

Análisis descriptivo de variables cinemáticas de la acción técnica del pitcheo en béisbol

José González, Evert Gotera** e Inmaculada Cobos****

Resumen

El objetivo de este trabajo es analizar la implicación de variables cinemáticas en la eficacia del pitcheo. Metodología. Estudio de 2 casos. Pitchers con varios años de experiencia en competición. Sujeto 1 (profesional), Sujeto 2 (amateur). Se midió la velocidad de salida de la pelota con un radar Panasonic digital zoom PVGS 55. Se grabaron los lanzamientos con dos cámaras, Panasonic 3cccd pg-65 y se analizaron mediante fotogrametría 2D la Velocidad lineal de los puntos articulares más relevantes. Resultados y Discusión. Los resultados muestran mayores velocidades en el Sujeto 1 en la fase de aceleración de los segmentos que intervienen en la cadena cinética. El sujeto 1 tiene mayor distancia de aceleración de la pelota, y finalmente el Sujeto 1 lanza la pelota a más velocidad. Conclusión. En general el gesto técnico de sujeto 1 es más eficaz que el del sujeto 2.

Palabras clave: Béisbol, cinemática, pitcheo, técnica, biomecánica.

* Doctor por la Universidad de Granada-España (2003). Licenciado Ciencias de la Actividad Física y el Deporte por la Universidad de Granada-España (1999). Profesor de Educación Primaria Especialista Educación Física por Universidad de Sevilla-España (1995). Diplomado en Enfermería por la Universidad de Granada-España (1991). Actualmente: Profesor Doctor de la Facultad del Deporte de la Universidad Pablo de Olavide de Sevilla.

** Licenciado en Educación Física y Deporte por la Universidad del Zulia-Venezuela (1984). Especialización en Recreación y Deporte Participado por la Universidad del Zulia-Venezuela. Magister en Alto Rendimiento Deportivo (2008) por la Universidad Pablo de Olavide Sevilla-España. Actualmente: Jefe del Departamento de Educación Física y Recreación de la Facultad de Humanidades y Educación de LUZ, Universidad del Zulia.

*** Diplomada en Enfermería: Universidad de Sevilla (1993). Actualmente: Enfermera de Dispositivo de Urgencias del Servicio Andaluz de Salud. Sevilla-España.

Descriptive Analysis of Kinematic Variables in Baseball Pitching Technique

Abstract

The aim of this work is to analyze the implication of kinematic variables in baseball pitching efficiency. Methodology. Two case studies of baseball pitchers with several years of experience in competition: Subject 1 (professional), Subject 2 (amateur). Digital Panasonic zoom PVGS 55 radar measured exit speed for the ball. Pitches were recorded with two Panasonic 3CCCD pg 65 cameras; linear speed of the most relevant articulation points was analyzed using 2D photogrammetry. Results and Discussion. Results show greater speeds for Subject one in the acceleration phase of segments that intervene in the kinetic chain in comparison with Subject 2. Subject 1 has greater ball acceleration distance, and finally, Subject 1 pitches the ball faster. Conclusion. In general, the technical management of Subject 1 is more efficient than that of Subject 2.

Key words: Baseball, kinematics, pitching, technique, biomechanics.

Introducción

Los jóvenes talentos que son firmados al béisbol profesional tienen una edad establecida legalmente de 16 años y 6 meses (no pueden ser firmados antes de esa edad por principios establecidos en común acuerdo por las organizaciones del campeonato de grandes ligas). Estos son ingresados a unos programas de entrenamiento que requieren un proceso largo de adaptación al mismo.

Un lanzador de béisbol, puede ejecutar más de 100 lanzamientos en un mismo partido, todos a un máximo de intensidad y donde su ejecución debe ser lo más fluida posible para poder aguantar este trabajo físico-técnico en un partido de béisbol. Es frecuente que pitchers muy jóvenes (menores de 21 o 22 años), hayan sufrido una operación de hombro o codo, puesto que los lanzamientos hacia el home en un partido se realizan al 100% de intensidad.

El pitcheo en el béisbol implica gran estrés en la extremidad superior. Particularmente los grandes esfuerzos y torques que generan los lanzamientos implican una alta exigencia al hombro. Este estrés lleva a microtraumas en los tejidos blandos que rodean el hombro (Park et al. 2002). Los lanzamientos consecutivos pueden resultar en lesiones por sobresolicitación (overreaching). Esta situación se puede ver agravada por problemas estructurales de su morfología ósea, como por ejemplo el paso del manguito rotador por la fosa supraespinosa de la escápula, que dependiendo del ángulo del acromion con la espina de la escápula el manguito rotador tendrá más o menos compresión para cumplir con su

trabajo de rotación externa o interna. Por tanto existe un equilibrio delicado entre movilidad y estabilidad en el hombro.

