ANÁLISIS BIOMECÁNICO EN CHEERLEADING DE LA FASE DE DESCENSO DURANTE LA EJECUCIÓN DE LA TÉCNICA ACROBÁTICA: LANZAMIENTO DIRECTO A UNA MANO O "CUPIE".

BIOMECHANICAL ANALYSIS IN CHEERLEADING OF THE DISMOUNT PHASE DURING THE EXECUTION OF THE ACROBATIC TECHNIQUE: TOSS TO ONE HAND OR "CUPIE".

Jorge Luis Sierra González
jorgelsierra@ucundinamarca.edu.co
Facultad de Ciencias del Deporte y la Educación Física
Universidad de Cundinamarca
Año 2022

RESUMEN.

El cheerleading es un deporte muy popular en Latinoamérica y el mundo, no así en la ciencia, ya que existen pocos estudios que evalúan desde la biomecánica las habilidades complejas de esta disciplina. Con el actual texto, se pretende hacer un análisis descriptivo de las variables tiempo, velocidad, distancia y aceleración del tobillo de la flyer; junto con un estudio miocinemático de los principales músculos involucrados durante la fase de recepción del descenso en el lanzamiento directo a una mano o "Cupie". Para ello, contamos con una muestra de 13 cheerleaders de Alto Rendimiento, 2 cámaras de 48Mpx resolución HDR 1080p 60fps para grabar los videos y el software Kinovea V 0.9.5 con el que se analiza la trayectoria. Se recolectan los datos de las 8 parejas con resultados de tiempo (2.59 ± 0.22s), distancia (2.89 ± 0.22m), velocidad media (1.69 ± 0.12m/s) y velocidad máxima promedio (4.60 ± 0.66m/s); aceleración media (-0.93 ± 1.39m/s²), aceleración positiva (6.55 ± 0.87m/s²) y aceleración negativa o máxima desaceleración promedio (-17.9 ± 3.09m/s²). Se evidencia un alto índice de velocidad máxima momentos antes de que la flyer toque el piso, seguido de una máxima desaceleración en el momento en que los talones llegan al suelo. Esto claramente genera un sobreesfuerzo de la articulación y demás tejidos del tobillo de la flyer durante la recepción del descenso. Por lo cual, se hace necesario generar nuevas metodologías de entrenamiento enfocadas al fortalecimiento y prevención de lesiones en el tobillo a causa de la repetición de fuertes impactos contra el suelo.

Palabras Clave: Biomecánica, Porrismo, Directo a Una Mano, Miocinemática, Prevención de Lesiones, Descenso

ABSTRACT.

Cheerleading is a very popular sport in Latin America and around the world, but not so in science, since there are few studies that evaluate complex skills in this discipline from biomechanics. With the current document, it is intended to make a descriptive analysis of the variables time, speed, distance and acceleration of the flyer's ankle; and also a myokinematics study of the main muscles involved during the reception phase of the dismount on the toss to one hand or Toss to Cupie. To do this, with a sample of 13 high performance cheerleaders and 2 cameras of 48Mpx resolution HDR 1080p 60fps, videos were recorded and the ankle trajectory was analyzed using the Kinovea software V 0.9.5. The data was recollected from the 8 couples with the following results regarding time (2.59 ± 0.22s), distance (2.89 ± 0.22m), average speed (1.69 ± 0.12m/s) and maximum average speed (4.60 ± 0.66m/s); average acceleration (-0.93 ± 1.39m/s²), positive acceleration (6.55 ± 0.87m/s²) and negative acceleration or maximum average deceleration (-17.9 ± 3.09m/s²). A high rate of maximum speed is evident right before the flyer gets in touch with the floor, followed by a very high maximum deceleration in the instant when the heel reaches the ground. This clearly generates an overexertion of the joint and other tissues from the flyer's ankle during the reception of the dismount. Therefore, it becomes necessary to generate new training methodologies focused on strengthening and preventing ankle injuries due to repetition of impacts against the ground.

Keywords: Biomechanics, Cheerleading, Toss to Cupie, Myokinematics, Injurie Prevention, Dismount.

INTRODUCCIÓN.

El porrismo, es uno de los deportes más practicados y menos explorados por las ciencias del deporte en Colombia y en el mundo. Se considera una disciplina fascinante llena de rutinas originales que mezclan baile con música, haciendo énfasis en efectos visuales (Valencia, 2012), acrobacias y saltos gimnásticos combinados en una coreografía. Animando a los miles de espectadores que asisten, año tras año, para ver en vivo y en directo a las mejores escuadras compitiendo entre ellas en torno a la creatividad, ejecución y dificultad de movimientos dentro de sus rutinas. Seduciendo a miles de jóvenes que buscan experiencias diferentes para practicar actividades deportivas de nuevas tendencias o llamadas también no convencionales.

