

MONOGRAFÍA

Título: Análisis biomecánico de la técnica de paleo de Ledi Frank Balceiro en competencias de canotaje.

Autor: Lic. Yadiel Rodríguez Granda.

Tutora: Dra. Celia María Hernández Prado.

Facultad de Cultura Física

Universidad “Camilo Cienfuegos” de Matanzas

Email: yadiel.rodriquez@umcc.cu

Resumen.

Para lograr sólidas bases científicas en el deporte de alto rendimiento se necesita el perfeccionamiento de los métodos de control que se aplican en la actualidad. En el deporte de alto rendimiento cubano se realiza el control del efecto del entrenamiento sin la presencia de importantes disciplinas científicas como la Bioquímica, Fisiología, Biomecánica, entre otras, ya que toda forma de intervención en la investigación deportiva debe adaptarse a las prioridades del deporte y a los recursos que posee. Se abordó como objeto de esta investigación el análisis biomecánico de la técnica de paleo de Ledi Frank Balceiro, campeón panamericano, campeón mundial y subcampeón en los Juegos Olímpicos de Sydney y Atenas en canoa. Para la realización de este estudio se utilizaron videos de competencia internacionales y el uso del software HUMAN que está diseñado para aceptar el formato de archivo de videos y procesarlos mediante la digitalización y análisis cinemático del movimiento, se calcularon los parámetros biomecánicos que caracteriza la técnica de paleo, la velocidad lineal de la canoa y la longitud de la palada, así como la representación gráfica del desplazamiento, la velocidad y la aceleración del centro de gravedad del cuerpo en el eje (X; Y), para precisar como cumple Balceiro con los principios y parámetros biomecánicos de la técnica de paleo que caracteriza este deporte. Esta investigación sienta las bases para arribar al Modelo Biomecánico de este gran atleta.

Introducción:

Con el desarrollo de la sociedad el conocimiento crece constantemente y con ello la implementación de sistemas de ciencias e innovaciones técnicas, donde cobra fuerza la biomecánica deportiva, disciplina científica que se conoce por el Comité Olímpico Internacional (COI) como una de las mejores alternativas para elevar el rendimiento deportivo.

La Biomecánica Deportiva es una disciplina científica que estudia el movimiento humano y la técnica del deportista considerando los principios básicos de la mecánica y las características del aparato locomotor. Su objetivo básico es lograr que el deportista mejore la técnica deportiva y de esta forma elevar su rendimiento en la competición.

Emplear tecnología de punta en el control del entrenamiento es una de las demandas del deporte contemporáneo que atienden los representantes de la biomecánica deportiva. Las tendencias actuales en 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. El análisis biomecánico permite estudiar el movimiento humano desde una perspectiva científica, para ello es necesario recurrir a sistemas de captación de las coordenadas 3D que definen la estructura del cuerpo humano para su posterior análisis y visualización gráfica. En este trabajo se detalla un modelo gráfico 2D realista del cuerpo humano en base a criterios enfocados al estudio de la técnica de paleo.

Así como se han desarrollado vertiginosamente las técnicas de filmación tridimensional (3D), ha evolucionado el diseño de complejos investigativos de altas tecnologías parte de ellas basadas en la utilización de soportes lógicos y físicos (software y hardware) que regulan, automatizan y controlan de forma rigurosa el proceso de obtención de datos, tratamientos y exposición de los resultados, por demás altamente costosos por lo específico y cerrado de su mercado.

Para Cuba por ser un país en vías de desarrollo y por la connotación social de sus logros deportivos esto constituye un gran reto, ya que toda forma de intervención en la investigación deportiva debe adaptarse a las prioridades del deporte y a los recursos que posee. Al abordar como objeto de estudio el análisis biomecánico de la técnica de paleo de Ledi Frank Balceiro a través de un programa biomecánico llamado HUMAN. Se ratifica que su soporte tecnológico no responde a las exigencias del entrenamiento moderno del canotaje, principalmente no proporciona la función pedagógica: Retroalimentación de esta especialidad (C1 y C2).

Con el programa biomecánico Human se dispone de herramientas para el análisis cinemático y cinético, que permiten estudiar la técnica individual de cada deportista, ajustando el análisis biomecánico a sus necesidades individuales.

Este deporte es abordado con poca sistematicidad en la bibliografía científica desde el punto de vista biomecánico, es decir, escasean estudios biomecánicos precedentes sobre análisis de movimiento basados en los principios y parámetros biomecánicos característico de la Canoa, por lo que se carecen de datos que permitan abordar esta temática con rigurosidad, a fin de proveer a los entrenadores de conocimientos teórico – prácticos que favorezcan un mejor trabajo en dicha esfera, en función de la obtención de mejores rendimientos. Esta disciplina científica es una ciencia joven, experimentó un gran auge a partir de su I Congreso Mundial, celebrado en la ciudad alemana de Leipzig en 1960, No obstante, en la literatura especializada se pueden encontrar, algunos autores que abordan de forma general la biomecánica en el desarrollo de la técnica deportiva; ejemplo de esto son los trabajos de Marcos Gutiérrez Dávila (1988), Baluis Xavier... (1992), M. Izquierdo Redín, V.L. González Montesinos (1997), Hoffmann, Hans, (1999) Dra. Celia María Hernández Prado (2000).

El canotaje cubano presenta limitaciones debido a la situación que presenta el país, esta en desventaja con otros países que poseen equipos para medir la potencia, desplazamiento y efectividad de la técnica.

Se pretende realizar un estudio biomecánico en el Canotaje cubano, partiendo del principio de perfeccionar la técnica de paleo para implementar mayor desplazamiento de las embarcaciones con un menor gasto energético, tomando como referencia a una gloria del canotaje cubano; Ledi Frank Balceiro que esta considerado uno de los canoistas más técnicos del mundo, para hacer un análisis comparativo de su técnica de paleo en diferentes competencias y con otros canoistas. Especial atención científica requiere esta modalidad (C1 y C2 en las distancias de 200, 500, y 1000 metros) pues el reto en las competencias cada año es más fuerte.

El hecho de no poder realizar la retroalimentación de la técnica de paleo con los indicadores que la caracterizan está condicionado al desventajoso soporte tecnológico con que cuenta los entrenadores cubanos para comprobar la efectividad de la técnica, derivado a su vez a la ausencia de ciencias aplicadas de manera efectiva al entrenamiento. Lo que provoca no poder analizar biomecánicamente la actuación del atleta en cada competencia. El entrenador solo cuenta con el tiempo final para retroalimentar la actuación de sus atletas, esto resulta una afectación en el proceso de control de la preparación del deportista.

Dado que el proceso de entrenamiento deportivo y dentro de éste, el control del entrenamiento, específicamente en un deporte como este, requiere por parte del entrenador una atención constante dirigida al control de parámetros y principios biomecánicos como objeto de estudio, el autor considera importante elaborar la presente monografía resultado de una investigación hecha por él sobre el tema, como una fuente bibliográfica de referencia que permita caracterizar a través de un estudio biomecánico basado en los principios y parámetros biomecánicos la actuación del atleta, destacar la importancia de los mismos para el cumplimiento efectivo de las acciones técnicas, y así mismo, situar en manos de los entrenadores de canotaje un análisis biomecánico de la técnica de paleo que garantiza un nivel de información muy superior al visual, con mayor objetividad, que posibilita analizar el desempeño del canoista durante el ejercicio competitivo, y detectar sus puntos débiles y fuertes estableciendo comparaciones con los mejores canoistas del mundo, lo que permite un desarrollo favorable al conocimiento teórico – práctico de la aplicación de la Biomecánica Deportiva. Vale la pena destacar que esta investigación favoreció la preparación de Ledi Frank Balceiro para los Juegos Olímpicos de Atenas del 2004.

Desarrollo:

Control biomecánico en el deporte.

En el deporte contemporáneo en el alto rendimiento, el entrenamiento y el control van estrechamente unidos. En los materiales bibliográficos dedicados al entrenamiento deportivo, el tema del control de los efectos del entrenamiento, tiene gran profundidad. Los autores coinciden en una idea común: **La carga sin control es impensable y peligrosa.**

En el decursar histórico del deporte existen valiosas experiencias del incremento del rendimiento a partir del apoyo efectivo de la ciencia. Las Olimpiadas de Helsinki (1952), donde lideraron los países del ex campo socialista constituyen un buen ejemplo. A partir de ellas se puede enmarcar un nuevo paradigma científico deportivo mundial. Después de las cuales el resto de los países del mundo, sobre todo los más desarrollados comenzaron a

presentar solicitudes a los científicos para desarrollar nuevas tecnologías, lo que necesariamente llevó a consolidar, primero los métodos de investigación de las ciencias aplicadas al deporte y en segundo lugar su derivación al control de los efectos del entrenamiento. En la actualidad se reconoce que detrás de cada resultado deportivo en el ámbito internacional no está solo la experiencia y la intuición del entrenador, sino la necesaria aplicación de la ciencia como fuerza productiva en el deporte.

Definición de entrenamiento deportivo de algunos autores.

Grosseeer (1990): El entrenamiento deportivo es un proceso de planificación y desarrollo del alto rendimiento, es la coordinación sistemática, científicamente apoyada a corto y largo plazo de todas las medidas necesarias de programación, realización, de control, análisis y corrección, con el fin de alcanzar un rendimiento óptimo.

Ozolin (1989): En la dirección del entrenamiento desempeña un importante papel los datos del control médico y científicos, especialmente la información a tiempo sobre el estado y capacidad de trabajo del deportista, sobre las reacciones de su organismo al entrenamiento, a las cargas competitivas, etc.

Otros autores como: Harre, Platonov, Verjhojanski y otros coinciden en que todo proceso de dirección el **control** juega un papel esencial.

Zatsiorski (1989): Para que el entrenamiento deportivo se convierta en un proceso realmente dirigido, es necesario que el entrenador tome sus decisiones teniendo en cuenta los resultados de las mediciones objetivas. Un entrenamiento estructurado solamente en concordancia con el estado general del deportista y la intuición del entrenador no puede dar buenos resultados en el deporte contemporáneo. EL control comienza con la medición, pero no termina con ella. También es necesario conocer como medir, saber seleccionar los indicadores más informativos (esenciales). Es necesario saber procesar matemáticamente los resultados de las observaciones. Es necesario dominar los métodos de control.

En la actualidad se advierte una fusión entre los distintos métodos de investigación tomados de la Fisiología, Biomecánica, Morfología, y la Psicología con una fuerte tendencia al empleo de instrumentos científicos cada vez más poderosos.

Es innegable que esta disciplina científica experimentó un gran auge a partir de su I Congreso Mundial, celebrado en la ciudad alemana de Leipzig en 1960, pues en respuesta a la real ventaja de los países del Este es que el COI, se proyecta en la búsqueda de alternativas al doping, como la Biomecánica, capaz de mejorar el rendimiento deportivo, esto constituyó la señal de arrancada para movilizar recursos de Europa Occidental y sobre todo de Estados Unidos.

Esta disciplina científica se hace cada vez más imprescindible y solicitada para el control de los efectos del entrenamiento y para el estudio de los grandes acontecimientos deportivos.

En nuestro país la biomecánica se ve limitada por la poca comunicación que existe entre Biomecánico y entrenador, la escasez de tecnología de punta y al hecho de que no ven al biomecánico como un integrante más dentro de la comisión técnica.

Aspectos generales del Canotaje.

Desde siempre el hombre se ha visto atraído por un elemento tan bello como es el agua, por lo que ha diseñado sencillas embarcaciones de gran maniobrabilidad, seguridad y eficacia para desenvolverse allí donde la naturaleza le resulta más hostil, origen del piragüismo que conocemos y disfrutamos en nuestros días.

El testimonio mas antiguo que existe representa una canoa y una pala de plata, con mas de seis mil años de antigüedad, en la tumba de un rey sumerio en Ur, a las orillas del Eufrates. Con esta embarcación el monarca podría realizar su último viaje por el río del mas allá. En el terreno literario es Cristóbal Colón que, a través de sus escritos, introduce la palabra piragua en Europa.

El Canotaje, denominado también "Piragüismo", es considerado como uno de los deportes que requieren de mayor esfuerzo físico dentro del programa olímpico. La historia de este deporte se remonta a 1840, con la ayuda del escocés John MacGregor, gracias a él esta disciplina deportiva fue introducida en todo el continente europeo. Las primeras piraguas o canoas, aparecieron en Suiza y Alemania en 1890.

Durante los Juegos Olímpicos de Berlín en 1936, se creó el primer reglamento que establecía las longitudes máximas y mínimas de las embarcaciones, y fue en esta justa atlética donde dieron inicio las tres modalidades: Canoa, Kayac y Canoa Plegable. Fue en los Juegos Olímpicos de Munich 1972 que se eligió al CANOTAJE como deporte de exhibición en aguas tranquilas (carreras de Kayac y Canoas en pistas sobre agua totalmente estancada).

Los Kayac son embarcaciones de casco Semi cerrado con uno, dos o cuatro palistas, solo pueden ser impulsados por palas de doble hoja. La canoa es una embarcación de casco abierto, sea de uno o dos palistas, puede ser impulsado por palas de una hoja. La función y la longitud de ambos botes dependen de las características del deportista como lo son la estatura y la fortaleza física. Las regatas de CANOTAJE cuentan con la participación de jueces de salida, cronometradores, jueces de línea y de llegada, jueces de pesaje, responsables de examinar las canoas y el equipo, así como los alineadores. Las posiciones de salida se deciden por un sorteo previo a la competencia. Las embarcaciones son sujetadas por oficiales, a quienes también se les conoce como "Pontoneros", ellos se encargan de que las proas participantes no sobresalgan de la línea de salida hasta que se de el silbatazo inicial. Cualquier competidor o tripulación que haga dos salidas en falso, queda automáticamente descalificado. Las canoas a la hora de la prueba deben mantener una separación entre una y otra de 5 metros, y ningún competidor debe beneficiarse de seguir la ola que produce la embarcación del contrincante que va adelante.

El Canotaje es una técnica de navegación originaria de los eskimales. En el Siglo XIX los exploradores ingleses lo introdujeron a Europa. Con el tiempo la primitiva embarcación de

los eskimales (de cuero de lobos marinos inflado) evolucionó hasta el kayak, el cual consiste en una estructura completamente cubierta, donde el tripulante se sienta y se impulsa por medio de la propulsión que logra con un remo de pala doble.

En la Olimpiada de Barcelona 1992 acaparó gran interés por parte del público. El canotaje nace como deporte entre 1860 y 1890 en Europa y América del norte. La International Canoe Federation (I.C.F.) fundada en 1900, auspicia siete especialidades: velocidad, slalom, descenso, maratón, kayak-vela, kayak-polo y touring. Las 6 primeras son competitivas y la séptima recreativa, la de velocidad es olímpica desde 1936 y el slalom se incluyó en el programa de los Juegos Olímpicos en 1972, 1992 y 1996. En las pruebas de aguas tranquilas el palista navega en línea recta por carriles, (zona balizada) sobre distancias de 200, 500 y 1000 m, válidas para la canoa y el kayak.

En la práctica del piragüismo, se utilizan dos tipos de embarcaciones bien diferenciadas: kayak y canoa. En la primera, el kayakista realiza su actividad sentada, utiliza como medio de propulsión una pala con dos hojas y gobierna el kayak con los pies mediante un elemento de control de dirección, que es el timón. En la segunda, el canoista se posiciona con una rodilla en apoyo y la otra pierna avanzada y flexionada. La propulsión de la embarcación se realiza con una pala de hoja simple y no dispone de elemento de gobierno de la dirección. Su gesto técnico es asimétrico y su equilibrio es más precario que en el kayak. Las piraguas reglamentarias son las siguientes: K-1, K-2, K-4, C-1, C-2, y C-4, siendo K la inicial de kayak y C la de canoa. El número tras el guión indica los tripulantes de cada embarcación. Las canoas son exclusivas de la categoría masculina. La especialidad que se aborda es Canoa o Piragüismo de Aguas tranquilas: Se denomina de esta forma a cualquier lámina de agua en la que no hay corriente con una profundidad mínima de 90 cm. En todo el campo de regatas. En competición olímpica, se establecen distancias de 500 y 1.000 mts para hombres y 500 para las féminas. Las piraguas utilizadas son K-1, K-2, K-4, C-1 y C-2 (el K-4 hombre, sólo en distancia de 1.000 mts. y la canoa en categoría masculina). En competición no olímpica, se emplea también la C-4 y las distancias suelen oscilar entre 200 y 10.000 mts.