Las exigencias físicas de los atletas del deporte profesional del béisbol son muy altas, ya que éstos son sometidos no sólo a largos viajes, sino que disputan un gran número de partidos. Por ejemplo en el campeonato anual de grandes ligas, cada equipo realiza 162 partidos, prácticamente de manera consecutiva. Por consiguiente se necesita de una buena preparación física y técnica para poder ser exitoso en esas jornadas anuales de campeonatos estresantes, tanto en el ámbito físico como por la presión psicológica propia que genera el deporte profesional.

Dentro de ese espacio deportivo tenemos al lanzador de béisbol, un atleta sobre el que recae una gran responsabilidad a la hora de evaluar el éxito o fracaso en un partido.

Podemos plantearnos la importancia del equilibrio en el control y la velocidad del lanzamiento de béisbol, como un aspecto muy importante en la ejecución técnica correcta del lanzador; pero también un equilibrio adecuado tiene beneficios adicionales como el de prevenir lesiones. Sábick, et al. (2005) demuestran que la buena realización de los movimientos del lanzador de béisbol tiene grandes beneficios biomecánicos.

Muchos estudios se han centrado especialmente en las articulaciones del hombro y el codo, articulaciones que sufren un exceso de trabajo a causa de un mal balance que comienza en los miembros inferiores y que causan lesiones a medio y largo plazo de muy difícil recuperación. En muchos casos es necesaria la intervención quirúrgica como es el caso del "impingement" de la cavidad glenoidea (Mendoza et al., 1987; Jobe, 1996).

Existen muchos tipos de lanzamientos que puede ejecutar un pitcher, nuestro estudio se centrará en un tipo de lanzamiento que es de mayor frecuencia de uso en los partidos: Lanzamiento de béisbol en recta y por encima del brazo, concretamente tomaremos en cuenta los lanzamientos donde el lanzador esta de frente al bateador sin corredores en las bases.

La mayoría de los autores explican la técnica para lanzar la pelota en 6 pasos (Dun et al. 2008; Dillman et al. 1993; Werner et al. 1993 y Fleisig et al. 1995):

1. Windup.
2. Early cocking (stride).
3. Late cocking
4. Acceleration.
5. Desaceleracion.
6. Follow through.

A modo de revisión general el mecanismo del movimiento del picheo puede describirse como un sistema de enlaces anatómicos (cadenas cinéticas). Comenzando con el pie adelantado, prosiguiendo hacia las caderas y el tronco y finalmente llegando hasta el brazo de ejecutor. Este

complejo acto de pichear involucra la activación secuencial de todo el cuerpo (Dillman et al. 1993).

Cuando un segmento del cuerpo (por ejemplo el tronco) experimenta una aceleración el subsiguiente segmento (por ejemplo el brazo) es físicamente dejado atrás. Cuando el tronco comienza a desacelerar, el brazo adquiere la velocidad del tronco por el principio de transferencia de momentos angulares. Entonces a medida que, las fuerzas que actúan en el brazo son aplicadas, el brazo acelera a una velocidad aun mayor. Finalmente, el movimiento adquirido por el brazo ejecutor a través de este mecanismo genera momentos de rotación que aplican fuerza a la pelota (Werner et al. 1993, Pappas et al. 1985).

Fase 1: Windup: La pierna de ataque se lleva con suavidad hacia delante pasando al lado de la pierna pivot, que es donde descansara el peso del cuerpo en esta fase, la pierna de ataque se flexionara lo más alto posible elevando la energía potencial para iniciar el lanzamiento hacia el home, transfiriendo esta energía al brazo de lanzar al estar el cuerpo de lado al home y para reducir el momento de inercia de la pierna de ataque. Mejorando la velocidad de la recta por este movimiento coordinado (Dun et al. 2008).

El cuerpo debe estar en un momento de estabilidad tal que el centro de gravedad debe estar en un eje longitudinal que divide el cuerpo en 2 partes, en este momento el lanzador debe estar en un plano sagital con respecto al bateador, con los brazos flexionados delante del lanzador sosteniendo aun la pelota con la mano de lanzar dentro del guante (Fleisig et al. 1995).

