque máxima había disminuido significativamente (8,9%, $p=0,04$) durante ese tiempo. El resultado sorprendente fue la reducción de la fuerza de impacto con el tiempo en los grupos combinados de 3 meses. Para los autores este resultado fue notable, ya que es la primera vez que los sujetos sanos han demostrado ser capaces de auto-aprendizaje en la reducción de sus fuerzas de impacto en la muñeca en una serie de caídas, de hecho, el estímulo era tan sólo cinco caídas instruidas al inicio del estudio, seguido de cinco caídas instruidas después de una pausa de tres semanas. Atribuyeron esto al fenómeno de la *consolidación*, que en otras palabras es el aprendizaje sin la práctica o aprender un conjunto de habilidades de motoras que ponen en marcha procesos neuronales que siguen evolucionando después de que la práctica ha terminado (Brashers-Krug, Shadmehr y Bizzi, 1996).

Sus conclusiones fueron que varones jóvenes sanos aprendieron en 10 minutos a reducir significativamente las fuerzas de impacto en la muñeca en caídas hacia adelante, pero la retención era escasa a las 3 semanas de seguimiento. Independientemente del grupo, sin embargo, después de 5 caídas en 3 semanas los sujetos habían aprendido de sí mismo, a reducir sus fuerzas de impacto a los 3 meses de seguimiento. Y por último reflexionaron acerca de la importancia clínica de sus resultados, y es que las caídas repetidas pueden llevar a las personas a aprender de sí mismos a mejorar sus técnicas de detención de caídas, lo que reduce el riesgo de lesiones relacionadas con caídas.

La similitud entre trabajo y mi diseño de investigación son fundamentalmente que, también se trata de obtener información acerca de la capacidad de amortiguación de los brazos en caídas frontales, no obstante, no se especifica en qué consiste la técnica que ellos proponen a través de la intervención de 10 minutos que realizan, nuevamente, en este caso, depende de la capacidad de cada sujeto de adaptar su técnica particular para reducir las fuerzas de impacto conforme a lo requerido en cada prueba, en cambio mi experimento plantea una técnica específica de caída, el DJE, para mejorar la capacidad de amortiguación de los brazos, a través de una intervención de 15 minutos de duración por sesión, una vez por semana, durante tres semanas. En este artículo científico las caídas son guiadas a través de un sistema de suspensión y la caída es de una altura de 1 m desde el hombro, sin embargo, en mi investigación las caídas son libres, autónomas y la altura fue desde la posición de arrodillado. La plataforma de fuerza es el instrumento principal que ambos utilizamos para medir la capacidad de amortiguación y la fuerza de impacto de los brazos, sin embargo, a diferencia de mi proyecto, ellos utilizan una espuma de caucho, presumiblemente para brindar más seguridad a sus participantes, ya que no especifican su finalidad. Asimismo, este estudio se llevó a cabo con adultos jóvenes en contraposición a mi investigación que se llevará a cabo con niños.

6. ESTADO DE LA CUESTIÓN

A continuación, se expone un breve resumen acerca de los conocimientos que existen acerca del objeto de estudio de esta investigación:

- El patinaje en línea desde sus inicios ha tenido un crecimiento progresivo en niños, y al mismo tiempo que aumentaron los participantes, también aumentaron el número de lesionados (Alexander, 1998; Batalla y Martínez, 2002; Jerosch y Heck, 2005; Osberg et al., 2000).

- El patinaje en línea ha sido calificado por diferentes estudios, como un deporte que presenta un alto riesgo de lesiones, sobre todo de fracturas (Goh et al., 1996; Jerosch y Heck, 2005; Largaider et al., 1998; Powell y Tanz, 1996; Sherker y Cassell, 1999).
- Varias instituciones internacionales y estudios han considerado este deporte entre las más comúnmente implicados en las lesiones en infantes y adolescentes (Brudvik y Hove, 2003; CPSC, 1999; Finch et al., 1998; Hassan y Dorani, 2001; Tan, Seldes y Daluiski, 2001; Taylor y Attia, 2000).
- Existe un consenso generalizado de que en la infancia y adolescencia se registra la mayor cantidad de lesiones. Los niños de entre 10 a 14 años representan el mayor porcentaje de los afectados (Björnstig, U., Björnstig, J., y Boman, 2000; Heller, Routley y Chambers, 1996; McGeehan, Shields, y Smith, 2004; Mulder y Hutten, 2002; Nguyen y Letts, 2001; Sherker y Cassell, 1999; Tan, Seldes y Daluiski, 2001).
- Las caídas accidentales en distintas direcciones, tanto hacia adelante, hacia atrás o hacia los lados, son consideradas las principales causas de lesiones en el patinaje en línea (Adams et al., 1996; Björnstig, U., Björnstig, J., y Boman, 2000; Goh et al., 1996; Hassan y Dorani, 2001; Hilgert, et al., 1998; Knox y Comstock, 2006; McGeehan, Shields, y Smith, 2004; Sherker y Cassell, 1999).
- Uno de los mecanismos de lesión son las caídas hacia adelante con los brazos extendidos, tratando de amortiguar la fuerza impacto de la caída (Callé, 1994; Goh et al., 1996; Hilgert, et al., 1998; Knox y Comstock, 2006; Osberg et al., 1998; Sherker y Cassell, 1999).
- En patinaje en línea y sobre ruedas, más caídas se producen con dirección hacia adelante (56,7%), que hacia atrás (39,3%) o hacia los lados (4.0%) (Knox y Comstock, 2006).
- Según varios estudios en el patinaje en línea las lesiones más frecuentes son las fracturas (Björnstig, U., Björnstig, J., y Boman, 2000; Callé y Eaton, 1993; CPSC, 1999; CPSC, 1999; Frankovich et al., 2001; Hassan y Dorani, 2001; Hilgert, et al., 1998; Inkelis et al., 1988; Kelm et al., 2007; Kelm et al., 2007; Knox et al., 2006; Largaider et al., 1998; Nguyen y Letts, 2001; Powell y Tanz, 1996).
- Las lesiones se ubican principalmente en las extremidades superiores, siendo los traumatismos y las fracturas de la muñeca y de la porción distal del radio las más comunes (Brudvik, 2006; Callé y Eaton, 1993; Callé, 1994; CPSC, 1999; Hilgert, et al., 1998; Inkelis et al., 1988; Jerosch y Heck, 2005; Malanga y Smith, 1996; Nguyen y Letts, 2001; O'Farrell et al., 1997; Schieber et al., 1996).
- La utilización de los equipos de protección (Casco, muñequera, rodillera, y codera) ha demostrado que pueden reducir la fuerza del impacto de las caídas y disminuir la incidencia de lesiones (Adams et al., 1996; Beirness, Foss, y Desmond, 2001; De Nooijer, De Wit y Steenhuis, 2004; Inkelis et al., 1988; Jacques y Grzesiak, 1994; Knudsen y Sørensen, 1997; Schieber y Branche-Dorsey, 1995; Weinberger y Selesnick, 1994).
- La utilización de los equipos de protección no garantiza la prevención de la totalidad de las lesiones, así como tampoco la frecuencia y gravedad de las mismas (Alcaraz et al., 2012; Alexander, 1998; Beirness, Foss, y Desmond, 2001; Schieber et al., 1996; Warda et al., 1998).

- La muñequera ha demostrado que puede ser eficaz para reducir la fuerza de impacto de las caídas, además es eficaz para prevenir las quemaduras por abrasión (Alcaraz et al., 2012; CPSC, 1999; Müller et al., 2003; Schieber, Branche-Dorsey y Ryan, 1994; Schieber et al., 1996).
- La fractura de muñeca y parte distal del antebrazo pueden ocurrir inclusive utilizando las muñequeras, y en algunas ocasiones pueden ser las causantes de las lesiones, como se pueden apreciar en las lesiones llamadas splint-top, en el que se fracturan los huesos de antebrazo debido a la presión que ejerce el borde superior de la muñequera en esta zona durante una caída (Andersen y Larsen, 2000; Cheng et al., 1995; Giacobetti et al., 1997; Müller et al., 2003).
- Los equipos de protección generalmente son poco utilizados por los patinadores en línea, a pesar de que muchos de ellos tienen algún tipo de protector, sin embargo, no lo llevan consigo cuando patinan (Adams et al., 1996; Beirness et al., 2001; CPSC, 1999; Majetschak et al., 1997; Nguyen y Letts, 2001; Schieber et al., 1996).
- En las sociedades contemporáneas de todo el mundo, la problemática de las caídas accidentales en la población infantil se ha convertido en un elemento de análisis prioritario (DelCastillo-Andrés, et al., 2017). Actualmente las caídas representan un problema mundial de salud pública. Se estima que cada año se producen alrededor de 424000 caídas mortales (OMS, 2016).
- Las lesiones son la principal causa de muerte infantil en todas estas naciones desarrolladas, lo que representa alrededor del 40% de las muertes en el grupo de edad de 1 a 14 años en el periodo de 1991 a 1995 para la OCDE en su conjunto. Una de las causas más comunes de muerte por accidentes infantiles en estos países son las caídas (4%) (UNICEF, 2001).
- En España, de acuerdo a las tasas de mortalidad infantil anual entre los niños de 1 a 14 años en el periodo de 1991 a 1995, las caídas causaron unas 0,39 muertes expresadas por 100000 niños, un 4,8% de todas las lesiones (UNICEF, 2001). Además, de acuerdo al INE en su reporte de defunciones según la causa de muerte 2015, en España se produjeron 422568 muertes, de las cuales 2783 (0,66%) corresponden a las caídas accidentales. En los menores de 20 años se habían registrado 22 fallecimientos (0,79% de todas las muertes por caídas) (INE, 2017).
- El costo anual estimado del tratamiento médico debido al patinaje en línea y *skateboarding* es de más de \$ 9 mil millones, sólo en EE.UU. Estos datos no incluyen las lesiones que no fueron tratados en los centros médicos (AAOS, 1998).
- Los datos procedentes del Canadá indican que la aplicación de estrategias preventivas eficaces y la consiguiente reducción de las caídas de los menores de 10 años en un 20% supondría un ahorro neto de más de US\$ 120 millones al año (OMS, 2016).
- Los estudios coinciden en que las estrategias de aterrizaje tienen un efecto significativo en la reducción de la fuerza de impacto durante una caída y podrían ser eficaces para disminuirlo (Burkhart y Andrews, 2013; Chiu, y Robinovitch, 1998; Chou et al., 2001; Chou et al., 2009; DeGoede y Ashton-Miller, 2002; Feldman y Robinovitch, 2004; Lo et al., 2003; Lo y Ashton-Miller, 2004; Lo y Ashton-Miller, 2008; Lo, Mathias y Ashton-Miller, 2006; Moon y Sosnoff, 2017; Sabick et al., 1999; Weerdesteyn et al., 2008). Y esa disminución podría significar la reducción en la incidencia de las lesiones.

- Se puede reducir la fuerza de impacto, distribuyendo esa energía a través del impacto de varias zonas del cuerpo al mismo tiempo, en lugar de hacerlo o concentrándolo en un solo lugar (Choi y Robinovitch, 2011; Feldman y Robinovitch, 2007; Moon y Sosnoff, 2017; Sabick et al., 1999).
- La velocidad de reacción o anticipación de la caída son factores de lesiones. Estas manifestaciones la desarrollan con frecuencia los experimentados en técnicas de caídas (Feldman y Robinovitch, 2004; Kim y Ashton-Miller, 2009; Sabick et al., 1999; Weerdesteyn et al., 2008).
- Los experimentados demuestran una mayor capacidad de control de los músculos que se contraen y relajan durante las caídas y se ha demostrado una acción preparatoria de los músculos ante esta situación (Burkhart et al., 2017; Burkhart y Andrews, 2013; Marcolin et al., 2015; Van Swigchem et al., 2009).
- Se considera que una mayor fuerza de las extremidades superiores podría absorber mayor cantidad de energía de las caídas a través de los brazos (DeGoede y Ashton-Miller, 2003; Moon y Sosnoff, 2017; Sabick et al., 1999; Sran et al., 2009).
- Se estima que una mayor fuerza impacto podría ocasionar mayor daño a los tejidos (Davidson, Chalmers y Stephenson, 2006; Lo et al., 2003).
- A pesar de que una caída desde una altura de pie puede causar lesiones, muy pocas veces sucede. Se cree que mientras mayor sea la altura de caída posiblemente mayor será la fuerza de impacto (Chiu, y Robinovitch, 1998; Hsiao y Robinovitch, 1997).
- La configuración de las articulaciones y de los segmentos corporales podría ser vital para reducir la fuerza impacto (Chou et al., 2009; Lo y Ashton-Miller, 2004; Lo y Ashton-Miller, 2008).
- La superficie en la que se produce la caída accidental, podría ser un factor muy importante en relación a las lesiones. Mientras menor sea la capacidad de amortiguación de los materiales de la superficie sobre la cual se aterriza, posiblemente sea mayor la probabilidad de lesión a causa del impacto contra la misma.
- Hay un consenso generalizado de que cuando se produce una caída accidental con dirección hacia adelante y se utilizan los brazos para amortiguar la fuerza de impacto, la estrategia de flexionar los codos, puede ser eficaz para reducir la fuerza de impacto (Chiu, y Robinovitch, 1998; Chou et al., 2001; Chou et al., 2009; DeGoede y Ashton-Miller, 2002; Lo et al., 2003; Moon y Sosnoff, 2017), sin embargo, al mismo tiempo aumenta el riesgo de lesiones de la extremidad superior debido al impacto (Sran et al., 2009).
- El aumento de la masa corporal causa mayores incrementos en la magnitud de baja frecuencia del segundo pico de fuerza de impacto máxima ($F_{máx2}$), en comparación al componente de alta frecuencia o primer pico de fuerza máxima ($F_{máx1}$) (Chiu, y Robinovitch, 1998).
- Las predicciones de un modelo sugieren que las alturas de caída mayores de 60 cm conllevan un riesgo significativo de fractura de la muñeca en ancianos (Chiu, y Robinovitch, 1998).

- La estrategia de control de las extremidades inferiores puede cambiar efectivamente el riesgo de lesiones por impacto en una caída hacia adelante sin impulso inicial. La estrategia de bajo impacto implicó la flexión de las caderas y las rodillas extendidas, lo cual ocasionó la disminución del impacto (Lo y Ashton-Miller, 2004).
- Los factores responsables de la reducción del impacto de una caída sería la mayor flexión del codo y hasta un 20% menos de activación del tríceps en el impacto (Lo, Mathias y Ashton-Miller, 2006).
- Se debe evitar el uso de la cadera y los codos en extensión en el primer impacto y evitar el endurecimiento del brazo postcontacto, para disminuir el riesgo de fractura del antebrazo (Lo y Ashton-Miller, 2008).
- Durante una caída hacia adelante con la amortiguación de un solo brazo, una postura rotación interna (Aducción) de la muñeca puede reducir significativamente el esfuerzo de la articulación del codo. Además, se obtiene un ángulo de flexión del codo más grande (Chou et al., 2009).
- Se ha confirmado la presencia de la activación muscular preparatoria y se ha identificado al ancóneo, el extensor cubital del carpo o cubital posterior y la cabeza lateral del tríceps como músculos potencialmente importantes en la preparación y la reacción segura a una caída hacia adelante (Burkhart y Andrews, 2013).
- Se pueden usar los ejercicios de *Fall Push-up* (FPU) para aumentar su densidad mineral ósea. Durante la ejecución de estos ejercicios, se producen fuerzas de impacto, lo que puede aumentar la deposición de minerales en el hueso, mejorando así la salud y la fuerza de este tejido (García-Massó et al., 2011). Este ejercicio es muy similar en su fase excéntrica a la técnica de amortiguación DJE.
- El programa de prevención con la técnica DJE se ha desarrollado en niñas de 6 a 18 años, y como resultado se observó una mayor capacidad de amortiguación en caídas frontales y laterales.
- El DJE aún no ha sido examinado o validado a través de ninguna investigación.
- La realización de un movimiento de flexión del codo en el impacto reduce el pico del valor máxima de la fuerza de impacto y pospone el valor pico máximo. Pero esto no afectó a la fuerza pico de impacto en la mano (Chou et al., 2001).
- La estrategia de prevención de caídas puede alterar sustancialmente las fuerzas de impacto aplicadas en el antebrazo durante una detención de caídas. Probablemente influye en el riesgo de lesión de muñeca independiente de la resistencia ósea. La fuerza no fue significativamente mayor para los impactos de manos no simultáneas. El tiempo en la aparición de la fuerza de impacto máxima era aproximadamente de 50 ms (DeGoede y Ashton-Miller, 2002).
- Unos varones jóvenes aprendieron en 10 minutos a reducir significativamente las fuerzas de impacto en la muñeca en caídas hacia adelante, pero la retención era escasa a las 3 semanas de seguimiento. Los sujetos habían aprendido de sí mismo, a reducir sus fuerzas de impacto a los 3 meses de seguimiento. El grupo de intervención redujo sus fuerzas de impacto máximas promedio en un 18% respecto a los valores iniciales; sin embargo, cuando se combinaron los

grupos su fuerza de choque máxima había disminuido significativamente (8,9%, $p = 0,04$) durante los 3 meses. (Lo et al., 2003).

- Sólo un estudio se ha logrado retrasar la aparición de la fuerza máxima de impacto hasta los 170 ms (Chou et al., 2001), sin embargo, el promedio en varios estudios es de alrededor de 50 ms. (DeGoede y Ashton-Miller, 2002; García-Massó et al., 2011).

- Actualmente los conocimientos que existen acerca de la capacidad de amortiguación de los miembros superiores para mitigar la fuerza del impacto de una caída hacia adelante es muy limitada, varios de los trabajos a los que se ha tenido acceso, han realizado estudios cuantificando las fuerzas impacto de las caídas y realizando breves intervenciones para mejorar esta capacidad de amortiguación, pero exclusivamente en adultos jóvenes y adultos mayores, esta afirmación concuerda con la revisión sistemática llevada a cabo por Salam et al. (2016), quienes buscaban evidencias publicadas acerca de intervenciones para prevenir lesiones no intencionales entre adolescentes de 11 a 19 años. Sin embargo, no encontraron ningún estudio enfocado en intervenciones para prevenir asfixia, ahogamiento, envenenamiento, quemaduras y caídas en ese grupo de edad. Además, en otra revisión sistemática realizada por Moon y Sosnoff, (2017), cuyo objetivo era sintetizar la información sobre estrategias de aterrizaje seguro en una caída, encontraron que todos los estudios se habían centrado en una población de adultos jóvenes, dejando de un lado a los infantes.

- Por otro lado, no hay una propuesta específica de una técnica en particular, cuya eficiencia haya sido comprobada para mejorar la capacidad de amortiguación de las extremidades superiores en caídas frontales para la prevención de lesiones. Igualmente, no se ha tenido acceso a ningún estudio que haya llevado a cabo alguna investigación, con respecto a la capacidad de amortiguación de los miembros superiores en caídas hacia adelante en niños, y tampoco en deportes como el patinaje en línea. Tampoco se sabe si la utilización de los dedos, así como lo propone la técnica DJE, pueda ayudar a reducir la fuerza de impacto en la mano, y, por lo tanto, minimizar el daño o la gravedad de las lesiones en esa parte de la anatomía. Por otro lado, y a pesar de que la técnica DJE se llevó a cabo de forma experimental en niñas de 6 a 18 años como programa de prevención en el patinaje artístico sobre ruedas, se desconoce si efectivamente puede adquirirse a través de una breve intervención y sí puede ser efectiva para retrasar la aparición de la fuerza de impacto máxima en una caída hacia adelante.