En este deporte, se aprenden técnicas que por lo general se consideran de alto riesgo para los sistemas óseo y muscular, que posiblemente, perjudica las articulaciones a causa de errores ya sea en la técnica, postura corporal o falta de una adecuada condición física; esto genera abandono en la práctica deportiva o "…lesiones luego de un tiempo práctica regular en este deporte" (Ávila, 2015). "Las lesiones de porristas se han atribuido a la falta de experiencia, acondicionamiento inadecuado, supervisión insuficiente, acrobacias difíciles (ver figura #1),

superficies y equipos inadecuados” (Hutchinson, 2015). Esto soporta la importancia de la presente investigación en la necesidad de aportar conocimientos que ayuden a conocer profundamente las fuerzas que actúan para la ejecución de una técnica de alta complejidad como el “Toss” to “Cupie” (USASF, 2020). Hecho que permita a posteriori desarrollar nuevos métodos de enseñanza con base en el estudio de la biomecánica del movimiento para prevenir y disminuir los riesgos de lesión al practicar este tipo de habilidades.

Figura #1. (Fuente: Archivo Privado)

METODOLOGÍA.

Esta es una investigación de corte transversal, tipo descriptiva y con un enfoque cuantitativo que busca medir bajo las mismas condiciones a diferentes parejas acrobáticas. A partir de esta premisa, se crea el Protocolo de Análisis Biomecánico con Kinovea para Cheerleading que se compone de 4 etapas, en las cuales encontramos una guía metodológica para analizar diferentes stunts. Este incluye definición de objetivos, determinación de parámetros de grabación, recolección y análisis de los datos. (ver tabla #1). A continuación, un análisis de las características de cada una de estas etapas, con base en el proyecto que nos compete investigar en este estudio:

<u>Etapa 1.</u>

Definición de Objetivos.

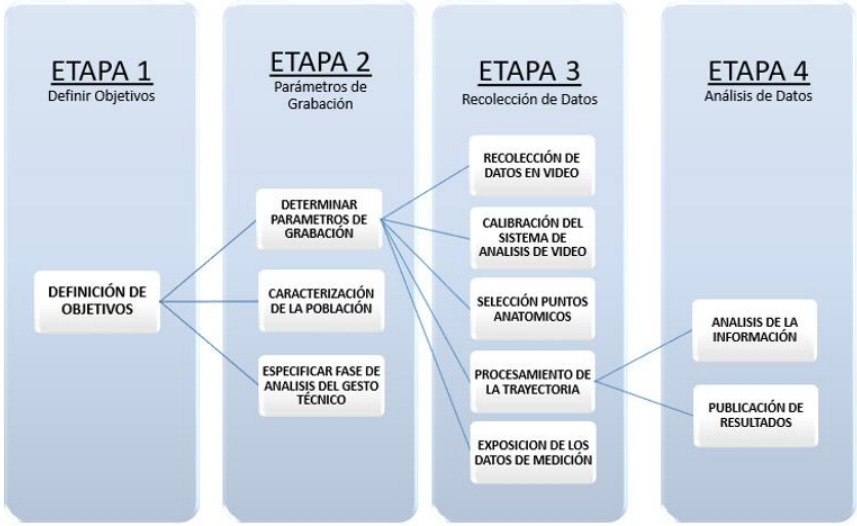
El propósito principal de esta investigación es elaborar un análisis biomecánico descriptivo de las diferentes variables que determinan el movimiento del cuerpo en el espacio. Tiempo, velocidad, distancia y aceleraciones (Sánchez, 2020) del tobillo derecho de la flyer son las variables que se van a analizar. Para delimitar la investigación y poder comparar las parejas en un movimiento especifico, se estudiará únicamente la fase global del descenso luego de realizar un lanzamiento directo a cupie.

Etapa 2.

Determinar Parámetros de Grabación.

Se utiliza un espacio con tapete resortado libre de objetos, de 10X10m delimitado por franjas y con altura de 4m. Dos cámaras de celular o smartphone con resolución HDR 1080p grabando a 60fps en plano sagital, sobre trípodes a una altura de 1m y ubicadas a una distancia de 4 m de la pareja acrobática. Cinco biomarcadores reflectivos adhesivos colocados en las prominencias óseas que nos indica el protocolo Davis (Villa, 2008). En este caso el punto anatómico especifico es el maléolo externo del peroné en el tobillo derecho de la flyer. A la hora de grabar, se les da a las parejas un espacio previo para hacer un calentamiento corto. Se graban 2-3 repeticiones por pareja acrobática del lanzamiento directo a una mano y se escoge el mejor de cada pareja para el análisis.

