

GV881.4
P57A5

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACION
ESCUELA DE EDUCACIÓN
CONSEJO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
POSTGRADO EN EDUCACION FISICA



***ANALISIS BIOMECANICO
DEL LANZAMIENTO RAPIDO EN SOFTBOL
(Técnica del Pitcheo Canadiense)***

DONACION

Lcdo. Alexander J. Alcántara
Tutor. Mgs. Antonio Hernández.

Mérida, 24 de Octubre de 2007

SERBIULA
Tulio Febres Cordero

C.C. Reconocimiento

ÍNDICE GENERAL

	Pg. #
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE GENERAL.....	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	viii
RESUMEN.....	ix
INTRODUCCIÓN.....	1
 CAPITULO I. EL PROBLEMA	
.- Planteamiento del problema.....	4
.- Objetivos de la investigación.....	6
.- Objetivo general.....	6
.- Objetivos específicos.....	6
.- Justificación del estudio.....	7
.- Delimitación del estudio.....	7
 CAPITULO II. MARCO TEÓRICO	
.- Antecedentes de la investigación.....	10
.- Bases teóricas.....	12
.- Consideraciones generales.....	12
.- Importancia del estudio biomecánico.....	13
.- El lanzador. Características. Funciones.....	17
.- Modalidades y variedad de lanzamientos en Softbol.....	18
.- Descripción general de la acción de lanzar.....	19
.- Análisis técnico del lanzamiento por debajo del hombro.....	23
.- Mecánica del movimiento con el brazo en descenso.....	23
.- Descripción de la técnica de ejecución.....	26

A.- Técnica canadiense o de deslizamiento	26
B.- Descripción general	27
C.- Aspectos técnicos	27
 CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO	
.- Tipo de investigación	32
.- Muestra	32
.- Variables	33
.- Procedimiento para la recolección de la información	34
A.- Instrumentos.	34
B.- Validez y Confiabilidad	34
C.- Procedimiento	35
.- Análisis de los datos	40
.- Diseño estadístico	40
 CAPITULO IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS.	
.- Características espaciales	44
.- Características espacio-temporales	46
.- Características estáticas	48
.- Análisis de regresión múltiple	55
 CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	
.- Conclusiones	57
.- Recomendaciones	58
 BIBLIOGRAFÍA	 60

INDICE DE CUADROS

Cuadro		pp.
1	Puntos anatómicos para la estimación de las variables	38
2	Segmentos corporales seleccionados para la estimación del Centro de Gravedad y otras características biomecánicas.	39
3	Variación del desplazamiento del CGC en la horizontal	45
4	Variación de desplazamiento horizontal de ambos pies.	46
5	Velocidad del Centro de Gravedad total y de la mano derecha.	48
6	Ángulos de posición del cuerpo durante el lanzamiento.	51
7	Relación de las velocidades finales con diferentes instrumentos.	52
8	Análisis de Correlación Simple (Pearson)	53
9	Resumen del modelo	55
10	Regresión múltiple entre la variable dependiente y las variables independientes.	56

INDICE DE FIGURAS

Figura		pp.
1	Posición inicial. Contacto con la goma de lanzar	20
2	Posición inicial. Transferencia del peso corporal al pie retrasado (izquierdo en lanzadores derechos y pie derecho para lanzadores zurdos)	21
3	Posición inicial. Agarre de la pelota (B)	21
4	Liberación de la pelota	22
5	Posición final de la acción de lanzar.	23
6	Acciones articulares iniciales en lanzadores de softbol y béisbol	24
7	Acción inicial de avance	24
8	Secuencia de los movimientos del tronco, miembros superiores e inferiores	25
9	Secuencia de los movimientos antes del deslizamiento	28
10	Movimientos articulares durante la fase de propulsión	29
11	Trayectoria de la mano de lanzar.	29
12	Sistema corazón. Trayectoria de los miembros superiores.	30
13	Movimientos articulares finales de la acción de lanzar	30
14	Modelo anatómico para la estimación del centro de gravedad y diferentes variables en la ejecución del lanzamiento rápido técnica canadiense	37
15	Último fotograma antes de soltar la pelota. Coordenadas de referencia para Ori.Tr y Br.De-Tr.	50

UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTA DE HUMANIDADES Y EDUCACION
CONSEJO DE ESTUDIOS DE POSTGRADO
POSTGRADO EN EDUCACION FISICA
MÉRIDA EDO. MÉRIDA

***“ANÁLISIS BIOMECÁNICO DEL LANZAMIENTO RÁPIDO EN SOFTBOL
CUANDO SE UTILIZA LA TÉCNICA DEL PITCHEO CANADIENSE”.***

TUTOR: Mgs. Antonio Hernández
AUTOR: Lcdo. Alexander Alcántara
AÑO: 2006

RESUMEN

La presente investigación estuvo orientada al estudio de la técnica del pitcheo canadiense en la modalidad de lanzamiento rápido en el softbol, empleando para ello el análisis cuantitativo y cualitativo de algunas variables cinemáticas que pudieran incidir en la velocidad final de la pelota lanzada con esta técnica. Se ofrece un análisis minucioso de los movimientos que debiera realizar el lanzador que emplea esta técnica de pitcheo, con la intención de facilitar elementos teóricos cualitativos para corregir errores del gesto técnico e incidir con ello posiblemente en la performance del lanzador. Este trabajo de campo consistió en realizar un estudio exploratorio-descriptivo y correlacional en condiciones experimentales de algunas características físicas que encierra la mecánica del lanzamiento rápido en softbol, ejecutado por lanzadores que emplean la técnica del pitcheo canadiense. La obtención de la información para el análisis cinemático se llevó a cabo aplicando técnicas de videografía bidimensional con una cámara de video de 60 imágenes/seg. Se aplicó el método de investigación biomecánico cuantitativo y cualitativo. Con los datos obtenidos se realizó un análisis estadístico descriptivo-correlacional y de regresión múltiple para comparar las variables estudiadas. Los resultados arrojaron que la velocidad final de la pelota se ve influenciada por la variación de la velocidad del CGC, el desplazamiento del mismo y de la distancia alcanzada durante el deslizamiento. Por otro lado se formularon algunas recomendaciones en la pretensión de que éstas, puedan servir de orientación para que al utilizar esta técnica de pitcheo se consideren tales resultados, y al aplicarlos, teóricamente se pueda obtener una mayor velocidad en el lanzamiento.

Palabras claves: análisis biomecánico, técnica, lanzamiento canadiense, softbol

INTRODUCCIÓN

En el mundo deportivo moderno, mejorar el rendimiento en una determinada técnica deportiva es un objetivo común para muchos científicos, entrenadores y atletas.

La actualización y difusión de investigaciones en las diferentes disciplinas deportivas, constituye un paso fundamental para el desarrollo del deporte en cualquier país, razón por la cual se requiere la aplicación de los últimos avances científicos para el logro de resultados efectivos en el deporte.

Las tendencias modernas de la investigación en el deporte y la actividad física, han hecho que cada vez se intente ahondar más en el estudio de los criterios de eficacia que inciden sobre el rendimiento deportivo.

En este sentido, la práctica del deporte moderno exige recurrir a ciencias aplicadas para la obtención de un alto rendimiento deportivo. Es evidente que la ciencia y la tecnología tienen un papel más protagónico en el deporte competitivo.

Cada vez se hace más evidente el estudio del movimiento humano asociado al rendimiento deportivo, y en consecuencia el auxilio de tecnologías mas especializadas que permitan el estudio del gesto o acción deportiva desde una perspectiva científica contribuyen a ello. (Ortega, Moreno, 1997)

Entre estas ciencias se encuentra la biomecánica que tiene como elemento fundamental el análisis del movimiento del ser humano desde la perspectiva mecánica y cuyo ámbito de acción en el campo del deporte, se centra en el estudio del accionar humano cuando éste realiza una destreza deportiva con la finalidad de incrementar su rendimiento.

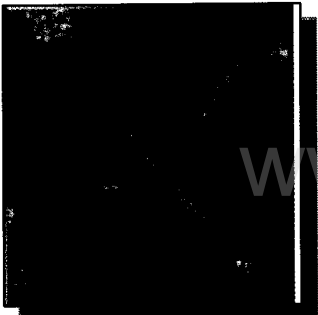


En el estudio de la técnica deportiva la biomecánica permite analizar el movimiento humano desde una óptica científica; “nos ayuda analizar efectivamente las destrezas motoras, de manera que se evalúe eficientemente e inteligentemente una técnica y que se corrija si existe alguna falla” Lopategui (2000)

Por tales motivos, el interés por analizar algunas de las características cinemáticas que puedan influir en la acción de lanzar la pelota al homeplate cuando se emplea la técnica de pitcheo canadiense en el softbol, viene determinada por la necesidad de aumentar el conocimiento científico sobre una acción técnica que se expresa de manera concreta en el juego, en el preciso momento en que el pitcher se impulsa para lanzar la pelota al receptor, con tal efecto, que busca hacer nula la intención del jugador-bateador, cuando éste intente golpear efectivamente con el bate la pelota lanzada.

Para dar cumplimiento a este trabajo, se consideró pertinente destacar la estructura de la presente investigación, el mismo se confeccionó con cuatro capítulos. Un primer capítulo en el que se fundamenta el área a objeto de estudio, su justificación, objetivos y delimitación. El segundo capítulo abarca la base teórico-conceptual referida a la disciplina deportiva a objeto de estudio, técnicas de lanzamiento rápido en softbol, análisis técnico del lanzamiento por debajo del hombro, así como también se hace referencia a la importancia y aplicación del estudio de la biomecánica aplicada al deporte.

Un tercer capítulo referido a la metodología utilizada en la elaboración de esta investigación en el que se define el tipo de investigación y el nivel y diseño de la misma. En el cuarto capítulo se analizan los resultados obtenidos del procesamiento de los datos. Y finalmente, se presentan las conclusiones y algunas recomendaciones generales en función de los resultados obtenidos.



CAPÍTULO I EL PROBLEMA



CAPITULO I

EL PROBLEMA

Planteamiento del Problema

El Softbol o Softball es una disciplina deportiva de carácter internacional practicada en diferentes partes del mundo. Millones de personas lo practican actualmente en mas de 100 países. En total 118 países se encuentran afiliados a la FIS (Federación Internacional de Softbol), los cuales están repartidos en los cinco continentes. En América por ejemplo, se desarrolla el softbol en 31 naciones. De estos países, los situados en la cuenca del caribe tradicionalmente evidencia una tradición beisbolera y por consiguiente de la práctica del softbol dada la afinidad entre ambos deportes; Venezuela forma parte de los países con esa idiosincrasia deportiva.

Independientemente de las modificaciones que el softbol como disciplina deportiva ha experimentado, la forma de lanzar la pelota al homeplate ha sido el fundamento técnico que más ha evidenciado tales cambios. En relación con la forma de ejecutar el lanzamiento, en la actualidad, la Federación Venezolana de Softbol (FVS) establece en su reglamento sólo tres modalidades de pitcheo. Entre estas modalidades se encuentra el lanzamiento lento, el rápido modificado y el lanzamiento rápido, siendo este último la modalidad autorizada por la Federación Internacional de Softbol (FIS) para las competencias de carácter internacional.

En este sentido resulta oportuno señalar que en la modalidad de lanzamiento rápido se utilizan cuatro técnicas de pitcheo, las cuales según Calzadilla, García (1996); Caurido (1991), señalan a continuación;



- ✓ La técnica o estilo onda, palanca o péndulo, también denominado látigo.
- ✓ El estilo de lanzamiento en "ocho" (8).
- ✓ El molinete o molino.
- ✓ Y más recientemente la técnica canadiense.

Dada la semejanza en cuanto a la finalidad y desarrollo del juego entre el béisbol y el softbol, resulta lógico señalar que este último es en esencia un derivado de su antecesor. Esta situación permite señalar un punto de vista que resulta común entre críticos y analistas del béisbol, técnicos, coachs, managers, jugadores, locutores y comentaristas de radio y T.V.; los cuales coinciden en afirmar que; *el éxito en el juego del béisbol radica en un alto porcentaje, que oscila aproximadamente entre el 70% y 80% en el dominio o efectividad con que el pitcher controle sus lanzamientos.* (Álvarez 1999)

En tal sentido, Gensemer y Beheling (1985) señalan que; "Connie Max, uno de los inmortales del béisbol, probablemente haya sido el primero en proclamar que el pitcheo representa el 75% del juego". De ser cierto la anterior expresión, resulta aceptable señalar que tal situación ocurra con relación al lanzador en un juego de softbol, dada las similitudes entre ambos deportes.