Posición de base: Una de las rodillas apoyada sobre un taco de espuma, con la pantorrilla en prolongación del eje de la canoa, presionando el pie en un pequeño apoyo posterior. La otra pierna se avanza, apoyando el pie sobre la rejilla de base que se utiliza en la canoa, manteniendo una angulación mínima de 90° entre tibia y fémur durante todo el paleo. Cuerpo erguido, hombros y cadera en el mismo plano vertical y cabeza en prolongación del tronco.

Trayectoria de la pala en el agua: Mismo principio que en la técnica de kayak, buscando la entrada de la pala que permita el mayor recorrido de la misma. El punto de apoyo debe ser más firme para compensar el desequilibrio de toda la masa móvil del canoista, que en ningún momento debe compensar esa pérdida de equilibrio con un desplazamiento externo del glúteo contrario. El canoista flexiona el tronco durante la tracción y cuando ésta termina, acompaña la elevación de la pala para recuperar su posición. La pierna adelantada provoca una presión dirigida hacia el frente al finalizar la tracción. La mano más próxima a la hoja se separa ligeramente de la cadera, mientras que la superior se baja hasta el mentón con el objeto de ayudar en el repaleo (técnica que se utiliza en la canoa para corregir el

desvío lateral que sufre en cada impulsión, recordemos que la canoa no tiene dispositivo direccional).

Gesto aéreo: Para recuperar la posición de partida, se minimiza el gasto energético: la mano que acompaña la tracción vuelve en recorrido ascendente a su posición inicial y el brazo que empuña la pala se flexiona ligeramente para volver al ataque algo por encima de la cabeza, pero en posición retrasada para no hacer perder ángulo a la pala en su entrada en el agua.

Técnica de paleo en canoa y sus parámetros biomecánicos.

Estudio de la técnica de paleo en canoa.

Datos generales de los implementos en la canoa.

Bote	Largo (mts.)	Ancho(cm.)	Peso(Kg.)
C1	5.20	75	16
C2	6.50	75	20
C4	9.00	75	30

Tabla 1: Datos generales de los implementos en la canoa.

- **Pala.**

Es el elemento que pone al canoista en contacto con el agua. Se divide en tres partes (empuñadura, pértiga y cuchara.). La longitud de la pala suele ser de 8-12 cm. menos que la estatura del canoista.

La cuchara representa algo más de un tercio de la longitud total de la pala. Su cara es liza a veces con un ligero reborde a modo de línea divisoria que aumenta la pulsación de la cuchara en el agua. El dorso en cambio es abombado, el borde inferior debe terminar perfectamente rematado así la entrada de la pala en el agua es limpia.

A modo práctico hay que tener en cuenta que la longitud, la superficie de la cuchara y la forma de agarre de las manos son determinantes para que el canoista pueda emplear todas sus posibilidades físicas y técnicas. (Ver figura 1).

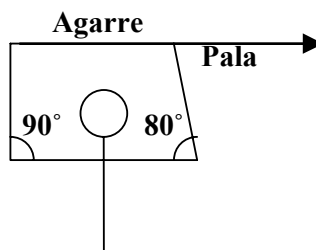


Figura 1: Agarre de la pala.

A pesar de que las diferencias son escasas no todos los canoistas utilizan el mismo agarre, ni la misma proporción en la longitud de la pala, la diferencia va en función de las características antropométricas del canoista y en su estilo de paleo. Para que la cuchara mantenga durante más tiempo su efectividad en el agua existen palas anguladas algunos grados (10° aproximadamente).

Colocación del canoista en la canoa.

Se coloca la rodilla de la pierna de apoyo a 15-20 cm. por detrás del centro de la canoa. La columna vertebral está vertical o ligeramente inclinada hacia el agua en virtud con la posición de las caderas y hombros.

C2	500(m)	1000(m)
Pxm	72	62

Tabla 2: Número de paladas por minutos en el C2.

C1	a 100(m)	a mitad de recorrido
500(m)	76	70
1000(m)	68	56

Tabla 3: Número de paladas por minutos en el C1.

En las competiciones de fondo el ritmo es más lento aunque se dan bruscos cambios durante el desarrollo exacto de la regata.

Canoa	salida	en carrera
C1	60	54-50
C2	64	54-50

Tabla 4: Ritmo de paladas en competiciones de fondo.

Independientemente de los diferentes ritmos el canoista en cada paletada busca básicamente dos cosas:

- 1-Un buen punto de apoyo.
- 2-Para después impulsarse eficazmente hacia delante, en todo esto interviene el control del equilibrio.

Análisis de una palada.

1. Ataque.
2. Tracción.
3. Extracción.
4. Parte aérea.

Ataque.

Objetivo: Sumergimiento de la pala en el agua para obtener apoyo y deslizar el bote hacia delante.

En el movimiento de la entrada de la pala en el agua, se desplaza todo el cuerpo hacia delante y hacia el agua, así la palada adquiere una gran amplitud. Las caderas junto con las piernas se desplazan acompañando el movimiento (la pierna adelantada forma un ángulo de 90° , el tronco se flexiona hacia delante y forma una línea continua con la pierna apoyada que rota 30° (20° - 30°). El brazo de arrastre está horizontal y el de dirección por encima de la cabeza. La pala debe formar un ángulo de 55° aproximadamente. Debe formarse un ángulo de 45° entre los brazos y la pala. El tronco debe tener un ángulo de 45° . Ángulo del muslo de la pierna de apoyo en el giro del tronco aumenta (no más de 15°). (Ver figura 2).

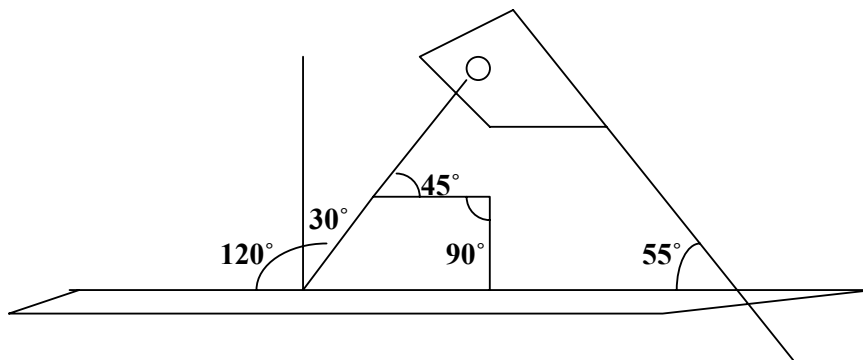


Figura 2: Ángulos que se miden en la fase de ataque

Criterios característicos del ataque:

- 1- La pala debe entrar limpiamente y sin chapotear.
- 2- El momento del ataque el atleta se encuentra casi de espalda al lado del alón.
- 3- El tronco debe estar inclinado hacia delante y torcido.
- 4- La pala no debe tirarse.
- 5- El momento de la fuerza principal se realiza cuando la pala llegue a la altura de la cintura sobre la longitud del muslo de la pierna guía.

La adecuada colocación de los segmentos corporales en esta parte va a condicionar el éxito de la siguiente. En la entrada de la pala en el agua el canoista utiliza el peso de su cuerpo aumentando la flexión ventral del tronco y lateral hacia el agua, la pala está vertical y las caderas deben mantener su posición, los brazos descienden algo.

La principal dificultad de la parte aérea o acuática está en mantener un buen control de las caderas al desplazar el peso del canoista fuera de la embarcación, la sujeción del talón tiene vital importancia en este momento.

Tracción.

Describe el movimiento de arrastre de la pala dentro del agua, es la parte impulsiva y la más compleja. Tomando como referencia la canoa, la pala desde el ataque describe en el agua una trayectoria curva. (Ver figura 3)

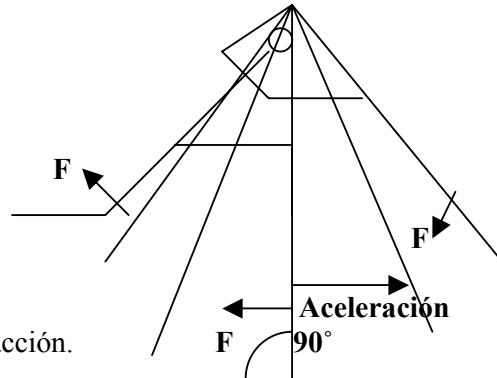


Figura 3: Tracción.

Para el momento del arrastre la pala tiene una angulación diferente con respecto al agua y una eficacia diferente (la posición más eficaz se da cuando la pala tiene 90° con el agua). El resto de las posiciones emerge unas resultantes en diferentes sentidos que si bien impulsan al bote hacia delante también son causantes de partes de los movimientos de elevación y descenso de la proa y poa.

La descripción de la fuerza durante la tracción es importante, algunos canoistas en el primer tercio de la tracción tienen un incremento muy alto gracias a un enérgico ataque luego disminuye progresivamente. (Ver figura 4).

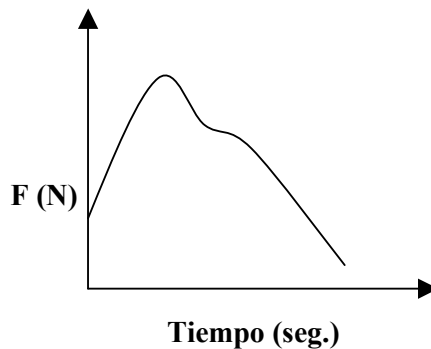


Figura 4: Fuerza durante la tracción.

Otros canoistas distribuyen su fuerza de forma más homogénea y su incremento es algo menor pero se mantiene más tiempo. (Ver figura 5).

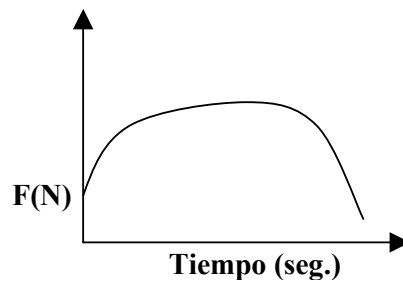
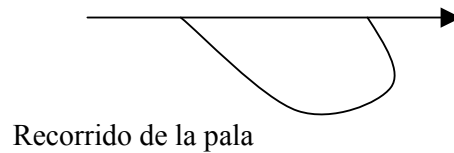


Figura 5: Fuerza durante la tracción.

En el primer caso la pala se profundiza antes y tiene un recorrido en el agua más circular. En el segundo el recorrido es algo más alargado. (Ver figura 6).

➤ Primer caso:



➤ Segundo caso:

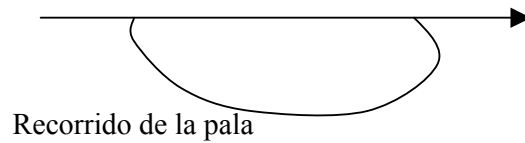


Figura 6: Recorridos de la pala.

La pala trabaja perpendicular al agua y con un recorrido casi paralelo a la canoa. En los dos casos anteriores el recorrido de la pala es diferente pero en ambos casos la palada es eficaz; los dos tienen un nivel competitivo similar.

Existen dos posibilidades de recorrido en el agua. (Técnica A y Técnica B).

La técnica A consiste en clavar la pala de forma perpendicular a la canoa y traccionar ésta, esta forma es más fácil pero tiene el inconveniente que desde el primer momento del alón, la canoa tiende a desviarse de su rumbo y sería necesario al final del alón, aplicar un fuerte repaleo, lo que provoca un notable freno al deslizamiento.

La técnica B es más conveniente. La pala entra al agua algo separada de la embarcación y con un ángulo ligeramente cerrado, en la primera parte de la tracción acercaremos la proa en una trayectoria curvilínea desviando así de principios la canoa hacia la borda del trabajo sin frenarla. Se sigue traccionando de forma rectilínea sin apenas repaleo por lo que la canoa vuelve a la línea, y la pala sale sin ofrecer resistencia.

La posición del canoista durante la tracción es de forma ordenada y sin pérdida de inercia, a partir del ataque los hombros se giran, las caderas retroceden algo y se giran también hacia el lado contrario del paleo, las piernas transmiten el impulso empujando con desplazamiento amplio hacia atrás. Si queremos realizar el enderezamiento al principio de la tracción la pala debe formar un ángulo de 85° con la borda de la canoa o un poco cerrado. (Ver figura 7).

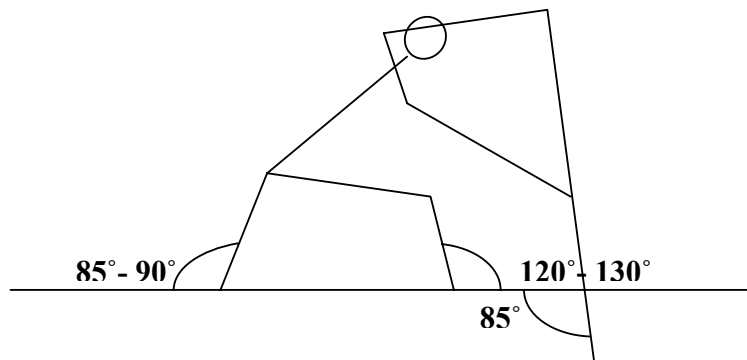


Figura 7: Ángulos de la tracción.

El tronco se eleva extendiéndose de forma continua. Los brazos mantienen la posición de la pala pero no llevan la iniciativa en el arrastre. Próximo a salir la pala del agua las caderas cambian de movimiento girando de nuevo hacia la pala y el cuerpo avanza.

Es un movimiento difícil pero favorece la extracción, facilita el ataque y elimina parte del efecto negativo que se genera al desplazar el cuerpo hacia delante en la posterior fase aérea.

Durante el paleo de fondo la amplitud, la fuerza y la velocidad de ejecución nunca son iguales al paleo de velocidad. Globalmente una vez que el canoista fija la pala en el agua se impulsa elevándose y retrocediendo, a la vez transmite el impulso por la rodilla apoyada y el pie de dirección. (Ver figura 8)

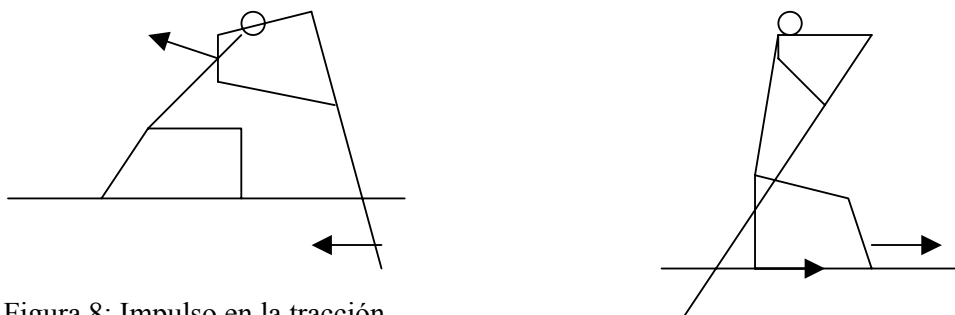


Figura 8: Impulso en la tracción

Extracción.

Cuando la mano de arrastre supera la línea de la rodilla adelantada aumenta la angulación trasera de la pala entonces está debe salir. La extracción es muy rápida, limpia y sin provocar desequilibrios al canoista, la pala sale de canto con un movimiento hacia arriba y afuera gracias a la acción de los brazos y la elevación del tronco, el brazo superior realiza un movimiento hacia fuera y el otro se eleva al frente.

Al ritmo de velocidad hay que evitar una extracción alta que desequilibre al canoista y se pierda tiempo, la extracción debe ser fácil, rápida si no es así algo va mal. La parte aérea enlaza el movimiento de extracción con el ataque. La pala describe una trayectoria recta ascendente si el ataque es alto y paralelo al agua si este es más bajo.

El canoista durante está fase debe adoptar la posición para un buen ataque. Las piernas avanzan, el tronco se flexiona y gira, las caderas mantienen continuidad entre el tronco y el muslo de la pierna de empuje, el brazo superior se eleva por fuera hacia arriba y el de arrastre va recto hasta conseguir la horizontal al agua, la cuchara se desplaza de canto y gira en el último momento para una correcta posición de entrada en el agua.