Tabla #1. Protocolo de análisis biomecánico con Kinovea para cheerleading.



Elaboración Propia

Caracterización de la Población.

Se analiza una muestra de 13 cheerleaders de alto rendimiento compuesta por 8 hombres (edad 28.1 ± 5.6 años, talla 168 ± 3.8 cm, peso 77.62 ± 9.1Kg) y 5 mujeres (edad 28.20 ± 6.2 años, talla 151 ± 2.2 cm, peso 47.9 ± 2.1) integrantes de la Selección Colombia Nivel 7. Esto aprovechando la concentración que tuvo el equipo dentro de las instalaciones de la Universidad de Cundinamarca en su sede de Fusagasugá, como escenario para representar a Colombia en el Mundial de Naciones ICU 2021 que se realizó de manera virtual, compitiendo contra decenas de otros países desde la distancia a causa de la pandemia del COVID-19. Los atletas son personas entrenadas y diestros en la realización de acrobacias de gran complejidad, con años de entrenamiento en el alto nivel.

Establecer la Fase de Análisis del Gesto Técnico.

Se elabora una tabla de fases que descomponen el gesto deportivo en partes: desde un punto de vista global con los movimientos más representativos dentro de una acrobacia y que son

constantes al realizar cualquiera de ellas; y desde una vista local, a un nivel más detallado para encontrar una fase o momento específico dentro de cada uno de estos movimientos generales. Se puede utilizar para analizar biomecanicamente cualquier tipo de acrobacia o "Stunt" que se realice en el porrismo de alta competencia. Se divide el gesto deportivo en 5 Fases Globales con sus subsecuentes Fases Locales (ver tabla #2). En esta investigación se analiza únicamente la fase global del descenso luego de realizar un lanzamiento directo a Cupie; aunque se da una mirada especial a la fase local de recepción de la flyer durante el final de la acrobacia. Ya definida la fase, se elabora una linea de tiempo que contenga imágenes del movimiento especifico que a analizar con Kinovea V0.9.5 (ver figura #2).

Tabla #2. Fases del gesto deportivo para acrobacias o "Stunts".

FASE GLOBAL	FASE LOCAL
I. Inicial	1.1 Inicial
II. Ascenso	2.1 Impulso del Ascenso
	2.2 Vuelo del Ascenso
	2.3 Recepción del Ascenso
III. Permanencia	3.1 Permanencia
IV. Descenso	4. 1 Impulso del Descenso
	4.2 Vuelo del Descenso
	4.3 Recepción del Descenso
V. Final	5.1 Final

Elaboración Propia

De igual manera, se realiza una observación miocinemática de los músculos principales que están involucrados en el movimiento del cuerpo, en el momento específico de la fase que estamos analizando por medio del software Human Anatomy Atlas V7.4.01. Esto nos da una clara idea de cuáles son los tejidos que permiten el movimiento de recepción en la fase de descenso, el cual es soportado en gran medida por los miembros inferiores de la flyer.

Figura #2. Linea de tiempo de la fase global del descenso en el toss to cupie.

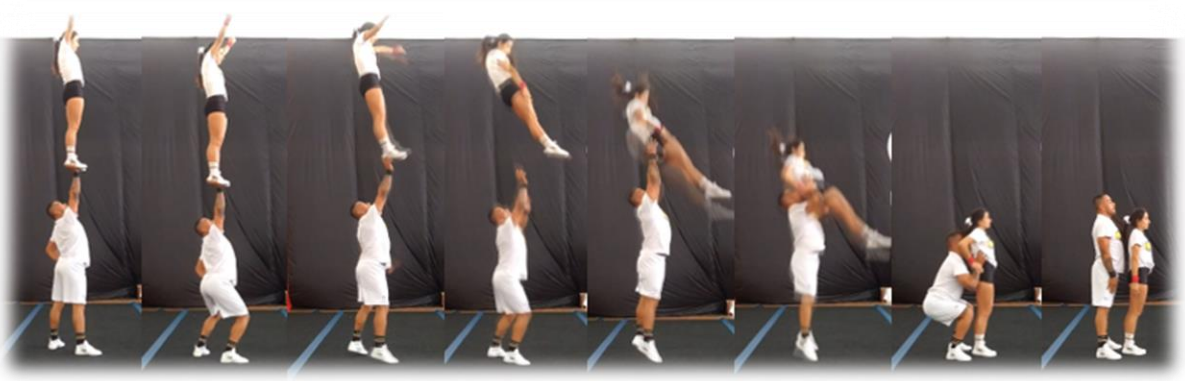


Figura #2. (Elaboración Propia)

***Etapa 3*.**

Calibración del Sistema de Análisis de Video.