En virtud de lo señalado en relación con la efectividad del lanzador se puede inferir la relevante importancia de su labor tanto en el béisbol como para el softbol. Por tanto su efectiva actuación está condicionada a una buena preparación tanto de los componentes físicos-motores (aptitud física motora), como al dominio de los aspectos técnico-tácticos que encierra la acción de lanzar la pelota. En este sentido, la biomecánica como ciencia, contribuye al análisis efectivo de la destreza motora, de manera que se evalúa eficientemente la técnica de lanzar permitiendo las correcciones de fallas.

Existe una estrecha y lógica relación entre la **técnica deportiva** por una parte y las **características biomecánicas** (estructura del movimiento) por otra. (Hochmuth 1973). El conocimiento de estas relaciones en el campo tan amplio del entrenamiento



deportivo en el mundo actual, constituye la base tanto para la acertada investigación biomecánica como para el aprovechamiento creador y aplicativo de los resultados de tal investigación, en la enseñanza y en el entrenamiento de diferentes deportes.

Se pretende a través de la siguiente investigación, y apoyados en el análisis de algunas características cinemáticas, determinar los aspectos de orden biomecánico que inciden en la velocidad de la pelota lanzada cuando un lanzador emplea la técnica de pitcheo canadiense.

OBJETIVOS

Objetivo General:

.- Determinar las características cinemáticas que puedan influir durante la fase de impulso en la velocidad de la pelota lanzada cuando se emplea la técnica de pitcheo canadiense en lanzadores del equipo semiprofesional *TOROS DEL ZULIA S.B.C.* y la Selección Juvenil de Softbol del Estado Lara.

Objetivos Específicos:

1.- Identificar características cinemáticas que intervienen en la ejecución del pitcheo de softbol en la modalidad de lanzamiento rápido cuando se emplea la técnica de pitcheo canadiense.

2.- Establecer la relación entre las características cinemáticas intervinientes en la velocidad de la pelota lanzada cuando se emplee la técnica de pitcheo canadiense.



3.- Determinar la incidencia de la distancia alcanzada durante el deslizamiento previo al lanzamiento sobre la velocidad final de la pelota lanzada.

JUSTIFICACION.

El propósito principal de esta investigación se concretó en analizar desde el punto de vista mecánico, algunas características biomecánicas que intervienen en la fase de impulso de la pelota durante la ejecución del lanzamiento rápido de softbol, especialmente cuando se utiliza la técnica de pitcheo canadiense. En consecuencia, se pretende realizar un estudio exploratorio-analítico-descriptivo y correlacional de algunas características biomecánicas del fundamento técnico del lanzamiento rápido en softbol, específicamente en lanzadores que empleen la técnica a objeto de estudio, a fin de determinar cómo pudieran influir estos factores en la velocidad final de la pelota lanzada con dicha técnica. Por lo tanto se espera contribuir en el estudio y desarrollo de las ciencias aplicadas al deporte en el campo de la biomecánica, y al mismo tiempo que la información obtenida pueda ser utilizada por entrenadores y atletas, de tal manera que la aplicación de tales resultados permita incrementar el rendimiento en el campo deportivo.

DELIMITACIÓN DEL ESTUDIO

1.- El estudio se realizó en la ciudad de Maracaibo y Barquisimeto, específicamente en el estadio "Jhonny Paredes" del Complejo Deportivo y Recreativo *La Encrucijada*, el cual es sede del equipo *Toros del Zulia S.B.C.* y el estadio de softbol "Aguiles Machado" de la ciudad de Barquisimeto.

2.- La muestra está representada por los lanzadores importados y criollos del equipo zuliano. De igual manera, por lanzadores categoría adulto y lanzadores juveniles del estado Lara que participaron en los Juegos Nacionales Juveniles Lara 2001.

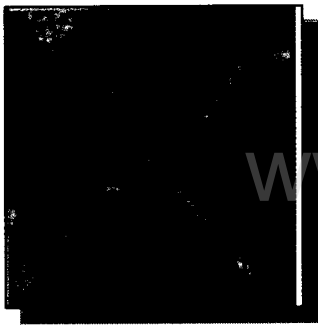


3.- La recolección de la muestra se realizó primero en Maracaibo, durante la fase eliminatoria del Campeonato 2001 de la Liga Superior de Softbol de Venezuela y posterior al mismo, en la ciudad de Barquisimeto.

4.- Se utilizó el método videográfico bidimensional.

5.- Los atletas fueron filmados en una sesión de entrenamiento, en la que no enfrentaron bateador alguno y solo ejecutaron lanzamientos en recta.

www.bdigital.ula.ve



CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO



CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

Antecedentes de la investigación.

Varias etapas conforman el proceso de investigación, la obtención de la mayor cantidad de información recabada en torno al tema a tratar resulta de vital importancia para iniciar la investigación, ya que permite saber el nivel de conocimiento y desarrollo en torno al área de aplicación. Tal proceder permite establecer una relación directa con el conocimiento anterior, y en consecuencia sentar las bases para generar nuevas ideas, teorías y procedimientos.

Plantear la idea de desarrollar una investigación para analizar entre los distintos factores que pueden afectar el desempeño técnico en una destreza motora cualquiera no resulta una tarea fácil. El estudio entre la técnica deportiva y la estructura del movimiento de ésta enfocado desde una perspectiva biomecánica, existe una relación lógica y muy estrecha, según señala Doria de la Terga (2003).

“El conocimiento de estas relaciones en el campo del entrenamiento deportivo en el mundo actual, constituye la base tanto para la acertada investigación biomecánica como para el aprovechamiento creador y aplicativo de los resultados de tal investigación, en la enseñanza y en el entrenamiento de diferentes deportes “

En tal sentido y en el convencimiento de que ninguna investigación parte de cero; en la búsqueda de información en torno a trabajos previos donde se relacione el análisis biomecánico y la técnica de lanzamiento rápido estilo canadiense, no se ha obtenido referencia alguna, por lo que se considera que no ha sido desarrollada, sin embargo, tal indagación arrojó la existencia de otras investigaciones que si destacan dentro del campo de las ciencias aplicadas al deporte, el empleo de la biomecánica y



en especial el análisis de variables cinemáticas (análisis cuantitativo) de distintas destrezas deportivas. Tales investigaciones se han desarrollado por un lado, en la Universidad Politécnica Libertador (UPEL), y en el Postgrado de Educación Física de la Escuela de Educación de la Facultad de Humanidades y Educación de la Universidad de Los Andes.

De acuerdo con lo señalado, cabe destacar que los trabajos que establecieron la pauta en ULA, y han servido de marco referencial obligatorio a las subsiguientes investigaciones relacionadas con el estudio de las características biomecánicas en las distintas técnicas deportivas estudiadas hasta el presente, han sido las investigaciones del profesor Antonio Hernández, titulados respectivamente; "Características biomecánicas de los tres últimos pasos de la carrera de impulso y despegue del salto largo de Miguel Padrón" y otro estudio similar pero aplicado al salto triple.

Posteriormente se plantea esta línea de investigación en el Postgrado de Educación Física de la ULA, y se desarrollan para el año 1996, entre otros, los trabajos Quintero H., Rodríguez R., Ramírez T., Dugarte M., los cuales se centran en estudios biomecánico para analizar diversas variables que influían en la eficiencia de la ejecución técnica de distintas destrezas deportivas, a los cuales siguieron posteriormente otros estudios en esta misma área.

De igual manera como se ha señalado, destacan otros estudios similares desarrollados en la UPEL tanto en Barquisimeto y Caracas respectivamente, a cargo de los profesores Otto Garrido, Mihai Zissu e Ivonne Fernández; resultando todas éstas de gran ayuda para la formulación, estructuración y fundamentación teórica de esta investigación.



Bases teóricas

Consideraciones Generales.

“Posiblemente el elemento más común, después del desplazamiento del cuerpo humano, que está presente en una amplia gama de deportes es el *lanzamiento*” Bunn (1976). Desde una perspectiva meramente mecánica del lanzamiento según plantean Cooper, Glassow (1973), Hernández R. (1987), Bunn (1976); se puede establecer que este fundamento técnico (el lanzamiento), encierra una fase de movimiento lineal así como también otra de movimiento angular.

Esta última expresión de movimiento, *la fase de movimiento angular* con la que se inicia la acción de lanzar la pelota en el caso de la técnica a objeto de estudio, se manifiesta durante las rotaciones que se producen alrededor del eje axial en la región torácica y los movimientos combinados a nivel del complejo articular del hombro. De igual manera la fase de traslación que produce el cuerpo hacia delante (deslizamiento) en la dirección en que se desea enviar el objeto (la pelota), determina la presencia del movimiento lineal.

Por otro lado, la efectividad - precisión de la acción de lanzar no solo está determinada por la existencia y combinación de estas formas básicas de movimiento, sino que, todos los movimientos que se produzcan deberán integrarse cuidadosamente de manera que las acciones resultantes sean suaves, rítmicas y fluidas para que el objeto propulsado se dirija al sitio elegido. En relación con la coordinación y la armonía de movimientos señala Hernández R. (1987)

“La eficiencia de un movimiento armónicamente estructurado, es el resultado de la combinación o integración de varios factores, donde la interacción de los segmentos del sistema, los procesos fisiológicos (Respiración, circulación, nutrición, etc.), la actividad nerviosa y las energías del medio, asociadas frente a la solución de una tarea, logran resolver con el máximo de calidad en el menor tiempo posible y con una pérdida mínima de energía”



De igual forma Kiphard (1976) refuerza las consideraciones anteriores al definir como coordinación lo siguiente:

“De acuerdo con la edad la coordinación es la interacción armoniosa y, en lo posible económica, de músculos, nervios y sentidos con el fin de producir acciones cinéticas precisas y equilibradas (Motricidad voluntaria) y reacciones rápidas y adaptadas a la situación (Motricidad refleja)”

Estudios en el área de la Fisiología del Ejercicio han demostrado el papel protagónico que ejerce el binomio Sistema Nervioso y Sistema Muscular en relación con la respuesta motora, en tal sentido resulta oportuno señalar que una interacción óptima (coordinación en el trabajo de estos sistemas), deberá satisfacer ciertas condiciones de orden físico-fisiológico, como por ejemplo:

- a) La adecuada participación muscular influyente de manera directa en la conducción y orientación del movimiento.
- b) La capacidad funcional de alternar entre contracción y relajación.
- c) Las condiciones de orden mecánico relacionadas con la fuerza engendrada de procesos anteriores (procesos fisiológicos), que determinan la adecuada magnitud de fuerza, la que a su vez incidirá en la amplitud y velocidad del movimiento. “Por eso, un movimiento será tanto más coordinado, cuanto mayor sea la economía de energía empleada para ejecutarlo” Kiphard (1976), Subiela (1982), Hernández R. (1987), Lopategui (2000)

Importancia del estudio biomecánico

La existencia de amplios campos de información referentes a las ciencias naturales, tales como, la Química, Física, Biología, etc. Han dado origen a una serie de disciplinas científicas que dado el carácter de aplicación relacionadas con el cuerpo humano, han brindado grandes avances al conocimiento de la humanidad. Entre éstas



puede señalarse a la; Biomédicina, bioingeniería, Ingeniería de rehabilitación (prótesis, órganos artificiales), Biónica, Biocibernética, Biología aplicada, cuyo propósito es aplicar herramientas y desarrollos tecnológicos para solucionar problemas en medicina y biología. Entre estas disciplinas también destaca la Biomecánica.

A la interrogante ¿Qué es la Biomecánica y qué se busca al investigar en esta área?, la respuesta se hace obvia al analizar la definición etimológica del término "Biomecánica"... Bio = Vida ; Mecánica = Área de la Física que estudia e investiga las razones del por qué los cuerpos se mueven o dejan de hacerlo y en consecuencia permanecen inmóviles.

La Biomecánica se ocupa del movimiento de los seres vivos y de modo particular del hombre. Si bien se conoce con este nombre a partir de la segunda mitad del siglo XX, etapa en que se desarrolla de manera acelerada, sus orígenes son tan antiguos como el propio hombre, quien en su actividad diaria se ve obligado, de manera consciente o intuitiva, a perfeccionar los movimientos de su cuerpo.

En tal sentido, y al considerar las diferentes definiciones que de Biomecánica se ofrecen en la bibliografía especializada; puede presumirse que las mismas brindan la claridad necesaria para delimitar, de alguna manera, el campo de estudio y aplicación de esta área. En consecuencia, éstas dejan claro la relación entre principios físico-mecánicos y el movimiento del ser vivo, particularmente en el hombre, teniendo en el campo deportivo, el área de mayor aplicación y en la cual se ha desarrollado mayormente esta disciplina científica a partir de 1935 según Hochmuth (1973)

Por otro lado, Miller y Nelson (1976), enfocan el concepto de biomecánica, centrado en el estudio de cómo las fuerzas internas y externas que puedan afectar la acción motora de los seres vivos, especialmente al ser humano. Estos autores defienden la idea de que esta disciplina debe posibilitar, a través de estrategias metodológicas precisas, la evaluación cuantitativa del desempeño motor humano.