El análisis puede ayudar a comprender todo lo que ocurre en cada momento de la palada, pero no debemos olvidar que cada movimiento forma parte de un contexto global y dinámico de la palada que va a estar influido por la acción anterior y este va a condicionar la siguiente. La técnica de paleo representa un patrón base del que el entrenador se exhibe para conseguir el mejor aprovechamiento de las posibilidades físicas de cada uno de sus canoistas, de esta forma se configuraran los particulares estilos. El poner un patrón rígido y exacto a todos los canoistas por igual es un error ya que entre grandes canoistas de un nivel similar existen diferencias apreciables en la ejecución del paleo en virtud de sus características individuales. (Ver figura 9).

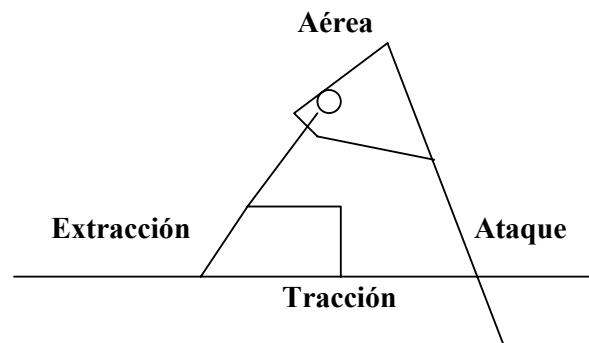


Figura 9: Fases de la técnica de paleo.

Para describir el movimiento de la canoa, la fuerza relacionada con los movimientos es preciso utilizar un sistema común de referencia entendiéndose este como patrón de movimiento técnico. Esto llega a ser importante cuando el movimiento se describe matemáticamente pero se traza biomecánicamente.

La experiencia de remar se acompaña de un conocimiento básico de la física de los movimientos en el deporte de canotaje, cuando un individuo se familiariza con los principios básicos de la física y los mecanismos involucrados en el deporte en particular, él desarrollará la habilidad particular con mayor confianza y motivación, los entrenadores deben tener este conocimiento presente con el objetivo de enseñar el canotaje.

La marcha es un término descriptivo para el movimiento rápido y lento, sin la marcha o el movimiento no hay cambio relativo en la parte del cuerpo, el elemento básico de cualquier actividad deportiva es el movimiento pero este no indica velocidad o dirección, sino la posición de cambio. En el canotaje el cuerpo del atleta y los accesorios tienen diferentes movimientos, pero se relacionan estrechamente.

En el canotaje es importante la posición del centro de gravedad del cuerpo y de los accesorios para comprender porque se determina la efectividad de la técnica. En la canoa el centro de gravedad del atleta cambian constantemente con la palada, por lo tanto el peso en el centro de gravedad es el componente que determina el centro dentro del sistema.

Los instrumentos de trabajo como la pala y el bote tienen sus propios centros de gravedad, sin embargo para el análisis del movimiento es costumbre ignorar el peso de la pala porque es ligero.

El centro de gravedad y el equilibrio se relacionan recíprocamente. En la canoa esta relación es crítica porque si su centro de gravedad estuviera fuera de la embarcación, la volcadura fuera inevitable. El equilibrio del cuerpo se vale del bote y no se puede analizar como un sistema independiente.

El movimiento está siempre asociado con la fuerza, es un factor primario en cualquier competencia deportiva, a simple vista el atleta más grande y más rápido genera la mayor

cantidad de fuerza, sin embargo las investigaciones más actuales han demostrado que la utilización efectiva de la cantidad de fuerza disponible encamina al mayor éxito si es transmitida al agua correctamente. En otras palabras la eficiencia de usar la fuerza es el factor determinante, este esfuerzo es conocido comúnmente como técnica.

El movimiento es un principio físico que se define en la fuerza calculada por el brazo de palanca, este principio tiene una aplicación directa con las paladas de la canoa. Hay tres tipos de palancas que dependen de la rotación (apoyo de palanca) el peso y la fuerza. En el canotaje el brazo de la palanca y el movimiento propalan el bote, las manos sujetan la pala y producen un movimiento que se transfiere hacia abajo en dirección a la punta de la pala.

Es necesario examinar la posición de la punta de la pala durante una palada y la proyección de su área de superficie con respecto al agua y a la fuerza aplicada. La pala está perpendicular al agua por un corto plazo de tiempo a medidas que rueda a lo largo de la palada. Esta perpendicularidad instantánea de la punta de la pala produce muy poco tiempo para transferir la fuerza máxima. No obstante la proyección máxima del área de la palada y la fuerza máxima deben coincidir para generar la mayor fuerza de proporción.

Es necesario resaltar que existen tres principios biomecánicos que permiten a través de los parámetros biomecánicos y de la distribución de los esfuerzos un mayor desplazamiento de la canoa, estos son:

1. **Palada larga** que se asocia con la longitud de la palada y el desplazamiento del centro de gravedad (CG) en el eje X (horizontal).
2. **Movimiento mínimo del CG en el eje Y** (vertical). Es necesario aclarar que el desplazamiento correcto del CG en el eje Y en la fase aérea – ataque es descender el CG, y en la fase tracción – extracción es ascender lo mismo que se descendió en el ataque. Lo que se busca para mejorar este principio (desplazamiento mínimo del CG en el eje Y) es descender y ascender lo menos posible. Si este CG se mantiene estable se ahorra energía, fuerza y movimientos innecesarios.
3. **Aceleración mínima (0) en el eje X** que se asocia con el comportamiento de la aceleración y la variación de la velocidad. Cuando la aceleración es 0 la velocidad es constante.

Es necesario aclarar que para lograr una aceleración mínima del CG en el eje X el atleta debe lograr desarrollar una aceleración “mucho mayor” en la fase tracción – extracción que en la aérea – ataque debido a que en la primera la resistencia a vencer es mucho mayor (resistencia del agua, peso de la canoa). Estas resistencias de rozamiento, actúa como una fuerza aplicada en sentido opuesto a la velocidad conducida por el CG del atleta.

$$F \text{ efectiva} = F (ma) - F \text{ rozamiento}$$

Sin embargo, cuando un objeto se desplaza a través de un fluido, el valor del rozamiento depende de la velocidad. En la mayoría de los objetos de tamaño humano que se mueven en

agua o aire (a velocidades menores que la del sonido), la fricción es proporcional al cuadrado de la velocidad. En ese caso, la segunda ley de Newton se convierte en

$$F \text{ efectiva} = F (ma) - KV^2$$

La constante de proporcionalidad (**K**) es característica de los dos materiales en cuestión y depende del área de contacto entre ambas superficies (canoas y agua), y de la forma más o menos aerodinámica del objeto en movimiento.

Al disminuir el efecto de la fuerza aplicada en la tracción - extracción debe emplearse grandes fuerzas de forma constante para que no disminuya la velocidad producida por la fase anterior y no se produzca frenaje en el movimiento y de esta forma se iguale a la fuerza desarrollada en la fase aérea - ataque donde no existen grandes resistencias (viento). Al mantener la misma velocidad en las fases, el movimiento de la técnica de paleo es constante y la aceleración de la palada es cero.

Aceleración, se conoce también como aceleración lineal, y es la variación de la velocidad de un objeto por unidad de tiempo. La velocidad se define como vector, es decir, tiene módulo (magnitud), dirección y sentido. De ello se deduce que un objeto se acelera si cambia su celeridad (la magnitud de la velocidad), su dirección de movimiento, o ambas cosas. Si se suelta un objeto y se deja caer libremente, resulta acelerado hacia abajo. Si se ata un objeto a una cuerda y se le hace girar en círculo por encima de la cabeza con celeridad constante, el objeto también experimenta una aceleración uniforme; en este caso, la aceleración tiene la misma dirección que la cuerda y está dirigida hacia la mano de la persona.

Cuando la celeridad de un objeto disminuye, se dice que decelera. La deceleración es una aceleración negativa.

Un objeto sólo se acelera si se le aplica una fuerza. Según la segunda ley del movimiento de Newton, el cambio de velocidad es directamente proporcional a la fuerza aplicada. Un cuerpo que cae se acelera debido a la fuerza de la gravedad.

Errores más comunes en las fases.

➤ Defectos más habituales en el ataque:

1. Falta de rotación del tronco.
2. Empuje hacia abajo.
3. Deslizamiento de caderas.
4. Ángulos incorrectos de la pala.

➤ Defectos de la tracción:

1. Parte de los que ya vienen arrastrados por el ataque o una posición incorrecta y se basa sobre todo en la pérdida de inercia al ejecutarse la palada.
2. Ángulos de trabajo en el agua poco eficaces.

3. Desplazamiento exagerado de la caderas lateralmente o hacia atrás.
4. Desequilibrio de la canoa o del canoista.

➤ Defectos en la extracción y parte aérea:

1. Son aquel que provocan un freno o pérdida de inercia en el movimiento global.
2. Además de los ya mencionados por la posición incorrecta en las fases anteriores (caderas retrasadas, desequilibrios).

Aplicación práctica. Materiales y Métodos.

Se escogieron videos de Ledi Frank Balceiro (LFB) en eventos internacionales de canotaje, que fueron editados con el programa ADOBE PREMIER dándole salida en Cinepak Codec para ser utilizados por el software HUMAN que esta diseñado para aceptar el formato de archivo de videos y procesarlos mediante la digitalización, los cálculos y análisis mecánico.

El objetivo del Programa de Computación Human es proporcionar los medios para medir y entonces cinéticamente analizar el movimiento. Empezando con un archivo de video (en formato "AVI" capturado), Human proporciona los procedimientos para:

- Ver las sucesiones de video.
 - Cálculo inmediato de medidas de la cinemática.
 - "Digitaliza" las sucesiones del movimiento.
 - Análisis del espectro y la filtración digital de datos.
 - Diseña los modelos matemáticos como una base para el análisis mecánico.
 - Aplicación lineal de una transformación directa (DLT) a las 6-cámaras para la creación de una fuente de datos de un juego de datos tridimensionales.
 - Cálculo de un rango de dos dimensiones cinemáticas y medidas cinéticas, incluyendo:
 - Centro de gravedad
 - Ángulos absolutos
 - Desplazamientos, velocidades y aceleraciones
 - Segmento y energía del sistema y velocidad adquirida
 - Fuerzas de reacción de apoyo
 - Cálculo cinemático tridimensional, incluyendo:(CG, ángulos absolutos, desplazamientos, velocidades y aceleraciones.
 - Datos gráficos.
 - Construye los "macros" para automatizar los análisis repetidos.
 - Selecciona los valores específicos de las sucesiones de los datos para la preparación de un "informe" del análisis.
 - Adaptaciones especiales para las configuraciones de la red.
 - Ventana de "examen" para el usuario preparar los ejercicios de laboratorio.
 - Proporciona dinámica de solución delantera a los 6-segmentos seleccionados de los modelos simétricos.
- Además un rango lleno de herramientas que se proporcionan para:
- Revisar fuente digitalizada de los datos.
 - Revisar las medidas calculadas.
 - Imprimir figuras y gráficos.

- Copia de figuras y gráficos al portapapeles.
- Importa los datos externos (por ejemplo el plato de fuerza).

De todas las opciones que brinda el software HUMAN se trabajo en:

1. Digitalización del video a través del modelo biomecánico de 14 puntos no simétricos, agregándole un punto (la cabeza).
2. Cálculo de los parámetros biomecánicos que caracteriza la técnica de paleo en la ventana cálculo inmediato.
3. Cálculo de la velocidad lineal de la canoa y longitud de la palada en la opción cálculo inmediato.
4. Representación gráfica del desplazamiento, velocidad y aceleración del CG en los ejes (X; Y).

La muestra fue de dos competencias internacionales (La XXXII Copa del Mundo en la distancia de 200 m C2, y Juegos Olímpicos de Sydney en la distancia de 500 m y 1000 m).

Los métodos empleados fueron del nivel empírico: La medición y la observación. Del nivel teórico: Análisis-síntesis, hipotético-deductivo.

Análisis de los resultados.

Después de la aplicación de los métodos e instrumentos investigativos se arribo a una serie de datos para ser analizados posteriormente. El análisis de los resultados se le realizó al atleta Ledi Frank Balceiro en los Juegos Olímpicos de Sydney (1000 y 500 metros C1), y XXXII Copa del Mundo (200 metros C2), y al atleta Alemán Andreas Dittmer (1er lugar en los Juegos Olímpicos de Sydney en la distancia 1000 m. C1), para ser analizados individualmente en base al comportamiento de los principios y parámetros biomecánicos y así, comparar ambos comportamientos para ver como tributaron estos al resultado de la competición en la distancia de 1000 m. donde el atleta Alemán fue Campeón y Ledi Frank Subcampeón Olímpico. Este análisis se realizó en dos partes:

1. Análisis del comportamiento de los principios biomecánicos en el movimiento de la técnica de paleo.
2. Análisis del comportamiento de los parámetros biomecánicos en la técnica de paleo.

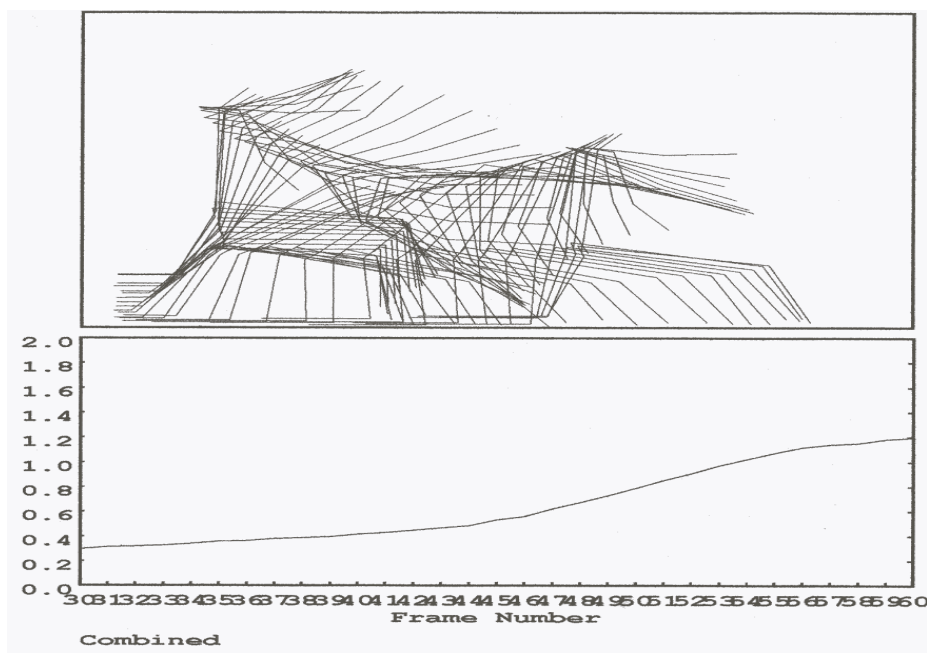
Principios biomecánicos

Primer principio biomecánico (palada larga).

Juegos Olímpicos de Sydney 1000m LFB (primera filmación).

Segunda Palada

Gráfica y esquema de postura.



Gráfica 1: Desplazamiento del CG del cuerpo en X por fases. Segunda palada (primera filmación). Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (LFB).

Segunda Palada				
Desplazamiento del CG en el eje X				
Nº cuadro	30--35	35 - 43	43 - 55	55--60
d Aérea (m)	0.1			
d Ataque		0.1		
d Tracción			0.6	
d Extracción				0.1
d Total			0.9	

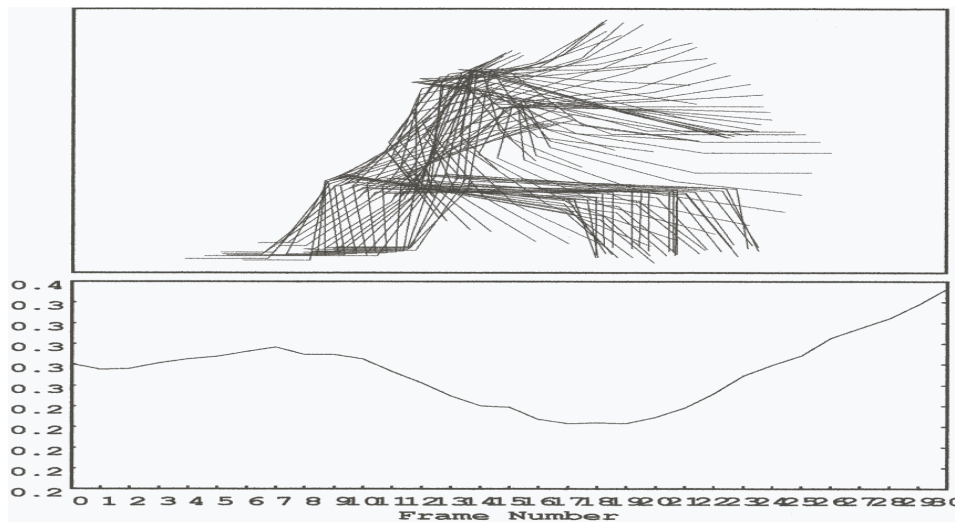
Tabla 6: Desplazamiento del CG del cuerpo en X por fases. Segunda palada (primera filmación). Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (LFB).