Se recolectan los videos grabados con las cámaras de los celulares y se transfirieren vía USB para almacenarlos en un computador sin que pierdan calidad. Se cargan al software de análisis de video Kinovea V 0.9.5, y se dibuja una linea desde la parte más alta de la cabeza hasta la planta de los pies de la flyer (ver figura #3), tratando de ser muy exactos, para calibrar los videos con la talla de la flyer en metros; finalmente ubicamos la linea de tiempo del video en el fotograma que nos muestra la fase elegida para analizar.

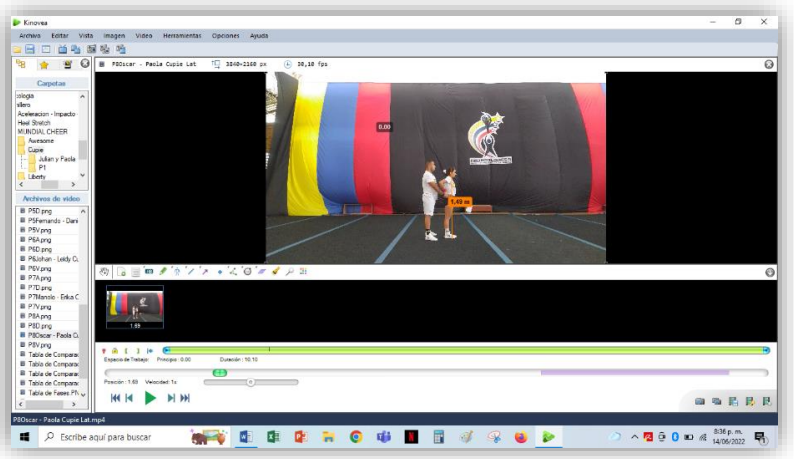


Figura #3. (Elaboración Propia con Kinovea V0.9.5)

Procesamiento de la Trayectoria.

Se localiza el punto anatómico que definimos como objetivo en el programa, justo en el fotograma de la fase en donde queremos comenzar a analizar el video. Se inicia la trayectoria seleccionando el pixel más cercano, en este caso al maléolo externo del peroné y, fotograma por fotograma, vamos trazando la trayectoria con ayuda del cursor hasta la parte final del movimiento en donde se da por finalizada la trayectoria. En ese momento se generan las mediciones y podremos ver los datos de las variables con referencia a los ejes X y Y, si elegimos la opción adecuada dentro del menú de selección (ver figura #4).

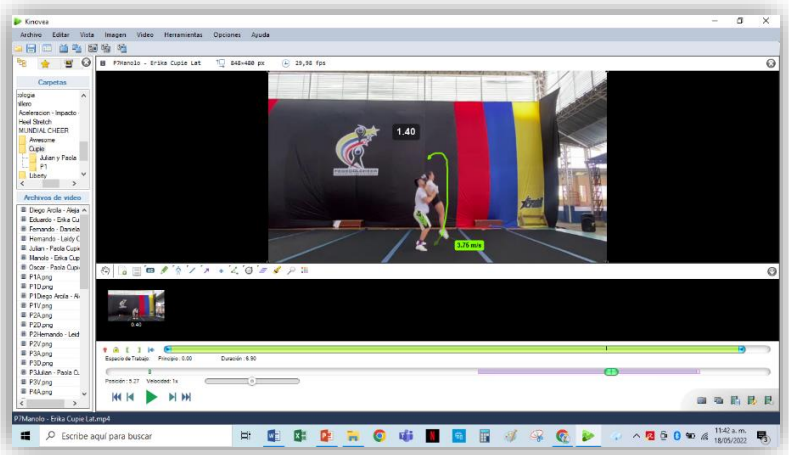


Figura #4. (Elaboración Propia con Kinovea V0.9.5)

Etapa 4.

Análisis de la información.

Se recolectan los datos con ayuda de Microsoft Excel y se procesan con el software de análisis estadístico descriptivo SPSS Statistics V22. Tendremos como producto mediciones de la media, mediana, moda, curtosis, coeficiente de variación, mínimo, máximo entre otros datos igualmente importantes para la investigación, junto con tablas y gráficos comparativos que nos ayuden a generar hipótesis sobre cómo se relacionan estas variables, en pro de la ejecución y eficacia del gesto deportivo. Cabe aclarar que el estudio se llevó a cabo siguiendo la Declaración de Helsinki en cuanto a la privacidad de los datos que se utilizaron.

RESULTADOS.