Por lo antes señalado se destaca entonces que la Biomecánica, es una vertiente de las ciencias que estudian el movimiento de los seres vivos, y que basándose en las leyes de la mecánica, ayuda a analizar efectivamente las destrezas motoras deportivas de manera que se evalúe eficientemente el gesto técnico y se corrijan las fallas Lopategui (2000).

De igual forma señala Reischle (1993) que, gracias a la biomecánica se ha llegado a analizar y evaluar de forma individualizada todas las características técnica de los deportistas en cuanto a su técnica se refiere, y consecuentemente a aumentar su rendimiento. Su método de trabajo son la observación y medición para el análisis y cálculos necesarios en la modelación del movimiento. Su objetivo es el perfeccionamiento en el sentido de la racionalidad y efectividad, es decir, acordes a nuestra constitución física (que no se produzcan lesiones) y ahorro de energía (mejores resultados con menor fuerza muscular)

Es aplicable a toda actividad motora del ser humano y demás seres vivos. En ella se combinan como se señala en párrafos anteriores; la Física, Anatomía, Matemáticas, Estadística, Cibernética y en dependencia del campo de aplicación, Medicina, Robótica, Deportes, Cultura Física, Danza...etc. Hochmucht, (973); De la Horia Gonsalvez, (1993); Lopategui, (2000)

Al citarse como ejemplo, que partiendo de la filmación de una destreza motora deportiva cualquiera, como por ejemplo el salto en longitud, o la acción del lanzador, o la danza de una bailarina de ballet, puede calcularse: la ubicación del centro de gravedad en cada postura o instante deseado, la velocidad y aceleración lineal y/o angular para cada punto del cuerpo y del implemento lanzado. Proceso que con el auxilio de la cibernética y equipamiento adecuado se realiza en segundos, como puede apreciarse en las transmisiones televisivas de las últimas olimpiadas.

Tal como señala Lopategui (2000), "el estudio biomecánico puede concentrarse en *analizar las variables que causan y modifican el movimiento* (ej. el análisis cinético) o



simplemente dedicarse a la *observación y descripción de las características biomecánicas en la destreza* (ej. el *análisis cinemático*).

El estudio cinemático o cinético se puede realizar desde la perspectiva cuantitativa o cualitativa a través del análisis de las características biomecánicas de cualquier destreza motora humana y su relación con el rendimiento (nivel de éxito).

El *análisis cuantitativo* del movimiento involucra la *descripción de un movimiento o de sus partes en términos numéricos*. Para este estudio se emplean equipos especializados para poder medir y cuantificar las variables cinemáticas del movimiento, lo que significa determinar de forma precisa la cantidad o porcentaje de las variables estudiadas en el sistema. Este tipo de análisis ayuda a evitar la influencia subjetiva, lo cual lo hace un medio más preciso y confiable Lopategui, (2000); Ferro (1993)

En el *análisis cualitativo* se describe la calidad del movimiento sin el empleo de mediciones ni cálculos aritméticos. En este tipo de análisis se identifica los componentes involucrados en el movimiento y luego se evalúan estos constituyentes mediante la *comparación y la formulación de juicios*. Una *calidad* consiste en determinar el *grado de excelencia o de éxito* que posea el sistema estudiado Lopategui, (2000); Ferro (1993).

En este orden de ideas se plantea que esta forma de evaluación se fundamenta sobre principios biomecánicos que gobiernan la ejecutoria del movimiento o destreza estudiada. Por lo general el análisis de la destreza motora se apoyan sobre estudios de orden cuantitativo, ya que resulta el más. Del análisis cualitativo se pueden derivar hipótesis o preguntas de naturaleza subjetiva, las cuales podrán ser estudiadas sobre la base de evaluaciones cuantitativas. Hocmucht, (1973); Lopategui, (2000); Doria de la Terga, (2003)

En ambos métodos, el fin es el mismo, determinar de manera adecuada y



efectiva la destreza dentro de un contexto particular, ejemplo, el análisis de lanzar y su grado de efectividad en un juego de softbol.

En la actualidad, existen una diversidad de formas para el análisis y evaluación de las destrezas motoras. Por ejemplo, se puede grabar la destreza en video y luego digitalizarla en la computadora. Se cuentan con programas o "softwars" relativamente poco costosos que permiten realizar el análisis biomecánico del movimiento. Además, existen simulaciones que se realizan en la computadora, sobre la forma correcta en que se debe realizar la destreza.

Gracias al estudio de la biomecánica se ha llegado entonces al análisis y evaluación de forma individualizada, de todas las características técnicas de los deportistas en cuanto a una técnica en particular se refiere, y consecuentemente a alcanzar un aumento de su rendimiento en campo deportivo Gosalvez M. (1993).

www.bdigital.ula.ve

El Lanzador. Características. Funciones.

Desde el principio hasta el final del partido, el juego gira alrededor de la acción entre el lanzador y el bateador. El lanzador tiene la primera oportunidad de eliminar al bateador, los lanzadores intentan ubicar la pelota en la zona de *strike*, área situada directamente encima del *Home-Plate*.

Según se constata en la regla 1 sección 74; por zona de strike se concibe "al espacio sobre cualquier parte del home que está entre las axilas del bateador y la parte superior de sus rodillas, cuando el bateador asume su posición natural de batear" FIS (Reglamento Oficial 2001 – 2005)

El lanzador a diferencia del resto de los jugadores del infield y outfield, requiere de ciertas cualidades y excelente preparación física dado el agotador trabajo al que se somete en cada juego. Tal como lo señalan Calzadilla y García (1996).



"En este difícil arte se necesita poseer características especiales para lograr resultados satisfactorios. Puede asegurarse que atletas con somatotipo adecuado, como lo son la estatura, fortaleza física y la dedicación al trabajo, y otros que no posean estas características pero que logren una buena coordinación y desarrollo de la fuerza, pueden llegar a ser lanzadores de alto nivel en esta disciplina."

Modalidades y variedad de lanzamientos en softbol.

Por modalidades de pitcheo se considera a las diversas formas en que el pitcher puede lanzar pelota hacia el home plate. En tal sentido se debe mencionar que éstas se encuentran reglamentadas en la actualidad, por la Federación Venezolana de Softbol (FVS). Sin embargo el juego, puede desarrollarse atendiendo a las necesidades e intereses de sus practicantes, o en su defecto, sujeto a las condiciones que éstos y/o la organización a la cual pertenezcan decidan establecer, ya sea que estén en total concordancia o no, con a las normativas establecidas por la FVS.

Entre las modalidades que establece la FVS, se encuentra en primer lugar el *lanzamiento rápido*, el cual puede ejecutarse de varias formas; éstas son conocidas como técnicas de pitcheo, entre ellas temos, la técnica de molino o molinete, la técnica en ocho, la del pitcheo látigo y la mas reciente denominada "estilo canadiense, canguro o de deslizamiento". Las otras modalidades aprobadas por la FVS son el lanzamiento rápido modificado y el lanzamiento lento, cada una de ellas normadas de tal forma, que permita el justo desenvolvimiento de las acciones del lanzador en concordancia con el nivel técnico de la justa deportiva.

En relación con la variedad de pitcheos, solo se limita en este trabajo a señalar los más comunes sin detenerse en los detalles técnicos de cada uno; de tal forma se pueden señalar los siguientes:

- a.- Lanzamiento recto o bola rápida
- b.- Lanzamientos rompientes, entre los que se encuentran:
 - b.1.- La curva.
 - b.2.- El drop.
 - b.3.- El rise.
- c.- El cambio de velocidad o bola lenta.



Descripción general de la acción de lanzar.

Tal cual se resaltaron aspectos muy superficiales de orden técnico-táctico, reglamentarios y físico-fisiológicos relacionados con el lanzamiento del pitcher, se pretende abordar de forma general las acciones más comunes que produce un lanzador antes, durante y después de propulsar la pelota. Cabe destacar que las características específicas de las diferentes técnicas de los lanzamientos existentes para cada modalidad no serán analizadas en esta investigación, dado que el objetivo principal es estudiar exclusivamente la técnica del pitcheo canadiense o de deslizamiento como también se le conoce.

Existen tres procedimientos o modelos básicos para realizar cualquier tipo de lanzamiento o golpeo; por arriba o en elevación (Over-arm), por debajo o en descenso (Under-arm) y por el lado (Sider-arm) Cooper y Gassow (1973), Dougherty (1985). Independientemente del tipo de procedimiento a utilizar y a los efectos del cometido que se propone en este punto, el cual conduce a realizar una breve descripción general de la técnica de lanzar en la modalidad del lanzamiento rápido. Se sugiere para tal fin, dividir las acciones y agruparlas en tres fases o etapas, lo que permitirá diferenciar y facilitar la descripción de tales acciones. Las fases en cuestión se denominarán; fase de preparación para el lanzamiento, fase de propulsión y liberación del implemento y fase de recobro o estabilización.

Primera fase. Preparación para el lanzamiento:

En esta fase pueden ubicarse las siguientes acciones:

a.- Posición inicial o de parada; la cual debe estar en concordancia con los reglamentos establecidos por la FIS (Regla 6. Secc.1 Preliminares). Ésta le permite asumir una posición cómoda, relajada en la que el lanzador debe tener contacto de ambos pies con la goma o placa de lanzar (figura 1).

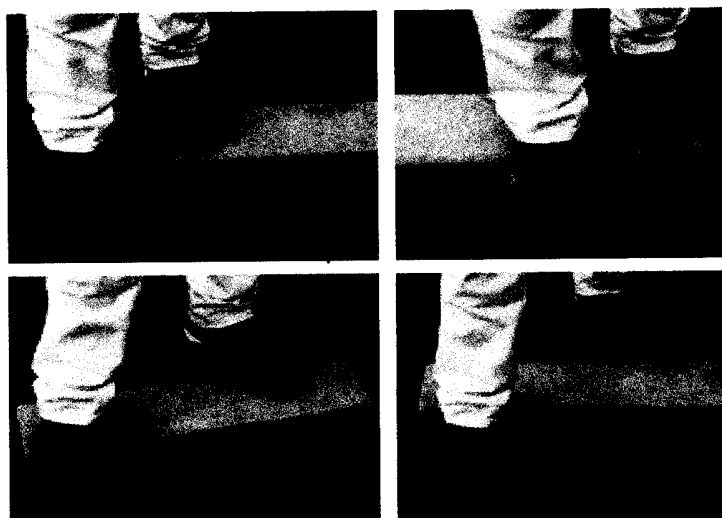


Figura 1. Posición inicial. Contacto con la goma de lanzar (cerrada o abierta)

La forma de pararse en la placa de lanzar puede asumirse de tres formas distintas, a saber; la forma cerrada, abierta y delante de la tabla de lanzar Caurido (1991) (figura 2). Comenta el autor antes citado que la forma que empleará el lanzador estará en dependencia de su estatura, del estilo de la técnica que utiliza y la que considere le proporcione mayor utilidad. Indistintamente de la forma de parase, la tendencia general es emplear una separación entre los pies que coincida con la anchura de los hombros, ya que de esta manera tendrá mejor apoyo para realizar el movimiento y el peso del cuerpo estará repartidos entre ambos pies. Caurido (1991), Bunn (1976), Calzadilla y García (1996)

Inmediatamente se realiza una transferencia del peso del cuerpo llevándolo ligeramente hacia la pierna de atrás con una ligera inclinación del tronco hacia atrás (hiper-extensión), para de esta forma generar la posibilidad de lograr un pequeño impulso y obtener así una mayor ganancia a la hora de impulsarse hacia delante en el momento de lanzar (figura 2).

Resulta oportuno señalar que entre ésta y la siguiente fase, el pitcher conjuntamente con el receptor y el manager determinan la estrategia a seguir,



especialmente en relación con el tipo de lanzamiento a ejecutar, lo cual por razones tácticas obedece inminentemente a la situación del juego.



Figura 2. Posición inicial. Transferencia del peso corporal al pie retrasado ("A" izquierdo en lanzadores derechos y "B" pie derecho para lanzadores zurdos)

b.- El agarre de la pelota: inmediatamente al acuerdo establecido entre los jugadores involucrados (pitcher y catcher), se procede al agarre de la pelota de tal forma que permita asegurarla adecuadamente al mismo tiempo que pueda aplicarse sobre ésta el efecto deseado en función del tipo de lanzamiento elegido (figura 3).