Fase 2. Early Cocking: Cuando el lanzador pasa del windup a realizar el lanzamiento hacia el home saca la pelota del guante y comienza un movimiento de abducción, extensión y rotación interna del hombro ejecutor, al mismo tiempo que flexiona la rodilla pivot, buscando fuerza y estabilidad (al flexionar la rodilla pivot, acerca el centro de gravedad al piso, aminora el momento de inercia de la pierna pivot, busca mayor explosividad) (Toyoshima et al. 1974).

Fase 3. Late Cocking. Comienza el movimiento con una gran rotación externa del hombro (Feltner et al. 1986), así el tronco del lanzador que sigue su rotación hacia el home, lleva hacia delante el hombro que pasa de una rotación interna a una rotación externa en un movimiento sumamente rápido, de mucha intensidad tratando de aprovechar la extensión que tomó el brazo en su ascenso, buscando mayor recorrido para acelerar la pelota y que mantiene el brazo alejado del tronco en abducción. El máximo grado de rotación externa del hombro le dará al lanzador un gran recorrido de la pelota, hasta finalmente liberarla (Park et al. 2003).

Fase 4. La aceleración. Dillman y otros (1993), han descrito la aceleración como unos de los movimientos más rápidos observados en cualquier destreza deportiva. Se trata de imprimir una gran velocidad a un objeto tan liviano como la pelota de béisbol (142 gr). Esta fase es por tanto la parte más explosiva del lanzamiento de béisbol. Se acelera la pelota de

una posición casi estacionaria hasta 95 millas por hora más o menos y a un tiempo que puede variar desde los 45 ms y 58 ms entre los lanzadores de alto nivel deportivo. Desde una posición externa máxima de 175 grados el hombro gira internamente de 90 grados a 100 grados de rotación interna (Pappas et al. 1985).

Al soltar la pelota el hombro está en una posición de 90 grados a 100 grados de abducción, la acción del hombro está determinada más por la flexión lateral del tronco que por la abducción del hombro.

Para este instante la pierna pivot ha dejado atrás la caja de lanzamiento y se produce la liberación de la pelota como ya lo explicamos anteriormente; el momento de hacer contacto el pie de apoyo con el piso y de liberación de la pelota es casi simultáneo.

Fase 5. Desaceleración. Al soltar la pelota a la máxima velocidad posible y con la mayor posición de estabilidad en el gesto. El cuerpo esta flexionado hacia delante e inmediatamente comienza un proceso de desaceleración del brazo disipando el exceso de energía cinética que no se transfiere a la pelota minimizando el riesgo de lesiones. Esta etapa se produce en los próximos 50 ms que siguen al momento de soltar la pelota y es generada por la musculatura de la parte posterior del hombro. El hombro continua su rotación interna mientras el codo con su extensión. Desde su valor máximo, que ocurre 5 ms antes de soltar la pelota, la velocidad de rotación angular interna del hombro disminuye hasta 0 grados. Después de soltarla pelota el brazo se abduce rápidamente alrededor del hombro en una posición de 110 grados aproximadamente, la etapa de desaceleración termina cuando el brazo logra una posición de 0 grados de rotación interna (Pappas et al. 1985).

En este momento tanto el pie de apoyo como el pie pivot están en un plano frontal con respecto al bateador y en una posición general de alerta para cualquier posible jugada que se presente en el partido, que exija una acción extra del lanzador; esta posición se tomara siempre y cuando la acción del lanzamiento haya sido la correcta o en buen balance (Dillman et al. 1993).

Fase 6. Follow Through. El lanzador luego de efectuar su lanzamiento debe estar en una posición general de alerta y seguir visualmente la trayectoria de la pelota para cualquier posible jugada que se presente en el partido (Dillman et al. 1993).

El objetivo de este trabajo es profundizar en el conocimiento sobre la técnica de ejecución del lanzamiento en recta del lanzador de béisbol y analizar las variables cinemáticas que determinan su eficacia.

Material y Método

Este trabajo consiste en un análisis descriptivo de un estudio de 2 casos. Se analizarán los lanzamientos de dos pitchers que presentan características diferentes, aunque ambos cuentan con varios años de experiencia de entrenamiento sistemático sobre el pitcheo de béisbol.

Caso 1. Lanzador profesional. Recientemente incorporado al campeonato de las grandes ligas. 17 años, 186 cm, 81 kg.

Casi 2. Lanzador amateur. Pertenece al equipo de competencia de la Universidad de Zulia en Maracaibo, Venezuela. 18 años, 172 cm, 92 kg.

Ambos son lanzadores zurdos.