En primer lugar, se logran identificar los músculos agonistas, antagonistas y estabilizadores de la zona que rodean la articulación del tobillo, y que actúan activamente durante la recepción del descenso (ver tabla #3). Durante esta fase, viendo a la flyer desde un plano sagital, se dan movimientos de dorsiflexion y plantiflexion, tipos de movimiento que se encuentran retratados en tercera dimensión en el software Human Anatomy Atlas V7. Donde vemos representados, por ejemplo, músculos que permiten realizar el movimiento de puntas de pie cuando va en caída, como el soleo; o el tibial anterior, uno de los músculos que le permite a la flyer generar la fuerza necesaria para aterrizar en una posición de pie con las rodillas juntas semiflexionadas y con el tobillo dispuesto en dorsiflexión (ver figura #5).

Por otro lado, siguiendo el recorrido del maléolo externo del peroné de la flyer durante la fase de descenso del lanzamiento directo a una mano de las 8 parejas; se obtuvieron datos de las variables biomecánicas con resultados aproximados en cuanto al tiempo promedio total (2.59 ± 0.22s), distancia promedio total (2.89 ± 0.22m), velocidad media promedio total (1.69 ± 0.12m/s) velocidad máxima promedio total (4.60 ± 0.66m/s), aceleración media promedio total (-0.93 ± 1.39m/s²), aceleración positiva promedio total (6.55 ± 0.87m/s²) y aceleración negativa o máxima desaceleración promedio total (-17.9 ± 3.09m/s²).

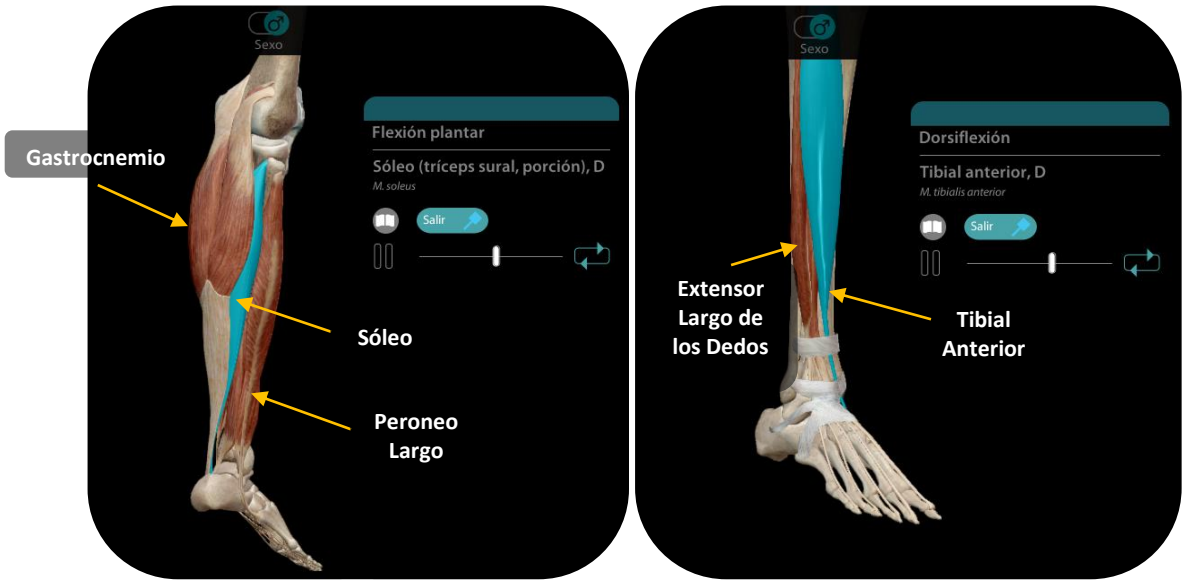
Con estos datos se pueden comparar los resultados de cada variable por pareja, examinar el rendimiento de una pareja en específico o hacer un balance general del promedio total. Por ejemplo, en la tabla #4 se sitúan subrayados los máximos obtenidos de cada variable como el tiempo (2,89 s), distancia (3,14 m), velocidad media (1,83 m/s), velocidad máxima (6,07 m/s), aceleración media (1,88 m/s²), aceleración máxima positiva (7,88 m/s²) y aceleración máxima negativa (-21,98 m/s²). La pareja número 5, en este caso es la que tiene el mayor índice de velocidad durante la caída y la mayor aceleración máxima negativa. En pocas palabras es la flyer que más rápido cae y la que más fuerte impacta contra suelo causando una enorme desaceleración en menos de 1 segundo.

Comparando los tiempos y las distancias de cada una de las parejas (ver tabla #5), todas ellas se encuentran dentro de un rango de datos bastante pequeño. El tiempo que dura la fase global del descenso se ubica entre los 2.3 s hasta los 2,89 s; y la distancia, entre los 2,5 m hasta los 3,14 m. Esto significa que el tiempo que dura el descenso del tobillo de la flyer desde un cupie nos es mayor a 3 segundos, pero la distancia que recorre sí que puede alcanzar una longitud de más de 3 metros (ver tabla #6).