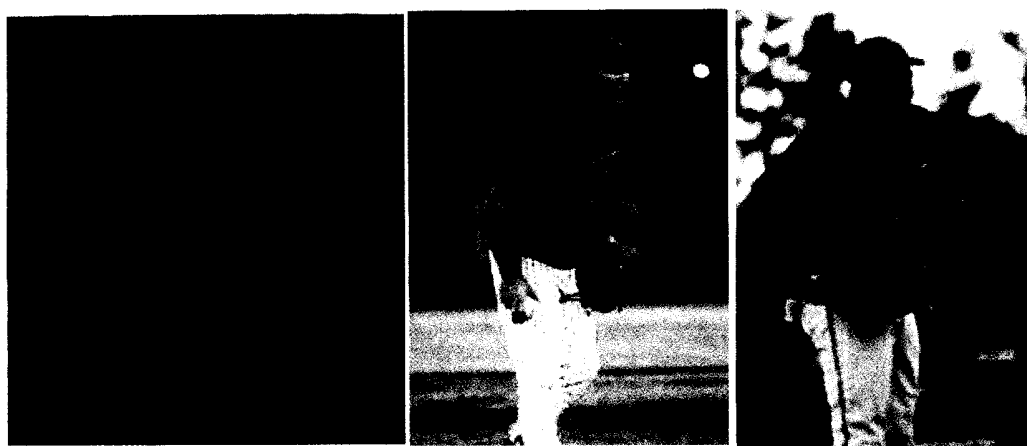


Figura 3. Posición inicial. Agarre de la pelota



Segunda fase. Propulsión y liberación del implemento:

En esta etapa tal como su nombre lo indica, se encuentran aquellas acciones que posibilitan anular la inercia existente, lo que a su vez permitirá aprovechar al máximo, las diferentes acciones con la finalidad de imprimir la fuerza necesaria para lanzar la pelota con la velocidad deseada. De igual forma, y al final de los movimientos de propulsión, específicamente en la culminación del movimiento pendular producido con el brazo de lanzar, debe soltarse la pelota en el ángulo más conveniente para coadyuvar de esta manera con los efectos deseados sobre la pelota, amen del sitio en el que se desea colocar.



Figura 4. Liberación de la pelota

Al respecto señala Cooper y Glassow (1973) que, “la liberación del implemento se produce cuando el brazo alcanza una posición paralela a la línea del tronco o superándola ligeramente”. (figura 4)

Tercera fase. Estabilización o recobro.

El pitcher después de realizar el envío debe tratar de alcanzar una posición que le brinde la mayor estabilidad y al mismo tiempo le permita alcanzar una gran movilidad, motivado a la gran posibilidad que existe de que la pelota que lanzó pueda ser bateada por sus predios. Esta última situación justifica la imperiosa necesidad de convertir al lanzador en un buen fildeador. En relación con la adopción de una postura equilibrada que posibilite el rápido accionar Bunn (1976) citando a Slater-Hamil en su estudio “Initial Body Position and Total Body Reaction Time” señala que la posición ideal desde la cual un jugador puede moverse con mayor rapidez en cualquier dirección, es aquella donde: “los pies se encuentran separados por una distancia similar



a la que hay de hombro a hombro, el peso está distribuido igualmente en ambos pies, y el peso de cada pie distribuido igualmente entre el frente de la planta y el talón; las rodillas flexionadas formando un ángulo entre los 90° a los 120° entre la pantorrilla y el muslo, dependiendo el grado de la fuerza al flexionar las rodillas” (figura 5)



Figura 5. Posición final al lanzar la pelota. Secuencia de movimientos después de soltar la pelota para asumir la posición de fildeador.

Análisis técnico del lanzamiento por debajo del hombro (underarm)

Mecánica del movimiento con el brazo en descenso.

En el patrón de movimiento básico con la mano hacia abajo, las articulaciones que mueven las palancas en dirección al lanzamiento intervienen normalmente en la siguiente secuencia: rotación de la cadera, rotación de la columna vertebral, aducción y flexión del complejo articular del hombro de lanzar, y flexión de la muñeca. Cuando se rota hacia atrás el tronco, se eleva el brazo hacia atrás en una acción articular del hombro que combina la abducción y la hiper-extensión; cuando se lleva el brazo hacia adelante, se mantiene en el plano sagital por la aducción y flexión combinadas del complejo articular del hombro. El lanzamiento con el brazo en descenso (softbol) y el "pitch" (lanzamiento en béisbol) son muy semejantes en sus acciones articulares y de palanca según lo señala Cooper y Glassow (1973) (figura 6).



Figura 6. Acciones articulares iniciales en lanzadores de softbol y béisbol

La primera acción de avance es un paso hacia adelante con la pierna contrario a la mano de lanzar (pierna de ataque). Esta situación conduce por razones de balance corporal a colocar el peso del cuerpo sobre el otro pie (pie de pivot), lo que favorece según Cooper y Glassow, (1973); Caurido, (1991); Calzadilla y García (1996) que, “la rotación de la pelvis sobre ese apoyo y llevando hacia adelante el lado izquierdo de la pelvis y aumentando de esta manera la longitud del paso (figura 7).



Figura 7. Acción inicial de avance.

En el caso de lanzadores derechos, cuando el pie izquierdo toma contacto con el suelo, por lo general el brazo derecho antes de comenzar su oscilación hacia adelante



se encuentra en una posición horizontal en relación con el suelo, situación ésta, típica en la mayoría de los lanzadores. Para una mayor efectividad mecánica, la parte superior del tronco debe estar, en ese momento dirigida hacia la derecha (torsión derecha), y los hombros en la misma línea de la dirección del lanzamiento. Señalan Cooper y Glassow (1973) que, "el principal movimiento de avance del cuerpo se efectúa cuando el pie izquierdo se adelanta; raramente se observa un deslizamiento sobre el pie izquierdo como el que se ve en el juego de bolos, en el momento de la liberación de la pelota, el movimiento de avance del cuerpo contribuye poco a la fuerza del lanzamiento".

Se puede observar en la secuencia gráfica de la figura 8 la acción del lanzamiento con el brazo en descenso. El ejecutante realiza un paso largo; el paso traslada todo el cuerpo hacia delante. Puede apreciarse que tal acción de avance+, se produce antes de la fase de liberación de la pelota; adviértase la distancia en que se mueven la cabeza y la parte superior del tronco, con referencia al pie derecho desde A a C, y que estos segmentos recorren una distancia muy breve con referencia al talón izquierdo desde C hasta la liberación, que ocurre en E. La pelvis rota sobre el fémur derecho cuando el pie derecho soporta el peso (B y C). El grado de rotación pélvica está algo limitado por la posición del pie derecho, que no ha girado 90° de la trayectoria intentada de la pelota.

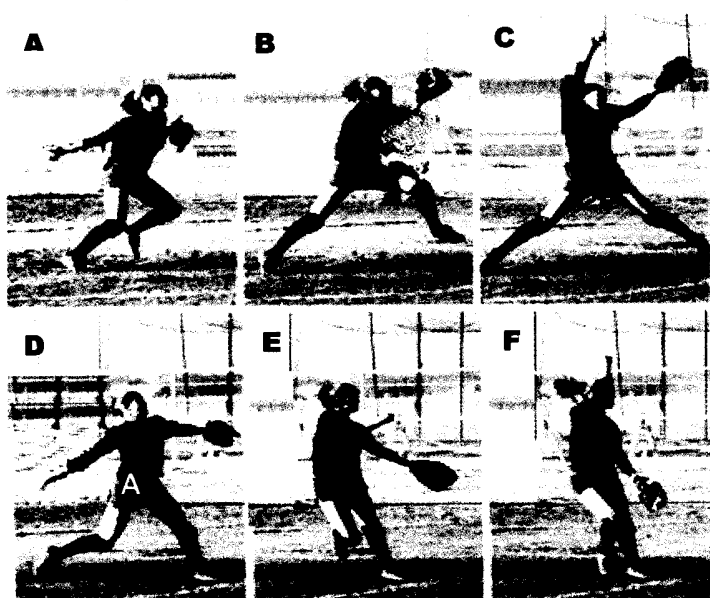


Figura 8. Secuencia de los movimientos del tronco, miembros superiores e inferiores durante el lanzamiento



En el momento de la liberación, las acciones articulares intervinientes son. rotación de la cadera izquierda si el lanzador es derecho, flexión del hombro y de la muñeca derecha, y flexión de la articulación del tobillo izquierdo. Obsérvese la hiperextensión de la muñeca en *D* y la flexión en *E*. Se puede inferir la velocidad creciente de la acción del miembro de lanzar, y en consecuencia la que se transmitirá a la pelota, debido a la alteración de la nitidez de cada imagen (*A* hasta la *D*). En *A* es un círculo que va tomando forma ovalada, en los cuadros siguientes a medida que aumenta su longitud.

La rotación medial del hombro y la supinación del antebrazo impartirán rotación a la pelota. Las observaciones efectuadas sobre películas han demostrado que, frecuentemente, los hombres flexionan el codo y utilizan la rotación medial del hombro para lograr velocidad. De esta manera, disminuyen la flexión del hombro. Los datos actuales no indican si realmente esta rotación del hombro permite más velocidad que la mayor flexión del hombro con el codo extendido Cooper y Glasgow (1973)

DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA DE EJECUCIÓN

Técnica canadiense o de deslizamiento

La técnica del pitcheo Canadiense o de deslizamiento representa la última forma de lanzamiento en el softbol, es decir, representa la innovación más reciente de la técnica de lanzamiento en este deporte. Esta técnica requiere un grado mayor de coordinación en los movimientos para impulsar la pelota, que en las técnicas antes mencionados, lo que dificulta su dominio y ejecución al mismo tiempo que exige de parte del lanzador una excelente condición física debido al esfuerzo extra que se realiza en la fase de impulso, vale señalar "el deslizamiento hacia delante" Urbina (1992).

Como regla general para que un lanzamiento sea válido el pitcher debe realizar los siguientes movimientos, los cuales son comunes a cada uno de los estilos (Regla 6. Secc 1, apartes c,d y e. FIS 2001-2005):



- a.- Colocar los pies sobre la placa del lanzador.
- b.- Tomar una posición de partida manteniendo la pelota sujeta con una o con ambas manos delante del cuerpo al momento de tomar la señal del receptor.
- c.- Ejecutar solo un paso hacia delante para impulsar la pelota. "Es necesario realizar un segundo paso para realizar el seguimiento de la pelota y volver a recuperar el equilibrio; al mismo tiempo que trata de alcanzar una adecuada posición de fildeo" Dougherty, (1985)

Descripción General

El estilo canadiense o de deslizamiento engloba las mismas fases que los otros estilos, a saber, una fase de preparación que abarca las acciones: posición inicial, presentación y agarre de la pelota, pasando a una fase de propulsión y posteriormente a la de liberación de la pelota.

Esta técnica se diferencia de las anteriores por el deslizamiento que se produce durante la fase de propulsión, lo que teóricamente se traduce en una acción que establece un grado de mayor dificultad en lo relacionado con la coordinación que se requiere y por ende la importante incidencia que este factor posee sobre el control de los lanzamientos. Señala Urbina (1992), que cuando el lanzador ejecuta el movimiento, lo hace de manera que su pie izquierdo (pie de péndulo en el caso de lanzadores derechos), quede o caiga con el salto lo mas lejos posible de la goma o tabla de lanzar, acción ésta que dificulta una ejecución coordinada.

Aspectos técnicos

Para estudiar la técnica del pitcheo canadiense se señala que la primera fase es común a todos los estilos, sin embargo se describen sus detalles más importantes.

El lanzador debe asumir una posición de estabilidad, tal como se comentó anteriormente, implica estar en contacto con ambos pies sobre la tabla de lanzar,



colocando delante de ésta el pie del mismo lado a la mano de lanzar. De igual manera en esta fase, el lanzador prepara el agarre de la pelota en concordancia con el tipo de lanzamiento que desea realizar y en debida conjunción con su receptor (fig. 1,2,3)

En la fase relativa a la propulsión se destaca la siguiente secuencia de movimientos, éstos se realizan en el siguiente orden según señala Cooper y Glassow (1973), "Rotación de la cadera, rotación de la columna vertebral, aducción y flexión de la articulación escápulo-humeral y flexión de la muñeca. En esta fase también se produce simultáneamente el primer movimiento hacia delante, el cual se realiza con el pie izquierdo en caso de lanzadores derechos. Lo cual ocasiona un traslado del peso corporal al pie derecho permitiendo que se produzca cómodamente una rotación de la pelvis, esto incide en aumentar la posibilidad de la longitud del paso, es decir el deslizamiento del pie derecho (figura 9).