- Precisamente, debido a todo lo expresado anteriormente, esta investigación tratará de aportar conocimientos acerca de la técnica DJE y determinar su efectividad para aumentar la capacidad de amortiguación de las extremidades superiores en la reducción y retraso de la fuerza de impacto de caídas auto iniciadas desde posición de arrodillado, en infantes de patinaje en línea.

7. HIPÓTESIS

A continuación, se exponen las hipótesis de esta investigación:

a) Tras de una breve intervención, la técnica de amortiguación DJE podría mejorar la capacidad de amortiguación de los miembros superiores, al reducir la fuerza de impacto y retrasar la aparición de la misma, en caídas autoiniciadas hacia adelante en niños de patinaje en línea.

b) Los patinadores con sobrepeso y reducida capacidad de amortiguación de caídas podrían tener mayor posibilidad de lesionarse en una caída hacia adelante.

8. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

8.1. Tipo de investigación

De acuerdo a las características de esta investigación, se optó por un enfoque cuantitativo. Es importante mencionar que, al principio de la investigación y durante el proceso de este, la metodología planificada consistía en un diseño experimental con dos grupos de sujetos distintos aleatorios. Sin embargo, debido a la ausencia de los sujetos en las evaluaciones, se tuvo que descartar esa metodología y se realizó en su lugar, una investigación preexperimental con un diseño pre-post de un solo grupo. Se optó por continuar adelante en el proyecto ya que se tenía antecedentes de investigaciones, por ejemplo, las llevadas a cabo por DeGoede y Ashton-Miller (2002), y Chou et al. (2001), quienes a través de metodologías cuasi experimentales lograron obtener resultados que sirvieron para aumentar el conocimiento del objeto de estudio. Se consideró que, para los efectos de esta investigación, el enfoque cuantitativo es apropiado para encontrar respuestas a las preguntas de investigación.

8.2. Participantes y contexto

Al inicio de la investigación se había propuesto llevar a cabo el estudio en dos grupos de niños y adolescentes de 12 a 18 años aproximadamente, sin embargo, a pesar de una veintena de cartas enviadas a distintas instituciones deportivas relacionadas con las distintas disciplinas del patinaje, para invitarlas a que colaborarán y participarán del proyecto, sólo se ha obtenido respuesta de cuatro instituciones, y finalmente sólo una escuela de patinaje en línea aceptó participar de la investigación. Sin embargo, no fue posible encontrar dos grupos de participantes de 12 a 18 años en esta escuela y entonces, se optó por llevar a cabo el estudio con dos grupos de niños de 7 a 11 años con los que contaba dicha institución. Esta decisión se tomó también debido a que la mayor cantidad de lesiones en infantes de patinaje en línea se encuentra alrededor de los 10 a 14 años de edad, por lo tanto, era importante llevar a cabo este estudio en este grupo de edad vulnerable a estos incidentes (Björnstig, U., Björnstig, J., y Boman, 2000; Heller, Routley y Chambers, 1996; McGeehan, Shields, y Smith, 2004; Mulder y Hutten, 2002; Nguyen y Letts, 2001; Sherker y Cassell, 1999; Tan, Seldes y Daluiski, 2001).

La escuela de patinaje se encuentra en San Sebastián de los Reyes, Madrid, España, en esa ciudad tiene dos sucursales y de esa forma tendríamos los dos grupos requeridos, una en cada sucursal. En la primera evaluación se tuvo la participación de 10 niños distribuidos en un grupo de cuatro y otro de seis. Entonces, la investigación planificada se llevaría a cabo de la siguiente forma: El grupo experimental y el grupo de control estarían formados por 4 y 6 sujetos respectivamente. Las intervenciones consistirían en realizar al final de las clases de patinaje, el entrenamiento de la técnica de amortiguación DJE desde la posición de arrodillado, diez minutos por sesión, una vez por semana, durante tres semanas. La intervención (1) la realizaría sólo el grupo experimental y la intervención (2) sólo el grupo de control. Se realizaría tres ensayos de la capacidad de amortiguación desde la posición de arrodillado al inicio de la investigación, tres ensayos después de la intervención (1), en el que sólo el grupo experimental utilizaría el DJE, y luego de la intervención (2), en las que ambos grupos utilizarían el DJE.

Esta metodología se intentó llevar a cabo, sin embargo, como se mencionaba anteriormente, debido a la ausencia de parte del grupo de control, no se llevaron a cabo las seis evaluaciones (Tres en cada grupo) en la forma en que se tenía planificado, lo cual obligó a que se juntaran los datos de ambos grupos y se utilizara sólo los datos del pre y post intervención, como si de un solo grupo se tratara, ya que ambos habían realizado la misma intervención.

Teniendo en cuenta esta situación, el diseño de la metodología tuvo que ser modificada, y finalmente, se tuvo la participación de seis sujetos, en una sucursal se encontraban cuatro niñas y en la otra, dos niños, la edad media era de $9,5 \pm 1,5$ años, y el peso corporal era de $40 \pm 7,5$ kg. Este grupo de sujetos recibió una intervención, que consistió en realizar al final de las clases de patinaje, el entrenamiento de la técnica de amortiguación DJE, desde la posición de arrodillado, 15 minutos por sesión, una vez por semana, durante tres semanas. Las evaluaciones se realizaron durante las clases de patinaje, antes y después del proceso de la intervención. Estas evaluaciones consistían en realizar tres ensayos de caídas autoiniciadas hacia adelante desde la posición de arrodillado sobre una plataforma dinamométrica, y a través de esto se pudo cuantificar la capacidad de amortiguación de la fuerza impacto de las extremidades superiores.

Los criterios de posible exclusión fueron los siguientes:

- Lesiones actuales o en el último año en las manos, brazos, hombros, cabeza o columna vertebral. Este criterio se debe a que una lesión en estas zonas del cuerpo, podría limitar la capacidad del individuo de amortiguar la fuerza del impacto, además, el experimento podría causarle mayor daño debido a los constantes impacto a causa de la intervención.
- Miedo a las caídas. Éste criterio era muy importante ya que, si los sujetos a causa de malas experiencias o cosas similares desarrolla un miedo irracional a las caídas, difícilmente podría llevar adelante el proceso intervención y las evaluaciones, ya que este miedo podría bloquear sus acciones y limitar su rendimiento.
- Entrenamiento en artes marciales, gimnasia o en técnicas de caída segura. Éste apartado era de suma importancia para la investigación, ya que en diversas artes marciales así también como en la gimnasia, se practican normalmente técnicas específicas para reducir los impactos ante una caída y por lo tanto, cualquiera de los participantes que tenga desarrolladas estas habilidades, tendría una ventaja ante los otros sujetos de las investigación, lo que ocasionaría unos resultados posiblemente sesgados y poco realistas, además es importante en cualquier estudio que los sujetos al inicio de la investigación tengan rasgos y habilidades similares.
- Entrenamiento físico o preparación física. El desarrollo de las capacidades físicas específicamente en el tren superior, podría suponer una ventaja al sujeto para reducir la fuerza impacto, esto ha sido corroborado y evaluado en diversos artículos científicos (DeGoede y Ashton-Miller, 2003; Moon y Sosnoff, 2017; Sabick et al., 1999; Sran et al., 2009).

8.3. Variables

- Variables Independientes: Técnica de amortiguación de caídas DJE. Para los efectos de esta investigación se utilizó una variante de la DJE, ya que esta usualmente es realizada desde una posición de bipedestación o de pie, sin embargo, por motivos de seguridad, y para aislar cualquier otra acción del cuerpo que pudiera distorsionar o sesgar los resultados, se realizó desde una posición de arrodillado, en el que se limitó la acción de la flexión de la cadera, ya que ésta podría alterar drásticamente la fuerza de impacto (Lo y Ashton-Miller, 2004; Lo y Ashton-Miller, 2008), cuando en realidad lo que se busca es cuantificar la capacidad que tiene los miembros superiores de reducir la fuerza impacto, por lo tanto, fue importante tratar de aislar la acción de los miembros superiores en el experimento.
- Técnica natural de amortiguación de caída. Esta consiste básicamente en la técnica utilizada usualmente por los patinadores, que es específica de cada deportista y que se realiza con unas instrucciones mínimas, ya que es necesario estandarizar las caídas para que puedan servir de

contraste con la técnica DJE. También se realizó desde la posición de arrodillado, y los sujetos fueron mínimamente instruidos, especialmente por motivos de seguridad, y así reducir el riesgo de lesiones, teniendo en cuenta de que hasta el momento no se ha llevado a cabo ninguna investigación que haya analizado la capacidad de amortiguación de los miembros superiores en caídas hacia adelante en los infantes y no se conoce como podrían afectarles estos impactos, y por ello, es que fue necesario tomar estas medidas de seguridad. Se les instruyó esencialmente a que reduzcan al mínimo posible la fuerza de impacto utilizando la flexión de codos y la posición de las manos como ellos deseaban, además se les dijo que debían de mantener la cabeza lo más distante posible de la superficie de la plataforma dinamométrica, además no tenían permitido amortiguar la caída utilizando el torso como amortiguador, ya que esto podría aumentar el riesgo de golpear la cabeza (Sran et al., 2009) contra la superficie de la plataforma o del piso.

- **Variable Dependiente:** Capacidad de amortiguación de los miembros superiores. Esta habilidad de amortiguación de la fuerza de impacto en una caída es medida a través de una plataforma de fuerza, según los miembros superiores sean capaces de recibir, absorber y mitigar la fuerza de colisión contra una superficie y retrasando la aparición de la misma. Y depende de la capacidad de adiestramiento y dominio de la técnica, aunque podría haber otros factores que influyen sobre éste, como, por ejemplo, la fuerza muscular de los brazos, la reacción y anticipación, etc.

- **Variables Controladas:** Se intentó tener bajo control algunas variables que podrían influir sobre la variable dependiente y así evitar cualquier alteración o sesgo de los resultados. Esto se realizó a través de un auto informe en el que se incluían los criterios de exclusión, que son los siguientes: Lesiones actuales o en el último año en las manos, brazos, hombros, cabeza o columna vertebral; miedo a las caídas; entrenamiento en artes marciales, gimnasia o en técnicas de caída segura y entrenamiento físico o preparación física.

8.4. Procedimientos previos al experimento

Antes de iniciar propiamente el experimento de la investigación, fue necesario encontrar a los participantes idóneos para el estudio, para ello, se envió a través de correo electrónico la propuesta de investigación a alrededor de una veintena de instituciones deportivas relacionadas con el patinaje en sus diversas disciplinas, y fue así que se contactó a una escuela de patinaje en línea, a la cual se le solicitó una reunión informativa con los directivos de la misma, para dialogar más concretamente acerca del estudio que se pretendía llevar a cabo, y además, se le envió a través del correo electrónico la propuesta de investigación y el resumen del proyecto. Luego de la reunión con el coordinador general de la escuela de patinaje, se obtuvo el permiso correspondiente para llevar a cabo la investigación. Posteriormente, a petición del investigador, la escuela de patinaje envió a través del correo electrónico a los padres de los niños de 2 grupos de clases que estaban constituidos por infantes de 7 a 11 años, de las dos sucursales que tiene la escuela en la ciudad de San Sebastián de los Reyes, Madrid, España. Estos infantes cumplían con el requisito principal de la edad a la que iba dirigida este estudio.

En el mismo correo también se solicitaba la colaboración de los padres, y también, para que permitieran participar a sus hijos en el presente estudio. Además, se le envió en formato digital la Hoja de presentación de la investigación a Familiares/Tutores legales (Anexo 2), y en ese documento se encuentra la información básica del estudio, al mismo tiempo, se les proveyó también de la Hoja de información de interés para Familiares/Tutores Legales (Anexo 3), en la que se detalla más específicamente como será llevado a cabo la investigación. Éstos dos documentos (Anexo 2 y 3) juntos con la Hoja de registro de los datos del atleta (Anexo 1), y el

Consentimiento informado firmado por Padres (Anexo 4), fueron entregados posteriormente a los padres, impresos en papel. El anexo 1 debía de ser completado por los padres con la ayuda de sus hijos, quienes participarían del proyecto, y el anexo 4 debía de ser cumplimentado exclusivamente por los padres, para que por medio de ese documento permitan a sus hijos participar del experimento. Una vez cumplimentados el anexo 1 y 4 deberían de ser devueltos nuevamente al investigador. En cambio, los anexos 2 y 3 podían ser conservados por los padres y tutores legales.

Al mismo tiempo que se realizaban estas diligencias con la escuela de patinaje y los padres de los participantes de la investigación, también se realizaba distintas diligencias para que se pudiera contar con una plataforma dinamométrica que requería esta investigación, para la evaluación de la capacidad de amortiguación de los miembros superiores en caídas con dirección hacia adelante desde la posición de arrodillado. Se consideró que, para que el proyecto tenga mayor viabilidad tendría que utilizarse una plataforma dinamométrica portátil, ya que debido a las limitaciones de tiempo de los participantes y sus padres, sería muy difícil que ellos pudieran trasladarse hasta los centros de investigación para realizar las evaluaciones en distintas ocasiones, por lo tanto, se optó por utilizar un instrumento portátil que pudiera ser transportado a las dos sucursales de la escuela de patinaje en San Sebastián de los Reyes y realizar la toma de datos en los días en que los infantes tenían sus prácticas de patinaje. Para ello, se envió el proyecto de investigación a distintos centros de investigación y laboratorios de la comunidad de Madrid, solicitando en un primer momento, para que se pudiera realizar en sus instalaciones las evaluaciones, sin embargo, debido al cambio de la metodología, se optó por contactar con laboratorios que contaran con una plataforma portátil.

Fue así que en un primer momento se obtuvo los permisos correspondientes para realizarlos las evaluaciones en el Laboratorio de biomecánica deportiva de la INEF de Madrid. Sin embargo, debido a dos motivos básicamente no se pudo concretar las evaluaciones en dicha institución, en primer lugar, porque debido a que, como se comentaba anteriormente, la metodología había cambiado y se había optado por utilizar una plataforma dinamométrica portátil, con la cual no contaba dicho laboratorio, además, poco después de que los directivos habían aceptado para que se pudiera realizar las evaluaciones en esa institución, se comunicaron para confirmar que finalmente debido a la saturación de trabajo del personal de laboratorio, ellos no podrían asumir la realización de la investigación en sus instalaciones. Entonces, se tuvo que buscar nuevamente en otras instituciones en la comunidad de Madrid que contaran con esa tecnología, y de esa manera, se tuvo la confirmación de colaboración de otro laboratorio de la INEF de Madrid, en este caso se trataba del Laboratorio de Análisis de la Actividad Física y del Deporte "James Stirling", cuyo Director el Dr. Manuel Sillero, desde un primer momento se mostró muy interesado en colaborar con la investigación y puso a disposición, por un lado, las instalaciones de laboratorio, para realizar las pruebas necesarias antes de llevar a cabo las evaluaciones, a través del documento con el nombre de Hoja de autorización para acceder al Laboratorio de Análisis de la actividad física y del deporte del INEF de Madrid (Anexo 7) y por otro lado, la utilización de la plataforma dinamométrica portátil fuera de las instalaciones de la INEF, para las distintas evaluaciones necesarias en esta investigación, por medio de la Hoja de solicitud de uso de la plataforma dinamométrica (Anexo 8).

Para garantizar la seguridad de los participantes de esta investigación, se realizaron pruebas en el laboratorio de la INEF de Madrid para evaluar el nivel de riesgo al que podrían estar expuesto los infantes de nuestro estudio y para ello, se pidió a dos adultos sanos para que realizaran varios ensayos de caída natural desde la posición de arrodillado, siguiendo las mismas directrices que se les daría a los participantes del estudio y realizando prácticamente el

mismo protocolo que en los test de la investigación. Los resultados medios de la fuerza de impacto se encontraban alrededor de los 600 N, que se encuentra muy distante de los 1600 N necesarios aproximadamente para generar una fractura de radio en un infante, esto acuerdo a los datos de Davidson, Chalmers y Stephenson (2006).

8.5. Procedimiento de recogida de datos y evaluaciones

Una vez que se obtuvieron todos los permisos, tanto de la directiva de la escuela de patinaje, así como los padres de los participantes en la investigación, se llevó a cabo una reunión informativa en el que se explicaba a los padres como sería llevado a cabo la investigación y se trataba de aclarar todas sus dudas con respecto al experimento y a la intervención. Una vez que los padres habían autorizado a través de la firma del consentimiento informado (Anexo 4), se realizó una reunión con los participantes de la investigación y se les explicó básicamente como sería llevado a cabo el estudio, teniendo en cuenta de que se trataba de niños de 7 a 11 años, se intentó en todo momento dialogar con ellos en un lenguaje sencillo y claro para su mejor comprensión.

Luego que se aprobó la utilización de la plataforma de fuerza fuera de la INEF de Madrid a través de Hoja de solicitud de uso de plataforma dinamométrica (Anexo 8), se procedió a planificar paso a paso cómo se llevaría a cabo las evaluaciones. En primer lugar, los padres eran informados acerca de las fechas de las evaluaciones, mínimamente con una semana de antelación, así mismo los profesores que daban las clases a estos dos grupos en los que se encontraban los participantes de la investigación, también eran informados acerca de cómo sería llevado a cabo las evaluaciones y la posterior intervención, además se mostraron muy predispuestos a colaborar con el proyecto, permitiendo a los alumnos que participaban del estudio, cuando fuese necesario, ausentarse por unos momentos de la clase para realizar las evaluaciones.

El día de la evaluación primeramente se debía de retirar la plataforma dinamométrica del *Laboratorio de Análisis de la Actividad Física y del Deporte James Stirling* que se encuentra dentro de la Facultad de ciencias de la actividad física y del deporte de la Universidad Politécnica de Madrid, para luego trasladarla por medio de un automóvil hasta San Sebastián de los Reyes en una de las sucursales de la escuela de patinaje, en el que se realizaría ese día la evaluación, teniendo cuenta que cada grupo iba a realizar las evaluaciones y la intervención de acuerdo al horario y el lugar en el que realizaba su práctica de patinaje, de forma totalmente independiente. Junto con la plataforma dinamométrica se debía desplazar también la computadora de sobremesa con la cual se realizaba la toma de datos, además de estos dos equipos, también debía de trasladarse un generador eléctrico a gasolina, que funcionaba como fuente de alimentación eléctrica de todos los equipos que se utilizaba para la recolección de datos, este generador fue necesario ya que en las pistas en los que se realizaban las clases de patinaje, no se contaba con una fuente de alimentación eléctrica para conectar los equipos. Todos estos equipos en conjunto pesaban alrededor de 60 kg.

Una vez que se desplazaron los equipos hasta la sucursal de la escuela de patinaje en el que se realizaría la toma datos, se procedía a conectar todos los equipos en un lugar apartado de la pista de patinaje para que los participantes no tuvieran distracciones de ningún tipo y pudieran llevar a cabo las evaluaciones de forma que los datos sean lo más fiable posible, además se verificaba de que los instrumentos estuviesen funcionando correctamente, también se procedía a calibrar si fuera necesario la plataforma dinamométrica. Se intentaba de que los equipos se encontraran ubicados en un lugar en el que no estaban expuesto directamente al sol, ya que es conveniente que los equipos electrónicos no estén expuestos a temperaturas altas para

que funcionen correctamente, además, se buscaba una superficie plana y lisa para que la plataforma de fuerza pudiera recoger correctamente la información de las caídas y para ello, era necesario de que las cuatro superficies (A modo de patas), a través de las cuales el instrumento recoge los datos, estén en contacto pleno con una superficie totalmente plana. Luego de que se realizaba esta inspección de los equipos y que se confirmaba de que los mismos estaban funcionando correctamente se procedía convocar a los participantes para realizar las evaluaciones.