En la tabla #9, se ve una comparación entre la velocidad promedio y la velocidad máxima durante la fase de descenso, en donde se observa que el rango de velocidad de caída oscila entre los 4 m/s y los 6 m/s. En cuanto a la velocidad promedio puede decirse que es muy parecida en la mayoría de parejas, con un promedio de 1,69 m/s, y un coeficiente de variación de tan solo 0,12 m/s, lo que nos muestra muy poca dispersión con respecto a la media. Además, un análisis del promedio de aceleración máxima negativa entre todas las parejas muestra que esa desaceleración es bastante alta en la mayoría de parejas, con valores en su mayoría concentrados en el rango situado entre los -16 m/s² hasta los -22 m/s² (ver tabla #10).

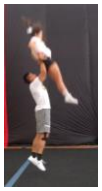
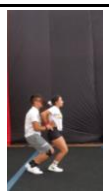
Es posible que exista una correlación entre la velocidad máxima de caída y la aceleración máxima negativa o desaceleración, o, dicho de otra forma, que a mayor velocidad de caída se dé una mayor aceleración negativa por el impacto que tiene la articulación del tobillo contra el suelo. Cabe aclarar que la recepción no es tarea únicamente de la flyer, la base puede ayudar a reducir la velocidad de caída y por ende absorber el impacto a través de sus brazos y piernas, con un buen agarre a la cadera de la flyer; acción que genere una fuerza opuesta a la de las fuerzas de caída durante la recepción del descenso.

Figura #5. Miocinemática del tobillo durante la recepción del descenso.



Elaboración Propia con Human Anatomy Atlas V7

Tabla #3. Análisis miocinematico de la articulación del tobillo de la flyer.

ANALISIS MIOCINEMATICO DEL TOBILLO DE LA FLYER									
FASE GLOBAL	FASE LOCAL	SUBFASE	ARTICULACIÓN	PLANO	EJE	MOVIMIENTO	MUSCULOS AGONISTAS	MUSCULOS ANTAGONISTAS	MUSCULOS ESTABILIZADORES
IV. DESCENSO	4.3 RECEPCION DEL DESCENSO		Tibioperoneoastragalina (TOBILLO)	Sagital	Lateralateral	Plantiflexión	Soleo y Gastrocnemio.	Tibial Anterior, Extensor Largo de los dedos y Extensor Largo del dedo Gordo.	Peroneo Largo y Corto.
			Tibioperoneoastragalina (TOBILLO)	Sagital	Lateralateral	Dorsiflexión	Tibial Anterior, Extensor Largo de los dedos y Extensor Largo del dedo Gordo.	Soleo y Gastrocnemio.	Peroneo Largo y Corto.

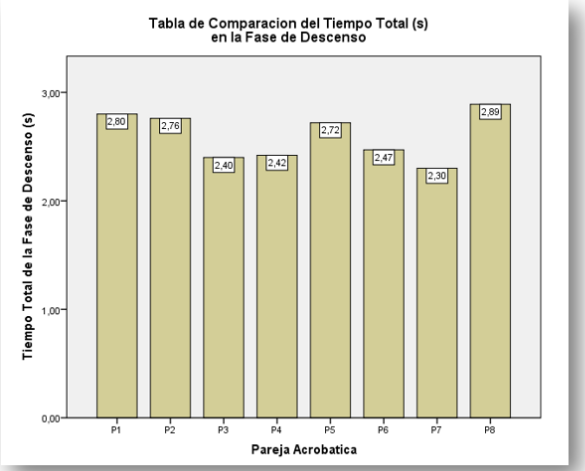
Elaboración Propia

Tabla #4. Análisis de las variables biomecánicas durante la fase de descenso.

VARIABLES	PAREJAS ACROBATICAS								PROMEDIO TOTAL
	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	
TIEMPO TOTAL (s)	2,8	2,76	2,4	2,42	2,72	2,47	2,3	2,89	2,59 ± 0,22 s
DISTANCIA TOTAL (m)	3,11	3	2,93	2,5	3,01	2,67	2,82	3,14	2,89 ± 0,22 m
VELOCIDAD MEDIA (m/s)	1,62	1,75	1,7	1,73	1,41	1,75	1,83	1,75	1,69 ± 0,12 m/s
VELOCIDAD MÁX (m/s)	4,2	4,89	4,08	4,32	6,07	4,78	4,29	4,18	4,6 ± 0,66 m/s
ACELERACIÓN MEDIA (m/s2)	1,88	-2,62	-1,06	-0,34	-1,23	-1,9	-1,94	-0,3	-0,93 ± 1,49 m/s²
ACELERACIÓN MÁXIMA NEGATIVA (m/s2)	-18,87	-19,64	-21,55	-13,59	-21,98	-16,2	-14,69	-16,74	-17,90 ± 3,09 m/s²
ACELERACIÓN MÁXIMA POSITIVA (m/s2)	6,03	5,51	6,58	7,88	6,98	6,3	5,56	7,56	6,55 ± 0,87 m/s²