Figura 9. Secuencia de movimientos antes de iniciar el deslizamiento

De igual manera se hiper-extiende levemente el tronco, se lleva hacia atrás el brazo (elevación) en una acción articular que combina la abducción y la hiper-extensión escápulo-humeral. Al llevar el brazo hacia delante, éste se mantiene en



el plano sagital por la aducción y flexión combinadas de la articulación escápulo-humeral" (figura 10).



Figura 10. Movimientos articulares durante la fase de propulsión

Esta acción combinada y adversa de los miembros superiores, se les ha denominado sistema corazón, ya que con las manos se dibuja durante el desplazamiento de éstas, figuradamente la forma de un corazón, Caurido (1991); Calzadilla y García (1996) (figura 11 y 12)

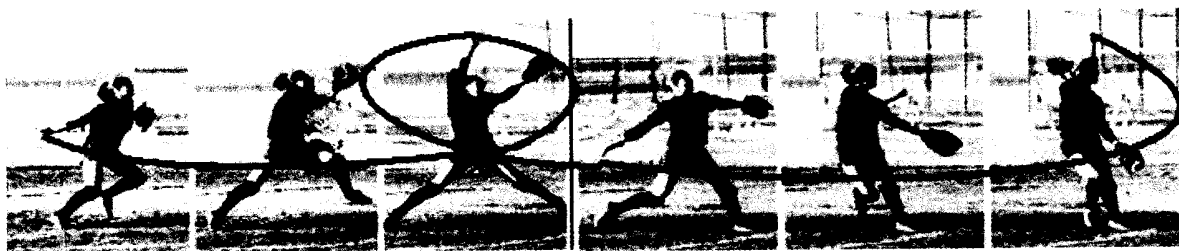


Figura 11. Trayectoria de la mano de lanzar

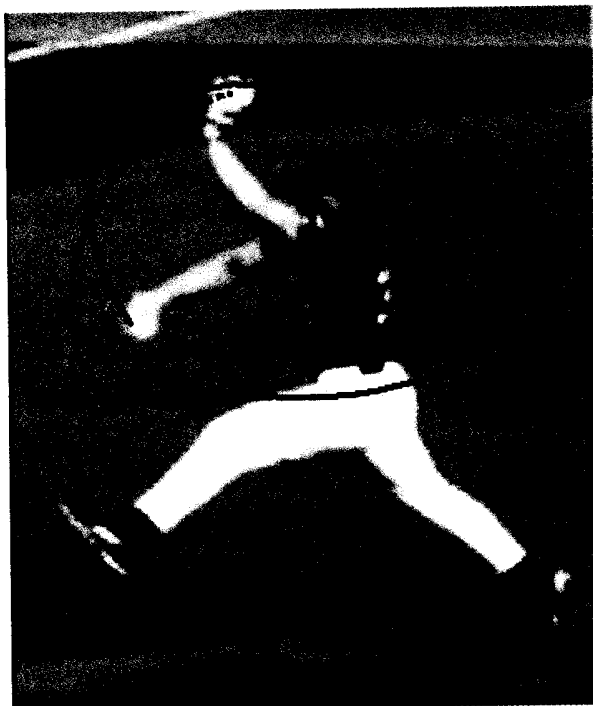
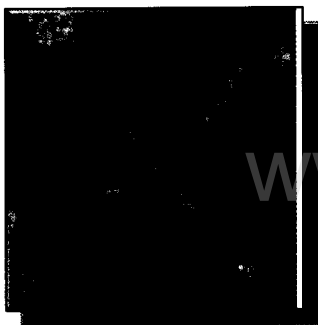


Figura 12. Sistema corazón. Trayectoria de los miembros superiores.
Línea consecutiva (M.Sup. Derecho). Línea segmentada (M.Sup. Izquierdo).

En el momento de hacer contacto con el pie izquierdo en el suelo, el miembro superior derecho (lanzadores derechos), "alcanza en su recorrido hacia delante una posición aproximadamente horizontal y se prepara para completar su oscilación" Copper y Glassow (1973); Urbina (1992); Caurido, (1991); Calzadilla y García (1996). En la fase de liberación de la pelota las acciones articulares intervinientes son: rotación de la cadera izquierda, flexión escápulo-humeral y muñeca derecha (lanzadores derechos), y flexión del tobillo izquierdo, seguidos en el último momento por una hiperextensión y luego flexión de la muñeca derecha." Glassow-Copper (1973); Urbina, (1992); Caurido, (1991); Calzadilla y García (1996) (figura 13).



Figura 13. Movimientos articulares finales de la acción de lanzar



CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO



CAPITULO III

METODOLOGÍA

Tipo de Investigación

En concordancia con el propósito principal de esta investigación, se hace necesario desarrollar una investigación de campo, con el cometido de analizar cuantitativamente las características biomecánicas del lanzamiento rápido de softbol, específicamente de la técnica de pitcheo canadiense.

Esta investigación es de carácter exploratoria; tal como señalan Hernández y col. (2003), "los estudios exploratorios se efectúan normalmente, cuando el objetivo es examinar un tema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes", por lo que las características de este estudio así lo contempla.

No obstante, esta investigación se enmarca dentro de un estudio descriptivo y correlacional, lo cual permite cubrir con las metas planteadas en los objetivos de la investigación, utilizando métodos de análisis biomecánico mediante la aplicación de procedimientos de videografía bidimensional.

Muestra

Tal como se plantea en los objetivos de la investigación y en la delimitación del mismo, el estudio se desarrolló en las ciudades de Maracaibo y Barquisimeto. Específicamente en el estadio "Jhonny Paredes" del Complejo Deportivo y Recreativo "La Encrucijada", y en el estadio "Aguiles Machado" de la ciudad de Barquisimeto respectivamente. La muestra estuvo conformada por 10 lanzadores; de los cuales 7 son lanzadores de la selección Juvenil del Estado Lara que participaron en los Juegos JUDENALARA 2001 y 3 lanzadores del equipo Toros del Zulia.



Variables

De acuerdo con los propósitos planteados en el presente estudio se determinaron las siguientes variables.

Variable Dependiente.

La velocidad de la pelota lanzada.

Variables Independientes.

1.- Características espaciales

.- Desplazamiento del centro de gravedad corporal y segmental:

- Variación del Centro de Gravedad Corporal en el eje X CGCX
- Variación del Centro de Gravedad Corporal en el eje Y CGCY
- Desplazamiento del Pie Derecho en el eje X CGPDX
- Desplazamiento del Pie Izquierdo en el eje X CGPIX

2.- Características estáticas.

.- Posiciones articulares.

- Ángulo del codo derecho Cod.De.
- Ángulo de la muñeca derecha Muñ.De.
- Relación angular entre el brazo de lanzar (derecho) y el tronco Br.De-Tr.
- Relación angular del tronco con relación a la horizontal Ori.Tr.

3.- Características espacio-temporales

Las características que se relacionan y permiten determinar la variación de situación y movimiento en un determinado tiempo se denominan espacio-temporales (Donskoy, Zatsiorsky, 1988)

- Velocidades horizontales y verticales del CGC
- Velocidad resultante de la mano derecha (lanzador derecho) VRMD



PROCEDIMIENTO PARA LA RECOLECCIÓN DE LOS DATOS.

A.- Instrumentos:

El material que se utilizó para la recolección de los datos del presente estudio pertenece al Laboratorio de Biomecánica de la ULA, éste es el siguiente:

- .- Una cámara de vídeo SVHS, modelo AG-456-U.
- .- Una cámara de video Handycam Sony modelo 180X.
- .- Un V.C.R. profesional modelo AG- 7350.
- .- Un Monitor de 19" de alta resolución Panasonic.
- .- Una cinta S.V.H.S.
- .- Dos computadoras para facilitar el análisis de los datos.
- .- Un Software (Abiomo) para el procesamiento de los datos obtenidos en la digitalización, lo que permitió realizar el análisis biomecánico del movimiento estudiado.
- .- Una cámara digital Sony Mavica modelo MVC-FD83
- .- Un sensor para medir la velocidad de la pelota lanzada

B.- Validez y Confiabilidad

Los instrumentos utilizados en esta investigación se pueden considerar como válidos y confiables, debido a los resultados obtenidos en las anteriores investigaciones que en el área de la biomecánica se han desarrollado en el Laboratorio



de Biomecánica de la Universidad de Los Andes, gracias al alto grado tecnológico que éstos presentan.

C.- Procedimiento.

En el campo de la biomecánica deportiva, para realizar investigaciones de los movimientos deportivos existen varios métodos, algunos muy complicados que ameritan el empleo de costosos y sofisticados instrumentos de medición, por ejemplo; la fotografía de huella luminosa, cinematógrafo, el tacógrafo, cronógrafo, videografía, fotografía cronocíclica. De igual forma otros métodos de investigación denominados dinamográficos. Para el desarrollo de esta investigación y en función del material técnico que se posee, se utilizó el método videográfico.

El método videográfico permite registrar la posición del cuerpo en el espacio y en el tiempo, lo que facilita deducir por diferenciación, las formas de las funciones velocidad-tiempo y aceleración-tiempo, a partir de las mediciones de distancia-tiempo (Hochmuth, 1973).

El procedimiento consistió en filmar las acciones de cada uno de los lanzadores del equipo Toros del Zulia y la Selección Juvenil Larense durante las sesiones de entrenamiento, para posteriormente editar-proyectar el video y confeccionar el ciclograma o esquema de posturas de movimientos realizados por cada lanzador.

El trabajo fue desarrollado cumpliendo tres fases:

1.- Fase pre-filmica: en ésta se procedió a la seleccionar los instrumentos requeridos, así como el traslado para la recolección de los datos. De igual manera se seleccionaron los participantes del estudio, se obtuvo los datos personales (nombre y apellido, edad, experiencia como lanzador), se realizaron algunas mediciones antropométricas (peso y talla), así como preparar el sitio de filmación.



2.- Fase fílmica: basada en la recolección de datos, utilizando una cámara de video SVHS AG456-U, la cual permite tomar 60 imágenes por segundo. La cámara fue colocada aproximadamente a 14 mts. del atleta a ser filmado. De igual manera se utilizó una regla (nivel) de 2,20 m que permite obtener una escala en unidades reales de trabajo.

3.- Fase post-fílmica: esta fase se subdividió en dos etapas, a saber;

3.1.- Organización de los datos obtenidos:

- a) Reproducción del material grabado.
- b) Selección de la imágenes para la elaboración de los esquemas de postura requeridos.
- c) Digitalización de los puntos anatómicos en cada esquema de postura para la elaboración de la tabla de coordenadas (cuadro N° 1).
- d) Se creó una base de datos.
- e) Se utilizó el programa computarizado denominado ABIOMO V 2.0 (Análisis Biomecánico) para el procesamiento de los datos y posterior análisis.

3.2.- Análisis e interpretación de los resultados.

3.3.- Elaboración del informe final de la investigación.



Figura N° 14 Modelo Anatómico.