El desplazamiento del CG del cuerpo del atleta en X en la segunda palada exhibe una trayectoria ascendente. Se observa que en la fase aérea contenida desde el cuadro 30 al 35, la fase de ataque que va desde el cuadro 35 al 43, la de tracción desde el 43 hasta el 55 y la de extracción contenida desde el cuadro 55 al 60, hay una predominancia en el desplazamiento en la fase de tracción, pues de un desplazamiento total de 90 cm. en toda la palada el atleta utilizó el 66.7 % en la fase de tracción. Por lo que en términos de distribución de los esfuerzos se puede afirmar que el mayor recorrido lo realiza en esta fase.

Juegos Olímpicos de Sydney 1000m LFB (segunda filmación).

Primera palada

Gráfica y esquema de postura:



Gráfica 2: Desplazamiento del CG del cuerpo en el eje X. Primera palada (segunda filmación). Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (LFB).

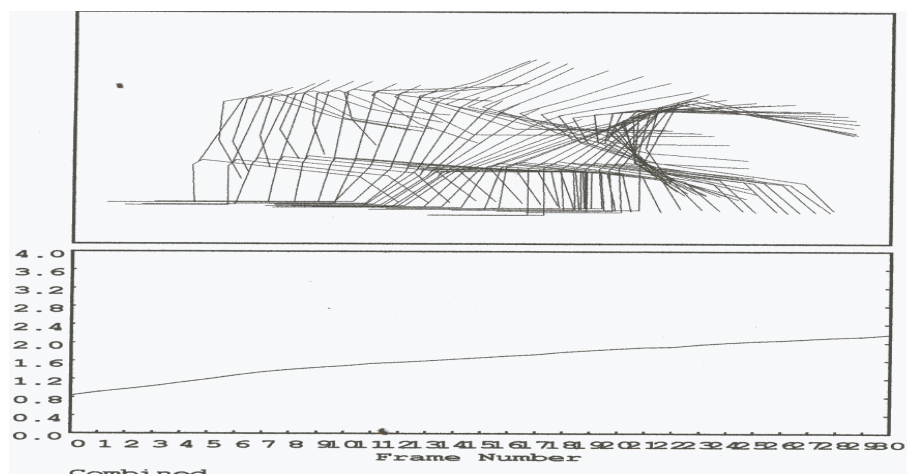
Primera Palada				
Desplazamiento CG en el eje X				
Nº cuadro	0-5	5-12	12-23	23-30
d Aérea (m)	0.3			
d Ataque.		0.3		
d Tracción			0.3	
d Extracción				0.1
d Total	1 m			

Tabla 7: Desplazamiento del CG del cuerpo en el eje X por fases. Primera palada (segunda filmación). Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (LFB).

El desplazamiento del CG del cuerpo de LFB en la primera palada revela un recorrido ascendente. Se puede denotar que las fases están contenidas de la siguiente forma: **Aérea** comprendida desde el cuadro 0 al 5, la fase de **ataque** del cuadro 5 al 12, la de **tracción** del 12 al 23 y la de **extracción** del cuadro 23 al 30.

Se destaca una particularidad notable que merece discusión: El centro de gravedad en x recorre la misma distancia en tres fases (aérea, ataque y tracción) aun cuando la duración de las mismas es diferente. De un recorrido total del CGX de 1 m el atleta emplea 30 % en cada una de las tres primeras fases lo que resulta un 90 % del recorrido en estas fases.

Juegos Olímpicos de Sydney (500 metros) LFB.
Primera palada. Gráfica y esquema de postura:



Gráfica 3: Desplazamiento del CG del cuerpo en el eje X, primera palada. Juegos Olímpicos Sydney 500 m (LFB).

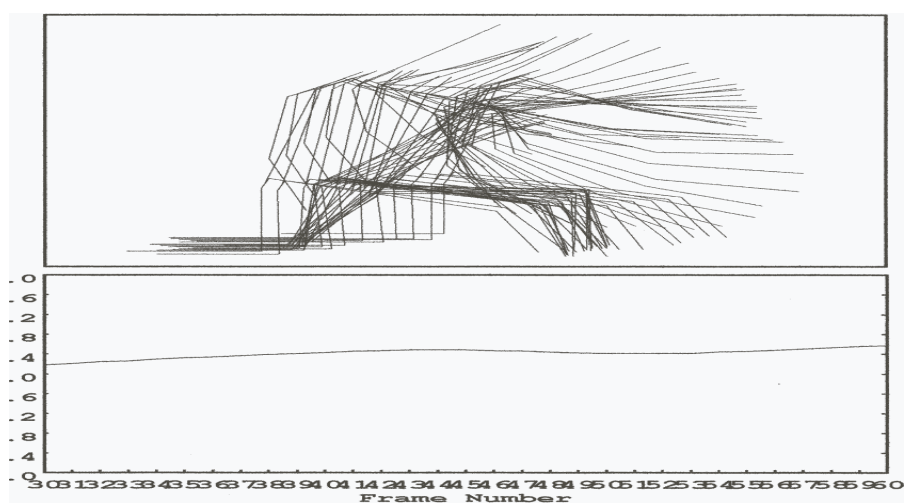
Primera Palada				
Desplazamiento del CG en el eje X				
Nº cuadro	0-5	5-10	10-17	17-30
d Extracción (m)	0.4			
d Aérea		0.3		
d Ataque			0.2	
d Tracción				0.5
d Total	1.4			

Tabla 8: Desplazamiento del CG del cuerpo en el eje X, primera palada. Juegos Olímpicos Sydney 500 m (LFB).

En el evento de Sydney en la distancia de 500 m el desplazamiento del CG del cuerpo en X en la primera palada presenta un comportamiento ascendente. Se aprecia que la fase extracción contenida desde el cuadro 0 al 5, la fase aérea desde el 5 al 10, el ataque desde el cuadro 10 al 17 y la fase de tracción desde el cuadro 17 al 30. Si aprecian los desplazamientos de cada fase se puede notar un predominio del desplazamiento del CG del cuerpo en X en la fase tracción, pues de un desplazamiento total del CG de 1.4 m en la palada el atleta utilizó el 35.7 % en esta fase.

De todas las paladas estudiadas en los diferentes eventos, ésta es la de mayor longitud en el desplazamiento del CG del cuerpo en el eje X y donde la canoa alcanza mayor velocidad.

Segunda palada (500 m). Grafica y esquema de postura.



Gráfica 4: Desplazamiento del CG del cuerpo en el eje X, segunda palada. Juegos Olímpicos Sydney 500 m (LFB).

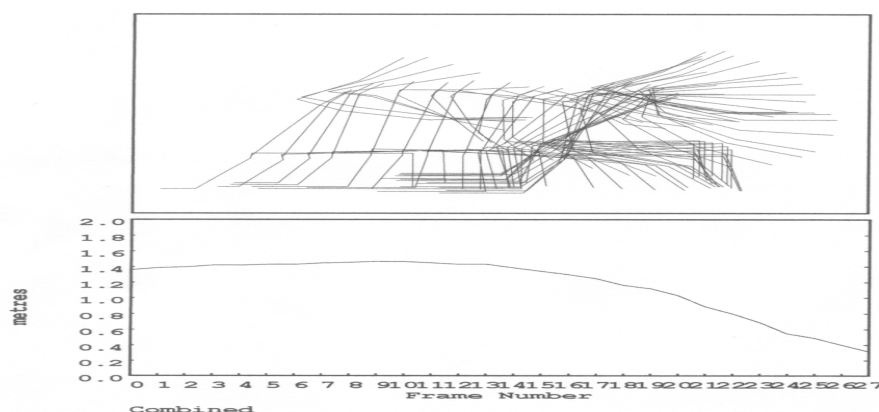
Segunda Palada				
Desplazamiento CG en el eje X				
Nº cuadro	30-35	35-40	40-47	47-60
d Extracción (m)	0.1			
d Aérea		0.1		
d Ataque.			0.1	
d Tracción				0.1
d Total			0.4	

Tabla 9: Desplazamiento del CG del cuerpo en el eje X, segunda palada. Juegos Olímpicos Sydney 500 m (LFB).

El desplazamiento del CG en el eje X en la segunda palada revela un recorrido ascendente. Se denota que en la fase de extracción contenida desde el cuadro 30 al 35, la aérea desde el 35 al 40, el ataque que transcurre desde el cuadro 40 al 47 y la fase de tracción desde el 47 al 60. Hay una igualdad en el desplazamiento en las cuatro fases aérea – ataque, tracción - extracción, ya que de un desplazamiento total del CG de 40 cm. en la palada el atleta utiliza el 25 % en cada fase en diferentes intervalos de tiempo.

De todas las paladas estudiadas esta resulta la de más corto desplazamiento del CG, se puede afirmar entonces que el Principio de PALADA LARGA esta siendo desaprovechado en esta ocasión.

XXXII Copa del Mundo 200 m (C2)
Primera palada. Gráfica y esquema de postura.



Gráfica 5: Desplazamiento del CG del cuerpo en el eje X, primera palada. En la XXXII Copa del Mundo 200 m (C2) LFB.

Primera palada				
Desplazamiento CG en X				
Nº cuadro	0 - 5	5 - 10	10 - 20	20 - 22
d Aérea.	0			
d Ataque.		0.1		
d Tracción			-0.5	
d Extracción				-0.2
d Total	0.8			

Tabla 10: Desplazamiento del CG del cuerpo en el eje X, primera palada. En la XXXII Copa del Mundo 200 m (C2) LFB.

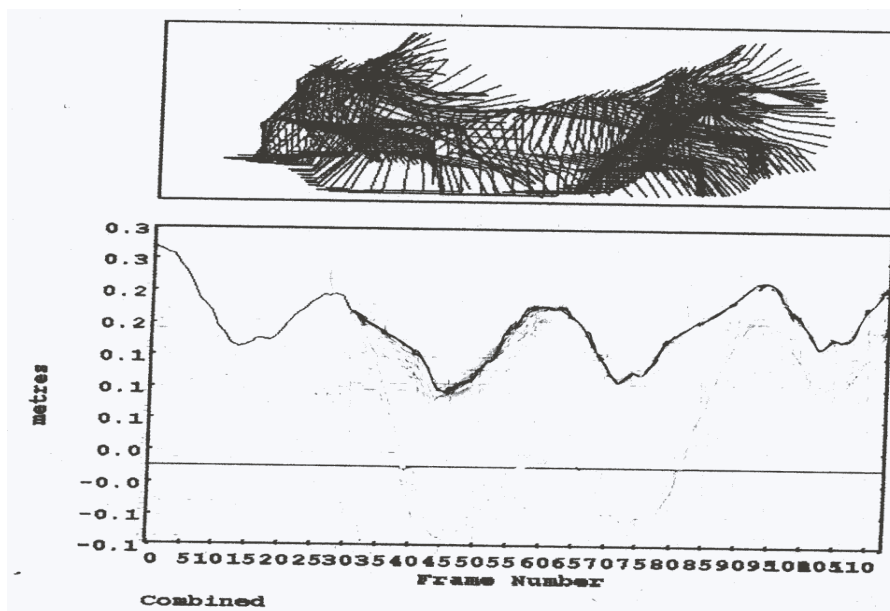
Resulta significativo que en la primera palada de este evento el atleta exhibe un desplazamiento en del CG del cuerpo en el eje X con un comportamiento muy similar a la segunda palada de la primera filmación de los Juegos Olímpicos de Sydney en la distancia de 1000 m. Pues presenta una predominancia del desplazamiento del CG en la fase de tracción de 62.5 %.

Segundo principio biomecánico (desplazamiento mínimo del CG en el eje Y)

Juegos Olímpicos de Sydney (primera filmación) distancia 1000 m, LFB.

Segunda palada.

Gráfica y esquema de postura.



Gráfica

6:

Desplazamiento del CG del cuerpo en el eje Y, segunda palada (primera filmación). Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (LFB).

Segunda Palada				
Desplazamiento del CG en el eje Y				
Nº cuadro	30--35	35 - 43	43 - 55	55--60
d Aérea (m)	0			
d Ataque.		-0.1		
d Tracción			0.1	
d Extracción				0
d Total			0	

Tabla 11: Desplazamiento del CG del cuerpo en el eje Y, segunda palada (primera filmación). Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (LFB).

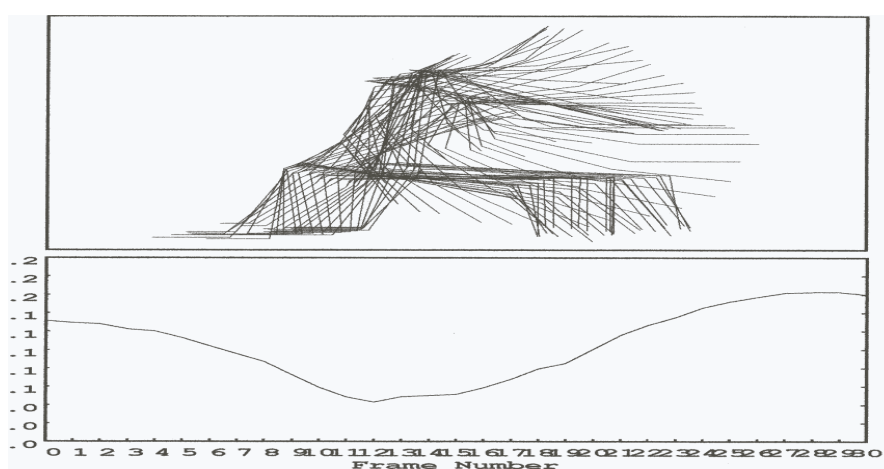
El desplazamiento del CG en el eje Y de la segunda palada revela una trayectoria descendente en la fase de ataque comprendida desde el cuadro 35 al 43 y ascendente en la fase de tracción contenida desde el cuadro 43 al 55. Se observa igual desplazamiento en las dos fases pero en sentido contrario. Pudiera decirse que el atleta realizó la misma

distribución de los esfuerzos en ambas fases ya que de un desplazamiento total en forma vertical de 20 cm. el atleta utilizó el 50 % en las dos fases dando como resultado una variación en el desplazamiento del CG de 0 cm.

Se puede notar un cumplimiento adecuado del Segundo Principio Biomecánico que exige un desplazamiento mínimo del CG en Y. Es de esperar que las resultantes de los desplazamientos ascendentes y descendentes sea nula para eliminar movimientos innecesarios, ahorrar energía y un aprovechamiento óptimo de la fuerza. Esta palada es ECONÓMICA.

Juegos Olímpicos de Sydney distancia 1000m (segunda filmación).

Primera palada. Gráfica y esquema de postura



Gráfica 7: Desplazamiento del CG del cuerpo en el eje Y, primera palada (segunda filmación). Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (LFB).

Primera Palada				
Desplazamiento CG en el eje Y				
Nº cuadro	0-5	5-12	12-23	23-30
d Aérea. (m)	0			
d Ataque.		-0.1		
d Tracción			0.1	
d Extracción				0.1
d Total			1.0	

Tabla 12: Desplazamiento del CG del cuerpo en el eje Y, primera palada (segunda filmación). Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (LFB).