El lanzamiento se efectúa desde un montículo de 50.8 cm de alto y a una distancia del objetivo de 18,43 metros, y desde un punto fijo que es un rectángulo de 62 cm de largo por unos 15 cm de ancho, que está hecho de un material sintético. El reglamento establece que el lanzador debe estar haciendo contacto con este rectángulo, caja o box, desde el mismo momento que está tomando las señas del receptor hasta que libere la pelota hacia el home plate (F.V.B.A, 2007).

Para el estudio de estas variables cualitativas y ejecución de la técnica utilizamos el ATD[®] software de análisis fotogramétrico en dos dimensiones.

Los videos fueron tomados con dos cámaras, Panasonic 3cccd modelo p. 65.

La velocidad a la que lanzaron los pitchers fue tomada con una pistola de control remoto Panasonic digital zoom PVGS 55.

El protocolo para realizar los videos fue el siguiente:

Las cámaras se ubicaron de tal manera que una quedo en un plano sagital del lanzador (cámara 1) y la otra en un plano frontal (cámara 2).

El radar se ubico junto a la cámara número 2, que esta de frente al lanzador.

Ambas cámaras se fijaron con trípodes antes de realizar la filmación. Se calibraron, se hizo el blanqueo, se enfocaron y no se movieron hasta finalizar toda la filmación.

Se tomo como sistema de referencia una caja 1 metro de lado que se ubicó en la zona de lanzamiento.

Cada lanzador ejecutó un calentamiento de 20 minutos tras el que ejecutó 20 lanzamientos.

El lanzamiento que se analizó fue el seleccionado por dos entrenadores expertos luego del visionado de la filmación, como el mejor ejecutado técnicamente.

Se hicieron digitalizaciones con el ATD[®] tomando 21 puntos anatómicos, según el protocolo que provee el propio programa informático. De tal modo que pudimos determinar Ángulos ; Distancias y coordenadas de los diferentes puntos anatómicos.

Para el cálculo de la velocidad segmentaria se siguió el método de cálculo de velocidades medias, basados en técnicas fotogramétricas. En este caso el método de la primera diferencia central (Gutierrez, 2001).

Método tradicional .

$$\gt V_{4-5} = \Delta e / \Delta t = \sqrt{(P_{5x} - P_{4x})^2 + (P_{5y} - P_{4y})^2} / 0.02$$

Primera diferencia central .

$$\gt V_5 = \Delta e / \Delta t = \sqrt{(P_{6x} - P_{4x})^2 + (P_{6y} - P_{4y})^2} / (0.02 \cdot 2)$$

Donde:

V_5 = Velocidad segmentaria en el fotograma 5

P_{6x} = Posición del segmento en el eje horizontal en el fotograma inmediatamente posterior.

P_{4x} = Posición del segmento en el eje horizontal en el fotograma inmediatamente anterior.

P_{6y} = Posición del segmento en el eje vertical en el fotograma inmediatamente posterior.

P_{4y} = Posición del segmento en el eje vertical en el fotograma inmediatamente posterior.

El incremento del tiempo viene determinado por la velocidad de grabación de las cámaras, en este caso 50 cuadros por segundo.

Las variables que vamos a registrar serán:

Velocidad lineal de la bola al abandonar la mano. Obtenida mediante el radar.

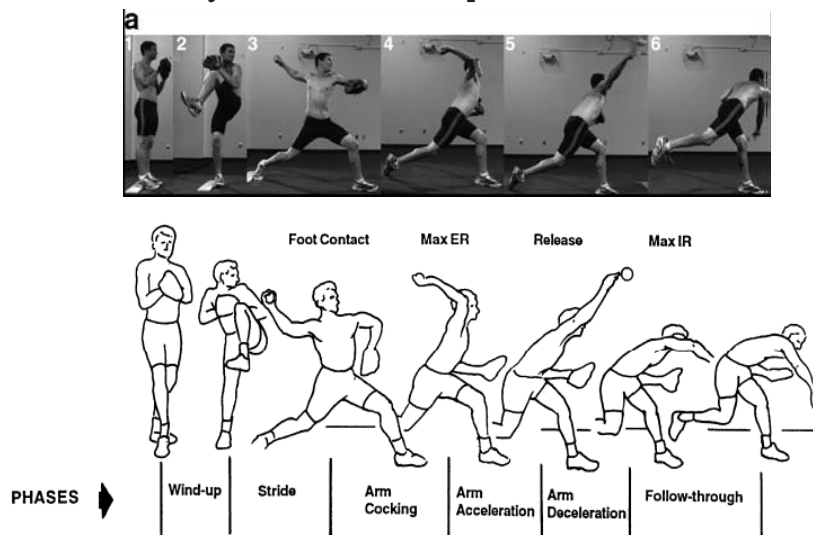
Distancia de aceleración de la bola. Distancia recorrida durante el late Cocking, es decir desde que se empieza a acelerar hasta que es liberada de la mano.