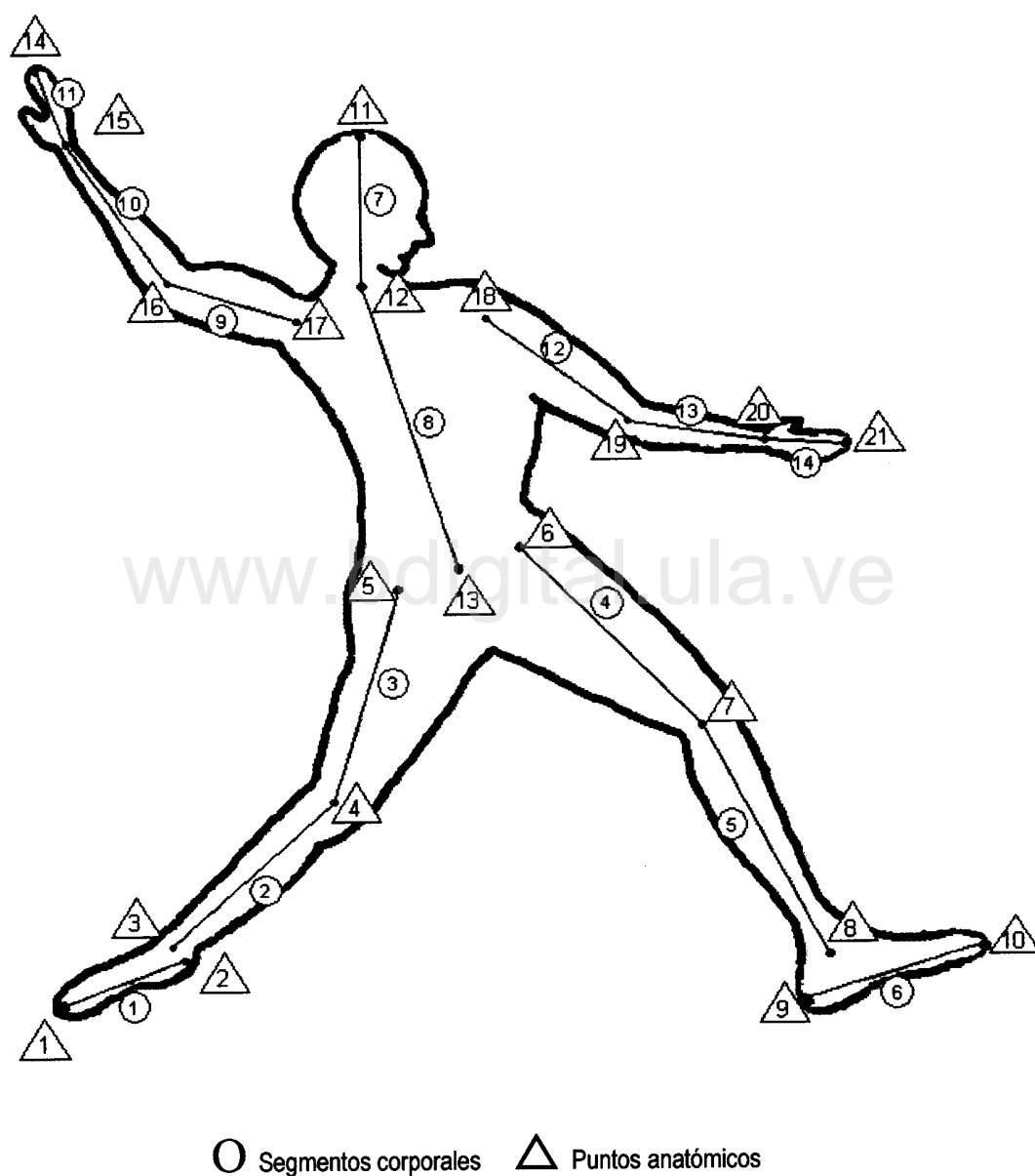


Figura N° 15. Modelo anatómico para la estimación del Centro de Gravedad y diferentes variables en la ejecución del lanzamiento rápido, técnica canadiense.



Cuadro N° 1 Puntos anatómicos para la estimación de las variables.

N°	Descripción
1	Punta del dedo del pie derecho
2	Talón derecho
3	Eje del tobillo derecho
4	Eje de la rodilla derecha
5	Eje de la cadera derecha
6	Eje de la cadera izquierda
7	Eje de la rodilla izquierda
8	Eje del tobillo izquierdo
9	Talón izquierdo
10	Punta del dedo izquierdo
11	Punto medio entre los ejes de la cadera derecha e izquierda
12	Séptima vértebra cervical
13	Vertex
14	Extremo del dedo medio de la mano derecha
15	Eje de la muñeca derecha
16	Eje del codo derecho
17	Eje del hombro derecho
18	Eje del hombro izquierdo
19	Eje del codo izquierdo
20	Eje de la muñeca izquierda
21	Extremo del dedo medio de la mano izquierda

Fuente: Hernández A. El Movimiento del Cuerpo Humano. Estructura del Movimiento aplicado a la actividad física. Mánida – Venezuela. 2003.



Cuadro N° 2. Segmentos corporales seleccionados para la estimación del Centro de Gravedad y otras características biomecánicas

N°	Segmento Corporal	Punto Proximal	Punto Distal
1	Pie derecho	2	1
2	Pierna derecha	4	3
3	Muslo derecho	5	4
4	Muslo izquierdo	6	7
5	Pierna izquierda	7	8
6	Pie izquierdo	9	10
7	Cabeza y cuello	12	13
8	Tronco	11	12
9	Brazo derecho	14	15
10	Antebrazo derecho	15	16
11	Mano derecha	16	17
12	Brazo izquierdo	18	19
13	Antebrazo izquierdo	19	20
14	Mano izquierda	20	21

Fuente: Hernández A. El Movimiento del Cuerpo Humano. Estructura del Movimiento aplicado a la actividad física. Márda – Venezuela. 2003



Análisis de los datos.

En relación con la recopilación de los datos obtenidos, se analizaron las siguientes características mecánicas en la fase de preparación e impulso previo a la acción de lanzar la pelota.

Características espaciales: se analizó la variación del desplazamiento del Centro de Gravedad Corporal total, el desplazamiento del pie derecho e izquierdo en cada uno de los lanzadores que conformaron la muestra.

Características estáticas: se analizaron las siguientes posiciones articulares; el ángulo del codo derecho (Cod.De), el ángulo de la muñeca derecha (Muñ.De), la relación angular entre el brazo de lanzar (derecho) y el tronco (Br.De-Tr) y la relación angular del tronco con relación a la horizontal (Ori.Tr) del último fotograma de cada uno de los lanzadores que conformaron la muestra.

Características espacio-temporales: se analizó la velocidad horizontal y vertical del CGC y la velocidad resultante de la mano de lanzar (lanzador derecho, VRMD)

Diseño estadístico.

Para el análisis estadístico de las variables se empleó procedimientos de estadística descriptiva y específicamente medidas de tendencia central y variabilidad.

Refiere Hernández y otros (2003) que, "las medidas de tendencia central son valores medios o centrales de una distribución que sirven para ubicarlos dentro de la escala de estimación". En este caso se emplea la media aritmética, cuyo uso permite establecer el valor promedio de una serie de datos. De igual manera los referidos

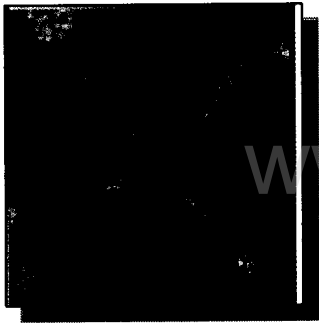


autores señalan que, las medidas de variabilidad indican la dispersión de los datos en la escala de medición.

Entre los estadísticos descriptivos utilizados se encuentran: el rango o recorrido, el cual se determina por la resta del valor menor al valor mayor, la media y desviación típica o estándar para resumir los datos y realizar las comparaciones de los resultados.

De igual manera el análisis de los datos contempla el uso de pruebas paramétrica, como el coeficiente de correlación de Pearson, el cual se define según Hernández y otros (2003), como "la prueba estadística para analizar entre dos variables medidas en un nivel por intervalos o razón".

Por otro lado se empleó el análisis de regresión múltiple para indicar el grado de relación o efecto existente entre las variables independientes y la variable dependiente, Hernández y otros (2003). Es decir, permitió relacionar las características biomecánicas estudiadas y su influencia en la ejecución técnica del lanzamiento rápido de softbol cuando se emplea la técnica de pitcheo canadiense.



CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE RESULTADOS



CAPITULO IV

ANÁLISIS DE RESULTADOS.

En este capítulo, y posterior al procesamiento de los datos a través del programa ABIOMO 2.0, se realizó un análisis comparativo entre los resultados obtenidos de los datos de la muestra recolectada por el método videográfico ya descrito en el capítulo anterior.

Es importante señalar que la finalidad de este estudio estuvo orientado a analizar algunas características biomecánicas, tales como; desplazamiento y velocidad del centro de gravedad corporal y segmental, ángulos de posición de segmentos corporales superiores e inferiores, los cuales pudieran influir en la velocidad de la pelota lanzada a través de la técnica de pitcheo canadiense. Al respecto es importante destacar que en la investigación bibliográfica realizada, no se obtuvo datos relacionados con el análisis cuantitativo de la destreza estudiada, por lo que las inferencias establecidas se hacen exclusivas para este grupo, lo que enfatiza el carácter exploratoria de esta investigación

Para facilitar el análisis de los datos, tal como se señaló, se aplicó el método videografía bidimensional. Solo a tres de los diez lanzadores filmados, les fue registrada la velocidad de sus lanzamientos a través de un sensor que permite medir el desplazamiento de la pelota en su trayectoria al home-plate, lo que ofrece la posibilidad de comparar estos datos con los resultados obtenidos del programa ABIOMO 2.0

De igual forma se aplicó un análisis estadístico empleando para ello, el software SPSS; programa computarizado que permite analizar y establecer la correlación de las distintas variables de estudio.

A continuación se presentan los resultados obtenidos del análisis de las características espaciales y espacio temporales de las acciones ejecutadas por los



lanzadores durante la fase de impulso de la pelota cuando emplea la técnica de pitcheo canadiense.

Características espaciales:

Según Donskoy y Zatsiorski (1988) señalan que, “las características espaciales, en su totalidad, caracterizan la forma espacial de los movimientos del hombre, por lo que todas ellas en su conjunto, determinan el comienzo y el final del movimiento en el espacio”

Para lograr tal cometido, se analizaron características relacionadas con la variación del (CGC) centro de gravedad corporal total y el desplazamiento de puntos anatómicos distales de los miembros inferiores (P.Der. – P.Izq.), lo que permitió apreciar la distancia horizontal alcanzada durante el desplazamiento de ambos pies al realizar el apoyo.

Variación del Centro de Gravedad Corporal (CGC)

Como se observa en el cuadro N° 3, la variación promedio del CGC de los lanzadores en relación con la media $X = 1,2382$ mts. ($\pm 0,1962$ mts.). El sujeto 10 es quien presenta el mayor desplazamiento con 1,5175 mts algo alejado de la media del grupo, y quien menor desplazamiento obtuvo fue el sujeto 9 con 0.801 mts. Dado que, cuando se alcanza una mayor distancia en el menor tiempo posible se alcanza una mayor velocidad, puede inferirse que si se cumple con este principio, se puede inferir que el lanzador con mayor desplazamiento agrega un elemento que le permite lograr una mayor velocidad.



Cuadro N° 3 Variación del desplazamiento del CGC en la horizontal

NOMBRE	SUJETO	DespCGCx (mts.)
Arraez	1	1,3302
Cameron	2	1,3515
Colmenares	3	1,0970
Coello	4	1,1074
Flores	5	1,3107
Fuentes	6	1,2804
Lobaton	7	1,2387
Montiel	8	1,3484
Quiroz	9	0,8010
Urbaneja	10	1,5175
Valor mayor		1,5175
Valor menor		0,801
Rango		0,716
Media		1,23828
Desv. Típica		0,196265

*DespCGCx. Desplazamiento horizontal del Centro expresado en mts.

Variación del desplazamiento del pie derecho (P.Der.) y el pie izquierdo (P.Izq.)

En el cuadro 4 se puede apreciar que la media del desplazamiento para el pie derecho es de $X = 0,9461$ mts. ($\pm 0,3426$ mts), y para el pie izquierdo es de $X = 2,6183$ mts. ($\pm 0,3108$ mts.). Donde la mayor distancia lograda con el pie derecho es para el sujeto 1 con 1,1785 mts. (P.Der.) y la menor distancia para el sujeto 9 con 0,4762 mts. De igual manera para el pie izquierdo la mayor distancia la logra el sujeto 2 con 2,9791 mts. y la menor para el sujeto 9 con 1,8571 mts. Por tanto se infiere que al alcanzar un mayor desplazamiento hacia adelante del pie de apoyo (P.Der.) para lanzadores derechos, podría incrementarse la velocidad de la pelota lanzada. Los datos que se observan en este cuadro, permiten reforzar el análisis anterior, y en



consecuencia la inferencia señalada, en la que se presume el aprovechamiento de una mayor distancia aunada a la rápida ejecución del gesto técnico estudiado. De igual manera este desplazamiento hacia adelante por parte del lanzador, acorta su distancia al homeplate y supone un efecto positivo a la velocidad del lanzamiento, ya que la pelota pareciera adquirir una mayor velocidad, dada la menor distancia a recorrer hasta el receptor, lo que se conjuga con el análisis del cuadro anterior favoreciendo al lanzador y dificultando de cierta manera al bateador al tener un menor tiempo de decisión para el bateo.

Cuadro N° 4. Variación del desplazamiento del pie derecho (P.Der.) y el pie izquierdo (P.Izq.)

NOMBRE	SUJETO	P.Der (mts.)	P.Izq. (mts.)
Arraez	1	1,1790	2,6190
Cameron	2	1,1652	2,9791
Colmenares	3	0,5595	2,4642
Coello	4	0,6071	2,5611
Flores	5	0,8928	2,6905
Fuentes	6	1,1310	2,8571
Lobaton	7	0,8809	2,5838
Montiel	8	0,9706	2,8677
Quiroz	9	0,4762	1,8571
Urbaneja	10	1,0600	2,7040
Valor mayor		1,179 (1)	2,9791 (2)
Valor menor		0,476 (9)	1,8571 (9)
Rango		0,703	1,122
Media		0,94618	2,61836
Desv. Típica		0,342648	0,310840181

*Desplazamiento del pie derecho e izquierdo expresado en mts.