Las evaluaciones de la capacidad de amortiguación de los miembros superiores consistían en que los sujetos debían de realizar tres ensayos (Para obtener una mejor consistencia de la medida), de caídas autoiniciadas con dirección hacia delante y desde la posición de arrodillado, o, dicho de otra forma, dejarse caer hacia adelante, sin impulso alguno, sobre la plataforma dinamométrica, antes y después de la intervención. Una vez que los participantes se encontraban predispuestos a realizar las evaluaciones, se procedía primeramente a indicarles cómo sería llevado a cabo las evaluaciones y se les explicaba detalladamente los procedimientos del estudio en un lenguaje sencillo y claro. También se procedió a informarles acerca de la plataforma de fuerza, esto se hacía para que se pudieran relacionar con el instrumento y así quitarse el miedo para realizar los ensayos.

La primera evaluación se realizó teniendo en cuenta el siguiente protocolo: Luego de la aclaración del procedimiento de las evaluaciones a los sujetos, se procedió a medir el peso corporal de cada uno de los participantes por medio de la plataforma dinamométrica. Prontamente, se procedió a instruirlos mínimamente para que realicen lo que se denomina en este experimento como la *Técnica natural de amortiguación de caída* (NAT), estas instrucciones básicamente consistían en explicarles que podían flexionar los codos y utilizar libremente los brazos para amortiguar las caídas lo máximo posible, además, se les pidió mantener alejada a la cabeza del suelo para evitar que golpearon contra la superficie de la plataforma o del piso, y se les explicó que debían de mantener cuerpo alineado desde el rodilla hasta los hombros, y que la cadera no debía de ser flexionada excesivamente, porque como se aprecia en los antecedentes podría disminuir drásticamente la fuerza impacto (Lo y Ashton-Miller, 2004; Lo y Ashton-Miller, 2008), por lo tanto, este movimiento tuvo que ser restringido para que los ensayos no sean sesgados y para el que los resultados muestran unos datos fiables de la capacidad de amortiguación de los miembros superiores, igualmente, no tenían permitido amortiguar la caída utilizando el torso como amortiguador, ya que esto podría aumentar el riesgo de golpear la cabeza contra la superficie de la plataforma o del piso. Todo esto fue necesario para estandarizar los ensayos y para que sirvan de contraste posteriormente con la técnica DJE.

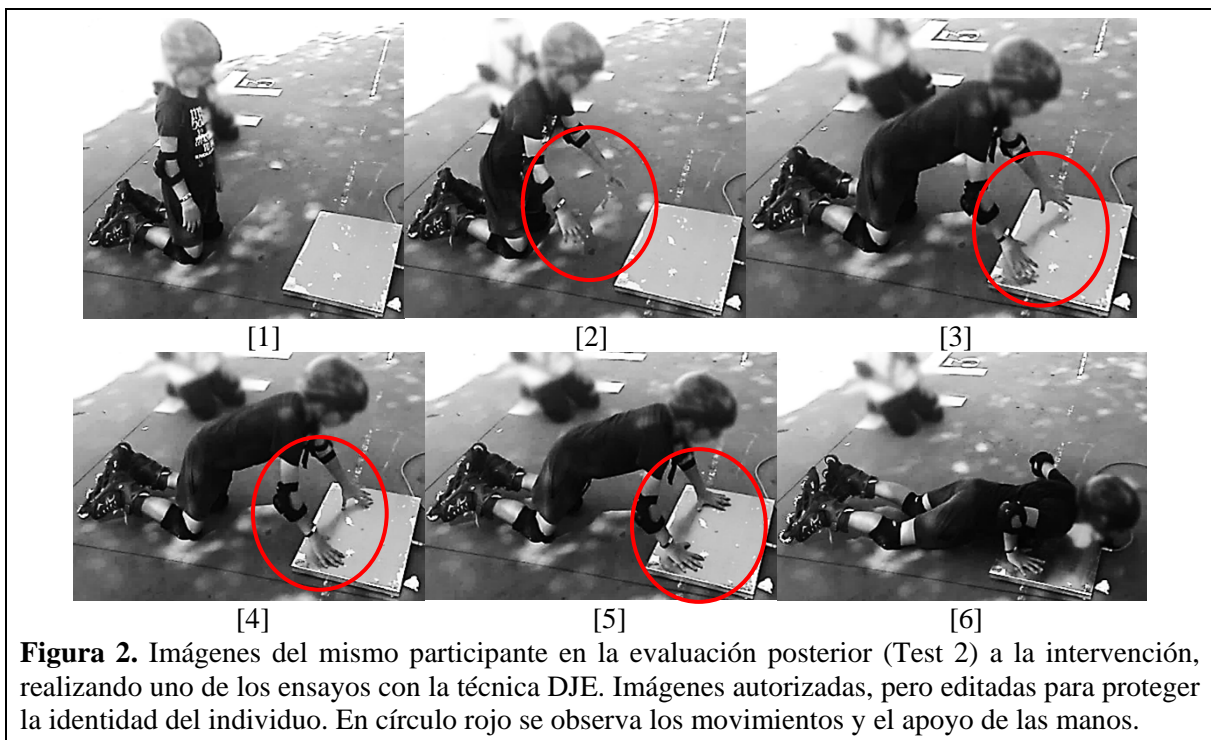
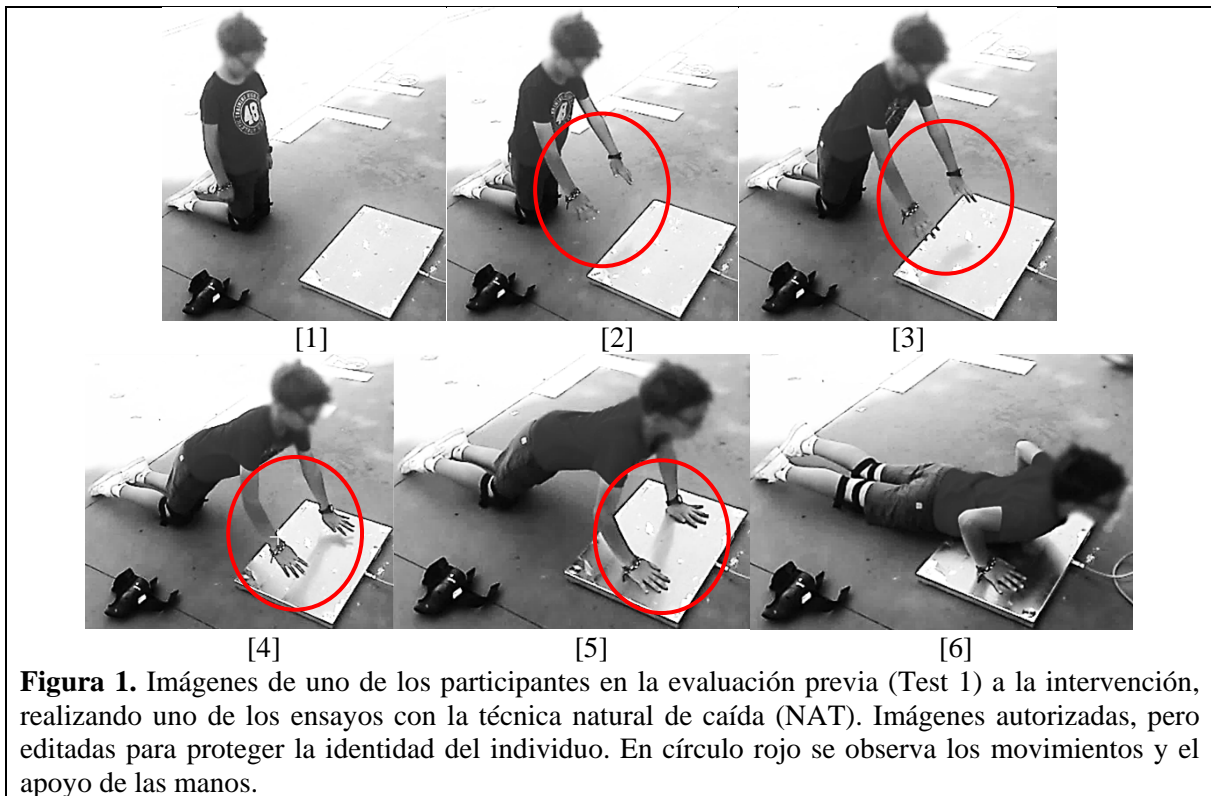
Los ensayos de las evaluaciones de la capacidad de amortiguación de los miembros superiores fueron filmados, para garantizar que los ensayos se estaban realizando correctamente, de acuerdo a lo requerido en cada evaluación. Estas filmaciones eran revisadas posteriormente para confirmar sí los ensayos eran correctos, o de lo contrario, podrían ser desestimados del análisis de los datos y de la investigación. Además, las observaciones del investigador también eran importantes para certificar de que los ensayos se estaban realizando correctamente y, por último, también se utilizaron los datos obtenidos de la plataforma dinamométrica para corroborar cada ensayo. Estos tres aspectos o criterios eran fundamentales para que cada uno de los ensayos fueran validados para su utilización en la investigación.

Luego de que se había medido el peso de los participantes, y de las indicaciones básicas de cómo debía llevarse a cabo la técnica de amortiguación de acuerdo a cada evaluación, se procedió a realizar dos ensayos en el piso, como práctica previa para realizar posteriormente los tres ensayos sobre la plataforma dinamométrica, como se menciona anteriormente, esto se realizó con unas mínimas instrucciones para reducir las posibilidades de lesiones. Posteriormente, para que las manos se ubicarán correctamente sobre la plataforma de fuerza durante las caídas hacia adelante, primeramente, se procedió a medir la posición en la que debía ubicarse el sujeto para realizar las caídas autoiniciadas. Para ello, ubicaron las manos cerca del centro estimado de la plataforma fuerza y se acostaron completamente, y luego, debían de reincorporarse y colocarse en la posición inicial de arrodillado, sin que la rodilla o el miembro inferior se movieran de lugar, de esa manera se pudo garantizar que todas las caídas se realizarían en el centro de la plataforma dinamométrica, esto se hacía básicamente para que se pudiera medir exactamente la ubicación que debía de tener el sujeto para realizar las caídas dentro de la plataforma fuerza, puesto que ésta tenía una superficie relativamente pequeña, entonces, se debía de realizar este procedimiento para garantizar que las caídas se realicen dentro de la superficie de la plataforma que tiene una dimensiones de 60 × 40 cm.

Posterior a todos estos procedimientos previos, y una vez que el participante se encontraba en posición y preparado para realizar las evaluaciones, se procedió a indicar el momento en que deberían de realizar las caídas sin impulso hacia adelante, a través de unas indicaciones verbales. Luego de cada ensayo se le consultaba al sujeto si se había lastimado, si le molestaba algo, si desea continuar, estas consultas eran necesarias ya que como se menciona anteriormente, este es quizás el primer estudio que se lleva a cabo en infantes acerca de su capacidad de amortiguación en caídas hacia adelante, por lo tanto, se debía de tener un sumo cuidado en la realización de estas pruebas, para fortuna del estudio, en ningún caso los sujetos indicaron alguna molestia o dolor durante las evaluaciones. Los datos de los ensayos eran guardados, y posteriormente analizados cada uno de ellos para confirmar y validar de que se habían realizado correctamente a través de los tres procedimientos (Observación del investigador, análisis de la filmación y los datos de la plataforma) que se habían mencionado anteriormente.

Estos procedimientos se volvieron a repetir en la segunda evaluación, que se realizaron luego de tres semanas después de la primera y una vez culminada las tres sesiones de intervención en el que se entrenaba la técnica DJE. En la segunda evaluación a diferencia de la primera, se utilizaba en los tres ensayos la técnica DJE, en la cual habían sido instruidos a través de la intervención. Los procedimientos de la primera y la segunda evaluación fueron iguales, sólo se diferencian en la técnica de amortiguación que se utilizaron según cada test. Como medida adicional de seguridad a los sujetos se le permitió utilizar rodillera, codera y casco en las evaluaciones y en la intervención.

Como se puede apreciar en las figuras 1 y 2, las técnicas de amortiguación natural (NAT) y la DJE, respectivamente, son muy similares, no obstante, la diferencia principal radica en que en la técnica DJE en la primera fase de la amortiguación, se utiliza los dedos semi flexionados para distribuir la fuerza del impacto y para amortiguación, sin embargo, en la técnica NAT, en la primera fase la amortiguación se realiza prácticamente con la palma de la mano, por lo tanto, no se distribuye la energía del impacto, sino al contrario, se concentra en un solo punto, alrededor del hueso escafoides y esto podría aumentar el riesgo de lesiones.



8.6. Proceso de intervención

La intervención consistía en realizar el entrenamiento de la técnica DJE 15 minutos por sesión, una vez por semana, durante tres semanas. Y se realizaron como parte final de las clases de patinaje en línea en las dos sucursales de la escuela de patinaje en la ciudad de San Sebastián de los Reyes, cada grupo lo realizaba en el horario y en el lugar habitual de entrenamiento de forma independiente. El entrenamiento (Tabla 1), consistía básicamente en realizar

primeramente una breve entrada de calor, puesto que ya se encontraban en estado de calentamiento, porque estaban finalizando su entrenamiento de patinaje, por lo tanto, sólo se hacía una movilización general de las articulaciones que estarían involucradas en el entrenamiento. La sesión principal consistía en realizar la técnica DJE desde posición de arrodillado cada ocho segundos durante tres minutos, posteriormente se hacía un descanso pasivo de un minuto y se realiza nuevamente tres minutos de caídas intermitente cada ocho segundos, nuevamente se realizaba un descanso pasivo y, por último, se realizaron dos minutos de DJE cada ocho segundos y de esta forma se completaban los 10 minutos de la parte principal. Para la vuelta a la calma se realizaba nuevamente algunas movilizaciones y estiramientos principalmente del tren superior.

Tabla 1. Sesión de Entrenamiento de la técnica DJE	
Tiempo de calentamiento	2 minutos
Tiempo de vuelta a la calma	3 minutos
Tiempo total de la sesión principal	10 minutos
Tiempo total de ejercitación	8 minutos
Tiempo total de descanso	2 minutos
Duración de cada serie	1 minuto
Descanso entre repeticiones	8 segundos
Duración de descanso de la serie 4 y 8	1 minuto
Total de repeticiones por sesión	61
Serie 1	8 repeticiones
Serie 2	8 repeticiones
Serie 3	8 repeticiones
Serie 4 - Descanso pasivo	1 minuto
Serie 5	8 repeticiones
Serie 6	8 repeticiones
Serie 7	8 repeticiones
Serie 8 - Descanso pasivo	1 minuto
Serie 9	8 repeticiones
Serie 10	5 repeticiones

Durante los descansos pasivos se les consultaba nuevamente a los sujetos, sí se encontraban bien, sí se sentían alguna molestia o tenían algún dolor o inconveniente para continuar, y se les recordada cada momento de que sí quisieran abandonar el entrenamiento, lo podían hacer en cuanto ellos lo consideraban pertinente, sin embargo, todos los sujetos completaron adecuadamente todas las sesiones de entrenamiento, sin ninguna molestia, dolor o lesión.

La variante del DJE con dirección hacia adelante desde la posición de arrodillado utilizado en esta investigación (Figura 3), se divide en tres fases:

[1] Fase inicial: Desde la posición de bipedestación, se autoinicia la caída, la cabeza se extiende levemente sin rotación (Para evitar golpear el mentón y la cabeza contra el piso); los brazos se colocan separados entre sí a una distancia similar a la amplitud de la espalda, con ángulo de flexión de hombro de aproximadamente 60° con relación al eje longitudinal del cuerpo, esta articulación también se coloca en leve rotación interna; los codos se flexionan mínimamente; el antebrazo en pronación; las muñecas en extensión con una leve aducción; la palma extendida, y los dedos semiflexionados.

[2] Fase de impacto: Una vez que los dedos hayan impactado contra el suelo rápidamente pasan de estar semiflexionadas a extenderse (esto amortigua la fuerza de impacto en la mano y la muñeca), posteriormente las manos impactan contra la superficie, inmediatamente luego que se produjo el primer impacto se realiza la flexión de los codos. La cabeza se mantiene levemente extendida. Esta posición de es similar a la postura adoptada en el ejercicio de flexión de brazo (Push-up), sólo que en este caso sería como la fase excéntrica del mismo, y con una flexión de cadera.

[3] Fase final: El movimiento se detiene y el sujeto se encuentra totalmente acostado en el piso.

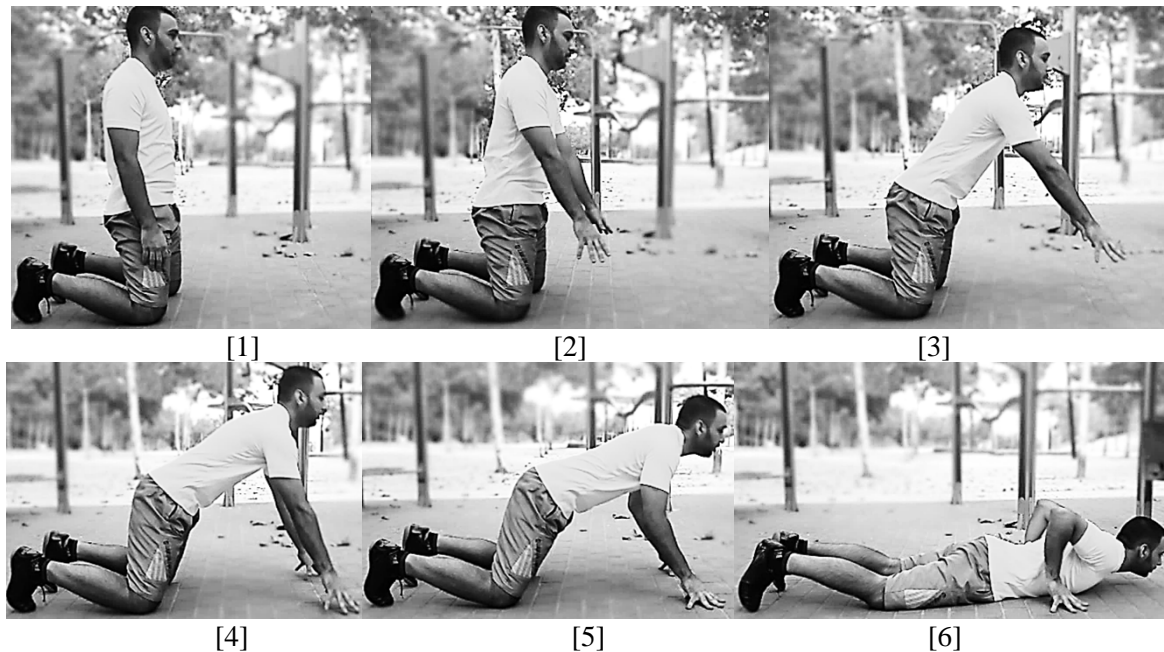


Figura 3. Fases de la técnica de amortiguación de caídas DJE desde la posición de arrodillado con dirección de caída hacia adelante. Fase inicial [1, 2, 3], fase de impacto [4, 5] y fase final [6]. Imágenes de elaboración propia.

Al finalizar las sesiones de entrenamiento, se registraba la asistencia de los sujetos del experimento, a través de las hojas de registro de la intervención de cada grupo (Anexo 5 y 6). Además, en estos documentos se encontraban un cuestionario que se realizaba al inicio de la sesión de entrenamiento a los participantes, para realizar el seguimiento de la salud de los infantes, y para eso, se les consultaba sí se sentían bien para entrenar, sí la intervención les había causado alguna molestia y sí deseaban continuar con el entrenamiento y la investigación. Sólo en un caso puntual dos participantes comentaron que al día siguiente de la intervención habían sentido un poco de mialgia en los miembros superiores, exactamente esto ocurrió luego de la primera sesión de entrenamiento en un solo grupo, pero según indicaron fue muy leve y rápidamente se disipó. Éste fue el único indicio de algún malestar durante la intervención y las evaluaciones. Probablemente esta dolencia se debía a que, como no se encontraban acostumbrados a realizar la técnica DJE y, por lo tanto, es normal que se produzca ante la adquisición de nuevas habilidades motoras y de una carga de entrenamiento, al cual no se encuentra habituado el participante.