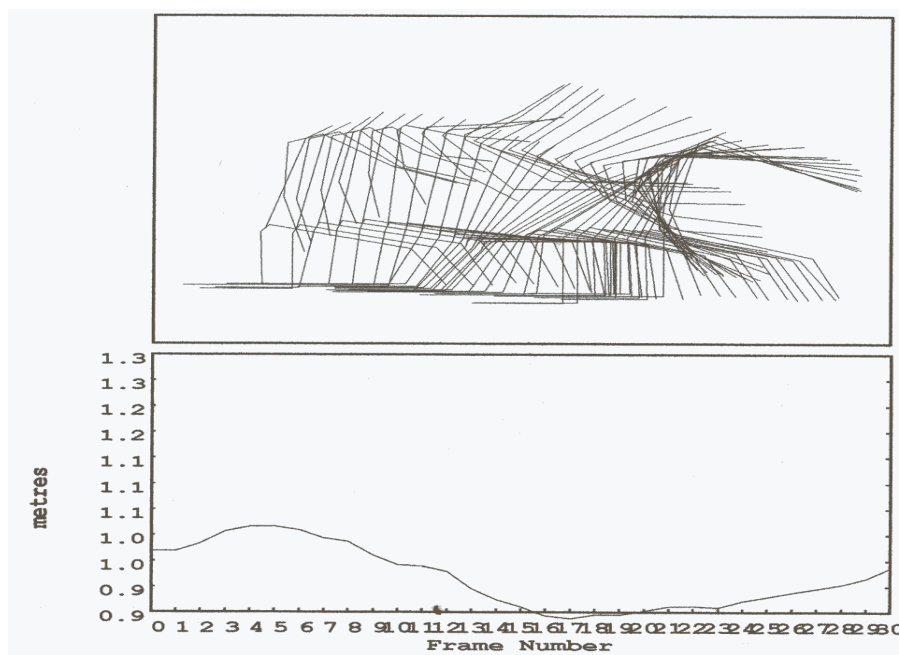
El desplazamiento del CG en el eje Y de la segunda palada revela una trayectoria descendente en la fase de ataque comprendida desde el cuadro 5 al 12 y ascendente en las

fases de tracción (cuadro 12 al 23) y de extracción contenida desde el cuadro 23 al 30. Se percibe una predominancia en el desplazamiento del CG en Y en las fases de tracción – extracción pues de un desplazamiento total del CG en forma vertical de 30 cm. el atleta utilizó el 66.7%. La variación del CG entre todas las fases fue de 10 cm.

Se puede notar un cumplimiento incorrecto del Segundo Principio Biomecánico que exige un desplazamiento mínimo del CG en Y. En esta palada las resultantes de los desplazamientos ascendentes y descendentes no se hacen nulas, ocurriendo movimientos innecesarios, gasto de energía y un mal aprovechamiento de la fuerza. Esta palada no es ECONÓMICA.

De todas las paladas estudiadas de los diferentes eventos, esta es en la única palada en la que ocurre tal comportamiento.

Juegos Olímpicos de Sydney distancia 500m
Primera palada. Gráfica y esquema de postura.



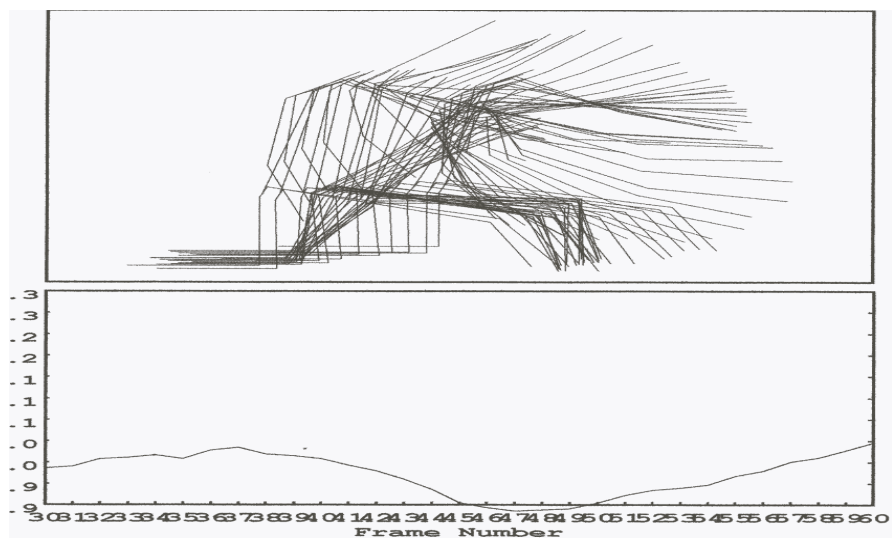
Gráfica 8: Desplazamiento del CG del cuerpo en el eje Y, primera palada. Juegos Olímpicos Sydney 500 m (LFB).

Primera Palada				
Desplazamiento del CG en el eje Y				
Nº cuadro	0-5	5-10	10-17	17-30
d Extracción (m)	0			
d Aérea		0		
d Ataque			-0.1	
d Tracción				0.1
d Total			0	

Tabla 13: Desplazamiento del CG del cuerpo en el eje Y, primera palada. Juegos Olímpicos Sydney 500 m (LFB).

El desplazamiento del CG del cuerpo en el eje Y de la primera palada revela una trayectoria descendente en la fase de ataque comprendida desde el cuadro 10 al 17 y ascendente en la fase de tracción contenida desde el cuadro 17 al 30. Se observa un mismo desplazamiento en las dos fases pero en sentido contrario. Pudiera decirse que el atleta realizo la misma distribución de los esfuerzos en ambas fases ya que de un desplazamiento total en forma vertical de 20 cm. el atleta utilizo el 50 % en las dos fases dando como resultado una variación en el desplazamiento del CG en el eje Y de 0 cm.

Segunda palada (500m). Gráfica y esquema de postura.



Gráfica 9: Desplazamiento del CG del cuerpo en el eje Y, segunda palada. Juegos Olímpicos Sydney 500 m (LFB).

Segunda Palada				
Desplazamiento CG en el eje Y				
Nº cuadro	30-35	35-40	40-47	47-60
d Extracción (m)	0			
d Aérea		0		
d Ataque.			-0.1	
d Tracción				0.1
d Total			0	

Tabla 14: Desplazamiento del CG del cuerpo en el eje Y, segunda palada. Juegos Olímpicos Sydney 500 m (LFB).

El desplazamiento del CG del cuerpo en el eje Y de la segunda palada revela una trayectoria descendente en la fase de ataque comprendida desde el cuadro 40 al 47 y ascendente en la fase de tracción contenida desde el cuadro 47 al 60. Se distingue un idéntico desplazamiento en las dos fases pero en sentido contrario. Pudiera especificar que el atleta realizo igual distribución de los esfuerzos en ambas fases ya que de un desplazamiento total en forma vertical de 20 cm. el atleta utilizo el 50 % en las dos fases dando como producto una variación en el desplazamiento del CG de 0 cm.

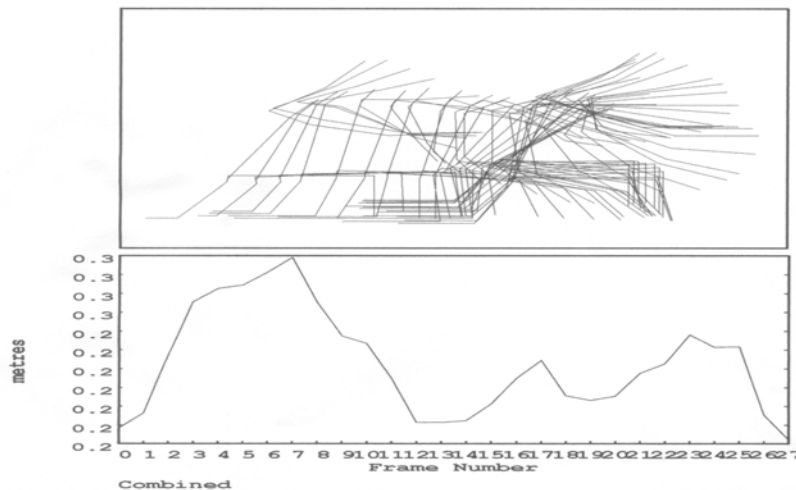
Se pide asumir desde aquí como una regularidad en las paladas analizadas de los diferentes eventos los valores del desplazamiento del CG del cuerpo en el eje Y, expuestos en la tabla 14 que LFB desplaza su CG en el eje Y 20 cm. en total (10 cm. hacia abajo y 10 cm. hacia arriba) pero con una variación de la distancia (Δd) de 0 cm.

XXXII Copa del Mundo distancia 200m (C2)

Primera palada. Gráfica y esquema de postura.

Primera palada				
Desplazamiento CG en Y				
Nº cuadro	0 - 5	5 - 10	10 - 20	20 - 22
d Aérea. (m)	0.1			
d Ataque.		-0.1		
d Tracción			0	
d Extracción				0
d Total			0	

Tabla 15: Desplazamiento del CG del cuerpo en el eje Y. En La XXXII Copa del Mundo distancia 200m (C2) LFB.



Gráfica 10: Desplazamiento del CG del cuerpo en el eje Y. En La XXXII Copa del Mundo distancia 200m (C2) LFB.

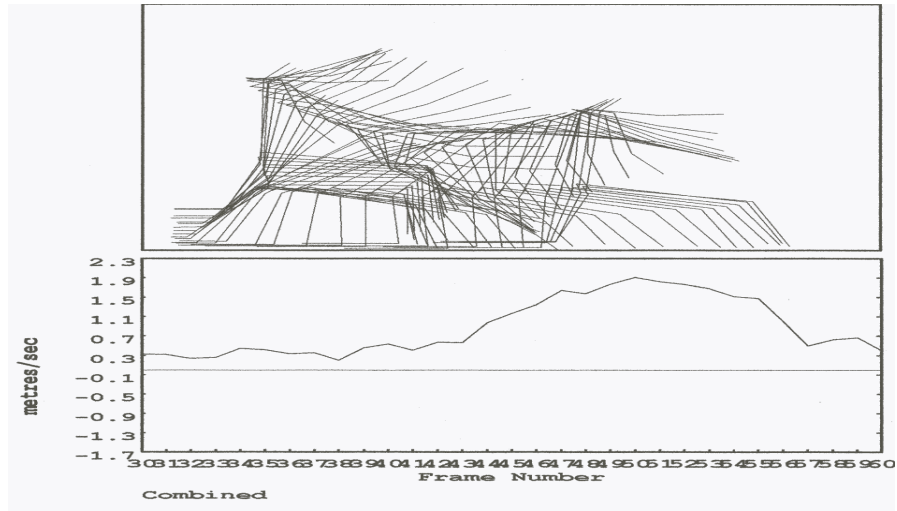
El desplazamiento del CG en el eje Y de la primera palada revela una trayectoria ascendente y descendente en la fase aérea cuadro 0 al 5 y en el ataque comprendida desde el cuadro 5 al 10 y ningún desplazamiento del CG en las fases de tracción (cuadro 10 al 20) y extracción contenida desde el cuadro 20 al 22). Se detalla un predominio del desplazamiento en las fases aérea – ataque ya que de una trayectoria total del CG en forma vertical de 20 cm. el atleta utilizó el 50 % en estas dos fases, pero lo hizo 50 % hacia arriba y 50 % hacia abajo por lo que la variación del desplazamiento en estas fases es de 0, es por eso que la variación del desplazamiento entre ambas fases es de 0.

Es necesario aclarar que el desplazamiento correcto del CG en el eje Y en la fase aérea – ataque es descender el CG, y en la fase tracción – extracción es ascender lo mismo que se descendió en el ataque. Lo que se busca para mejorar este principio (desplazamiento mínimo del CG en el eje Y) es descender y ascender lo menos posible. Si este CG se mantiene estable se ahorra energía, fuerza y movimientos innecesarios.

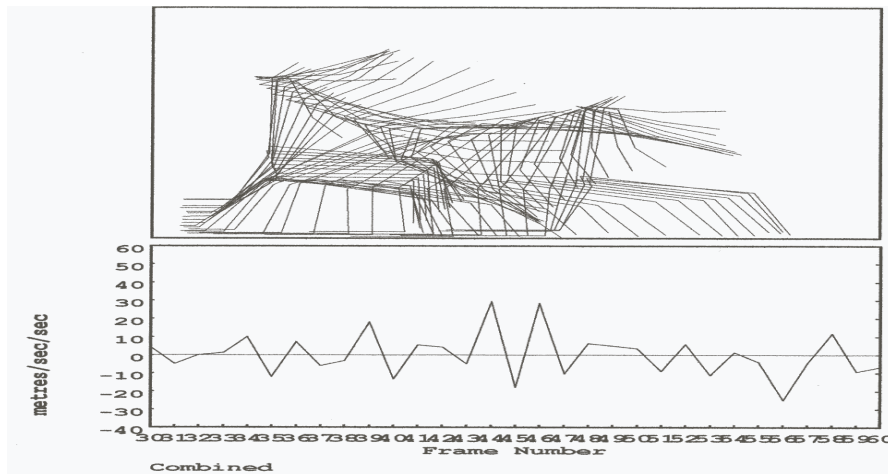
Este comportamiento del CG del cuerpo en el eje Y, podría ser por una coordinación con Ibrahín ya que en esta palada el no compite solo (C2), al observar detalladamente el video se aprecia en la fase aérea (cuadro 0 - 5) que LFB tiene la pala un poco atrasada con respecto a su pareja.

Tercer principio biomecánico (Aceleración mínima del CG en el eje X).

Juegos Olímpicos de Sydney distancia 1000m (primera filmación de LFB).
Segunda palada. Gráfica y esquema de postura.



Gráfica 11: Variación de la velocidad en el eje X, segunda palada de la primera filmación. Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (LFB).



Gráfica 12: Variación de la aceleración en el eje X, segunda palada de la primera filmación. Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (LFB).

Segunda Palada				
Variación de la Velocidad en el eje X				
Nº cuadro	30--35	35 - 43	43 - 55	55--60
V Aérea.(m/seg²)	0.1			
V Ataque.(m/seg²)		0.2		
V Tracción (m/seg²)			0.9	
V Extracción (m/seg²)				-1.1
ΔV Total			0.1	

Tabla 16: Variación de la velocidad en el eje X, segunda palada de la primera filmación. Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (LFB).

Segunda Palada				
Variación de la aceleración en el eje X				
Nº cuadro	30--35	35 - 44	44 - 55	55--60
a Aérea.(m/seg)	-16			
a Ataque.(m/seg)		7		
a Tracción (m/seg)			1	
a Extracción (m/seg)				-3
Δa Total			-11	

Tabla 17: Variación de la aceleración en el eje X, segunda palada de la primera filmación. Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (LFB).

La aceleración del CG en el eje X será analizada por fases. La fase aérea esta contenida entre el cuadro (30 – 35). Como se puede observar en la gráfica (3 y 4) en esta fase los valores de la aceleración se alejan de cero (-12 m/seg²). A partir del cuadro 35 (comienzo del ataque) hasta el cuadro 43 (fin de la fase) se observa sin embargo que los valores de la aceleración se acercan a cero significativamente (-5 m/seg²). A partir del cuadro 43 (inicio de la tracción) hasta el cuadro 55 (fin de la fase) se observa en los cuatro primeros cuadros grandes picos en los valores de la aceleración, lo que corresponde con variaciones significativas de la velocidad, ver tabla 3, a partir de aquí la tendencia es el acercamiento a cero (-4 m/seg²), y a mantener valores máximos y mínimos cercanos entre sí. Desde el cuadro 55 hasta el 60 (final de la palada) esta contenida la fase de extracción y en ella se manifiesta un alejamiento de cero (-7 m/seg²), mayores que en la segunda parte de la fase anterior, la diferencia entre los picos máximos y mínimos son consecuentemente mayores.

Todo esto trae como resultado una variación total de la aceleración en la palada de -11 m/seg/seg.