Distancia recorrida por los pies.

Velocidad lineal de puntos articulares. Mediante fotogrametría, en tres instantes del lanzamiento:

Velocidad inicial. Coincide con el fotograma 3 de la Figura 1, identificado como *Foot Contact*. Al comienzo de la fase de late cocking, cuando se produce la máxima abducción y extensión de la articulación escápulo-humeral.

Figura 1
Fases y eventos claves del pitcheo en baseball



Fuente: Modificado de Dunn et al.(2008) y Fleisig et al. (1999).

Velocidad en tres cuartos. Coincide con el fotograma 4 de la Figura 1, identificado como *Max. ER*. Al final de la fase de late Cocking, cuando la rotación externa de la articulación escápulo-humeral es máxima y está el codo en flexión de 90 grados.

Velocidad final: Coincide con el fotograma 5 de la Figura 1, identificado como *Release*. cuando la bola abandona la mano.

Resultados

A continuación se muestran los resultados obtenidos tras el análisis de los lanzamientos de pitcher ejecutados por los dos sujetos estudiados.

Tabla 1
Velocidad de la pelota en el home obtenida con el radar

	Velocidad (millas/hora)	Velocidad (metros/seg.)
Sujeto 1	84	37.7
Sujeto 2	77	34.5

En la Tabla 2 se muestran los valores obtenidos en la velocidad segmentaria a través de técnicas cinematográficas.

Tabla 2
Velocidad Lineal segmentaria (metros/seg.) obtenidas por
fotogrametría 2D

Segmento	Velocidades inicio		Velocidades 3/4		Velocidades finales	
	Sujeto 1	Sujeto 2	Sujeto 1	Sujeto 2	Sujeto 1	Sujeto 2
Pie derecho	3,45	0,76	2,06	3,95	83,27	90,43
Rodilla derecho	1,87	0,12	3,37	4,64	78,53	88,38
Cadera derecho	0,91	0,63	4,39	3,52	81,97	79,81
Hombro derecho	1,07	0	7,32	6,65	72,73	78,01
Codo derecho	0,72	1,06	9,3	8,75	77,16	79,81
Mano derecha	1,3	1,46	6,03	5,5	74,21	73,05
Pie izquierdo	0,17	0,27	4,15	0,51	113,92	118,39
Rodilla izquierdo	0,88	0,63	4,52	4,48	97,35	101,94
Cadera izquierdo	1	1,28	5,13	4	85,18	91
Hombro izquierdo	0,35	0,88	7,17	5,55	74,96	83,8
Codo izquierdo	1,6	1,3	4,37	3,78	75,3	89,82
Mano izquierda	0,87	0,35	8,4	9,49	82,28	82,61

Los Gráficos 1, 2 y 3 muestran las velocidades lineales del pie, rodilla y cadera de la extremidad inferior pivot. No existen grandes diferencias entre los sujetos. Se observa en la fase $\frac{3}{4}$ siempre es mayor la velocidad del sujeto 1.

Los Gráficos 4, 5, y 6 muestran las velocidades lineales de las articulaciones principales de la cadena cinética de la extremidad superior responsable del lanzamiento. Se observa como en $\frac{3}{4}$ es mayor la velocidad en las articulaciones más proximales en el sujeto, y la mano en el momento de liberar la pelota es prácticamente igual en ambos sujetos.

En el Gráfico 7 se presentan los resultados comparativos de la distancia de aceleración de la pelota, la separación entre piernas en $\frac{3}{4}$ y la velocidad de la pelota al abandonar la mano. Los valores en el sujeto 1 son mayores en las tres variables que en el sujeto 2.