La intervención se realizó como se menciona anteriormente, en el lugar en el que cada grupo realizaba su clase de patinaje. Específicamente en una zona ubicada a cierta distancia de los demás individuos que utilizan también la pista de patinaje para sus entrenamientos, esta

superficie se caracterizaba por ser lisa y estaba construida con los mismos materiales utilizados normalmente en la superficie de la pista de patinaje. En la intervención no se utilizaron las colchonetas utiliza generalmente en gimnasia o en los gimnasios, puesto que tienen superficies que efectivamente reduce la fuerza de impacto, sin embargo, no se asemejan a la superficie dura del suelo o de las pistas de patinaje, en los cuales se producen generalmente las caídas, por lo tanto, se consideró que para fines de esta investigación la superficie más idónea y la más adecuada para realizar la intervención era sobre una superficie lisa de una pista de patinaje.

8.7. Instrumentos

En la fase previa de la experimentación, los padres con ayuda de sus hijos, quienes participarían de la investigación, cumplimentaron la Hoja de registro de los datos del atleta (Anexo 1), que se le proporcionó en formato impreso y que posteriormente devolvieron al investigador. Este documento sirvió no sólo para registrar los datos de los atletas, sino también para garantizar que los participantes fueran los más idóneos para la investigación, para ello, los sujetos completaron un cuestionario en el que se encontraban los criterios de posible exclusión de la investigación. Sin embargo, todos los participantes que cumplimentaron ese documento, participaron de la investigación, ya que no en ningún caso procedía a la exclusión de los mismos del estudio.

El seguimiento de la intervención se realizaba a través de hojas de registro, de ambos grupos de forma independiente (Anexo 5 y 6). Además, este documento tenía un apartado para realizar un seguimiento de la salud de los participantes, a través de un cuestionario en el que se consultaba básicamente si sentía malestares luego de entrenar o sí luego de alguna intervención habían sufrido algún daño o una lesión y por supuesto, antes de iniciar cada sesión entrenamiento se les consultaba sí se encontraba bien y sí deseaba continuar con el experimento. Para completar el documento, durante la intervención se utilizaba la aplicación de *WPS Office + PDF* para el sistema operativo *Android* (Versión 10.4.3, Kingsoft Office Software Corporation Limited, Hong Kong, República Popular China). En las sesiones de entrenamiento se utilizaba la aplicación *Tabata Timer for HIIT* para el sistema operativo *Android* (Versión 2016.09.28, Simple Vision, Taoyuan City, Taiwán) en el que se introducía el tiempo en el que se realizaba los ejercicios y los descansos e iba indicando los participantes con avisos audibles cuando se iniciaba uno u otro.

El instrumento principal de esta investigación fue la plataforma dinamométrica piezoeléctrica Kistler (Multicomponent Force Plate, Type 9286AA, Kistler Group, Winterthur, Suiza), con unas dimensiones de 600 x 400 x 35 mm, su rango de medición es de F_x , F_y de 2,5 a -2,5 kN y F_z de 0 a 10 kN, su peso aproximado es de 18 kg, su sensibilidad es de 1×10^{-6} (0,000001) N, se utilizó con una frecuencia de rastreo de 1000 kHz. Esta plataforma estaba conectada a una computadora de sobremesa con sistema operativo *Microsoft Windows XP* (Windows Experience, versión 2002, Redmond, Washington, Estados Unidos) y en la cual se encontraba instalada el programa *BioWare* (Versión 3.0, Kistler Group, Winterthur, Suiza) con el que la plataforma de fuerzas registraba y recogían los datos. El software *BioWare* versión 3.0 se utilizó para la recogida de la información y luego para extraer los datos, que posteriormente se utilizarían en el análisis de este proyecto. La plataforma de fuerza permitió medir la información de las caídas autoiniciadas de los participantes desde una posición de arrodillado con dirección hacia adelante realizadas sobre la misma.

Estos equipos, la plataforma dinamométrica y la computadora PC de sobremesa, fueron alimentados eléctricamente a través de un generador inverter *Dexter DT-10I* monofásico de 1000 W de potencia máxima, con sistema de arranque manual, motor *Hyundai HY* a gasolina,

de 3,8 litros de depósito de combustible y 14 kg de peso aproximadamente. Este generador eléctrico fue necesario, ya que en las pistas de patinaje en los cuales se desarrollaban las clases de patinaje en línea y las correspondientes evaluaciones, no se contaba con toma corriente que sirviera de fuente de alimentación eléctrica para estos equipos, a pesar de los pedidos continuos al ayuntamiento de la Ciudad San Sebastián de los Reyes, para que proveyeran de electricidad para llevar a cabo la investigación, sin embargo, estas peticiones no fueron atendidas por dichas autoridades.

Las evaluaciones se filmaron en video con un *Samsung galaxy note 4* (Número de modelo: SN-910F; Samsung Electronics, Seúl, Corea del Sur), su sistema operativo es *Android* (versión 6.0.1, Marshmallow, Alphabet Inc., Mountain View, California, Estados Unidos), su cámara tiene un sistema de estabilización óptica, y se utilizó la opción de grabación a cámara lenta, que se caracteriza por filmar a 240 fotogramas por segundo, a una resolución de 720 × 1080 en formato MP4.

En un ordenador portátil *HP Pavilion Notebook* con un sistema operativo *Windows 10 Home 64 bits* y de un microprocesador *AMD A10-8700P Radeon R6, 10 Compute Cores 4C+6G*, se utilizaron el software de *BioWare* (Versión 5.3.0.7, Kistler Group, Winterthur, Suiza) para analizar la información de recogida por la plataforma dinamométrica y validar los ensayos. También se utilizan los programas de computadora de *CyberLink Power Media Player 14* (CyberLink Corp., New Taipéi City, Taiwán) y *Kinovea* (Versión 0.8.15, copyright© 2006-2011, Joan Charmant & Contrib.) para analizar los vídeos de los ensayos de las evaluaciones y confirmar sí los mismos se estaban realizando correctamente, de acuerdo a lo requerido en la investigación.

8.8. Tratamiento de los datos

Es importante mencionar que, los datos de los dos grupos de la escuela de patinaje fueron aglutinados para los distintos análisis estadísticos, como sí de un solo grupo se tratara, ya que ambos realizaron la intervención y evaluaciones de igual forma. Los datos utilizados en la investigación para su correspondiente análisis, fueron los obtenidos a través de la Hoja de registro de los datos del atleta (Anexo 1), y de las evaluaciones realizadas antes y después de la intervención. De los datos obtenidos de la plataforma dinamométrica, se utilizaron específicamente la fuerza de impacto máximo (FIM_{máx}) registrada y el tiempo (T) que transcurrió, luego del impacto, para la manifestación de la misma. La fuerza de impacto es igual a la Fuerza total o resultante (FT), que tenía en cuenta la fuerza medio-lateral, la anterior-posterior, y la vertical, y se obtenía directamente del programa *BioWare*, de acuerdo a las siguientes ecuaciones:

$$F_x \text{ [Fuerza medio-lateral]} = f_{x12} + f_{x34}$$

$$F_y \text{ [Fuerza anterior-posterior]} = f_{y14} + f_{y23}$$

$$F_z \text{ [Fuerza vertical]} = f_{z1} + f_{z2} + f_{z3} + f_{z4}$$

$$FT \text{ [Fuerza total]} = \sqrt{(F_x * F_x + F_y * F_y + F_z * F_z)}$$

Para comprobar la hipótesis (a) se analizaron a través de la prueba *T Student de muestras relacionadas* las medias de la fuerza de impacto máximo (FIM_{máx}) de los ensayos de las dos evaluaciones entre sí, también se analizaron a través de la prueba *T Student de muestras relacionadas* las medias del tiempo (T) de la aparición FIM_{máx} de los ensayos de las dos evaluaciones entre sí.

Y para comprobar la hipótesis (b) se utilizó la prueba de *correlación de Pearson* para determinar si existe correlaciones significativas entre las distintas variables de la investigación: el peso corporal, edad, FIM_{máx}, FIM_{máx} en relación al peso corporal y T de FIM_{máx}.

La base de datos se realizó en el programa *Microsoft Excel 2016 MSO* (Versión 16.0.4549.2 1000, 64 bits, Microsoft Corporation, Redmond, Washington, Estados Unidos), posteriormente éstos datos fueron transferidos al programa *IBM SPSS Statistics* (Versión 24, edición de 64 bits, IBM Corporation, Nueva York, Estados Unidos), en el que se realizaron todos los análisis estadísticos. Y un valor de $p < 0,05$ fue considerado estadísticamente significativo.

8.9. Aspectos éticos

- Este es uno de los apartados de la investigación en el que más se hizo hincapié durante todo el proceso, ya que se trataba de participantes menores de edad y por lo tanto, se debían de tener en cuenta varias medidas de seguridad para que los beneficios potenciales, tanto para los participantes como para la sociedad, sean mayores que los riesgos asumidos.
- Esta línea de investigación tiene un valor social y científico, ya que, a través de ella, podemos comprender mejor la capacidad de amortiguación de los miembros superiores y las técnicas que podrían minimizar el riesgo de lesiones por caídas en infantes de patinaje en línea, además, estos conocimientos también son extrapolables a otros contextos, teniendo en cuenta que las lesiones por caídas en muchas sociedades se está volviendo una problemática de salud, económica y social.
- En la selección de los sujetos del estudio se asegura que no hubo ningún tipo de discriminación por raza, género, nacionalidad, u otro motivo.
- Todos los participantes de la investigación fueron informados de forma suficiente y verás, sobre los objetivos y la metodología de la investigación.
- Se solicitó un consentimiento informado a todos los que participen como sujetos en el experimento y al tratarse de ser menores de edad, los padres y tutores legales fueron los responsables de dar esa aprobación (Anexo 4).
- Además, se estableció que cualquier persona sea por el motivo que sea, pueda abandonar la investigación en cuanto lo considere oportuno.
- Todos los participantes serán mantenidos en anonimato y sólo será expuesta su identidad, en el caso de que expresamente, ellos así lo deseen.
- Una vez finalizada la investigación y se obtengan los resultados, serán informados prioritariamente sobre el mismo, los participantes de la investigación.

9. FASES DE DESARROLLO DEL PROYECTO

A continuación, se exponen (Tabla 2) los pasos metodológicos, cronograma o fases de la investigación, desde sus inicios hasta el final del mismo, en ella se despliegan las actividades realizadas y las fechas aproximadas en las que se llevaron a cabo.

Tabla 2. Cronograma de las Actividades metodológicas de la Investigación											
Actividades metodológicas	2016		2017								
	Meses										
	N	D	E	F	M	A	M	J	Jl	A	
Búsqueda de antecedentes relacionados con el posible objeto de estudio.	X			X		X			X		
Definir el objeto de estudio y las posibles hipótesis.	X										
Concretar la metodología de investigación.		X		X							
Establecer las características de los participantes y los criterios de exclusión.		X		X							
Contactar con Instituciones deportivas relacionadas con el Patinaje en la Comunidad de Madrid, en búsqueda de participantes para la investigación.			X	X							
Contactar con Laboratorios que colaboren con el estudio por medio del préstamo de una plataforma dinamométrica para las evaluaciones.				X	X						
Reunión con el Coordinador general de una Escuela de Patinaje para coordinar los detalles del estudio.					X						
Enviar la invitación a los padres de las dos sucursales de la escuela de patinaje en línea, para que autoricen a sus hijos a participar del experimento.					X	X					
Entregar los documentos, en papel, de los Anexos 1, 2, 3, y 4 a los padres, para que lo cumplimenten y lo devuelvan luego al investigador.						X					
Diseñar procesos de intervención y valoración de la capacidad de amortiguación de los miembros superiores.				X	X						
Solicitar los permisos correspondiente a la INEF de Madrid, para el uso de la Plataforma dinamométrica fuera de sus instalaciones para las evoluciones.						X					
Reunión con los participantes y explicarles la metodología de la investigación.						X	X				
Realizar la primera evaluaciones de la capacidad de amortiguación.							X				
Llevar a cabo la intervención.							X	X			
Realizar la segunda evaluaciones de la capacidad de amortiguación.								X			
Analizar los datos recabados.								X	X	X	
Finiquitar la elaboración del informe.								X	X	X	
Dar a conocer los resultados a los participantes.										X	

10. RESULTADOS

En la tabla 1 se presentan los resultados descriptivos de la investigación, y como se puede apreciar, todas las variables se distribuyeron con una curva normal y cumplieron el principio de normalidad ($p > 0,05$), de acuerdo a la prueba de Kolmogorov-Smirnov para una muestra y, por lo tanto, se utilizaron los test de la estadística paramétrica, a pesar del bajo tamaño muestral.

Tabla 3. Resumen de los datos de la investigación								
	Edad (años)	Peso (kg.)	Test 1 FIM _{máx} (N)	Test 2 FIM _{máx} (N)	Test 1 T de FIM _{máx} (ms)	Test 2 T de FIM _{máx} (ms)	Test 1 FIM _{máx} /peso (N/kg)	Test 2 FIM _{máx} /peso (N/kg)
Media	9,50	40,01	447,83	325,67	222,33	460,83	11,20	8,04
Desviación estándar	1,51	7,55	92,82	92,05	152,10	97,99	1,26	1,08
Mínimo	7	31,9	327	207	30	365	10,03	6,50
Máximo	11	52,5	559	459	394	595	12,99	9,37
Normalidad [p]	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,200	0,55	0,200

El test 1 se refieren a la evaluación previa y el test 2, a la valoración posterior a la intervención. *Abreviatura:* FIM_{máx} se refiere a la fuerza de impacto máximo registrada en los ensayos de las caídas; T de FIM_{máx}, se refiere al tiempo que registró la aparición de la fuerza de impacto máxima; FIM_{máx}/peso, es el resultado de la división de la fuerza máxima de impacto con el peso corporal. *Unidades de medida:* La fuerza se mide en Newton (N); el tiempo en milisegundo (ms); y la fuerza en relación al peso corporal en Newton por kilogramo (N/kg).

10.1. Diferencias de la Fuerza de impacto

Los participantes registraron una fuerza de impacto máximo (FIM_{máx}) significativamente mayor (Figura 4) antes de la intervención (Media [M] ± Desviación estándar [SE]= 447,83 ± 92,82 N) que posterior a la misma (M= 325,67 ± 92,05 N, Significatividad [p]= 0,008). Esta reducción significativa fue de 27,28 % (122,17 N).

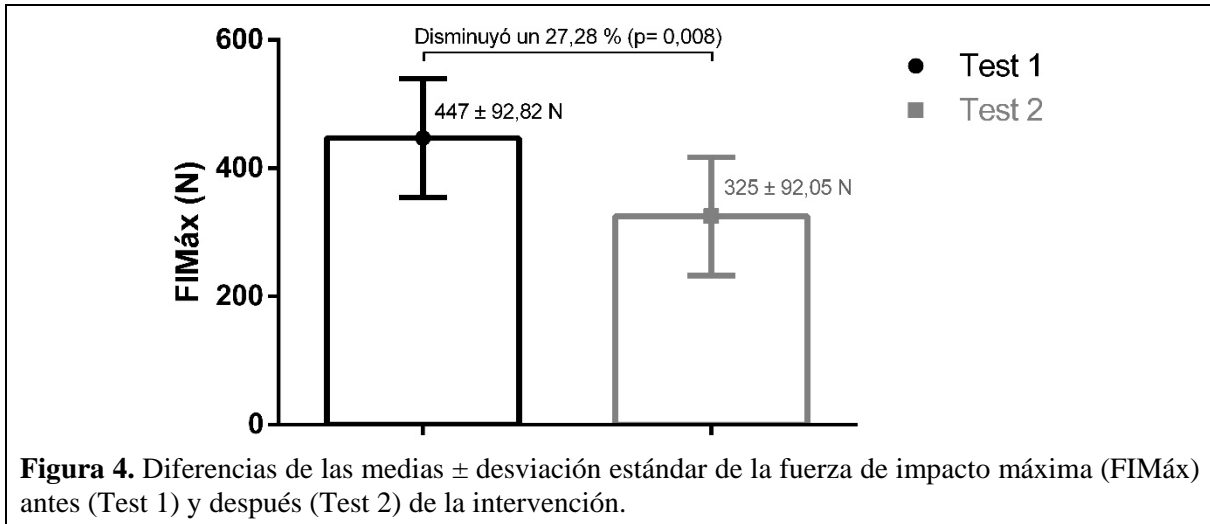


Figura 4. Diferencias de las medias ± desviación estándar de la fuerza de impacto máxima (FIM_{máx}) antes (Test 1) y después (Test 2) de la intervención.

10.2. Diferencias del Tiempo de Fuerza de impacto

En cuanto al tiempo de la aparición de la fuerza máxima de impacto fue significativamente menor (Figura 5) antes de la intervención (M= 222,33 ± 152,10 ms), que posterior a la misma (M= 460,83 ± 97,99 ms, p= 0,035). Los sujetos lograron retrasar la aparición de esta fuerza en un 107,27 % (238,50 ms).

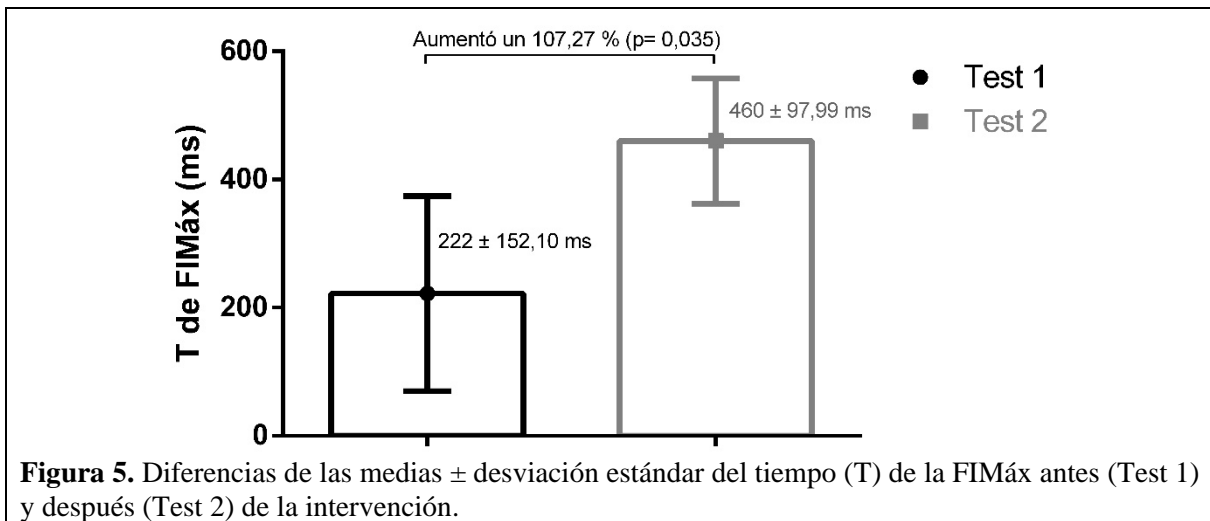


Figura 5. Diferencias de las medias ± desviación estándar del tiempo (T) de la FIM_{máx} antes (Test 1) y después (Test 2) de la intervención.