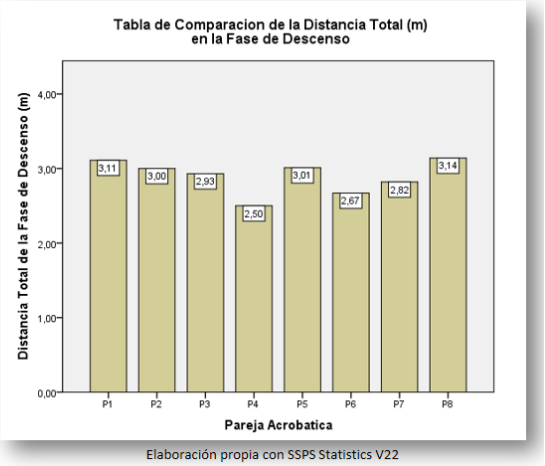
Elaboración Propia

TABLA 5.



Elaboración propia con SSPS Statistics V22

TABLA 6.



Elaboración propia con SSPS Statistics V22

TABLA 7.

Tabla de Resultados de la Velocidad Promedio Total en la Fase Global de Descenso

		Velocidad Promedio Total de Descenso (m/s)	Velocidad Máxima Promedio Total de Descenso (m/s)
N	Válido	8	8
	Perdidos	0	0
Media		1,6925	3,9412
Mediana		1,7400	3,9500
Desviación estándar		,12837	,24275
Varianza		,016	,059
Asimetría		-1,774	-,962
Error estándar de asimetría		,752	,752
Curtosis		3,672	2,194
Error estándar de curtosis		1,481	1,481
Mínimo		1,41	3,45
Máximo		1,83	4,25
Percentiles	25	1,6400	3,8750
	50	1,7400	3,9500
	75	1,7500	4,1425

Elaboración propia con SSPS Statistics V22

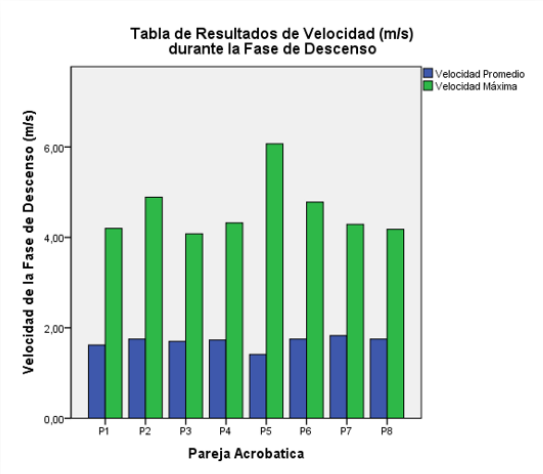
TABLA 8.

Tabla de Resultados Totales Aceleracion Vertical

		Aceleracion Promedio Total	Aceleracion Positiva Promedio Total	Aceleracion Negativa Promedio Total
N	Válido	8	8	8
	Perdidos	0	0	0
Media		-,9388	6,5500	-17,9075
Mediana		-1,1450	6,4400	-17,8050
Desviación estándar		1,39204	,87582	3,09499
Varianza		1,938	,767	9,579
Asimetría		1,144	,343	-,010
Error estándar de asimetría		,752	,752	,752
Curtosis		1,791	-1,164	-1,440
Error estándar de curtosis		1,481	1,481	1,481
Mínimo		-2,62	5,51	-21,98
Máximo		1,88	7,88	-13,59
Percentiles	25	-1,9300	5,6775	-21,0725
	50	-1,1450	6,4400	-17,8050
	75	-,3100	7,4150	-15,0675

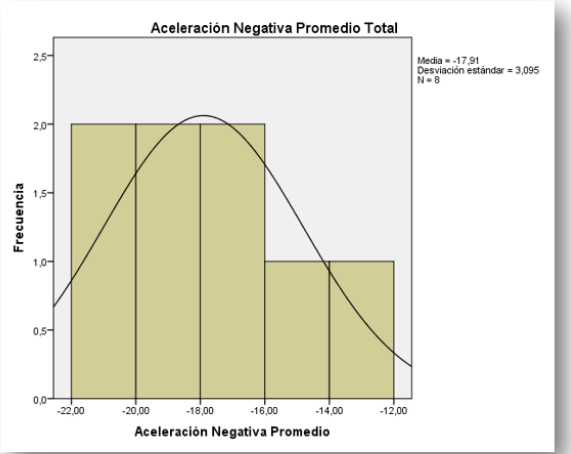
Elaboración propia con SSPS Statistics V22

TABLA 9.