Gráfico 1
Comparación de la velocidad lineal del pie

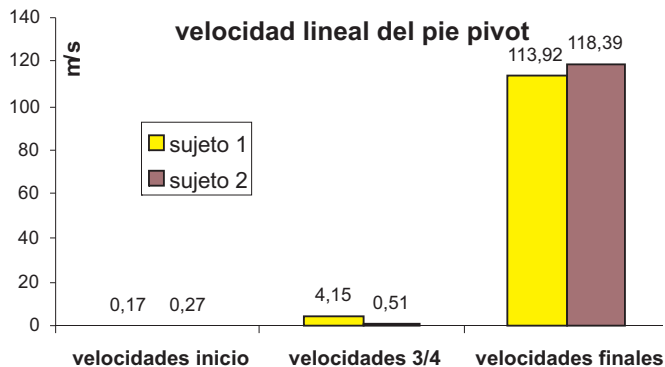


Gráfico 2
Comparación de la velocidad lineal de la rodilla

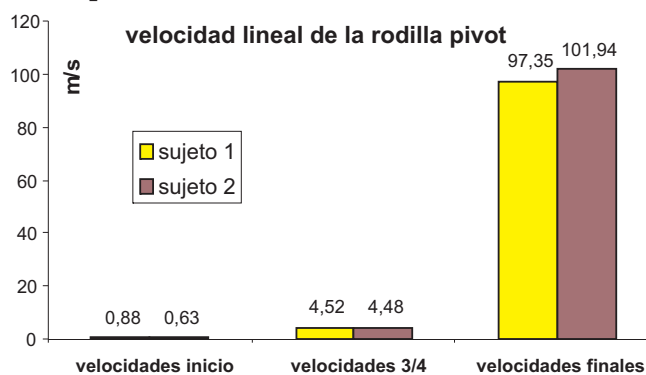


Gráfico 3
Comparación de la velocidad lineal de la cadera

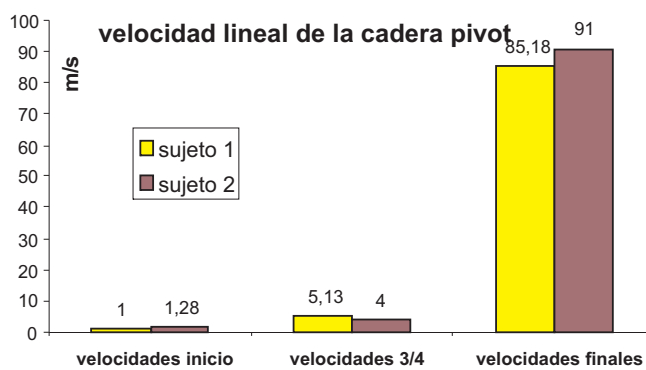


Gráfico 4
Comparación de la velocidad lineal del hombro

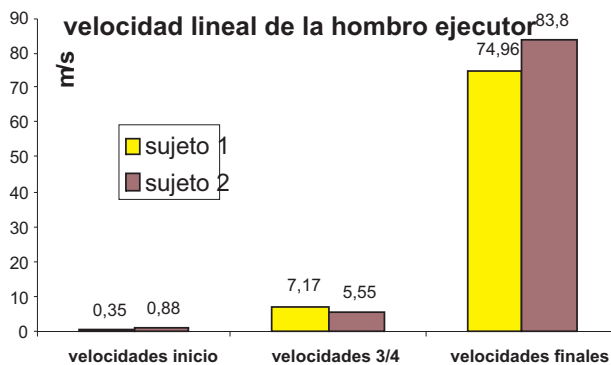


Gráfico 5
Comparación de la velocidad lineal del codo

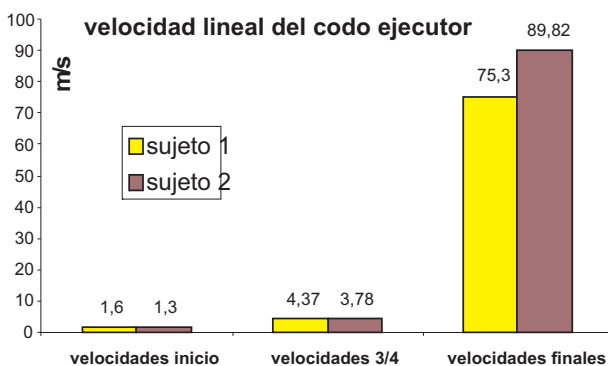


Gráfico 6
Comparación de la velocidad lineal de la mano

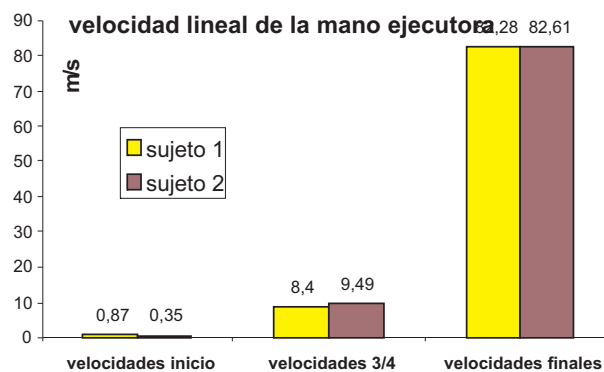
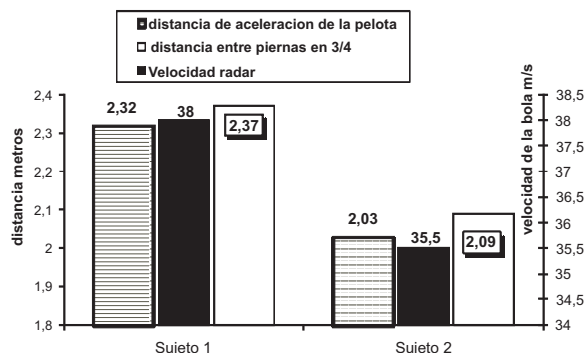


Gráfico 7



Discusión y Conclusiones

En la Tabla 2 se presenta el resultado de la velocidad lineal en los tres momentos seleccionados y definidos anteriormente del lanzamiento del pitcher: el inicio; 3/4; y la etapa final donde es liberada la pelota. Estos momentos coinciden con las fases descritas por Fleisig et al. (1999) y por Dun et al. (2008).

El cuadro demuestra como las velocidades desarrolladas por el sujeto 1 son mayores que las del sujeto 2 diferenciándose al final del movimiento donde se demuestra que al flexionar el tronco la inercia ayuda a aumentar la velocidad de la mano del sujeto 2 que tiene un mayor peso corporal. Si se observa cómo se desarrolla el movimiento del lado del cuerpo del brazo ejecutor del lanzamiento se percibe que en el pie pivot, donde descansa el peso del cuerpo al inicio y a 3/4 del lanzamiento en el sujeto 1 produce una velocidad mayor que en el sujeto 2 y al final el sujeto 2 mejora por un escaso margen.

La velocidad de la rodilla pivot (Gráfico 2), presenta un comportamiento similar al del pie pivot (gráfico 1), solo que el sujeto 1 presenta menores velocidades inicio, y al final, producto de la inercia del cuerpo del sujeto 2, más pesado, sin embargo a los 3/4 de lanzamiento las velocidades son mayores en el sujeto 1. Dun et al. (2007), al comparar el lanzamiento de pitchers de diferentes niveles, encontró que en todos ellos las máximas velocidades angulares se desarrollaban en la fase de *Arm acceleration phase*, que coincide con la que nosotros hemos descrito como 3/4 de lanzamiento.