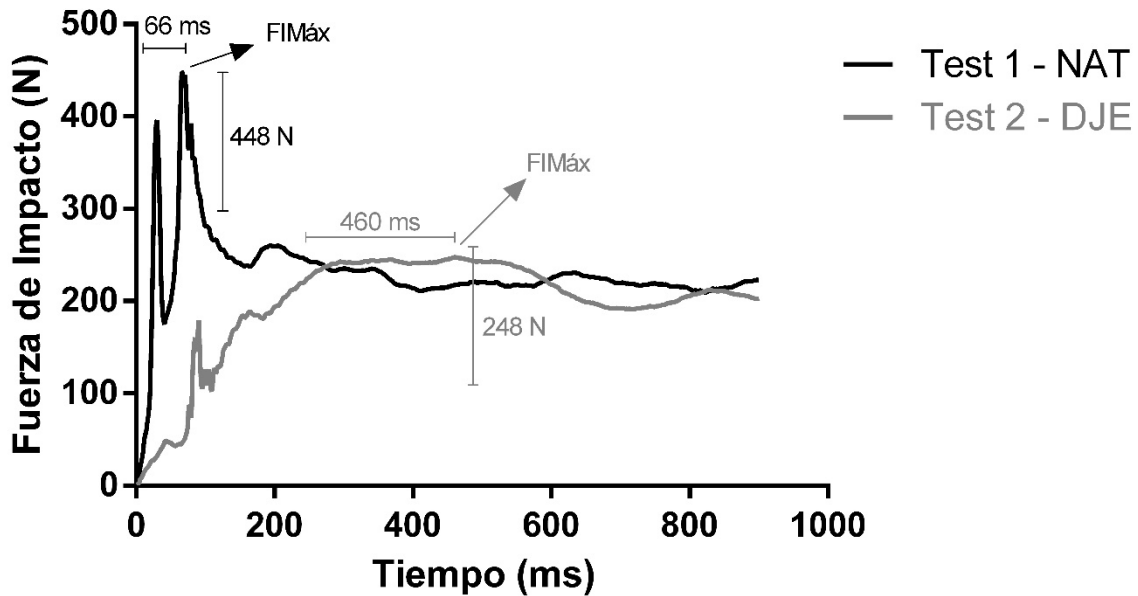


Figura 6a

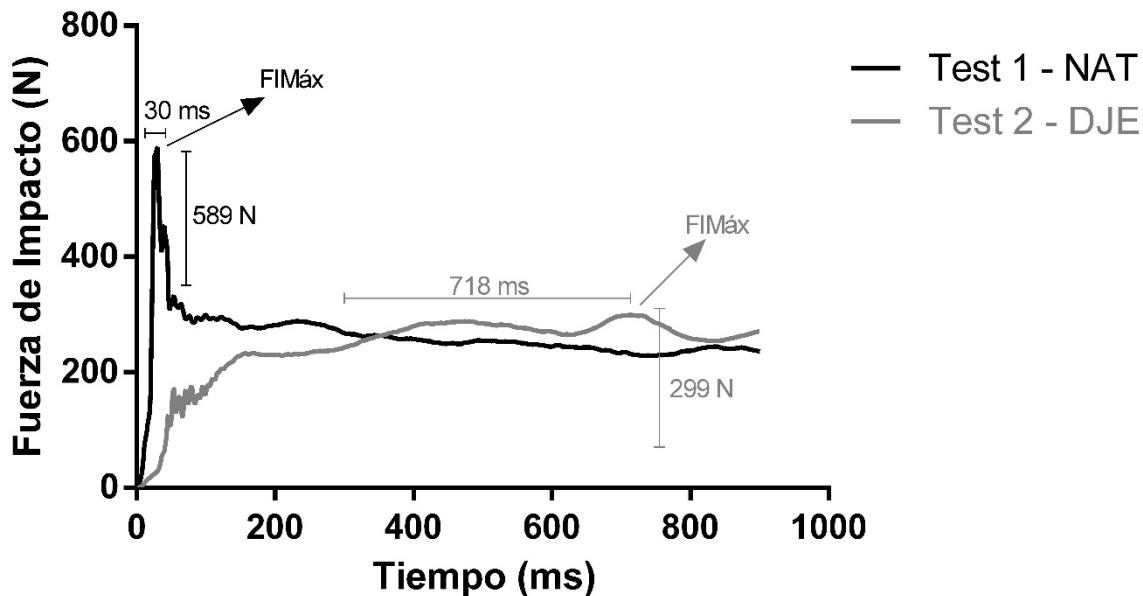
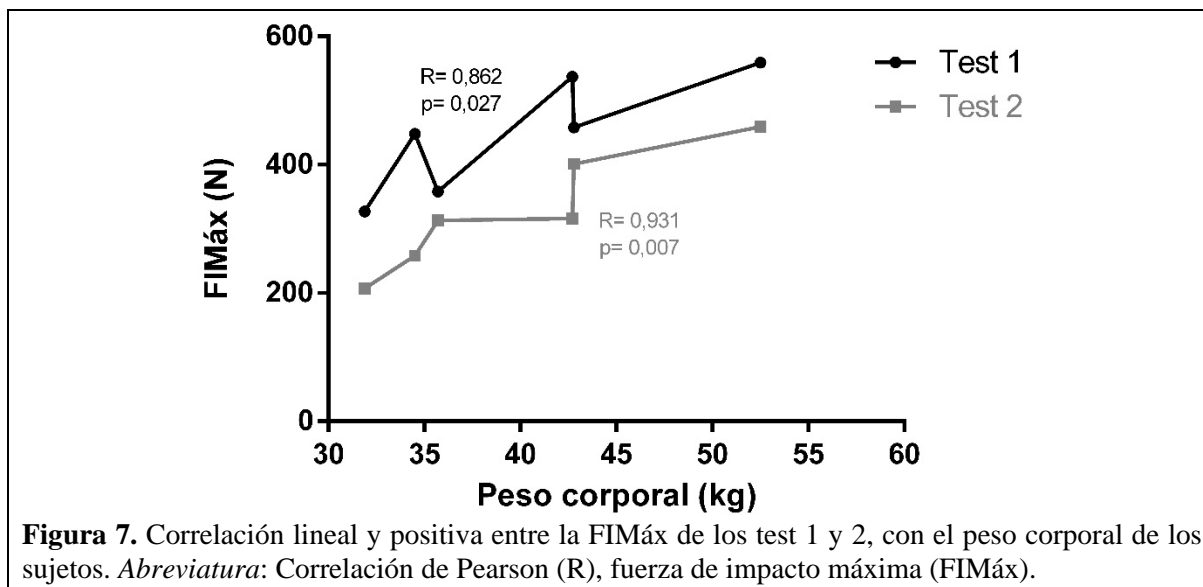


Figura 6b

Las figuras 6a y 6b corresponden a los datos de dos sujetos distintos, de forma separada, en el que se compara dos de sus ensayos realizados durante las evaluaciones, uno antes (test 1) de la intervención y la otra después (test 2). El test 1 corresponde a la técnica de amortiguación natural de caída (NAT) y el test 2, a la técnica DJE. Las figuras describen los datos obtenidos de la plataforma dinamométrica, específicamente, la fuerza de impacto (N) en relación al paso del tiempo (ms) posterior al impacto contra la superficie de la plataforma. *Abreviatura:* Fuerza de impacto máxima (FIMáx).

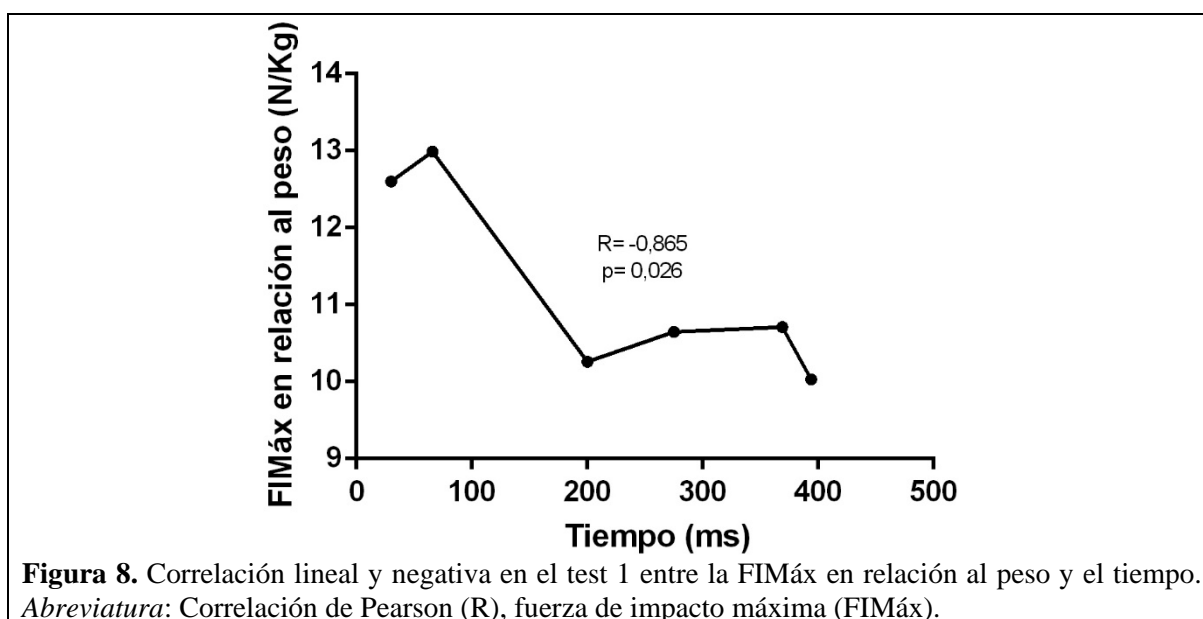
10.3. Fuerza de impacto y el peso

Se estableció a través de la correlación de Pearson una relación directamente proporcional entre la fuerza de impacto máxima y el peso corporal (Figura 7), por lo tanto, mientras mayor peso tenga el sujeto, posiblemente mayor será la fuerza de impacto máxima que se producirá al caer. Concretamente, la FIMáx en el test 1 y el peso presentaron una relación lineal positiva y fuerte (R [Correlación de Pearson]= 0,862, $p= 0,027$) y, asimismo, la FIMáx del test 2 también se relaciona muy fuerte y positivamente con el peso ($R= 0,931$, $p= 0,007$).



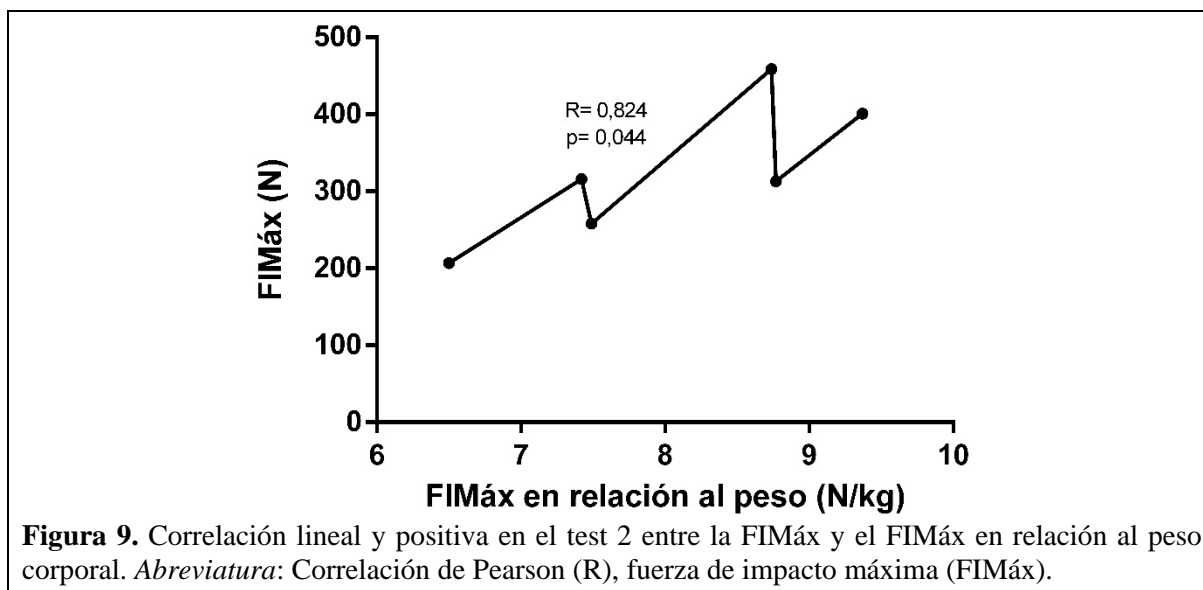
10.4. Fuerza de impacto en relación al peso y el tiempo

En la primera evaluación las variables de FIMáx en relación al peso corporal y el Tiempo de aparición de la FIMáx (Figura 8), se relacionaron de forma significativa, fuerte y negativamente o inversamente proporcional, de acuerdo a la correlación de Pearson ($R = -0,865$, $p = 0,026$). Lo que quiere decir que, a mayor FIMáx en relación al peso corporal, menor será el tiempo aparición de la FIMáx en los sujetos, previos a la intervención.



10.5. Fuerza de impacto y la amortiguación en relación a la masa corporal

En la segunda evaluación, las variables de FIMáx y la FIMáx en relación al peso corporal (Figura 9), se relacionaron de forma fuerte, significativa y positivamente o directamente proporcional, de acuerdo a la correlación de Pearson ($R = 0,824$; $p = 0,044$). Esto significaría que mayor FIMáx en relación al peso corporal, mayor sería la FIMáx en una caída.



11. DISCUSIÓN

Los infantes de patinaje en línea de este estudio lograron reducir en un 27,28 % la fuerza de impacto máximo (FIMáx) en caídas auto iniciada desde la posición de arrodillado utilizado los miembros superiores como únicos amortiguadores, luego de recibir una intervención, en el cual se los instruyó en la técnica de amortiguación Duarte Jara Ejepoi (DJE) en sesiones de 15 minutos de duración, una vez por semana, durante tres semanas. Este es quizás el primer estudio que evalúa la capacidad de amortiguación de los miembros superiores en infantes, ya que los otros estudios evaluaron exclusivamente esta capacidad en adultos jóvenes y adultos mayores, esta idea es apoyada por la revisión sistemática llevada a cabo por Moon y Sosnoff (2017), quienes afirman que todos los estudios relacionados con las estrategias seguras de aterrizaje fueron llevados a cabo en adultos jóvenes y adultos mayores.

Esta reducción en los resultados es semejante a los obtenidos en el estudio de Lo et al. (2003), en el que unos varones jóvenes aprendieron en 10 minutos a reducir significativamente las fuerzas de impacto en la muñeca en caídas hacia adelante. El grupo de intervención redujo sus fuerzas de impacto máximas promedio en un 18% respecto a los valores iniciales. En esa misma línea de investigación, DeGoede y Ashton-Miller (2002) en su estudio sujetos jóvenes habían logrado una disminución de 27% de la fuerza impacto, cuando comparaban una caída de mínimo impacto contra una caída natural, sin embargo, en ese estudio los sujetos tenían permitido amortiguar el impacto utilizando los brazos y también el torso, sin embargo, en nuestro estudio no se ha permitido realizar la acción de amortiguar con el torso, ya que esto podría aumentar el riesgo de golpear el rostro, el mentón, o la cabeza contra la superficie de la plataforma o del piso, esta idea se apoya en el estudio realizado por DeGoede y Ashton-Miller (2003), quienes mencionan que la disminución de la capacidad de amortiguar de una caída hacia adelante podría aumentar el riesgo de golpear el torso y la cabeza contra el piso.

Además de reducir la fuerza del impacto, los participantes de nuestro estudio fueron capaces de retrasar el tiempo (T) de aparición de la FIMáx en un 107,27 % (De $222,33 \pm 152,10$ a $460,83 \pm 97,99$ ms) tras la intervención. Consideramos que esta reducción significativa se debe a la utilización de la técnica DJE y especialmente al uso de los dedos, por un lado, para distribuir la fuerza impacto en lugar de utilizar la palma de la mano al impactar contra el suelo y, por otro lado, para ayudar a amortiguar en esa primera fase del impacto. En un estudio se ha encontrado que adultos jóvenes pudieron retrasar la aparición de la FIMáx hasta los 170 ms

(Chou et al., 2001), sin embargo, el promedio en varios estudios con adultos, como los de DeGoede y Ashton-Miller (2002) y García-Massó et al. (2011), es de alrededor de 50 ms. Teniendo en cuenta esto se podría decir que nuestro grupo sólo en la primera evaluación han sobrepasado el mejor registro hasta ese momento, que eran los 170 ms y por otro lado, los 460 ms de retraso obtenido en promedio en la segunda evaluación de nuestro estudio, es quizás el mejor registro hasta el momento en cuanto al retraso de la FIMáx en caídas hacia adelante.

En la figura 6a y 6b se puede observar claramente las diferencias que existen cuando se comparan los ensayos realizados con la técnica natural - NAT (Test 1) y la DJE (Test 2). En la técnica NAT las FIMáx fueron mayores y los sujetos demostraron poca capacidad para retrasar la aparición de la misma. Sin embargo, luego de la intervención los mismos sujetos, no sólo fueron capaces de reducir la FIMáx, sino también de retrasar de forma significativa la aparición de la misma. Estos dos factores son muy importantes en el riesgo de lesiones por contusión directa contra una superficie, por lo tanto, la reducción de los mismos podría incidir un menor riesgo de lesión. Éstas afirmaciones son apoyadas por los estudios realizados por Chiu, y Robinovitch (1998), Davidson, Chalmers y Stephenson (2006), DeGoede y Ashton-Miller (2002) y Lo et al. (2003), que se encuentran en la misma línea que nuestra investigación.

En nuestro estudio también encontramos una relación lineal positiva o directamente proporcional entre la FIMáx y el peso corporal de los sujetos. En otras palabras, esto quiere decir que, mientras mayor sea el peso del sujeto, mayor será la FIMáx en una caída hacia adelante. Por lo tanto, las personas y patinadores en línea con sobrepeso podrían tener mayor riesgo de lesiones a causa de una caída hacia adelante. Quizás este es el uno de los pocos estudios que asume que los patinadores con sobrepeso podrían tener mayor riesgo de lesiones y, por lo tanto, los mismos tendrían que tomar más medidas preventivas en la práctica de esta actividad deportiva. En el estudio llevado a cabo por Chiu y Robinovitch (1998), encontraron unos resultados similares, puesto que el aumento de la masa corporal causaba mayores incrementos en la magnitud de baja frecuencia del segundo pico de fuerza de impacto máxima (Fmáx 2), pero en menor medida en el componente de alta frecuencia o primer pico de fuerza máxima (Fmáx 1).

Otro dato importante es que en el test 1, se estableció una relación de forma lineal y negativa o de forma inversamente proporcional, entre la FIMáx en relación al peso corporal y el tiempo de aparición de la FIMáx. Esto podría interpretarse de la siguiente forma, mientras mayor impacto genere un sujeto en relación a su peso corporal (FIMáx dividido por el peso corporal), menor será el tiempo de la aparición de la FIMáx, por lo tanto, tendría menos tiempo para adaptarse al impacto, lo que supondría una mayor probabilidad de lesionarse. Éste pensamiento va en la misma línea que el estudio realizado por Chou et al. (2001), quienes asumen que, retrasando el tiempo del pico máximo de fuerza, supondría proporcionar suficiente tiempo para adaptarse y evitar la lesión.