Características espacio-temporales:

Donskoy y Zatsiorski (1988) señalan que, "las características espacio-temporales determinan la variación de la situación y del movimiento del hombre en el tiempo".



Entre las características espacio-temporales analizadas en esta investigación se estudiaron la variación de la velocidad del centro de gravedad corporal (VCGC) y la velocidad resultante de la mano derecha (VRxMDer.)

Variación de la velocidad del centro de gravedad corporal.

Se establece en la teoría de la mecánica clásica, que la velocidad y el desplazamiento son directamente proporcionales, en consecuencia a un mayor desplazamiento del CGC (deslizamiento del lanzador hacia adelante), mayor será la velocidad alcanzada, Rodríguez (1996).

a) En el cuadro 5, se muestran las velocidades del Centro de Gravedad Corporal (VCGC) y de la mano derecha (VRxMDer.) respectivamente. Se aprecia una media de $X = 1,5869 \text{ m/seg}$ ($\pm 0,9128 \text{ m/seg}$) para VCGC, y $X = 29,0006 \text{ m/seg}$ ($\pm 2,1804 \text{ m/seg}$) para VRxMDer. El sujeto 4 posee la mayor velocidad de proyección del centro de gravedad corporal y la tercera mejor velocidad de la mano derecha en la muestra. Mientras que el sujeto 2 acusa la mejor velocidad de la mano derecha y la tercera mejor velocidad del centro de gravedad, lo que permite en primer lugar aseverar el principio antes señalado de la relación directa y proporcional entre el desplazamiento y la velocidad. Y en segundo lugar inferir que la pelota lanzada llegará más rápido al home plate en la medida que se alcance una mayor proyección del CGC (cuadro 4), o se alcance una mayor distancia en el desplazamiento, lo que posibilita acortar de esta manera, tanto la distancia entre el lanzador y el homeplate como el tiempo de decisión del bateador para realizar el swing.



Cuadro N° 5 Velocidad del Centro de Gravedad Total y de la Mano Derecha

NOMBRE	SUJETO	VCGC (m/seg)	VRxMDer (m/seg)
Arraez	1	1,7944	28,0082
Cameron	2	2,5691	31,8898
Colmenares	3	0,7121	27,2526
Coello	4	2,7655	30,9253
Flores	5	2,1036	29,8264
Fuentes	6	0,4620	28,5482
Lobaton	7	2,5135	29,9557
Montiel	8	2,3017	31,0039
Quiroz	9	0,6479	24,5264
Urbaneja	10	2,7098	28,0694
Valor mayor		2,7655	31,89
Valor menor		0,462	24,526
Rango		2,3035	7,364
Media		1,58698	29,0006
Desv. Típica		0,912804	2,18047

*Velocidad expresada en m/seg.

Características estáticas:

Entre las características estáticas que se analizaron en esta investigación se encuentran los ángulos de posición que se forman entre los segmentos corporales del miembro superior (lanzadores derechos), la orientación del tronco respecto al eje vertical "Y" y la orientación del brazo derecho respecto al tronco.

Ángulos de posición.

Dado que el movimiento humano se evidencia en las articulaciones, este se manifiesta de forma angular. En consecuencia el estudio de variables relacionadas con la posición del cuerpo durante la ejecución del gesto técnico resulta de gran valor. El mayor rendimiento de la destreza obedece evidentemente a aquella acción que se



ejecuta en atención al reglamento por un lado y en asumir adecuadas acciones articulares (ángulos de posición) que no vayan en detrimento de la destreza.

La ejecución reglamentada (Regla 6 Secc.3) del lanzamiento rápido en softbol establece entre otros aspectos, dos que son importante considerar y que en la práctica modifican abiertamente el posicionamiento del cuerpo, además de la legalidad y presumiblemente la efectividad en el lanzamiento:

A - El lanzamiento debe ser un movimiento por debajo del hombro, con la mano debajo de la cadera y la muñeca no mas apartada del cuerpo que el codo.

B - El soltar la bola seguido por el movimiento continuo de la mano y la muñeca debe ser hacia adelante manteniendo una línea recta en relación al cuerpo.

En tal sentido, y aun cuando no se obtuvo datos cuantitativos en la revisión bibliográfica, el análisis técnico refiere que las articulaciones humero-antebraquial y radio-carpiana, se encuentran en extensión e hiper-extensión respectivamente antes de impulsar la pelota con la acción de latiguo (flexión), a fin obtener el mayor provecho del principio de acumulación de fuerzas Thompson (1992).

Al observar el cuadro 6, se encuentra que la media para los ángulos del codo y muñeca derecha corresponde respectivamente a $X=161,612^\circ (\pm 8,3219^\circ)$ y $X= 166,289^\circ (\pm 8,9496^\circ)$. El valor mayor en el codo lo alcanza el sujeto 3 y en la muñeca el sujeto 2, mientras que el valor menor en codo lo tiene el sujeto 9 y para la muñeca el sujeto 10. Al observar la angulación que ofrece la muestra estudiada a nivel del codo y muñeca respectivamente, permite señalar que la pelota se suelta con cierto grado de flexión en estas articulaciones.

Por otro lado, los datos arrojan una media $X= 11.301^\circ (\pm 8.3344^\circ)$ para el Br.De-Tr., por lo que se infiere para este grupo, que la pelota se suelta en el momento en que el miembro superior inicia el movimiento de flexión y se ubica entre $0,5^\circ$ y 22° de flexión a nivel de la articulación escápulo-humeral.



No obstante, con los resultados obtenidos de la muestra, se puede observar en el cuadro N° 6 , donde se tiene una media $X = 78,23^\circ (\pm 5,27^\circ)$ para Ori. Tr.. El valor mayor lo obtuvo el sujeto 8 y el menor valor el sujeto 9. Lo que indica que la mayoría de los lanzadores realizan el lanzamiento (soltar la pelota), antes de que el eje céfalo-caudal coincida con el eje "Y", es decir, llegar con el tronco a la vertical. Esto permite inferir para este grupo que se debe soltar el implemento tal como se ha señalado, formando un ángulo entre el eje longitudinal del cuerpo (céfalo-caudal) y el eje "Y".

Se entiende como α Ori.Tr. el ángulo formado por una línea imaginaria que atraviesa en dirección céfalo-caudal a la columna dorso-lumbar, con relación a otra línea que pasa por el CGC en sentido antero-posterior y tomando como referencia a la articulación lumbosacra. (figura 15)

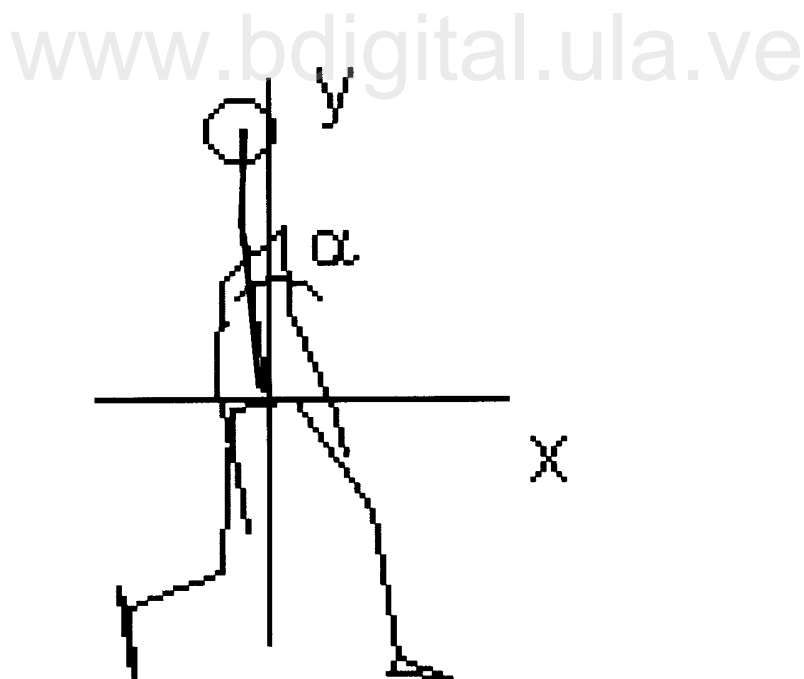


Figura 15. Último fotograma antes soltar la pelota. Coordenadas de referencia para α Ori. Tr y α Br.De-Tr



Cuadro N° 6 Ángulos de posición del cuerpo durante el lanzamiento

Sujeto	N°	Cod. De	Muñ. De	Ori. Tr.	Br.De-Tr
Arraez	1	170.55°	176.91°	77.39°	8.66°
Cameron	2	157.27°	179.69°	79.70°	16.65°
Colmenares	3	171.87°	166.53°	83.37°	21.89°
Coello	4	172.37°	163.69°	81.70°	1.43°
Flores	5	161.56°	175.81°	72.58°	17.42°
Fuentes	6	161.28°	156.33°	77.47°	14.32°
Lobaton	7	164.46°	168.08°	75.96°	0.50°
Montiel	8	156.45°	158.55°	88.45°	1.46°
Quioz	9	148.46°	163.72°	70.77°	21.96°
Urbaneja	10	151.83°	153.56°	74.93°	8.73°
Valor Máximo		172.373	179.912	88.45	21.957
Valor Mínimo		148.463	153.563	70.77	0.4984
Rango		23.9106	26.1271	17.68	21.459
Media		161.612	166.289	78.23	11.301
Desv. Típica		8.32197	8.94964	5.27	8.3344

* (Cod. De) ángulo formado por los segmentos corporales brazo-antebrazo. (Muñ. De.) ángulo formado por los segmentos corporales antebrazo-mano. (Or.Tr.) Orientación del Tronco respecto al eje "Y". (Br.De-Tr) ángulo formado entre el miembro superior y el tronco.

En el cuadro 7 se presenta una comparación de las velocidades resultantes posterior al procesamiento a través del programa ABIOMO 2.0, y el valor de la velocidad resultante obtenida por medio de un sensor de movimiento. Inicialmente este último dato lo expresa el instrumento en millas/hr, al realizar la conversión respectiva se obtienen los valores expresados en el referido cuadro en m/seg. Puede inferirse en función de la pequeña diferencia que se observa la confiabilidad del proceso.



Cuadro N° 7 Relación de las Velocidades Finales con diferente procedimiento

NOMBRE	SUJETO	VR - ABIOMO	VR - SENSOR
Cameron	2	34,4589	35,1111
Montiel	8	33,3056	32
Urbaneja	10	30,7792	30,666

*Velocidad expresada en m/seg.

En el cuadro 8 se presenta la matriz de correlación lineal de Pearson, medida en escalas de intervalo o de razón de -1 y 1, utilizando para ello el software SPSS, y de esta manera establecer el nivel de significancia y la relación entre éstas.

Puede observarse que se presenta una correlación significativa muy alta según Hernández y otros (2003), entre la variable VMDer (variable dependiente) y las variables DespPDer, DespPlzq y VCGC (variables independientes) de 0,892 ; 0,861 y 0,853 respectivamente con un nivel de probabilidad de 0,01. La relación que presentan estas variables, establece que a mayor desplazamiento de ambos pies y/o de la velocidad del centro de gravedad corporal horizontal, mayor será la velocidad de la pelota lanzada o viceversa.

El resto de las variables no presentan una correlación significativa, pero deben considerarse, ya que el coeficiente de correlación mide la relación lineal de las variables, por lo que un valor pequeño no significa que dos variables no estén relacionadas.



Cuadro N° 8 Análisis de Correlación Simple

Matriz de las correlaciones simples existentes entre la variable dependiente y las variables independientes.

VARIABLES	VelMDer	DespCGCx	DespPDer	DespPlzq	VCGC	CodDer	MuñDer	Ori-Tr	Br.De-Tr
VelMDer	1	0,601	0,322	0,744	0,853*	0,202	0,246	0,439	-0,631
DespCGCx		1	0,892***	0,861**	0,555	-0,006	-0,013	0,208	-0,039
DespPDer			1	0,649	0,391	-0,276	-0,13	-0,069	-0,241
DespPlzq				1	0,446	0,18	0,065	0,477	-0,375
VCGC					1	0,029	0,17	0,169	-0,678
CodDer						1	0,325	0,375	-0,225
MuñDer							1	-0,154	0,241
Ori-Tr								1	-0,389
Br.De-Tr									1

*P < 0,01 P < 0,001

NOTA: VelMDer: Velocidad de la Mano Derecha. DespCGCx: Desplazamiento del Centro de Gravedad Corporal en X. DespPDer: Desplazamiento Del Pie Derecho. DespPlzq: Desplazamiento del Pie Izquierdo. VCGC: Velocidad del Centro de Gravedad Corporal. CodDe: Ángulo del Codo Derecho. MuñDer: Ángulo de la Muñeca Derecha. Ori-Tr: Ángulo de Orientación del Tronco. Br.De-Tr: Ángulo del Brazo Derecho-Tronco.