La cadera por lo descrito anteriormente presenta un comportamiento igual al del pie y la rodilla, solo que en esta parte del cuerpo el sujeto 1, presenta mayores velocidades que el sujeto 2 al comienzo por muy poco. Este comportamiento va a seguir incluso hasta el brazo ejecutor donde la Figura 4 muestra como el sujeto 1, supera a la sujeto 2, en los 3/4 de lanzamiento. Según Dillman (1993), la fase que va de la posición de 3/4 al momento en que es liberada la pelota es en la que se genera la máxima aceleración a la pelota.

El codo del brazo ejecutor un buen indicador de la ejecución de la técnica, se observa como el sujeto 1 es mayor al inicio y $\frac{3}{4}$ del lanzamiento demostrando que tiene mejor ritmo el movimiento del lado ejecutor, producido por una mejor coordinación en estas etapas. Sin embargo la velocidad de la mano del sujeto 2, ésta es mayor que la del sujeto 1 en la fase de $\frac{3}{4}$ y al final del movimiento (Nissen et al. 2007), encontraron las mayores velocidades del codo en la fase de codo varo, es decir a partir de $\frac{3}{4}$ del lanzamiento. Siendo el codo un punto muy importante para los entrenadores de lanzadores, una buena velocidad antes del codo varus, también influirá en el buen desempeño del brazo. En la Gráfica 5 se observa como el sujeto 1 presenta una mayor velocidad que el sujeto 2 antes del codo varus.

Una variable de eficacia técnica para los lanzadores muy significativa se presenta en la Gráfica 7, donde se comparan las distancias recorridas durante la aceleración de la pelota y la distancia del paso ejecutado durante el lanzamiento con la velocidad alcanzada por la pelota medida con el radar. Se observa como en este caso, a mayor distancia de aceleración mayor velocidad. La distancia entre piernas por tanto influirá directamente sobre la distancia del brazo para acelerar la pelota. Estos mismo resultados obtuvo Stodden et al. (2005), así cuanto mayor es la distancia entre pies en el momento de *foot contact* que se ha definido como velocidad inicial, mayor será la velocidad de salida de la bola.