En otro punto, también se estableció una relación lineal y positiva o directamente proporcional en el test 2, entre la FIMáx y la FIMáx en relación al peso corporal, que en otras palabras significa que, mientras mayor FIMáx se produzca en relación al peso corporal, mayor será la FIMáx en una caída hacia adelante. Esto quiere decir que, mientras menos capacidad tenga un sujeto de reducir la FIMáx en relación a su propio peso, posiblemente tenga mayores probabilidades de generar mayor FIMáx, lo que a su vez aumentaría la probabilidad de lesión. Esta idea es apoyada por los estudios de Davidson, Chalmers y Stephenson (2006) y Lo et al. (2003), quienes estima que una mayor fuerza impacto podría ocasionar mayor daño a los tejidos.

Este estudio se limitó a realizar ensayos de caída desde una altura o posición de arrodillado. Moon y Sosnoff (2017), consideran que estas caídas no representarían una caída típica de la vida real, que ocurren desde una altura de bipedestación o de pie. Sin embargo, Weerdesteyn et al. (2008), consideran que en una altura de caída de la posición de arrodillado se esperaría que el principio de la técnica de caída sea similar en una altura de caída desde arrodillado y de pie. Además, en este en nuestro estudio se limitaron a realizar los ensayos desde una posición de arrodillado, ya que lo que se pretendía era estudiar la capacidad de amortiguación solamente de los miembros superiores, restringiendo cualquier otro movimiento especialmente, la flexión de cadera, puesto que los conocimientos sobre la capacidad amortiguación de los miembros superiores era relativamente limitadas, además, según tenemos entendido ningún estudio había realizado investigaciones en infantes acerca de esto, por lo tanto, fueron tenidas en cuenta las medidas de seguridad para reducir los riesgos de lesiones en las evaluaciones y la intervención, ya que consideramos que una altura de caída de pie, solamente aumentaría el riesgo de lesionarse al aumentar la fuerza de impacto y no aportaría mayores datos que los obtenidos en nuestro estudio.

Los ensayos de las caídas se limitaban a las caídas con dirección hacia adelante, teniendo en cuenta los datos obtenidos por Knox y Comstock (2006), quienes encontraron que en el patinaje en línea y sobre ruedas, más caídas se producen con dirección hacia adelante (56,7%), que hacia atrás (39,3%) o hacia los lados (4.0%).

En nuestro estudio los ensayos de las caídas con dirección hacia delante fueron autónomas y autoiniciada por los sujetos, sin embargo, Moon y Sosnoff (2017), mencionan que las caídas accidentales se producen de forma inesperada y que los ensayos de caída autoiniciada podrían no representarlas de forma adecuada. En sus estudios DeGoede y Ashton-Miller (2002) y Lo et al. (2003), investigaron la capacidad de amortiguación desde una caída de 1 m de altura medida desde los hombros, en el que los participantes se encontraban en un sistema de suspensión desde donde se realizaban las caídas de forma inesperada. Nosotros no pudimos realizar los ensayos con un sistema de suspensión, primeramente, porque no teníamos a disposición esa tecnología y segundo, porque para que el proyecto tuviera mayor viabilidad los equipos tuvieron que ser trasladados hasta la escuela de patinaje en la ciudad de San Sebastián de los Reyes, por lo tanto, sería muy difícil poder trasladar un sistema de suspensión hasta los lugares en los que se ha realizado las evaluaciones, por ello y por la viabilidad del proyecto de investigación, se tuvo que optar por realizar los ensayos de forma autónoma o autoiniciada.

12. CONCLUSIÓN

Las principales conclusiones en este trabajo final de Máster de acuerdo a las hipótesis propuestas en la investigación son:

- En relación con la primera hipótesis, los datos son compatibles con la afirmación de que los niños de patinaje en línea pueden reducir la fuerza de impacto máximo y retrasar la aparición de la misma, en una caída hacia delante desde una posición inicial de arrodillado tras una breve intervención de la técnica DJE.
- En relación con la segunda hipótesis, los datos son compatibles con la afirmación de que los patinadores con sobrepeso y con limitada capacidad de amortiguación de los miembros superiores en una caída hacia adelante, pueden tener mayor posibilidad de lesionarse y, por lo tanto, estos sujetos tendrían que tener en cuenta medidas extras de seguridad al practicar patinaje.

13. BENEFICIOS DEL PROYECTO

Esta investigación contribuirá con nuevos conocimientos acerca de la capacidad de amortiguación de los miembros superiores en infantes, que es uno de los objetos de estudio muy poco explorados en los artículos científicos, sin embargo, a través de ella se puede crear una base de datos que puede orientar nuevas líneas de investigación en este campo.

Además, aportará conocimientos acerca de una nueva técnica de amortiguación de caídas que es el DJE, que podría mejorar la capacidad de amortiguación reduciendo la fuerza de impacto por medio de la distribución de la energía en la primera fase del impacto a través de los dedos y retrasando la aparición de la fuerza máxima impacto. Una mejora en estos dos factores podría significar una menor posibilidad de lesiones debido a los impactos de una caída hacia delante. Esta técnica puede ser útil no sólo para los patinadores en línea sino también en otras disciplinas de patinaje, en las cuales las caídas son unas de las causas principales del aumento de las lesiones. También puede ser extrapolado en otros contextos, como, por ejemplo, en adultos mayores, ya que en ese grupo de edad las lesiones por caídas pueden ser muy graves e incluso podría causar la muerte. De esta forma, estos conocimientos pueden conducir a una nueva política de salud, ya que es necesario buscar nuevas alternativas para tratar de paliar el aumento de los costos sanitarios debido a estos infortunios, que en muchos casos puede ser de miles de millones de euros.

14. LIMITACIONES

Este estudio tuvo varias limitaciones, entre ellas, y quizás la principal, es la falta de un grupo control para poder confirmar los resultados de la investigación, por lo tanto, no se puede afirmar con precisión de que la mejora observada es producto de la intervención y no debido algún otro motivo.

Tratándose de una investigación que incluye una intervención, otra limitación fue que no se realizaron evaluaciones de seguimiento para comprobar si las mejoras se mantienen a lo largo del tiempo.

Otra limitación fue la baja tasa de respuesta (60 %) con respecto a la investigación, por parte de los padres y tutores legales de los patinadores, lo que nos indica que se debería de establecer mejores estrategias para una mayor persuasión y compromiso de los padres.

Las evaluaciones se realizaron en los lugares de entrenamiento de los patinadores, entonces se podría decir que, otra limitación fue que las medidas no se recogieron en un laboratorio o en un entorno más controlado, y tampoco se utilizó un sistema de suspensión que garantice que todas las caídas se realicen desde una misma altura, así como lo efectuaron otros estudios en esta misma línea de investigación.

15. PROSPECTIVA DE LA INVESTIGACIÓN

Una de las cosas más importantes para confirmar los resultados es repetir la metodología, pero contando con un grupo de control, que es una de las debilidades más importantes que tuvo nuestro proyecto, debido principalmente a la ausencia de los participantes en la recogida de datos.

Se debería de repetir la metodología, pero en este caso, se debería de realizar con una mayor cantidad de participantes y una medida de seguimiento, quizás luego de unas tres semanas y tras 3 meses de la intervención, para comprobar si las mejoras obtenidas tras la intervención perduran a través del tiempo.

Consideramos que sería muy importante tratar de establecer una correlación entre planificaciones de entrenamientos que integran un programa de prevención de lesiones a través del entrenamiento de técnicas como el DJE y la incidencia de lesiones en deportes con patines.

Podría ser importante investigar si el DJE puede ser adquirido también a través de breves intervenciones en grupos vulnerables a las lesiones causadas por caídas accidentales, como los adolescentes y los adultos mayores, estos últimos son quienes sufren la mayor gravedad de las lesiones.

Se podría intentar realizar una metodología que integre tres grupos, uno de control, otro que realiza una intervención de la técnica DJE y un grupo que realiza otra intervención combinando un entrenamiento fuerza del tren superior y de la técnica DJE. De esta forma, se podría comprender mejor la influencia de la fuerza muscular de los miembros superiores sobre la capacidad de amortiguación.

16. APLICACIONES PRÁCTICAS

A partir de este trabajo y en virtud de mi experiencia, se exponen a continuación algunas posibles aplicaciones prácticas:

- La técnica DJE podría ser utilizada dentro de un programa de prevención de lesiones, a través de la realización de breves entrenamientos de la técnica, por ejemplo, durante unos 5 minutos a la semana en los calentamientos, en deportes en los que las caídas son un riesgo importante de lesiones, como, por ejemplo, los deportes con patines: Patinaje en línea, patinaje artístico sobre ruedas, monopatín, etc. Además, podría ser utilizado como programa de prevención de lesiones por caídas en adultos mayores, que es el grupo de edad en los que la gravedad de las lesiones por caída es mayor e incluso puede causar la muerte. Esto podría ayudar a reducir los gastos sanitarios debido a estos infortunios, que se estiman que pueden llegar a ser de miles de millones de euros.

- Los resultados también pueden ayudar a elaborar campañas de concienciación sobre la prevención de lesiones por caídas, especialmente en personas con sobrepeso que practican actividades como el Patinaje, en el que podría tener una mayor probabilidad de lesionarse a causa de una caída.

17. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, S. L., Wyte, C. D., Paradise, M. S., & Castillo, J. (1996). A prospective study of in-line skating: Observational series and survey of active in-line skaters – injuries, protective equipment, and training. *Academic emergency medicine*, 3(4), 304-311.
- Alcaraz, V. M., López-Miñarro, P. A., & García, P. R. (2012). Lesiones y medidas de prevención en patinaje en línea recreativo: revisión. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte*, 12(45), 179-194.
- Alexander, R. E. (1998). In-line skating injuries in children and adolescents: Committee on Injury and Poison Prevention, Committee on Sports Medicine and Fitness, American Academy of Pediatrics. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 11(56), 1363.
- American Academy of Orthopaedic Surgeons – AAOS (1998). Injuries from in-line skating: position statement. *Rosemont (IL): AAOS, 1998*. Document No.: 1127. Recuperado de https://www.aaos.org/uploadedFiles/PreProduction/About/Opinion_Statements/position/1127%20-%20In-Line%20Skating%20and%20Skateboarding%20Safety.pdf
- Andersen, P. S., & Larsen, M. S. (2000). Roller skating accidents. A registry and questionnaire study. *Ugeskrift for laeger*, 162(23), 3325-3328.
- Bahr, R. & Mæhlum, S. (2004). Clinical guide to sports injuries (3ra. ed.). En Merlo, C., Oxemberg, J., Rosenthal, S., Taveira, J. & Tzal, K. (Eds.). (2007). *Lesiones deportivas: Diagnóstico, tratamiento y rehabilitación* (1ra. ed.). Madrid, España: Editorial Médica Panamericana
- Banas, M. P., Dalldorf, P. G., & Marquardt, J. D. (1992). Skateboard and in-line skate fractures: a report of one summer's experience. *Journal of orthopaedic trauma*, 6(3), 301-305.
- Batalla F., A. & Martínez G., P (2002). *Deportes individuales*. Zaragoza, España: Inde.
- Beirness, D. J., Foss, R. D., & Desmond, K. J. (2001). Use of protective equipment by in-line skaters: an observational study. *Injury Prevention*, 7(1), 51-55.
- Bernal R., Javier A., (2004), *Juegos y ejercicios de patines en línea*: Wanceulen S.L. Recuperado de https://books.google.es/books?id=0kgqCwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_atb#v=onepage&q&f=false
- Björnstig, U., Björnstig, J., & Boman, H. (2000). Inline skating--high fracture risk. Two of three injured are boys and young men. Wrist fractures are most common. *Lakartidningen*, 97(44), 4998-5000.
- Brashers-Krug, T., Shadmehr, R., & Bizzi, E. (1996). Consolidation in human motor memory. *Nature*, 382(6588), 252.
- Brudvik, C. (2006). Injuries caused by small wheel devices. *Prevention Science*, 7(3), 313-320.
- Brudvik, C., & Hove, L. M. (2003). Childhood fractures in Bergen, Norway: identifying high-risk groups and activities. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 23(5), 629-634.
- Burkhart, T. A., & Andrews, D. M. (2013). Kinematics, kinetics and muscle activation patterns of the upper extremity during simulated forward falls. *Journal of electromyography and kinesiology*, 23(3), 688-695.
- Burkhart, T. A., Brydges, E., Stefanczyk, J., & Andrews, D. M. (2017). The effect of asymmetrical body orientation during simulated forward falls on the distal upper extremity impact response of healthy people. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 33, 48-56.
- Burt, C. W., & Fingerhut, L. A. (1998). Injury visits to hospital emergency departments: United States, 1992-95. *Vital Health Stat* 13, 131.
- Callé, S. C. (1994). In-line skating injuries, 1987 through 1992. *American journal of public health*, 84(4), 675-675.
- Callé, S. C., & Eaton, R. G. (1993). Wheels-in-line roller skating injuries. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 35(6), 946-951.

- Consumer Products Safety Commission - CPSC (1999). International In-line Skating Association (IIAS). Statistics. Recuperado de <http://www.iisa.org/resources/safety.htm>.
- Cheng, S. L., Rajaratnam, K., Raskin, K. B., Hu, R. W., & Axelrod, T. S. (1995). "Splint-Top" fracture of the forearm: A description of an in-line skating injury associated with the use of protective wrist splints. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 39(6), 1194-1197.
- Chiu, J., & Robinovitch, S. N. (1998). Prediction of upper extremity impact forces during falls on the outstretched hand. *Journal of biomechanics*, 31(12), 1169-1176.
- Choi, W. J., & Robinovitch, S. N. (2011). Pressure distribution over the palm region during forward falls on the outstretched hands. *Journal of biomechanics*, 44(3), 532-539.
- Chou, P. H., Chou, Y. L., Lin, C. J., Su, F. C., Lou, S. Z., Lin, C. F., & Huang, G. F. (2001). Effect of elbow flexion on upper extremity impact forces during a fall. *Clinical Biomechanics*, 16(10), 888-894.
- Chou, P. H., Lou, S. Z., Chen, H. C., Chiu, C. F., & Chou, Y. L. (2009). Effect of various forearm axially rotated postures on elbow load and elbow flexion angle in one-armed arrest of a forward fall. *Clinical Biomechanics*, 24(8), 632-636.
- Davidson, P. L., Chalmers, D. J., & Stephenson, S. C. (2006). Prediction of distal radius fracture in children, using a biomechanical impact model and case-control data on playground free falls. *Journal of biomechanics*, 39(3), 503-509.
- De Nooijer, J., De Wit, M., & Steenhuis, I. (2004). Why young Dutch in-line skaters do (not) use protection equipment. *The European Journal of Public Health*, 14(2), 178-181.
- DeGoede, K. M., & Ashton-Miller, J. A. (2002). Fall arrest strategy affects peak hand impact force in a forward fall. *Journal of biomechanics*, 35(6), 843-848.
- DeGoede, K. M., & Ashton-Miller, J. A. (2003). Biomechanical simulations of forward fall arrests: effects of upper extremity arrest strategy, gender and aging-related declines in muscle strength. *Journal of biomechanics*, 36(3), 413-420.
- DelCastillo-Andrés, O., Toronjo-Hornillo, L., González-Campos, G., Toronjo-Urquiza, M.T. (2017). Propuesta de intervención "Safe Fall": prevención de lesiones en escolares mediante formas seguras y protegidas de caer. *Journal of Sport and Health Research*. 9(supl 1):137-142.
- Deroche, T., Stephan, Y., Castanier, C., Brewer, B. W., & Le Scanff, C. (2009). Social cognitive determinants of the intention to wear safety gear among adult in-line skaters. *Accident Analysis & Prevention*, 41(5), 1064-1069.
- Donaldson, L. J., Cook, A., & Thomson, R. G. (1990). Incidence of fractures in a geographically defined population. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 44(3), 241-245.
- Eingartner, C., Jockheck, M., Krackhardt, T., & Weise, K. (1997). Verletzungen beim Inline-Skating. *Sportverletzung· Sportschaden*, 11(02), 48-51.
- Ellis, J. A., Kierulf, J. C., & Klassen, T. P. (1995). Injuries associated with in-line skating from the Canadian hospitals injury reporting and prevention program database. *Canadian journal of public health= Revue canadienne de sante publique*, 86(2), 133-136.
- Fasciglione, D., Persic, R., Pohl, Y., & Filippi, A. (2007). Dental injuries in inline skating—level of information and prevention. *Dental Traumatology*, 23(3), 143-148.
- Feldman F, Robinovitch SN. (2004). Safe landing during a fall: effect of response time on ability to avoid hip impact during sideways falls. In: *Proceedings of the 28th annual meeting of the American society of biomechanics*, Portland, Oregon; 2004. Recuperado de <https://asbweb.org/conferences/2004/pdf/379.pdf>
- Feldman, F., & Robinovitch, S. N. (2007). Reducing hip fracture risk during sideways falls: evidence in young adults of the protective effects of impact to the hands and stepping. *Journal of biomechanics*, 40(12), 2612-2618.