**Análisis de Regresión Múltiple.**

En el cuadro 10 se muestra el Coeficiente de Regresión Múltiple, el cual permite establecer la relación existente entre la variable dependiente VelMDer (1) y las variables independientes DespCGCX (2), DespPDer (3), DespPlzq (4) y VCGC (5).

La proporción de variabilidad se explica mediante el coeficiente R elevado al cuadrado o coeficiente de determinación múltiple. Permite establecer el aporte de la variación, el resultado arrojó un valor de 0,994 (cuadro 9) lo que indica una relación perfecta entre la variable dependiente y las variables independientes.

La máxima asociación lineal en la correlación de Pearson se encontró entre la variable Desplazamiento horizontal del Centro de Gravedad Corporal (DespCGCX) y la variable Desplazamiento del Pie Derecho (DespPDer) cuya relación es de ($r = 0,892$).

Cuadro N° 9 Resumen del modelo

RESUMEN DEL MODELO				
Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error tip. De la estimación
1	.853 ^a	.727	.693	1.608280
2	9.45 ^b	.892	.862	1.079987
3	.997 ^c	.994	.991	.277301



Cuadro N° 10

Regresión múltiple entre la variable dependiente con las variables independientes
Variable dependiente: Velocidad de la mano derecha

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes estandarizados	t	Sig
	B	Error tip.	Beta		
1 (Constante) velocidad del CGC	25,811 2,718	1,206 ,588	0,853	21,408 4,619	,000 ,002
2 (Constante) velocidad del CGC. Desplazamiento del Pie Izq.	15,743 2,072 4,310	3,177 ,441 1,315	,650 ,454	4,956 4,694 3,277	,002 ,002 ,014
3 (Constante) velocidad del CGC. Desplazamiento del Pie Izq. Desplazamiento del CGCX	14,429 2,531 9,219 -9,993	,826 ,122 ,596 ,998	,794 ,971 -,675	17,465 20,700 15,482 -10,009	,000 ,000 ,000 ,000

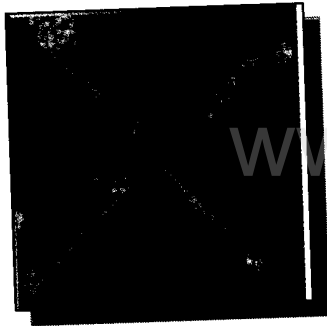
*Las otras variables independientes fueron rechazadas por no ser significativas para construcción de la ecuación de regresión múltiple.

La ecuación de regresión múltiple obtenida para B

$$\text{VMDer} = 14,429 + (\text{VCGC} \times 2,531) + (\text{DesPlzq} \times 9,219) + (\text{DespCGCX} \times -9,993)$$

Se puede concluir que para obtener una mayor velocidad de la pelota lanzada con la técnica canadiense hay que considerar la velocidad del centro de gravedad así como su desplazamiento horizontal y la distancia a alcanzar durante el deslizamiento

Por otro lado, cuando en la ecuación establecida, se sustituye cualquiera de los predictores, se puede determinar cual será la velocidad de la pelota lanzada. Con este proceder se puede mejorar una variable en base a datos apropiados.



CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES



CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Tal como se ha señalado en los capítulos anteriores, el estudio desde la perspectiva biomecánica de las distintas destrezas deportivas por medio de la videografía, señala Rodríguez (1996) que este método, "permite determinar la medida cuantitativa de los procesos motores explicar la esencia de los fenómenos mecánicos y la estructura del cuerpo desde el punto de vista de la física"

El desarrollo de las diferentes etapas en las que se subdividió este estudio, para determinar la incidencia de algunas variables biomecánicas sobre la velocidad de la pelota lanzada en el lanzamiento rápido de softbol cuando se emplea la técnica de pitcheo canadiense, permitió al investigador en función a los resultados obtenidos formular las siguientes conclusiones y recomendaciones:

Conclusiones

- Los resultados obtenidos en el análisis de correlación simple aplicado, pudo determinarse que existe una relación lineal importante de la variable independiente (VCGC) (cuadro N°8) con la variable dependiente estudiada (VeIMDer.)
- De igual manera en el análisis de regresión múltiple la variable VCGC presenta una alta correlación con la variable dependiente (VeIMDer) quien representa la velocidad final de la pelota, quedando demostrada su incidencia y al mismo tiempo permite cumplir con el propósito de esta investigación.
- En el desplazamiento (deslizamiento que realiza el lanzador hacia adelante), se debe considerar la posición del cuerpo, y en particular del



tronco, de tal forma que dicha acción esté orientada a proyectar el centro de gravedad corporal (CGCX) en la dirección del movimiento y de esta manera incidir positivamente en la velocidad final de la pelota. Es decir que en la medida que el desplazamiento hacia delante sea más rápido se generará una ventaja mecánica sobre la velocidad final de la pelota lanzada con esta técnica, siempre y cuando las otras variables cinemáticas permanezcan constantes.

- En relación con la distancia alcanzada durante el deslizamiento (Desp.PDer. y Desp.Plzq) el modelo de regresión múltiple aplicado, señala una alta correlación entre estas variables y la variable dependiente estudiada (VMDer), lo que permite señalar que el desempeño del lanzador en relación con esta variable afecta considerablemente la velocidad final de la pelota.
- Por otro lado se determinó en función de los resultados que la relación angular entre el brazo de lanzar y el tronco para el momento de soltar la pelota se encuentra entre 0,5 y 22° de flexión escápulo-humeral.
- Se determinó que en el momento de soltar la pelota las articulaciones húmero-antebraquial y radio-carpiana se encuentra con cierto grado de flexión aproximadamente en 161,16° para el codo y 166,29° para la muñeca respectivamente.

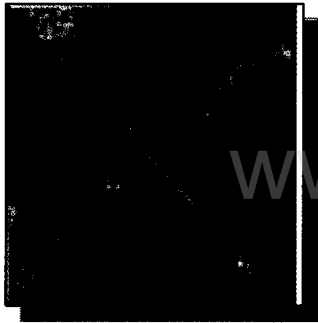
Recomendaciones.

- Enfatizar el trabajo de preparación para mejorar el desplazamiento (fase de impulso) del cuerpo hacia la dirección del lanzamiento, dada su incidencia en la velocidad final de la pelota lanzada con esta técnica.
- Aunque no se realizó un análisis muscular del gesto técnico, se recomienda el fortalecimiento (preparación general y especial) de la



musculatura del complejo articular hombro, muy especialmente la musculatura flexora y aductora de la articulación escápulo-humeral.

- Enfatizar en el trabajo técnico para fortalecer la respuesta coordinativa entre las acciones del lanzamiento (miembros superiores) y las de desplazamiento (miembros inferiores) dada la dificultad que representa tal ejecución y considerando los datos obtenidos en esta investigación.
- Filmar el gesto técnico para su análisis y discusión por parte del entrenador y el atleta.
- Utilizar los resultados obtenidos en esta investigación para fortalecer los resultados obtenidos y profundizar en la necesidad de determinar que otros factores mecánicos pueden influir en el lanzamiento rápido de softbol y en especial cuando se emplea la técnica de pitcheo canadiense.
- Se sugiere para subsiguientes investigaciones en relación con esta técnica de pitcheo, hacer un análisis del modelo de regresión utilizado.



BIBLIOGRAFÍA



BIBLIOGRAFÍA

- ÁLVAREZ, Jorge (1999) "Pelota Caliente" Disponible en:
<http://www.prensa-latina.com>
- BARBERO, J., (S/F). "El entrenamiento de los deportes de equipo basado en estudios biomecánicos (análisis cinemático) y fisiológicos (frecuencia cardíaca) de la competición" efedeportes.com [Revista digital]. Disponible en Lecturas Educación Física y Deportes.
<http://www.efdeportes.com/efdlla/biomec.htm> [Consulta 2005. Abril 28]
- BUNN, John (1976) "Entrenamiento Deportivo Científico". México. Pax-México
- CAJAS, A. (1973) "Diccionario Enciclopédico de Educación Física". Lima-Perú: Gil Armas S.A.
- CALZADILLA, O. ; GARCÍA, L. (1996) "Fundamentos Técnicos para Lanzadores de Softbol" La Habana Cuba.
- CAURIDO, J. (1991) "Fundamentos técnicos del pitcheo en Softbol" (film) Federación Venezolana de Softbol. Valencia-Venezuela
- CHINON (1997) "Enciclopedia Interactiva Santillana" Edic. Medios de comunicación interactivos.
- COOPER, J. GLASSOW, R., (1973) . "Kinesiología" . (3era. ed.) Argentina: Panamericana
- DONSKOY, D., ZATSIORSKI, V., (1988) "Biomecánica de los Ejercicios físicos" La Habana Cuba: Pueblo y Educación
- DORIA de la TERGA, E., (2003) "El empleo del análisis biomecánico en la Práctica deportiva. Su estrecha y lógica relación con la técnica deportiva" efdeportes.com [Revista digital]. Disponible en Lecturas Educación Física y Deportes. Año 9 Nro. 66. <http://efdeportes.com> [Consulta 2005. Mayo 20]
- DOUGHERTY, N., (1985) "Educación Física y Deportes" España:Reverte, S. A.
- FEDERACIÓN VENEZOLANA DE SOFTBOL (2000) "Reglas de Softbol" Valencia-Venezuela Talleres Impresos de T.B. Print C.A.



- FERRO, A. (1993) "Biomecánica Deportiva" Pnencias I. Congreso Paralímpico Barcelona 92' Barcelona. Fundació ONCE
- GENSEMER, Robert. BEHELING, M. (1985) "Softbol". México: Octavio Colmenares
- HERNÁNDEZ, R., (1987) "Morfología Funcional Deportiva" La Habana Cuba Científico-Técnica
- HERNÁNDEZ, A., VELASCAO, G. (2003). "ABIOMO 2.0 Análisis Biomecánico del Movimiento Humano, Software". Laboratorio de Biomecánica. Dpto. de Educación Física. ULA. Mérida.
- HERNÁNDEZ, A., (2003) "Los Movimientos del Cuerpo. La estructura del movimiento aplicado a la actividad física" Venezuela. Talleres Gráficos de la Universidad de los Andes.
- HERNÁNDEZ, R., FERNÁNDEZ, C., BATISTA, L., (2003). "Metodología de la Investigación". 3ra.edic. México. Mc Graw Hill.
- HOCHMUTH, G., (1973) "Biomecánica de los Movimientos Deportivos" España. Ciencia y Deporte.
- KIPHARD, E., (1976) "Insuficiencias de Movimiento y de Coordinación en la Edad de la Escuela Primaria" Argentina: Kapeluz.
- LOPATEGUI, E., (2000) "Análisis cinemático del movimiento humano" [Artículo digital]. Disponible en <http://www.saludmed.com/CsEjerci/Biomecan/AnCinema.htm>
- LORENZO, J. (1999) "Historia del softbol general y del inicio de la CASL" [Artículo digital]. Disponible en <http://www.caslsoftball.org/Historia/> [Consulta 2005 Mayo 15]
- MARTINEZ, R. ; BAEZ, A. (2005) "Historia del Softbol" Softbol Dominicano [Revista Digital]. Disponible: <http://www.softboldominicano.com/hssoft.php> y <http://abc.gov.ar/paginaescuela/0062is0018/Historia.htm> [Consulta 2005 Mayo 20]
- MICROSOFT Corporation, (1998) "Enciclopedia Interactiva Encarta 99" Autor
- ORTEGA, P., MORENO, M., (1997). "Tecnología y Deporte. Tratamiento digital de la imagen". Revista de Educación Física y Deportes "Kinesis", Nro.22, p.69



- RASCH, P. ; BURKE, R., (1980) "Kinesiología y anatomía aplicada" 5ta ed.
España. El Ateneo
- REISCHLE, K. (1993) "Biomecánica de la natación" España. Gymnos
- RODRIGUEZ, R., (1996) "Análisis biomecánico del saque de tenis en Voleibol"
Trabajo especial de grado. Universidad de los Andes. Mérida.
- SUBIELA, J., (1982) "Entrenamiento Físico". Caracas: I.U.P.C.
- THOMPSON, P. (1991) " Introducción a la Teoría del Entrenamiento"
(Federación Internacional de Atletismo Amateur)
- URBINA, A., (1992). "Didáctica del Pícheo Rápido". Mérida – Venezuela
Talleres Gráficos Universitarios ULA.

www.bdigital.ula.ve