Es necesario aclarar que para lograr una aceleración mínima del CG en el eje X el atleta debe lograr desarrollar una aceleración “mucho mayor” en la fase tracción – extracción que en la aérea – ataque debido a que en la primera la resistencia a vencer es mucho mayor (resistencia del agua, peso de la canoa). Estas resistencias de rozamiento, actúa como una fuerza aplicada en sentido opuesto a la velocidad conducida por el CG del atleta.

$$\mathbf{F\ efectiva = F (ma) - F rozamiento}$$

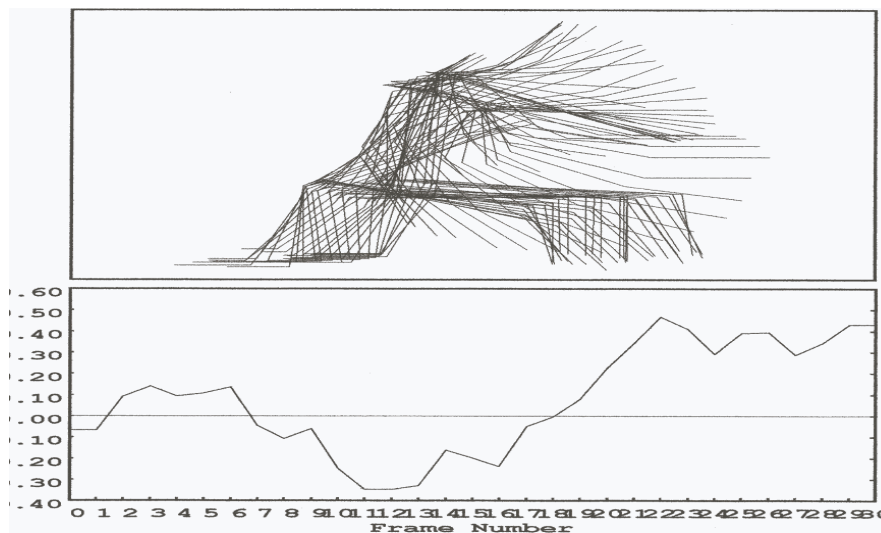
Sin embargo, cuando un objeto se desplaza a través de un fluido, el valor del rozamiento depende de la velocidad. En la mayoría de los objetos de tamaño humano que se mueven en agua o aire (a velocidades menores que la del sonido), la fricción es proporcional al cuadrado de la velocidad. En ese caso, la segunda ley de Newton se convierte en:

$$\mathbf{F\ efectiva = F (ma) - KV^2}$$

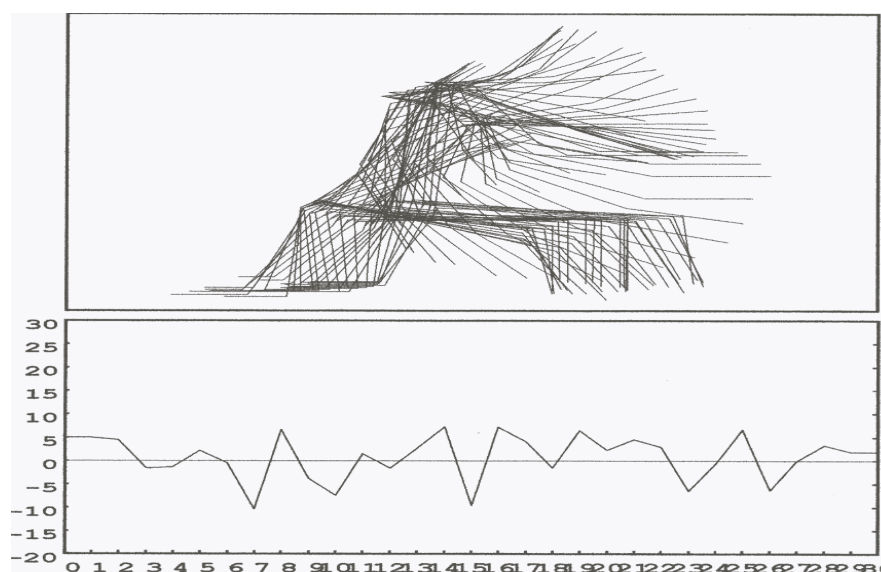
La constante de proporcionalidad (**K**) es característica de los dos materiales en cuestión y depende del área de contacto entre ambas superficies (canoa y agua), y de la forma más o menos aerodinámica del objeto en movimiento.

Al disminuir el efecto de la fuerza aplicada en la tracción - extracción debe emplearse grandes fuerzas de forma constante para que no disminuya la velocidad producida por la fase anterior y no se produzca frenaje en el movimiento y de esta forma se iguale a la fuerza desarrollada en la fase aérea – ataque donde no existen grandes resistencias (viento). Al mantener la misma velocidad en ambas fases el movimiento de la técnica de paleo es constante y la aceleración de la palada es cero.

Juegos Olímpicos de Sydney distancia 1000m (segunda filmación)
Primera palada. Gráfica y esquema de postura.



Gráfica 13: Variación de la velocidad en el eje X, primera palada de la segunda filmación. Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (LFB).



Gráfica 14: Variación de la aceleración en el eje X, primera palada de la segunda filmación. Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (LFB).

Primera Palada				
Variación de la Velocidad en el eje X				
Nº cuadro	0-5	5-12	12-23	23-30
V Aérea.(m/seg)	0.18			
V Ataque.(m/seg)		-0.46		
V Tracción (m/seg)			0.76	
V Extracción (m/seg)				0.02
ΔV Total			0.5	

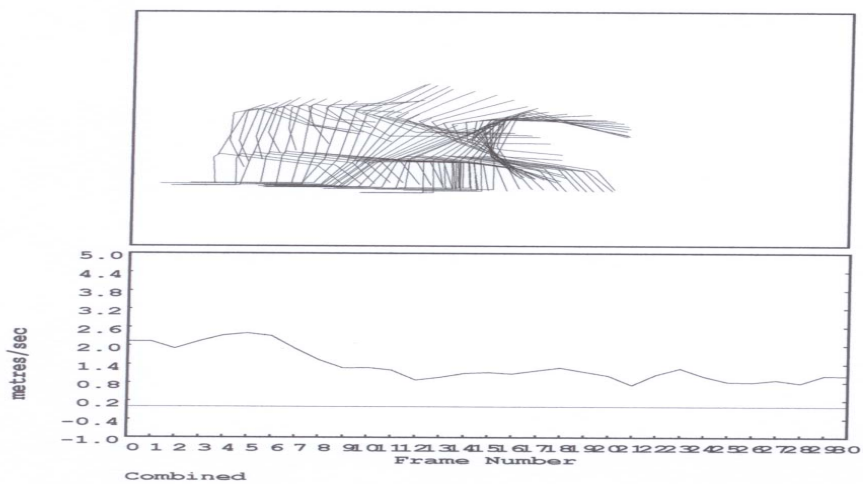
Tabla 18: Variación de la velocidad en el eje X, primera palada de la segunda filmación. Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (LFB).

Primera Palada				
Variación de la aceleración en el eje X				
Nº cuadro	0-5	5-12	12-23	23-30
a Aérea.(m/seg ²)	-3			
a Ataque.(m/seg ²)		-3		
a Tracción (m/seg ²)			-5	
a Extracción (m/seg ²)				8
Δa Total			-3	

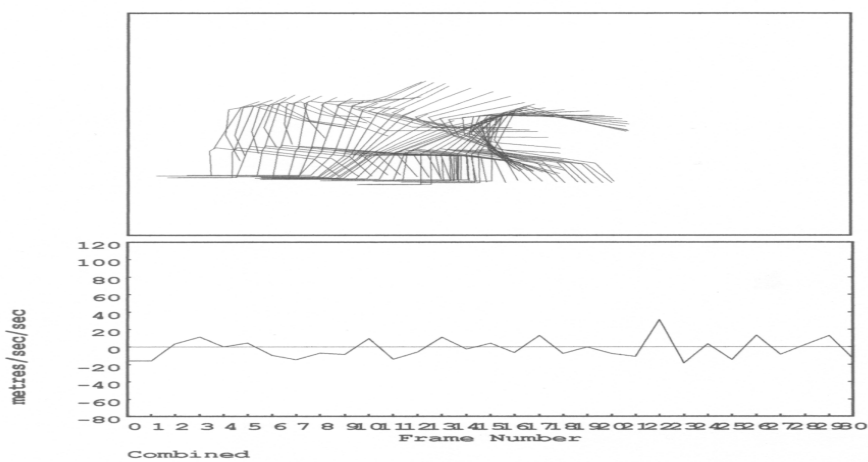
Tabla 19: Variación de la aceleración en el eje X, primera palada de la segunda filmación. Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (LFB).

La aceleración del CG en el eje X en la fase aérea contenida desde el cuadro (0 – 5), se observa en la gráfica (13 y 14) que los valores de la aceleración se acercan a cero. A partir del cuadro 5 (comienzo del ataque) hasta el cuadro 12 (fin de la fase) se manifiesta una tendencia a mantener los valores de la aceleración cercanos a cero pero con grandes picos entre los valores máximos y mínimos de la aceleración. Desde el cuadro 12 hasta el 23 esta contenida la fase de tracción, en la primera parte de esta fase que va desde el cuadro (12 al 18) se mantiene los mismos valores de la aceleración próximos a cero de la fase anterior y las grandes diferencias entre los valores máximos y mínimos de la aceleración; en la segunda parte de esta fase los valores de la aceleración se alejan significativamente de cero esto corresponde con una gran variación de la velocidad, ver tabla 18. A partir del cuadro 23 hasta el 30 se detalla que los valores de la aceleración tienden a acercarse a cero. Este comportamiento irregular de la aceleración tributa a una aceleración resultante de -3 m/seg².

Juegos Olímpicos de Sydney distancia 500m
Primera palada Gráfica y esquema de postura.



Gráfica 15: Variación de la velocidad en el eje X, primera palada. Juegos Olímpicos de Sydney, distancia 500m (LFB).



Gráfica 16: Variación de la aceleración en el eje X, primera palada. Juegos Olímpicos de Sydney, distancia 500 m (LFB).

Primera Palada				
Variación de la Velocidad en el eje X				
Nº cuadro	0-5	5-10	10-17	17-30
V Extracción (m/seg)	0.3			
V Aérea.(m/seg)		-1.1		
V Ataque.(m/seg)			-0.1	
V Tracción (m/seg)				-0.2
ΔV Total			-1.1	

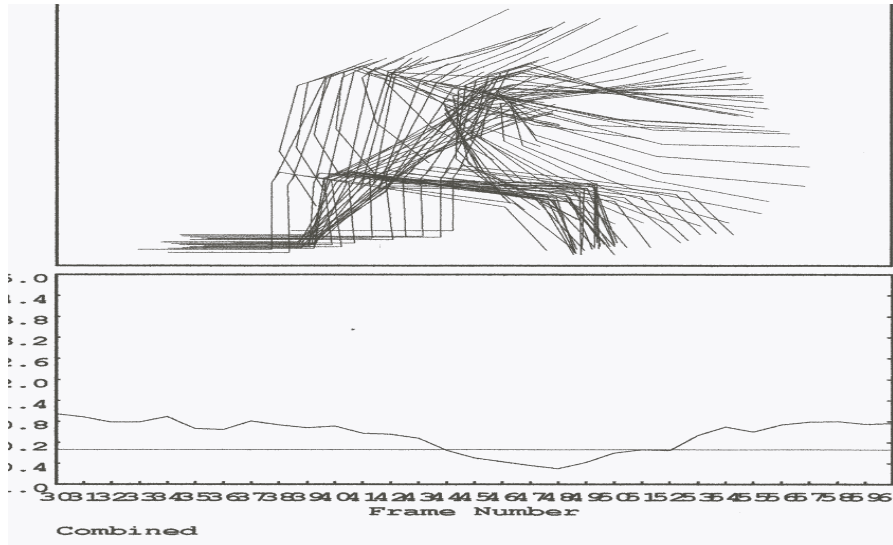
Tabla 20: Variación de la velocidad en el eje X, primera palada. Juegos Olímpicos de Sydney, distancia 500m (LFB).

Primera Palada				
Variación de la aceleración en el eje X				
Nº cuadro	0-5	5-10	10-17	17-30
a Extracción (m/seg²)	20			
A Aérea.(m/seg²)		6		
a Ataque.(m/seg²)			3	
a Tracción (m/seg²)				-26
Δa Total			3	

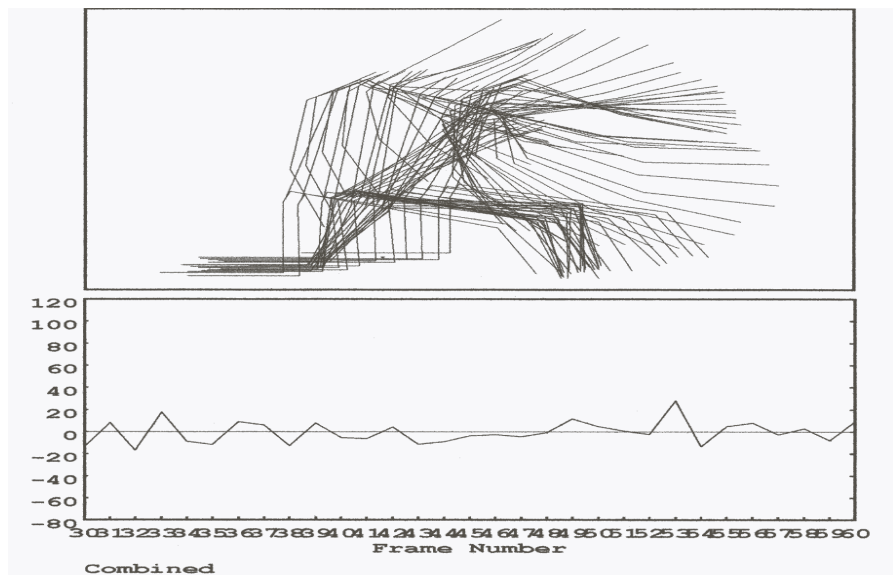
Tabla 21: Variación de la aceleración en el eje X, primera palada. Juegos Olímpicos de Sydney, distancia 500 m (LFB).

Es necesario destacar que la filmación empieza por la fase de extracción. La aceleración del CG en el eje X en la fase de extracción que esta contenida desde el cuadro 0 hasta el cuadro 5, en la gráfica 16 se observa un acercamiento de los valores de la aceleración a cero (4 m/seg²). La fase aérea esta contenida desde el cuadro 5 hasta el cuadro 10, donde se manifiesta un alejamiento de los valores de la aceleración de cero (10 m/seg²) lo que corresponde con una mayor variación de la velocidad, ver tabla 20. El ataque esta comprendido desde el cuadro 10 hasta el 17, los valores de la aceleración continúan alejándose de cero (13 m/seg²), durante las fases de: extracción, aérea y ataque, es mínima la diferencia entre los picos máximos y mínimos de los valores de la aceleración. La fase de tracción contenida desde el cuadro 17 hasta el 30 los valores de la aceleración continúan siendo alejados de cero (-13 m/seg²), además en esta fase entre el cuadro 22 y 23 ocurre la mayor diferencia entre los picos máximos y mínimos de los valores de la aceleración. Todo esto trajo como resultado una aceleración de 3 m/seg².

Segunda Palada (500m). Gráfica y esquema de postura.



Gráfica 17: Variación de la velocidad en el eje X, segunda palada. Juegos Olímpicos de Sydney, distancia 500m (LFB).



Gráfica 18: Variación de la aceleración en el eje X, segunda palada. Juegos Olímpicos de Sydney, distancia 500m (LFB).

Segunda Palada				
Variación de la Velocidad en el eje X				
Nº cuadro	30-35	35-40	40-47	47-60
V Extracción (m/seg)	-0.4			
V Aérea.(m/seg)		0.1		
V Ataque.(m/seg)			-1.2	
V Tracción (m/seg)				1.2
ΔV Total			-0.3	

Tabla 22: Variación de la velocidad en el eje X, segunda palada. Juegos Olímpicos de Sydney, distancia 500m (LFB).

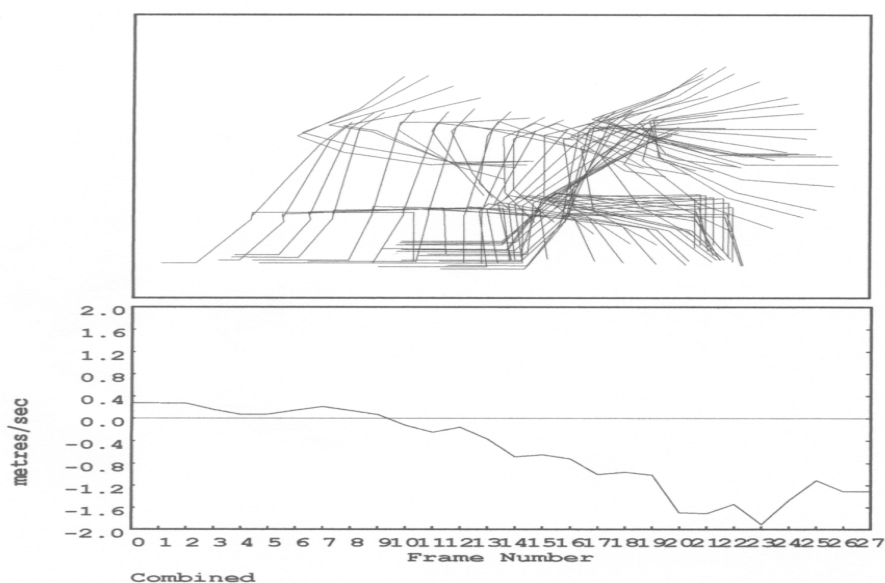
Segunda Palada				
Variación de la aceleración en el eje X				
Nº cuadro	30-35	35-40	40-47	47-60
a Extracción (m/seg²)	1			
a Aérea.(m/seg²)		7		
a Ataque.(m/seg²)			1	
a Tracción (m/seg²)				13
Δa Total			22	

Tabla 23: Variación de la aceleración en el eje X, segunda palada. Juegos Olímpicos de Sydney, distancia 500m (LFB).