- Finch, C., Valuri, G., & Ozanne-Smith, J. (1998). Sport and active recreation injuries in Australia: evidence from emergency department presentations. *British journal of sports medicine*, 32(3), 220-225.
- Frankovich, R. J., Petrella, R. J., & Lattanzio, C. N. (2001). In-line skating injuries: patterns and protective equipment use. *The Physician and sportsmedicine*, 29(4), 57-62.
- García-Massó, X., Colado, J. C., González, L. M., Salvá, P., Alves, J., Tella, V., & Triplett, N. T. (2011). Myoelectric activation and kinetics of different plyometric push-up exercises. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 25(7), 2040-2047.
- Garraway, W. M., Stauffer, R. N., Kurland, L. T., & O'Fallon, W. M. (1979). Limb fractures in a defined population. I. Frequency and distribution. *Mayo Clinic Proceedings* 54(11), 701-707.
- Giacobetti, F. B., Sharkey, P. F., Bos-Giacobetti, M. A., Hume, E. L., & Taras, J. S. (1997). Biomechanical analysis of the effectiveness of in-line skating wrist guards for preventing wrist fractures. *The American journal of sports medicine*, 25(2), 223-225.
- Goh, S. H., Tan, H. K., Yong, W. S., & Low, B. Y. (1996). Spectrum of roller-blading injuries. *Annals of the Academy of Medicine, Singapore*, 25(4), 547-549.
- Gustavsson, J. (2016). 98 preventing fall injuries with impact absorbing flooring in nursing homes—a study of the effects on injuries and work environment. *Injury Prevention*, 22(Suppl 2), A37. Recuperado de http://injuryprevention.bmj.com/content/22/Suppl_2/A37.2
- Hassan, I., & Dorani, B. J. (2001). Sports related fractures in children in north east England. *Emergency medicine journal*, 18(3), 167-171.
- Heitkamp, H. C., Horstmann, T., & Schalinski, H. (2000). In-line skating: injuries and prevention. *Journal of sports medicine and physical fitness*, 40(3), 247.
- Heller, D. R., Routley, V., & Chambers, S. (1996). Rollerblading injuries in young people. *Journal of paediatrics and child health*, 32(1), 35-38.
- Hilgert, R. E., Dallek, M., Radonich, H., & Jungbluth, K. H. (1998). Inline skating. Patterns of injury and risk group. *Der Unfallchirurg*, 101(11), 845-850.
- Hsiao, E. T., & Robinovitch, S. N. (1997). Common protective movements govern unexpected falls from standing height. *Journal of biomechanics*, 31(1), 1-9.
- Inkelis, S. H., Stroberg, A. J., Keller, E. L., & Christenson, P. D. (1988). Roller skating injuries in children. *Pediatric emergency care*, 4(2), 127-132.
- Instituto Nacional de Estadística – INE (2017). Defunciones según la Causa de Muerte 2015. España. Recuperado de <http://www.ine.es/jaxi/Tabla.htm?path=/t15/p417/a2015/10/&file=01001.px&L=0>
- Jacques, L. B., & Grzesiak, E. (1994). Personal protective equipment use by in-line roller skaters. *Journal of family practice*, 38(5), 486-489.
- Jerosch, J., & Heck, C. (2005). Verletzungsmuster und-prophylaxe beim inlineskating. *Der Orthopäde*, 34(5), 441-447.
- Jerosch, J., Heidjann, J., Thorwesten, L., & Lepsien, U. (1998). Injury pattern and acceptance of passive and active injury prophylaxis for inline skating. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 6(1), 44-49.
- Jerosch, J., Heidjann, J., Thorwestern, L., & Linnebecker, S. (1997). Inline skating--typical injuries and prevention. *Sportverletzung Sportschaden: Organ der Gesellschaft für Orthopädisch-Traumatologische Sportmedizin*, 11(2), 43-47.
- Junta de Andalucía (2010). Programa aprende a crecer con seguridad. Jaén: Consejería de Empleo. Seguridad y Salud Laboral, Recuperado de http://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1_2051_programa_aprende_a_crecer_con_seguridad.pdf

- Kelm, J., Bambach, S., Seil, R., Anagnostakos, K., & Pitsch, W. (2007). Inline skating injuries: medical and sociological aspects. *Sportverletzung· Sportschaden*, 21(03), 137-141.
- Kim, K. J., & Ashton-Miller, J. A. (2009). Segmental dynamics of forward fall arrests: A system identification approach. *Clinical biomechanics*, 24(4), 348-354.
- Knox, C. L., & Comstock, R. D. (2006). Video analysis of falls experienced by pediatric iceskaters and roller/inline skaters. *British journal of sports medicine*, 40(3), 268-271.
- Knox, C. L., Comstock, R. D., McGeehan, J., & Smith, G. A. (2006). Differences in the risk associated with head injury for pediatric ice skaters, roller skaters, and in-line skaters. *Pediatrics*, 118(2), 549-554.
- Knudsen, H. M., & Sørensen, J. C. (1997). Roller skating accidents as a cause of intracranial bleeding. *Ugeskrift for læger*, 159(23), 3607-3608.
- Kvidera, D. J., & Frankel, V. H. (1983). Trauma on eight wheels: a study of roller skating injuries in Seattle. *The American journal of sports medicine*, 11(1), 38-41.
- Largiader, U., Nufer, M., Hotz, T., & Käch, K. (1998). Inline skating, an old sport, newly discovered: harmless or a potential danger with socioeconomic effects?. *Praxis*, 87(8), 259-262.
- Lo, J. H., & Ashton-Miller, J. A. (2004). Simulation of forward falls: effect of lower extremity control strategy on injury risk. In: *Proceedings of the 28th annual meeting of the American society of biomechanics*, Portland, Oregon; 2004. Recuperado de <http://asbweb.org/conferences/2004/pdf/297.pdf>
- Lo, J. H., Mathias, A., & Ashton-Miller, J. (2006). Effect of movement strategy on injury risk in forward falls from standing height: an experimental investigation in young males. *Journal of Biomechanics*, 39, S85.
- Lo, J., & Ashton-Miller, J. A. (2008). Effect of upper and lower extremity control strategies on predicted injury risk during simulated forward falls: a study in healthy young adults. *Journal of biomechanical engineering*, 130(4), 041015.
- Lo, J., McCabe, G. N., DeGoede, K. M., Okuizumi, H., & Ashton-Miller, J. A. (2003). On reducing hand impact force in forward falls: results of a brief intervention in young males. *Clinical biomechanics*, 18(8), 730-736.
- Lubahn, J., Englund, R., Trinidad, G., Lyons, J., Ivance, D., & Buczek, F. L. (2005). Adequacy of laboratory simulation of in-line skater falls. *The Journal of hand surgery*, 30(2), 283-288.
- Majetschak, M., Kock, H. J., Neudeck, F., & Schmit-Neuerburg, K. P. (1997). Causation and injury pattern in in-line skating. *Unfallchirurgie*, 23(4), 171-178.
- Malanga, G. A., & Smith, H. M. (1996). Lower extremity injuries in in-line skaters: a report of two cases. *The Journal of sports medicine and physical fitness*, 36(2), 139-142.
- Malanga, G. A., & Stuart, M. J. (1995). In-line skating injuries. *Mayo Clinic Proceedings*, 70(8), 752-754.
- Marcolin, G., Petrone, N., Moro, T., Battaglia, G., Bianco, A., & Paoli, A. (2015). Selective activation of shoulder, trunk, and arm muscles: a comparative analysis of different push-up variants. *Journal of athletic training*, 50(11), 1126-1132.
- Martin, D. (1993). Skating by-at 72 MPH New York Times 1993 Nov 24. *Sect B, 1*.
- McGeehan, J., Shields, B. J., & Smith, G. A. (2004). Children should wear helmets while ice-skating: a comparison of skating-related injuries. *Pediatrics*, 114(1), 124-128.
- Moon, Y., & Sosnoff, J. J. (2017). Safe landing strategies during a fall: Systematic review and meta-analysis. *Archives of physical medicine and rehabilitation*, 98(4), 783-794.
- Mulder, S., & Hutten, A. (2002). Injuries associated with inline skating in the European region. *Accident Analysis & Prevention*, 34(1), 65-70.
- Müller, I., Vogiatzis, M., Wiese, K., Sönnichsen, S., Zantop, T., Oehlert, K., Petersen, W., & Hassenpflug, J. (2003). Biomechanical examinations of the efficacy of wrist guards in

- inline skating. *Sportverletzung Sportschaden: Organ der Gesellschaft für Orthopädisch-Traumatologische Sportmedizin*, 17(2), 80-83.
- Muñoz Ch., S. (2002). Lesiones musculares deportivas: Diagnóstico por imágenes. *Revista chilena de radiología*, 8(3), 127-132
- Nguyen, D., & Letts, M. (2001). In-line skating injuries in children: a 10-year review. *Journal of Pediatric Orthopaedics*, 21(5), 613-618.
- O'Farrell, D. A., Ridha, H. M., Keenan, P., McManus, F. W., & Stephens, M. (1997). An epidemic of roller-blade injuries in children. *Injury*, 28(5-6), 377-379.
- Orenstein, J. B. (1996). Injuries and small-wheel skates. *Annals of emergency medicine*, 27(2), 204-209.
- Organización Mundial de la Salud - OMS (2016). Caídas. *Nota descriptiva N.º 344, de setiembre de 2016*. Recuperado de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs344/es/>
- Osberg, J. S., Faul, S., Poole, J., & McHenry, J. (2000). Skating: An emerging mode of transportation. Recuperado de <https://www.aaafoundation.org/sites/default/files/skatetransport.PDF>
- Osberg, J. S., Schneps, S. E., Di Scala, C., & Li, G. (1998). Skateboarding: more dangerous than roller skating or in-line skating. *Archives of pediatrics & adolescent medicine*, 152(10), 985-991.
- Pose L, G. (2005). Lesiones deportivas osteocartilaginosas en el niño y adolescente. *Revista chilena de radiología*, 11(2), 91-100
- Powell, E. C., & Tanz, R. R. (1996). In-line skate and rollerskate injuries in childhood. *Pediatric emergency care*, 12(4), 259-262.
- Pudpud, A. A., & Linares, M. Y. R. (1997). In-line skating: A deadly pediatric activity?. *Pediatric emergency care*, 13(6), 376-379.
- Real Academia Española – RAE (2014). *Diccionario de la lengua española*. Madrid, España. *dle.rae.es*. Recuperado el 14 de abril de 2017.
- Sabick, M. B., Hay, J. G., Goel, V. K., & Banks, S. A. (1999). Active responses decrease impact forces at the hip and shoulder in falls to the side. *Journal of biomechanics*, 32(9), 993-998.
- Salam, R. A., Arshad, A., Das, J. K., Khan, M. N., Mahmood, W., Freedman, S. B., & Bhutta, Z. A. (2016). Interventions to prevent unintentional injuries among adolescents: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Adolescent Health*, 59(4), S76-S87.
- Schieber, R. A., & Branche-Dorsey, C. M. (1995). In-line skating injuries. Epidemiology and recommendations for prevention. *Sports medicine*, 19(6), 427-432.
- Schieber, R. A., Branche-Dorsey, C. M., & Ryan, G. W. (1994). Comparison of in-line skating injuries with rollerskating and skateboarding injuries. *JAMA*, 271(23), 1856-1858.
- Schieber, R. A., Branche-Dorsey, C. M., Ryan, G. W., Rutherford Jr, G. W., Stevens, J. A., & O'Neil, J. (1996). Risk factors for injuries from in-line skating and the effectiveness of safety gear. *New England Journal of Medicine*, 335(22), 1630-1635.
- Seldes, R. M., Grisso, J. A., Pavell, J. R., Berlin, J. A., Tan, V., Bowman, B., Kinman, J. & Fitzgerald Jr, R. H. (1999). Predictors of injury among adult recreational in-line skaters: a multicity study. *American journal of public health*, 89(2), 238-241.
- Sherker, S., & Cassell, E. (1999). Preventing in-line skating injuries. *Sports medicine*, 28(5), 325-335.
- Soriano, M. (2008). *Accidentes infantiles. Tipología, causas y recomendaciones para la prevención*. Jaén: Junta de Andalucía. Consejería de Empleo. Recuperado de http://www.juntadeandalucia.es/export/drupaljda/1_1928_accidentes_infantiles.pdf
- Sran, M. M., Stotz, P. J., Normandin, S. C., & Robinovitch, S. N. (2009). Age differences in energy absorption in the upper extremity during a descent movement: implications for

- arresting a fall. *Journals of Gerontology Series A: Biomedical Sciences and Medical Sciences*, 65(3), 312-317.
- Tan, V., Seldes, R. M., & Daluiski, A. (2001). In-line skating injuries. *Sports medicine*, 31(9), 691-699.
- Taylor, B. L., & Attia, M. W. (2000). Sports-related injuries in children. *Academic Emergency Medicine*, 7(12), 1376-1382.
- Thévenod, C., Lironi, A., & Le Coultre, C. (2000). Epidemiology of in-line skate injuries: state of the art. *Revue d'épidémiologie et de sante publique*, 48(3), 271-280.
- Townsend, D. J., & Bassett, G. S. (1996). Common elbow fractures in children. *American family physician*, 53(6), 2031-2041.
- United Nations International Children's Emergency Fund, UNICEF (2001). A League Table of Child Deaths by Injury in Rich Nations, *Innocenti Report Card no. 2*, Recuperado de <https://www.unicef-irc.org/publications/289/>
- Van Swigchem, R., Groen, B. E., Weerdesteyn, V., & Duysens, J. (2009). The effects of time pressure and experience on the performance of fall techniques during a fall. *Journal of electromyography and kinesiology*, 19(3), 521-531.
- Warda, L., Harlos, S., Klassen, T. P., Moffatt, M. E., Buchan, N., & Koop, V. L. (1998). An observational study of protective equipment use among in-line skaters. *Injury prevention*, 4(3), 198-202.
- Weerdesteyn, V., Groen, B. E., van Swigchem, R., & Duysens, J. (2008). Martial arts fall techniques reduce hip impact forces in naive subjects after a brief period of training. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 18(2), 235-242.
- Weinberger, D. G., & Selesnick, S. H. (1994). Roller blade falls-a new cause of temporal bone fractures. *Journal of Trauma and Acute Care Surgery*, 37(3), 500-503.
- Williams-Avery, R. M., & Mackinnon, D. P. (1996). Injuries and use of protective equipment among college in-line skaters. *Accident Analysis & Prevention*, 28(6), 779-784.
- Young, C. C., Seth, A., & Mark, D. H. (1998). In-line skating: use of protective equipment, falling patterns, and injuries. *Clinical journal of sport medicine*, 8(2), 111-114.

17.1. Bibliografía

- Groen, B. E., Smulders, E., Duysens, J., Van Lankveld, W., & Weerdesteyn, V. (2010). Could martial arts fall training be safe for persons with osteoporosis?: a feasibility study. *BMC research notes*, 3(1), 111.
- Hove, L. M. (1999). Epidemiology of scaphoid fractures in Bergen, Norway. *Scandinavian journal of plastic and reconstructive surgery and hand surgery*, 33(4), 423-426.
- Hwang, I. K., Kim, K. J., Kaufman, K. R., Cooney, W. P., & An, K. N. (2006). Biomechanical efficiency of wrist guards as a shock isolator. *Journal of biomechanical engineering*, 128(2), 229-234.
- Kannus, P., Leiponen, P., Parkkari, J., Palvanen, M., & Järvinen, M. (2006). A sideways fall and hip fracture. *Bone*, 39(2), 383-384.
- Nevitt, M. C., Cummings, S. R., & Hudes, E. S. (1991). Risk factors for injurious falls: a prospective study. *Journal of gerontology*, 46(5), M164-M170.
- Spadaro, J. A., Werner, F. W., Brenner, R. A., Fortino, M. D., Fay, L. A., & Edwards, W. T. (1994). Cortical and trabecular bone contribute strength to the osteopenic distal radius. *Journal of orthopaedic research*, 12(2), 211-218.

18. ANEXOS

18.1. Anexo 1. Hoja de registro de los datos del atleta

Hoja de registro de los datos del participante
Nombre del Participante:
Género:
Edad:
Peso (Aproximado):
Escuela de Madrid Patina donde patina:
Describir sí el niño tiene/tuvo lesiones de consideración en las manos, brazos, hombros, cabeza y columna vertebral, actualmente/en el último año:
Sí tiene miedo a las caídas, explicar el motivo:
Sí tuvo entrenamiento en caídas, explicar el motivo:
Describir sí tiene entrenamiento en artes marciales, gimnasia o realiza Preparación física:
Observaciones (Completado por el investigador):

18.2. Anexo 2. Hoja de presentación de la investigación a Familiares/Tutores legales

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN FIN DE MÁSTER

“Efectividad de una técnica de amortiguación de caídas controladas en infantes de patinaje en línea”

Madrid, 26 de abril de 2017

Estimado familiar/tutor legal:

Me dirijo a Usted, en primer lugar, dándole las gracias por emplear su tiempo en la lectura de este documento. Por medio del mismo, trataré de informarle de un nuevo proyecto de investigación que, desde la Facultad de Formación de Profesorado y Educación de la Universidad Autónoma de Madrid (Una las Universidades más prestigiosas del mundo), en colaboración con la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte – INEF, de la Universidad Politécnica de Madrid (Una de las instituciones universitaria más importante en investigación y formación deportiva de España) y la Asociación MadridPatina, estamos tratando de llevar a cabo. Ruego lea atentamente la siguiente información y opte por permitirle participar a su hijo/a para ayudarnos a avanzar en el conocimiento de la prevención de lesiones por caídas de nuestros patinadores.

Reciban un cordial saludo.

Lic. Juan Manuel Duarte Jara
Investigador Principal

18.3. Anexo 3. Hoja de información de interés para Familiares/Tutores legales

El investigador principal del proyecto, Juan Manuel Duarte Jara, quien actualmente es estudiante del Máster en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte en la Universidad Autónoma de Madrid, en plena colaboración con la Facultad de Ciencias de la Actividad física y del Deporte – INEF de la Universidad Politécnica de Madrid y con el Coordinador General de la Asociación MadridPatina, Javier Griñán Lacaci, le proponen a través de Usted, a su hijo/a para participar en un proyecto de investigación, para comprobar la efectividad de una técnica de amortiguación con los brazos que podría reducir la fuerza de impacto contra el suelo y por lo tanto, reducir las lesiones por caídas en el patinaje en línea. En este documento encontrará información acerca del proyecto que le permitirá decidir si desea que participe o no, en el mismo. En todo caso, debe saber que la participación de su hijo/a en este proyecto debe ser libre y voluntaria, y que, sea cual sea la decisión que tome, el trato que reciba su hijo/a será el mismo y no influirá en su relación con la Escuela MadridPatina.

Título del proyecto de investigación

"Efectividad de una técnica de amortiguación de caídas controladas en infantes de patinaje en línea"

Resumen del proyecto de investigación

El objeto de estudio se centrará en una técnica de amortiguación de los brazos para reducir la fuerza de impacto contra la pista y de esa manera disminuir la incidencia de lesiones causadas por caídas, durante la práctica del patinaje en línea en infantes. No se pudo acceder a ninguna investigación con enfoques similares efectuados en patinadores o en niños y adolescentes, sólo se han hallado estudios practicados en adultos jóvenes y mayores. Por tanto, hay motivos justificados para su estudio y quizás el más importante es que, las lesiones causadas por caída están aumentando gradualmente, ocasionando que los gastos sanitarios sean más elevados.

Se hará un diseño experimental con dos grupos distintos no aleatorios. Se tendrá la participación exclusiva de unos 30 patinadores en línea de la Escuela MadridPatina en su primera fase y a través de unos criterios se seleccionarán a 20 aproximadamente. El grupo experimental y el grupo de control estarán formados por 10 sujetos cada uno. Todos tendrán de 8 a 12 años de edad. Las intervenciones consistirán en introducirán en el calentamiento de las clases de patinaje la técnica de amortiguación DJE (*Duarte Jara Ejepoi*) desde la posición de arrodillado, diez minutos por sesión, una vez por semana, durante tres semanas. La primera intervención (1) la llevará a cabo sólo el grupo experimental y viceversa, la segunda intervención (2) solamente la realizará el grupo de control.

Ambos grupos realizarán tres ensayos de la capacidad de amortiguación al inicio de la investigación, utilizando su técnica natural de caída, tres ensayos después de la intervención (1), en el que sólo el grupo experimental utilizará el DJE, y luego de la intervención (2), en las que ambos grupos utilizarán el DJE.

Se usará una plataforma dinamométrica para medir las fuerzas de impacto y valorar la capacidad de amortiguación de los brazos en las caídas frontales controladas.

Gracias a las conclusiones de este estudio se podrían proponer y establecer programas de prevención de lesiones por caídas en deportes con patines, lo que podría contribuir en la reducción de la incidencia de lesiones graves durante la práctica de estos deportes y a la disminución de gastos sanitarios debido a estos infortunios.

Criterios de selección de los participantes

Los criterios serán:

- Aquellos que tengan en el último año de lesiones de consideración en las manos, brazos, hombros, cabeza y columna vertebral, podrían ser excluidos
- Edad: de 7 a 12 años
- El que tenga malas experiencias por las caídas podría ser excluido
- Aquel que tengan entrenamiento en técnicas de caídas, artes marciales o gimnasia podría ser excluido

Instituciones que avalan la investigación

Facultad de Formación de Profesorado y Educación (Universidad Autónoma de Madrid).

Facultad de Ciencias de la Actividad física y del Deporte - INEF (Universidad Politécnica de Madrid).

Lugar de la investigación

La investigación será llevada a cabo en las Escuelas de MadridPatina en la ciudad de San Sebastián de los Reyes, de acuerdo al lugar de entrenamiento de cada patinador.

- Pista de patinaje municipal La Dehesa

Dirección: Avda. de la Dehesa esquina con Avda. Hayedo de Montejo, junto al Complejo Deportivo Municipal Dehesa Boyal.

- Pista de patinaje de La Marina

Dirección: Avd. de los Reyes Católicos 10

Calendario del Estudio

La investigación se llevará a cabo entre los meses de mayo y junio en los horarios de entrenamiento de los patinadores y las pruebas del estudio se realizarán 30 minutos antes o después de su horario normal de entrenamiento. Los posibles cambios en el horario serán comunicados con antelación.

Procedimiento de la obtención de los datos

Para la obtención de los datos, llevaremos a cabo ensayos de caídas controladas frontales desde una posición de arrodillado sobre una plataforma dinamométrica, que registra la fuerza de impacto de las caídas.