Elaboración propia con SSPS Statistics V22

TABLA 10.



Elaboración propia con SSPS Statistics V22

CONCLUSIONES.

Se comprueba que es factible medir variables biomecánicas a través de sistemas de análisis de video como Kinovea, sin necesidad de tener un laboratorio completo para ello. Brindándonos datos aproximados en cuanto al tiempo, velocidad, distancia y aceleración del tobillo de la flyer a lo largo de su recorrido por el espacio durante el descenso del cupie. Lógicamente es necesario tener una guía con objetivos claros para lograrlo, por eso el presente Protocolo de Análisis Biomecánico en Kinovea para Cheerleading puede ser de gran ayuda para posteriores investigaciones en el deporte del Porrismo. Lo realmente importante debe ser contribuir con más datos e información acerca de las técnicas de este deporte para nutrir el conocimiento que tenemos sobre ellas.

Se encuentra un alto índice de velocidad máxima momentos antes de que la flyer caiga al suelo (4,6 ± 0,66 m/s); seguido de una máxima desaceleración (-17,90 ± 3,09 m/s²) en el preciso momento en el que el talón impacta contra al suelo. Esto claramente genera un sobreesfuerzo de la articulación y demás tejidos del tobillo de la flyer durante la recepción del descenso. Por lo cual, se hace necesario generar nuevas metodologías de entrenamiento enfocadas al fortalecimiento y prevención de lesiones en el tobillo a causa de la repetición de fuertes impactos contra el suelo. Parte de estos trabajos de fortalecimiento para flyers que ejecutan regularmente este tipo de acrobacias, deberían estar enfocados a la musculatura asociada a los movimientos de plantiflexión y dorsiflexión (ver tabla #3); con miras a disminuir el riesgo de lesiones de tobillo en la flyer durante el descenso de esta acrobacia.

REFERENCIAS.

Agudo, A. G. (2019). Protocolo de valoración biomecánica de las alteraciones de la marcha. Medicine-Programa De Formación Médica Continuada Acreditado, 12(75), 4462-4466.

Arce Arboleda, A. I., & Fajardo Soto, E. (2018). Análisis biomecánico del gesto deportivo de parada de manos en niñas practicantes de gimnasia artística con edades de 8 a 12 años pertenecientes al Club Deportivo Danza y Gimnasia del IMDER Palmira Valle del Cauca. Recuperado de: URL https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/19336/0604327.pdf

Ávila, K. (2015). Caracterización de lesiones deportivas en el porrismo en equipos universitarios de la Universidad Militar, Universidad Libre y Universidad Santo Tomás de la ciudad de Bogotá. Trabajo de grado, Universidad Libre). Recuperado de: URL https://repository. usta. edu. co/handle/11634, 4213

Donovan, K., & Spencer, K. (2018). How Does Fatigue Impact the Technical Execution of a Back Handspring in Cheerleading? Journal of Human Sport and Exercise.
Hutchinson, M. R. (1997). Cheerleading injuries: patterns, prevention, case reports. The Physician and sports medicine, 25(9), 83-96.

Moreno Bernal, A. A. (2018). Análisis comparativo de la técnica reverse en tres parejas acrobáticas de cheerleading (Doctoral dissertation). Recuperado de: URL https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/handle/20.500.12558/2077

Sánchez-Rodríguez, D. A., & Bohórquez-Aldana, A. F. (2020). Análisis de la velocidad y la aceleración entre un golpe de boxeo y uno de taekwondo. Revista UDCA Actualidad & Divulgación Científica, 23(1). Recuperado de: URL http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v23n1/2619-2551-rudca-23-01-e1481.pdf

Sierra, J. (2021) Biomecánica del Heel Stretch en Cheerleading. Portafolio. Recuperado de URL: https://prezi.com/p/-10y-0en4tqi

U.S. All Star Federation. (2020) 2020-2021 USASF Cheer Rules.

Valencia Zabala, J. C. (2012) Coach cheerleading. Universidad Santo Tomás.

Villa Moreno, A., Gutiérrez Gutiérrez, E., & Pérez Moreno, J. C. (2008). Consideraciones para el análisis de la marcha humana. Técnicas de videogrametría, electromiografía y dinamometría. Revista ingeniería biomédica, 2(3), 16-26. Recuperado de: URL http://www.scielo.org.co/pdf/rinbi/v2n3/v2n3a04.pdf

Orbe Yumisaca, Ó. A. (2021). Análisis Biomecánico de la ejecución técnica del toss to hands en el cheerleaders (Master's thesis, Quito: UCE). Recuperado de: URL http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/25307