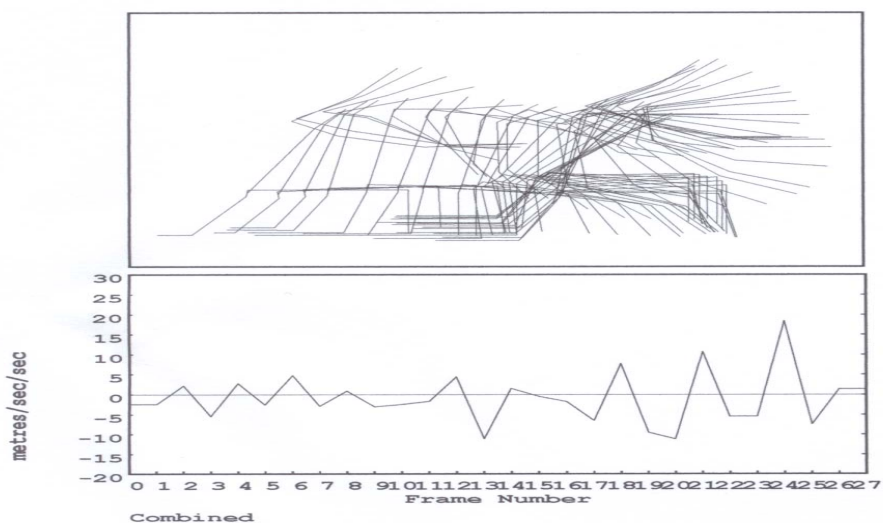
La aceleración del CG en el eje X en la fase extracción contenida desde el cuadro 30 hasta el 35, ver gráfico 18, se observa un ligero acercamiento de los valores de la aceleración a cero (-12 m/seg^2) con respecto al inicio de la palada (-13 m/seg^2) y existen grandes diferencias entre los picos positivos y negativos. A partir del cuadro 35 (comienzo de la fase aérea) hasta el cuadro 40 (fin de la fase) los valores de la aceleración se acercan a cero (-5 m/seg^2), con muy poca diferencia entre los picos máximos y mínimos. En la fase de ataque contenida desde el cuadro 40 hasta el 47 hay una tendencia a mantener los valores de la aceleración cercanos a cero (-4 m/seg^2), al igual que la diferencia entre los picos positivos y negativos. En la fase tracción contenida desde el cuadro 47 al 60 se aprecia un ligero alejamiento de los valores de la aceleración de cero (9 m/seg^2), y la mayor diferencia entre los picos mínimos y máximos de esta palada se encuentran en esta fase entre los cuadros (53 y 54). Todo esto trajo como resultado una variación de la aceleración en la palada de 22 m/seg^2 .

Si comparamos las dos paladas de los Juegos Olímpicos de Sydney en la distancia de 500 m se detalla que la aceleración de la primera palada es de 5 m/seg^2 , y aparejado a esto una ΔV de -1.1 m/seg , ver (tablas 21 y 22). Y la aceleración de la segunda palada es de 21 m/seg^2 , Con una ΔV de -0.3 m/seg , ver (tablas 22 y 23). Por ser la aceleración de la primera palada más cercana a 0 m/seg^2 , la velocidad tuvo una menor variación y fue mas constante que la segunda palada. Este resultado coincide con la velocidad de la canoa de la primera palada (1.36 m/seg) que fue mayor que la segunda palada (0.53 m/seg).

XXXII Copa del Mundo distancia 200m (C2)
Primera palada. Gráfica y esquema de postura.



Gráfica 19: Variación de la Velocidad del CG en X, en La XXXII Copa del Mundo distancia 200m (C2), primera palada (LFB).



Gráfica 20: Variación de la aceleración del CG en X, en La XXXII Copa del Mundo distancia 200m (C2), primera palada (LFB).

Primera palada				
Variación de la aceleración del CG en X				
Nº cuadro	0 - 5	5 - 10	10 - 20	20 - 22
a Aérea.(m/seg ²)	0			
a Ataque.(m/seg ²)		0		
a Tracción (m/seg ²)			-8	
a Extracción (m/seg ² .)				5
Δa Total			-3	

Tabla 24: Variación de la Velocidad del CG en X, en La XXXII Copa del Mundo distancia 200m (C2), primera palada (LFB).

Primera palada				
Variación de la Velocidad del CG en X				
Nº cuadro	0 - 5	5 - 10	10 - 20	20 - 22
V Aérea.(m/seg)	-0.2			
V Ataque.(m/seg)		-0.2		
V Tracción (m/seg)			-1.6	
V Extracción (m/seg)				0.2
ΔV Total	-1.8			

Tabla 25: Variación de la aceleración del CG en X, en La XXXII Copa del Mundo distancia 200m (C2), primera palada (LFB).

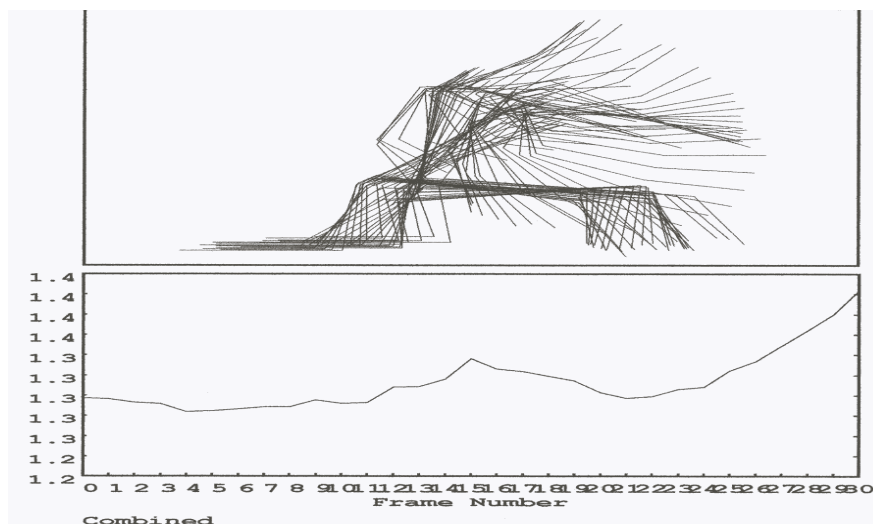
La aceleración del CG en el eje X de la fase aérea contenida desde el cuadro 0 al 5, ver gráfico 19 y 20, se manifiesta que los valores de la aceleración en el inicio y final de esta fase mantiene el mismo valor (-3 m/seg^2) cerca de cero. En la fase de ataque que va desde el cuadro 5 al 10 mantiene una tendencia a acercarse a cero con el mismo valor de la fase anterior, manteniendo así la variación de la velocidad de la fase aérea, ver gráfico 19 y tabla 24. A partir del cuadro 10 (comienzo de la tracción) hasta el cuadro 20 (fin de la fase), se detalla un gran alejamiento de los valores de la aceleración de cero (-11 m/seg^2), al igual que grandes diferencias entre los picos positivos y negativos de la aceleración. En la extracción contenida desde el cuadro 20 al 22 se aprecia un acercamiento de los valores de la aceleración a cero (-6 m/seg^2), y los picos de los valores de la aceleración son los más elevados de toda la palada. Todo esto trajo como resultado una variación de la aceleración de -3 m/seg^2 .

Análisis de los resultados del atleta alemán Andreas Dittmer (Primer lugar en los Juegos Olímpicos Sydney en la distancia de 1000 m).

Primer principio biomecánico (palada larga).

Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (filmación del alemán que aparece junto a LFB).

Primera Palada. Gráfica y esquema de postura.



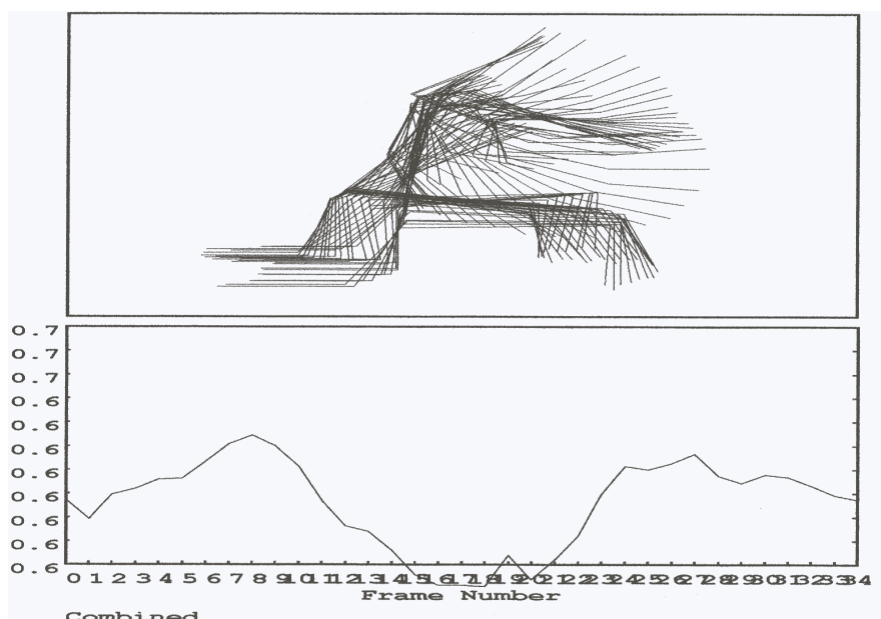
Gráfica 21: Desplazamiento del CG del cuerpo en el eje X. Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (filmación del alemán que aparece junto a LFB).

Primera Palada				
Desplazamiento del CG en el eje X				
Nº cuadro	0-5	5-10	10-17	17-30
d Extracción	1.3			
d Aérea.		1.3		
d Ataque.			1.3	
d Tracción				0.1
d Total			1.4	

Tabla 26: Desplazamiento del CG del cuerpo en el eje X. Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (filmación del alemán que aparece junto a LFB).

El desplazamiento del CG del cuerpo del alemán en la primera palada revela un recorrido ascendente. Se puede notar que desde la fase de extracción hasta la aérea y la de ataque comprendidas desde el cuadro (0 – 17), ver tabla 26, y la fase de tracción que va desde el cuadro (17 – 30) hay una predominancia del desplazamiento en las fases extracción, aérea y de ataque ya que de un desplazamiento total del CG de 1.4 m en la palada el atleta utiliza el 93 % en estas tres fase.

Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (filmación del alemán solo).
Primera Palada. Gráfica y esquema de postura.



Gráfica 22: Desplazamiento del CG del cuerpo en el eje X, primera palada. Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (filmación del alemán solo).

Primera Palada				
Desplazamiento del CG en X				
Nº cuadro	0-10	10-21	21-25	25-34
d Ataque (m)	0.6			
d Tracción.		0.6		
d Extracción.			0.6	
d Aérea				0.6
d Total	2.40			

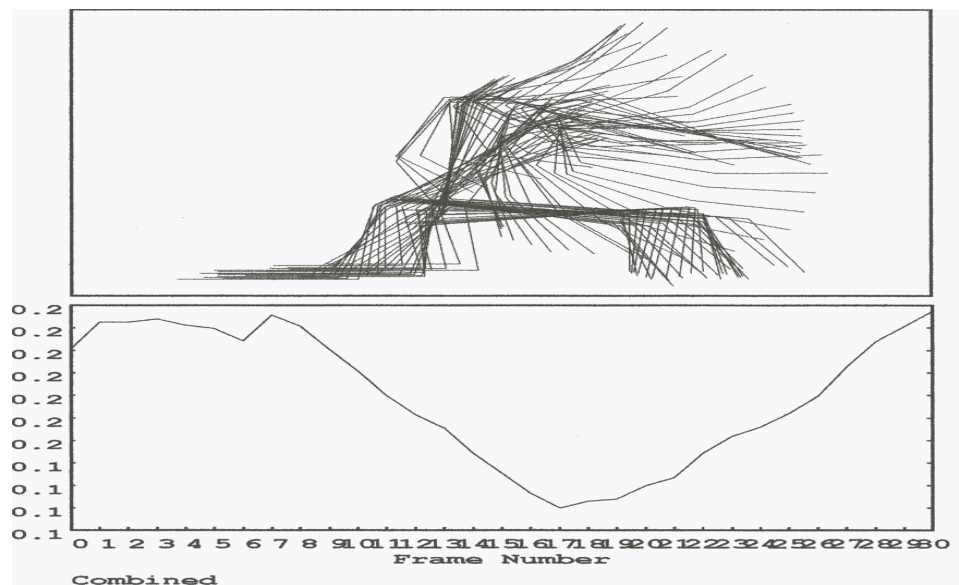
Tabla 27: Desplazamiento del CG del cuerpo en el eje X, primera palada. Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (filmación del alemán solo).

El desplazamiento del CG del cuerpo en el eje X en la primera palada revela un recorrido ascendente. Se denota que en las cuatro fases hay una igualdad en el desplazamiento en las fases ataque, tracción - extracción, aérea, ya que de un desplazamiento total del CG de 2.40 m en la palada, el atleta utiliza el 25 % en cada una de las fases. El CG del cuerpo recorre el 50% de la distancia cuando va hacia atrás en las fases aérea y ataque y 50% cuando va hacia delante en las fases de tracción y extracción.

Es necesario aclarar que el video empieza la palada en la fase de ataque y la termina en la aérea.

Segundo principio biomecánico (desplazamiento mínimo del CG en el eje Y).

Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (filmación del alemán que aparece junto a LFB).
Primera Palada. Gráfica y esquema de postura.



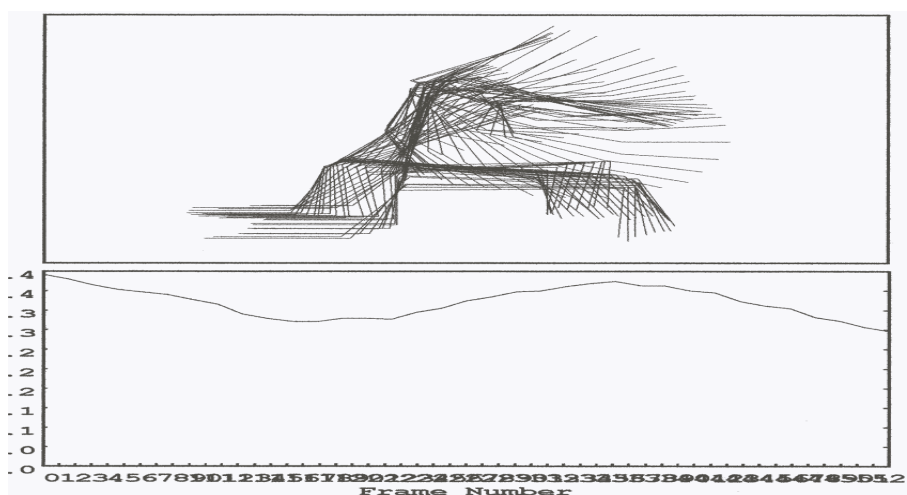
Grafica 23: Desplazamiento del CG del cuerpo en el eje Y. Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (filmación del alemán que aparece junto a LFB).

Primera Palada				
Desplazamiento del CG en Y				
Nº cuadro	0-5	5-10	10-17	17-30
d Extracción	0			
d Aérea.		0		
d Ataque.			-0.1	
d Tracción				0.1
d Total			0	

Tabla 28: Desplazamiento del CG del cuerpo en el eje Y. Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (filmación del alemán que aparece junto a LFB).