¿Existe algún riesgo derivado de la participación en las pruebas?

Sí, existen riesgos derivados de la intervención en este proyecto, son ínfimas y se realizarán procedimientos para reducir al mínimo la posibilidad de cualquier efecto secundario.

¿Cuáles son los derechos de los participantes?

- Todos los derechos relacionados con la Declaración Internacional de los Derechos Humanos
- Todos los derechos relacionados con la Declaración de Helsinki
- Derecho a ser informado, al anonimato y a la privacidad
- Derecho a contactar con los investigadores
- Derecho a abandonar el estudio cuando se desee

¿Quiénes llevan a cabo este estudio?

- Investigador Principal: Lic. Juan Manuel Duarte Jara
Graduado en Educación física. (UNIDA).
Estudiante del Máster en Ciencias de la actividad física y el deporte (UAM)
Contacto
E-mail: JuanDuarte_EducacionFisica@hotmail.com
Teléfono móvil: 681 647 805

- Tutor de la investigación por parte de la Universidad Autónoma de Madrid (UAM):
Dr. Carlos M^a Tejero González
Doctor en ciencias de la educación
Máster en estadística aplicada
Máster en psicología del deporte

- Cotutor de la investigación por parte de la Universidad Politécnica de Madrid:
Dr. Manuel Sillero Quintana
Doctor en Ciencias de la Actividad Física y del Deporte
Director del Área de Termografía - PermaGroup
Director del Laboratorio de Análisis de la Actividad Física del Deporte del INEF de Madrid

¡Muchas gracias por tu atención!

¡Esperamos su colaboración!

18.4. Anexo 4. Consentimiento informado firmado por Padres

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID PROYECTO DE INVESTIGACIÓN FIN DE MÁSTER

“Efectividad de una técnica de amortiguación de caídas controladas en infantes de patinaje en línea”

Consentimiento Informado para Familiares/Tutores legales

Datos del estudio para el que se otorga el consentimiento

Investigador principal: Lic. Juan Manuel Duarte Jara

Título proyecto: Efectividad de una técnica de amortiguación de caídas controladas en infantes de patinaje en línea.

Lugar donde se llevará a cabo la investigación: La investigación será llevada a cabo en las Escuelas de MadridPatina en la ciudad de San Sebastián de los Reyes, de acuerdo al lugar de entrenamiento de cada patinador.

Pista de patinaje La Dehesa (Dirección: Avda. de la Dehesa esquina con Avda. Hayedo de Montejo)

Pista de patinaje La Marina (Dirección: Avd. de los Reyes Católicos 10)

Datos del participante

Nombre del Participante: _____

Nombre del Familiar/Tutor legal: _____

1. Declaro que he leído la Hoja de información de interés para Familiares/Tutores legales, sobre el estudio citado y acepto que mi hijo/a participar en él.
2. Se me ha entregado una copia de la Hoja de información de interés para Familiares/Tutores legales. Se me han explicado las características y el objetivo del estudio.
3. Sé que se mantendrá la confidencialidad de los datos y las filmaciones, y que sólo serán utilizados para fines académicos y que la participación es anónima.
5. El consentimiento lo otorgo de manera voluntaria y sé que mi hijo/a es libre de retirarse del estudio en cualquier momento del mismo, por cualquier razón.

DOY
NO DOY

Mi consentimiento para la participación de mi hijo/a en el estudio propuesto.

Madrid, de _____ de 2017.

Firma del Familiar/tutor legal.

Hago constar que esta persona otorga su consentimiento por medio de su firma fechada en este documento.

Madrid, de _____ de 2017.

Firma del investigador principal.

18.5. Anexo 5. Hoja de registro de la intervención del grupo de la Pista de la Dehesa

Hoja de registro de asistencia y control de la intervención del grupo de la Pista de la Dehesa						
Mes			Mayo			Total
Sesión			1	2	3	
Día			Mi	Mi	Mi	
Nº	Nombre y Apellido	Ítems	3	10	17	
1		Asistencia				
		Calidad de Trabajo				
2		Asistencia				
		Calidad de Trabajo				
3		Asistencia				
		Calidad de Trabajo				
4		Asistencia				
		Calidad de Trabajo				
5		Asistencia				
		Calidad de Trabajo				
6		Asistencia				
		Calidad de Trabajo				

Referencias
<u>Asistencia:</u> A= Ausente ; P= Presente ; AJ= Ausencia justificada; ABE= Abandono del entrenamiento; ABI= Abandono de la Intervención; ESI= Efectos secundarios por la Intervención.
<u>Calidad de Trabajo:</u> Es la percepción del investigador de la calidad de ejecución de la técnica de caída - de 1 al 100.

Cuestionario a los sujetos antes de iniciar las sesiones de intervención
1- ¿Te encuentras bien para entrenar hoy?
2- ¿Sientes alguna molestia que pudo ser causada por la intervención?
3- ¿Te duele algo después de los entrenamientos?
4- ¿Quieres seguir con el experimento?

Observaciones

18.6. Anexo 6. Hoja de registro de la intervención del grupo de la Pista la Marina

Hoja de registro de asistencia y control de la intervención de la Pista la Marina						
Mes			Mayo	Junio		Total
Sesión			1	2	3	
Día			Do	Do	Do	
Nº	Nombre y Apellido	Ítems	28	4	11	
1		Asistencia				
		Calidad de Trabajo				
2		Asistencia				
		Calidad de Trabajo				
3		Asistencia				
		Calidad de Trabajo				
4		Asistencia				
		Calidad de Trabajo				
5		Asistencia				
		Calidad de Trabajo				
6		Asistencia				
		Calidad de Trabajo				

Referencias
<u>Asistencia:</u> A= Ausente ; P= Presente ; AJ= Ausencia justificada; ABE= Abandono del entrenamiento; ABI= Abandono de la Intervención; ESI= Efectos secundarios por la Intervención;
<u>Calidad de Trabajo:</u> Es la percepción del investigador de la calidad de ejecución de la técnica de caída - de 1 al 100

Cuestionario a los sujetos antes de iniciar las sesiones de intervención
1- ¿Te encuentras bien para entrenar hoy?
2- ¿Sientes alguna molestia que pudo ser causada por la intervención?
3- ¿Te duele algo después de los entrenamientos?
4- ¿Quieres seguir con el experimento?

Observaciones

18.7. Anexo 7. Hoja de autorización para acceder al Laboratorio de Análisis de la actividad física y del deporte del INEF de Madrid



POLITÉCNICA

Laboratorio de análisis de la actividad física y del deporte
Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte (INEF Madrid)



De: Manuel Sillero Quintana.
A: Antonio Rivero. Decano.
CC: Jefe de Conserjes.

F. CC. A. F. y D. (INEF), 3 de marzo de 2017.

Como profesor responsable del Laboratorio de Análisis de la Actividad Física y del Deporte, y para que pueda realizar sus actividades del Trabajo Final de Máster titulado “**Efectividad de una técnica para mejorar la capacidad de amortiguación de los brazos y disminuir la gravedad de las lesiones por caídas accidentales**”, dirigido por el Dr. **Carlos María Tejero González**, al alumno D. **Juan Manuel Duarte Jara**, con NIE: **Y4929852T**, desde el día de la **fecha hasta finales de Junio de 2017**, siempre que sigan las siguientes normas:

1. Pedir la llave en conserjería y entregarlas de **manera inmediata** cada vez que se salga del mismo, independientemente del tiempo que se vaya a estar fuera, siempre que no haya nadie en el laboratorio en el momento de la salida de mismo. **IMPORTANTE:** Este alumno tiene acceso a las dos llaves del laboratorio: la general y la del cuarto interior de material.
2. Durante el uso del laboratorio, la llave permanecerá colgada en lugar indicado para la misma.
3. Aunque la llave estuviera ya en el laboratorio, deberán firmar el acceso en conserjería. De la misma forma, deberán firmar la hora de salida, aunque la llave se quede en el laboratorio.
4. Las normas de uso del material serán las mismas que para el resto de usuarios del laboratorio.

Para que conste a los efectos oportunos, firmo la presente en Madrid a tres de marzo de dos mil diecisiete.

Manuel Sillero Quintana.

Profesor: Manuel Sillero Quintana.

Dirección: Facultad de CC. de la Act. Física y del Deporte (INEF Madrid). C/ Martín Fierro, s/n. 28040. Madrid. España

Teléfono: +34913364021. **Fax:** 91 336 40 32. **E-Mail:** manuel.sillero@upm.es

18.8. Anexo 8. Hoja de solicitud de uso de la plataforma dinamométrica

A la atención de:

Profesor: Dr. Manuel Sillero Quintana.

Director del Laboratorio de Análisis de la Actividad Física del Deporte

Dirección: Facultad de CC. de la Act. Física y del Deporte (INEF Madrid).

C/ Martín Fierro, s/n. 28040. Madrid. España

Teléfono: +34913364021.

Fax: 91 336 40 32.

E-Mail: manuel.sillero@upm.es

Título del proyecto de investigación: "Efectividad de una técnica de amortiguación de caídas controladas en infantes de patinaje en línea"

Tutor de TFM: Dr. Carlos M^a Tejero González

Resumen del proyecto de investigación

Se hará un diseño experimental con dos grupos distintos no aleatorios. Se tendrá la participación exclusiva de unos 30 patinadores en línea de la Escuela MadridPatina en su primera fase y a través de unos criterios se seleccionarán a 20 aproximadamente. El grupo experimental y el grupo de control estarán formados por 10 sujetos cada uno. Todos tendrán de 7 a 11 años de edad. La intervención consistirá en introducir en la vuelta a la calma de las clases de patinaje la técnica de amortiguación DJE (*Duarte Jara Ejepoi*) desde la posición de arrodillado, 15 minutos por sesión, una vez por semana, durante tres semanas. La primera intervención (1) la llevará a cabo sólo el grupo experimental y viceversa, la segunda intervención (2) solamente la realizará el grupo de control.

Ambos grupos realizarán tres ensayos de la capacidad de amortiguación al inicio de la investigación, utilizando su técnica natural de caída, tres ensayos después de la intervención (1), en el que sólo el grupo experimental utilizará el DJE, y luego de la intervención (2), en las que ambos grupos utilizarán el DJE.

Se usará una plataforma dinamométrica para medir las fuerzas de impacto y valorar la capacidad de amortiguación de los brazos en las caídas frontales controladas.

Cronograma de Evaluaciones, Préstamo y devolución de la Plataforma dinamométrica								
Nº de Evaluación	Lugar	Ciudad	Evaluaciones		Préstamo		Devolución	
			Fecha	Hora	Fecha	Hora	Fecha	Hora
1 ^a	Pista la Dehesa	San Sebastián de los Reyes	3/mayo/2017	17:30 - 19:30	3/mayo/2017	15:00	4/mayo/2017	13:00
	Pista la Marina		7/mayo/2017	10:00 - 11:15	5/mayo/2017	15:00	7/mayo/2017	12:30
2 ^a	Pista la Dehesa		24/mayo/2017	17:30 - 19:30	24/mayo/2017	15:00	25/mayo/2017	13:00
	Pista la Marina		28/mayo/2017	10:00 - 12:00	26/mayo/2017	15:00	29/mayo/2017	13:00
3 ^a	Pista la Dehesa	14/junio/2017	17:30 - 19:30	14/junio/2017	15:00	15/junio/2017	13:00	
	Pista la Marina	18/junio/2017	10:00 - 12:00	16/junio/2017	15:00	19/junio/2017	13:00	

En Madrid a 27 de abril de 2017

Carlos M^a Tejero González

Juan Manuel Duarte Jara

18.9. Anexo 9. Variantes de la Técnica Duarte Jara Ejepoi (DJE)

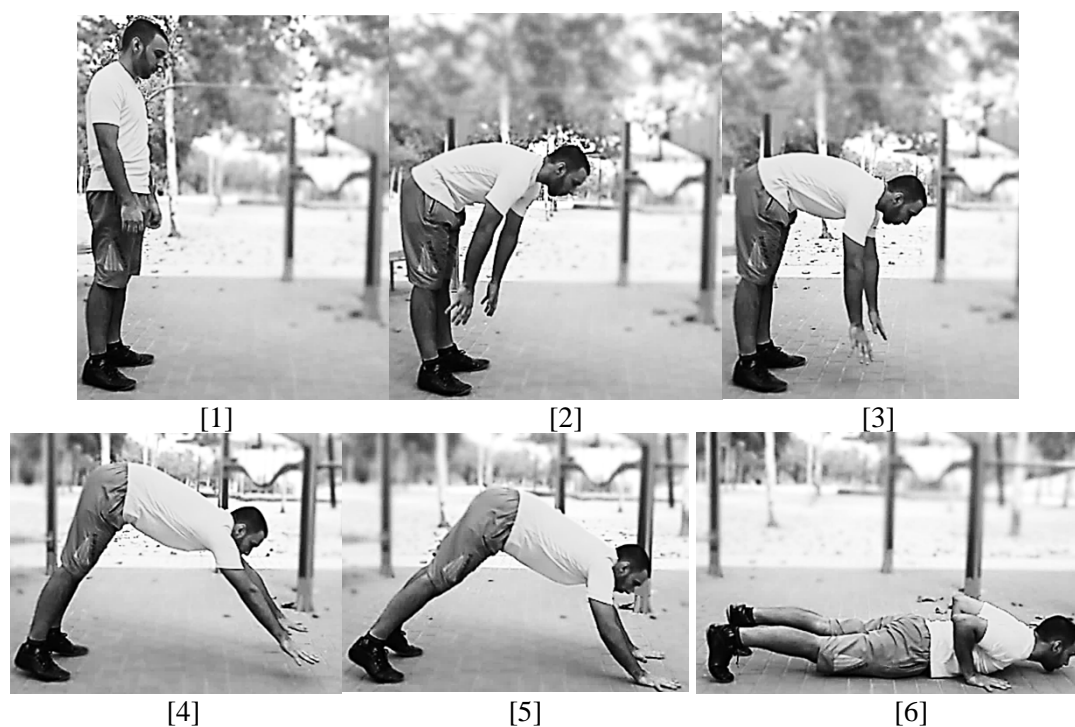


Figura 10. DJE desde la posición de bipedestación con flexión de cadera al inicio con dirección de caída hacia adelante. Fase inicial [1, 2, 3, 4], fase de impacto [5] y fase final [6]. Imágenes de elaboración propia.

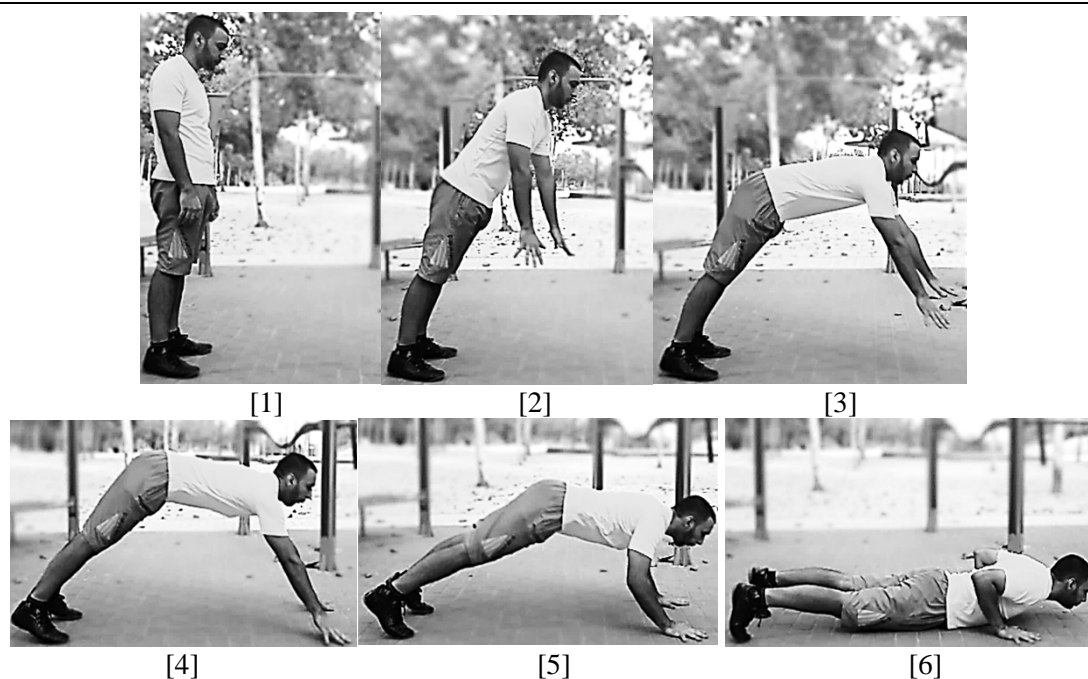


Figura 11. DJE desde la posición de bipedestación sin flexión de cadera inicial con dirección de caída hacia adelante. Fase inicial [1, 2, 3], fase de impacto [4, 5] y fase final [6]. Imágenes de elaboración propia.

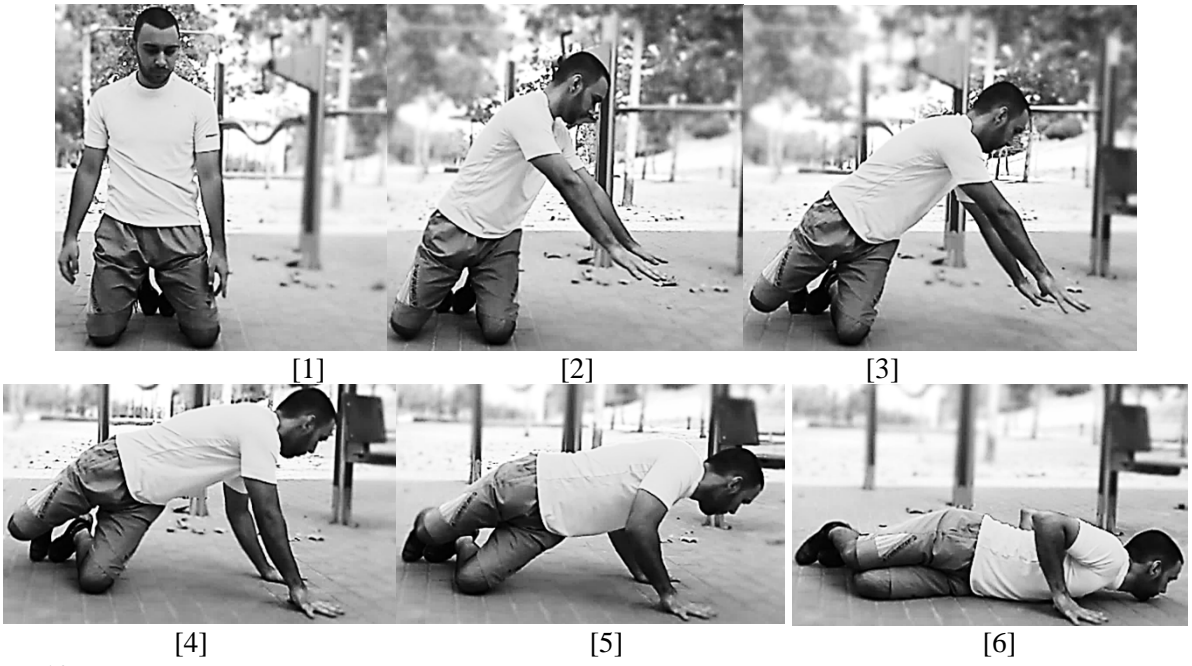


Figura 12. DJE desde la posición de arrodillado con dirección de caída hacia un costado. Fase inicial [1, 2, 3], fase de impacto [4, 5] y fase final [6]. Imágenes de elaboración propia.