El sujeto 1 que lanza a más velocidad la pelota, muestra mayores velocidades segmentarias en las fases del lanzamiento más eficaces para acelerar la misma.

En general el sujeto que más velocidad imprimió a la pelota presenta una ejecución técnica más eficiente a tenor de los resultados de las variables cinemáticas evaluadas.

Referencias Bibliográficas

- DILLMAN, Charles; FLEISIG, Glenn; ANDREWS, James; (1993). "**Biomechanics of pitching with emphasis upon shoulder kinematics**". The Journal of orthopaedic and sports physical therapy. 1993, 18(2), p. 402-8.
- DUN, Shouchen; FLEISIG, Glenn; LOFTICE, Jeremy; et al., (2007). "**The relationship between age and baseball pitching kinematics in professional baseball pitchers**". Journal of biomechanics. 2007, 40(2), p. 265-70.
- DUN, Shouche; KINGSLEY, David; FLEISIG, Glenn; et al., (2008). "**Biomechanical comparison of the fastball from wind-up and the fastball from stretch in professional baseball pitchers**". The American journal of sports medicine. 2008, 36(1), p. 137-41.
- FLEISIG, Glenn; ANDREWS, Jeremy; DILLMAN, Charles; et al., (1995). "**Kinetics of baseball pitching with implications about injury mechanisms**". The American journal of sports medicine. 1995, 23(2), p. 233-9.

- FLEISIG, Glenn; BARRENTINE, Steven; ZHENG, Naiquan; et al., (1999). "**Kinematic and kinetic comparison of baseball pitching among various levels of development**". Journal of biomechanics. 1999, 32(12), p. 1371-5.
- GUTIÉRREZ, Marcos (2001). **Biomecánica Deportiva**. Madrid. Síntesis. Pages.
- JOBÉ, Christopher (1996). "**Superior glenoid impingement. Current concepts**". Clinical orthopaedics and related research. 1996, (330) p. 98-107.
- MENDOZA, Francis; NICHOLAS, James and RUBINSTEIN, Mark (1987). "**The arthroscopic treatment of subacromial impingement**". Clinics in sports medicine. 1987, 6(3), p. 573-9.
- NISSEN, Carl; WESTWELL, Melany; OUNPUU, Sylvia; et al., (2007). "**Adolescent baseball pitching technique: a detailed three-dimensional biomechanical analysis**". Medicine and science in sports and exercise. 2007, 39(8), p. 1347-57.
- PAPPAS, Arthur; ZAWACKI, Richard and SULLIVAN, Thomas (1985). "**Bio-mechanics of baseball pitching. A preliminary report**". The American journal of sports medicine. 1985, 13(4), p. 216-22.
- PARK, Samuel; LOEBENBERG, Mark; ROKITO, Andrew; et al., (2002). "**The shoulder in baseball pitching: biomechanics and related injuries-part 1**". Bulletin (Hospital for Joint Diseases (New York, N.Y.)). 2002, 61(1-2), p. 68-79.
- PARK, Samuel; LOEBENBERG, Mark; ROKITO, Andrew; et al., (2003). "**The shoulder in baseball pitching: biomechanics and related injuries-part 2**". Bulletin (Hospital for Joint Diseases (New York, N.Y.)). 2003, 61(1-2), p. 80-8.
- SABICK, Michelle; KIM, Young-Kyu; TORRY, Michael; et al., (2005). "**Biomechanics of the shoulder in youth baseball pitchers: implications for the development of proximal humeral epiphysiolysis and humeral retrotorsion**". The American journal of sports medicine. 2005, 33(11), p. 1716-22.
- STODDEN, David; FLEISIG, Glenn; MCLEAN, Scott; et al., (2005). "**Relationship of biomechanical factors to baseball pitching velocity: within pitcher variation**". Journal of applied biomechanics. 2005, 21(1), p. 44-56.
- TOYOSHIMA, Shingo et al., (1974). "**Contribution of the body parts to throwing performance**". En: Nelson, Rendon, Biomechanics. Baltimore. University Park Press. 169-174.
- WERNER, Sherry; FLEISIG, Glenn; DILLMAN, Charles; et al., (1993). "**Bio-mechanics of the elbow during baseball pitching**". The Journal of orthopaedic and sports physical therapy. 1993, 17(6), p. 274-8.