El desplazamiento del CG del cuerpo en el eje Y de la primera palada revela una trayectoria descendente en la fase de ataque comprendida desde el cuadro 10 al 17 y ascendente en las fases de tracción contenida desde el cuadro 17 al 30. Se distingue un idéntico desplazamiento en las dos fases pero en sentido contrario. Pudiera especificar que el alemán realizo igual distribución de los esfuerzos en ambas fases ya que de un desplazamiento total en forma vertical de 20 cm. el atleta utilizo el 50 % en las dos fases dando como resultado una variación en el desplazamiento del CG de 0 cm.

Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (filmación del alemán solo).
Primera Palada. Gráfica y esquema de postura.



Gráfica 24: Desplazamiento del CG del cuerpo en el eje Y, primera palada. Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (filmación del alemán solo).

Primera Palada				
Desplazamiento del CG en Y				
Nº cuadro	0-10	10-21	21-25	25-34
d Ataque (m)	-0.1			
d Tracción.		0.1		
d Extracción.			0	
d Aérea				-0.1
d Total		-0.1		

Tabla 29: Desplazamiento del CG del cuerpo en el eje Y, primera palada. Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (filmación del alemán solo).

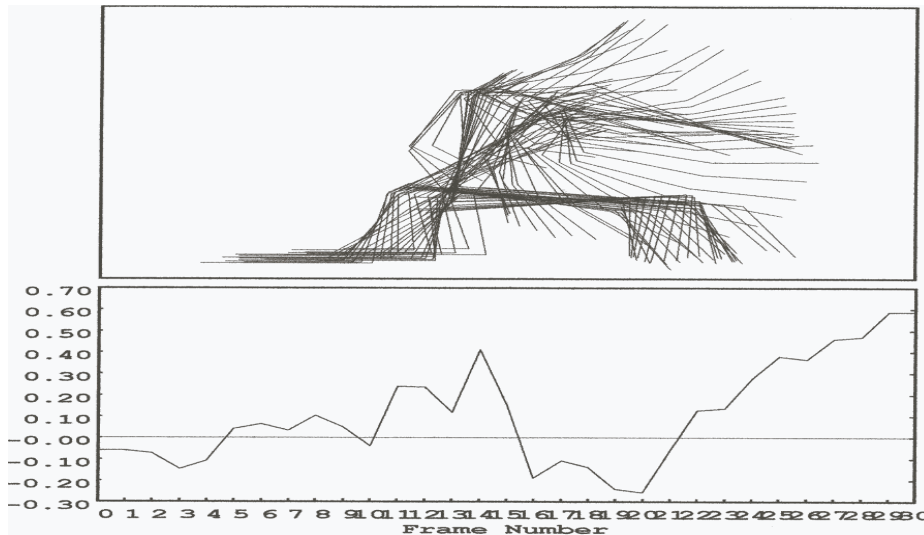
El desplazamiento del CG en el eje Y de la primera palada revela una trayectoria descendente en la fase de ataque comprendida desde el cuadro (0 - 10) y ascendente en las fases de tracción contenida desde el cuadro (10 al 21). Es necesario resaltar que la fase aérea esta comprendida desde el cuadro (25 al 34) con un desplazamiento descendente. Se percibe una predominancia en el desplazamiento del CG en Y en las fases aérea - ataque pues de un desplazamiento total del CG en forma vertical de 30 cm. el atleta utilizo el 66.7 %. La variación del CG entre las fases fue de -10 cm.

Se puede notar un cumplimiento incorrecto del Segundo Principio Biomecánico que exige un desplazamiento mínimo del CG en Y. En esta palada las resultantes de los desplazamientos ascendentes y descendentes no se hacen nulas, ocurriendo movimientos innecesarios, gasto de energía y un mal aprovechamiento de la fuerza. Esta palada no es ECONÓMICA.

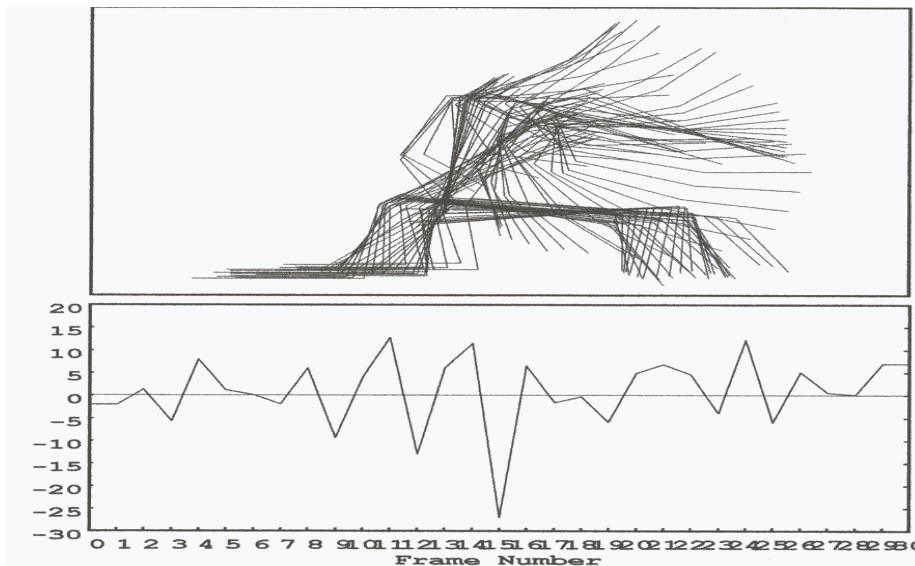
Es necesario resaltar que esta palada presenta un comportamiento del desplazamiento del CG del cuerpo en el eje Y similar a la primera palada de la segunda filmación de **LFB** en los Juegos Olímpicos de Sydney en la distancia de 1000 m. Solo que en esta palada la predominancia en el desplazamiento del CG en el eje Y es en las fases aérea – ataque quedando el CG 10 cm. más abajo que en la posición inicial de la palada. En la palada de LFB la predominancia ocurre en las fases tracción – extracción y el CG queda 10 cm. más arriba que en la posición inicial de la palada.

Tercer principio biomecánico (Aceleración mínima del CG en el eje X).

Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (filmación del alemán que aparece junto a LFB).
Primera Palada. Gráfica y esquema de postura.



Gráfica 25: Variación de la Velocidad en X. Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (filmación del alemán que aparece junto a LFB).



Gráfica 26: Variación de la aceleración en el eje X. Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (filmación del alemán que aparece junto a LFB).

Primera Palada				
Variación de la Velocidad en el eje X				
Nº cuadro	0-5	5-10	10-17	17-30
V Extracción (m/seg)	0.1			
V Aérea.(m/seg)		-0.08		
V Ataque.(m/seg)			-0.07	
V Tracción (m/seg)				0.7
ΔV Total			0.65	

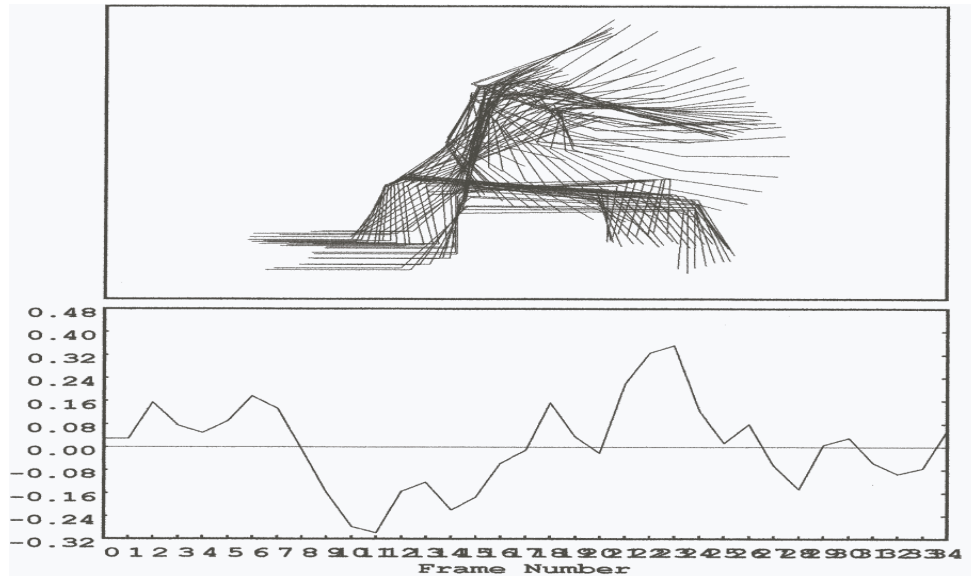
Tabla 30: Variación de la Velocidad en X. Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (filmación del alemán que aparece junto a LFB).

Primera Palada				
Variación de la aceleración en el eje X				
Nº cuadro	0-5	5-10	10-17	17-30
a Extracción (m/seg ²)	3			
a Aérea.(m/seg ²)		3		
a Ataque.(m/seg ²)			-5	
a Tracción (m/seg ²)				8
Δa Total			9	

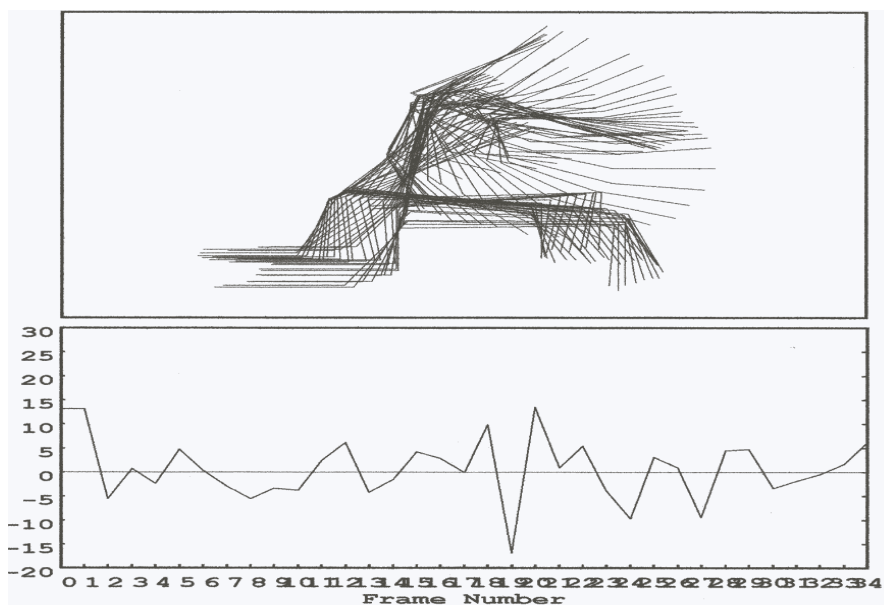
Tabla 31: Variación de la aceleración en el eje X. Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (filmación del alemán que aparece junto a LFB).

La aceleración del CG del alemán en el eje X en la fase extracción contenida desde el cuadro 0 al 5, ver gráfico 26, se observa que los valores de la aceleración se acercan a cero (1m/seg²). A partir del cuadro 5 (comienzo de la fase aérea) hasta el cuadro 10 (final de la fase) los valores de la aceleración se alejan un poco de cero (4 m/seg²). Desde el cuadro 10 hasta el 17 se encuentra la fase de ataque, donde los valores de la aceleración tienden a acercarse a cero (-1 m/seg²), sin embargo es en esta fase donde los picos positivos y negativos de los valores de la aceleración presentan una mayor diferencia, ver grafico 26. En la fase de tracción que va desde el cuadro 17 hasta el 30 los valores de la aceleración se alejan de cero (7 m/seg²) y se manifiestan grandes diferencias entre los picos máximos y mínimos de los valores de la aceleración, esto tributa a una significativa variación de la velocidad en esta fase, ver gráfico 25 y tabla 30. Esto trajo como resultado una variación de la aceleración de la palada de 9 m/seg²).

Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (Filmación del alemán solo).
Primera Palada. Gráfico y sistema de postura.



Gráfica 27: Variación de la Velocidad en X. Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (filmación del alemán que aparece solo).



Gráfica 28: Variación de la aceleración en el eje X. Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (filmación del alemán que aparece solo).

Primera Palada				
Variación de la Velocidad en X				
Nº cuadro	0-10	10-21	21-25	25-34
ΔV Ataque (m/seg.)	-0.3			
V Tracción.		0.49		
V Extracción.			-0.2	
V Aérea				0.04
ΔV Total	0.03			

Tabla 32: Variación de la Velocidad en X. Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (filmación del alemán que aparece solo).

Primera Palada				
Variación de la Aceleración en X				
Nº cuadro	0-10	10-21	21-25	25-34
Δa Ataque (m/seg².)	-17			
a Tracción.		5		
a Extracción.			2	
a Aérea				3
Δa Total	-7			

Tabla 33: Variación de la aceleración en el eje X. Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (filmación del alemán que aparece solo).

La aceleración del CG del alemán Andreas Dittmer en el eje X en la fase de ataque contenida desde el cuadro 0 al 10, ver gráfico 28, se acerca a cero con un valor de la aceleración de (-4 m/seg²). A partir del cuadro 10 (comienzo de la tracción) hasta el cuadro 21 (fin de la fase) los valores de la aceleración se aproximan más a cero (1 m/seg²) en comparación con la fase anterior, pero con una mayor diferencia entre los picos positivos y negativos de los valores de la aceleración que la fase de ataque. En la fase extracción comprendida desde el cuadro 21 hasta el 25, hay un ligero alejamiento de los valores de aceleración con respecto a cero (3 m/seg²), pero los picos de los valores de la aceleración son menores, esto tributa a una menor variación de la velocidad que en la fase de tracción, ver gráfico 27 y tabla 32. En la fase aérea contenida desde el cuadro 25 hasta el 34 los valores de la aceleración se alejan un poco con respecto a cero (6 m/seg²), sin embargo los picos máximos y mínimos de los valores de la aceleración son un poco menores que en la fase de extracción, lo que corresponde con una menor variación de la velocidad que la de la fase de extracción, ver gráfico 27 y tabla 32. Todo esto trajo como resultado una variación de la aceleración de -7 m/seg².

Es necesario destacar que la variación de la velocidad de toda la palada fue de 0.03 m/seg. Esta pequeña variación quiere decir que el atleta alemán mantuvo una velocidad casi constante en toda la palada. De todas las paladas analizadas esta es la que presenta un mejor comportamiento del Tercer Principio Biomecánico.

Análisis del comportamiento de los Parámetros Biomecánicos de la técnica de paleo.

Solo se pondrá los Parámetros que presentaron diferencias.

Parámetros Biomecánico de la técnica de paleo en el canotaje.

FASES	PARÁMETROS	↯ correcto
ATAQUE	Muslo-pierna de apoyo (giro del tronco).	$\uparrow \leq 15^\circ$
	Tronco-pierna de apoyo (rotación).	30°
	Muslo de apoyo-borde de la canoa.	120°
	pierna adelantada – borde de la canoa	90°
	Flexión del tronco.	45°
	Brazos-pala.	$\Delta 45^\circ$
	Pala-agua.	55°
TRACCIÓN	Muslo de apoyo-borde de la canoa.	$85^\circ-90^\circ$
	Pierna adelantada-borde de la canoa.	$120^\circ-130^\circ$
	Pala-borde de la canoa.	85°
EXTRACCIÓN-AÉREA	NO	NO

Tabla 34: Parámetros Biomecánicos de la técnica de paleo en el canotaje.

Juegos Olímpicos de Sydney 1000m LFB (primera filmación). Primera palada

Distancia	Parámetros	✂ correcto	✂ medido	VL(m/seg)	Nº Cuadro
1000m LFB	Tronco-pierna de apoyo (rotación).	30°	34°	0.71	0--30
	Muslo de apoyo-borde de la canoa.	120°	124°	LP (m)	Nº Cuadro
	Pala-agua.	55°	57°	1,41	10--23

Tabla 35: Parámetros Biomecánicos que presentaron diferencias en la primera palada, Juegos Olímpicos de Sydney 1000m LFB (primera filmación).

Segunda palada

Distancia	Parámetros	✂ correcto	✂ medido	VL(m/seg)	Nº Cuadro
1000m	Tronco-pierna de apoyo (rotación).	30°	32°	0,94	30--60
	Muslo de apoyo-borde de la canoa.	120°	122°	LP (m)	Nº Cuadro
				1,43	39--53

Tabla 36: Parámetros Biomecánicos que presentaron diferencias en la segunda palada, Juegos Olímpicos de Sydney 1000m LFB (primera filmación).

Tercera palada

Distancia	Parámetros	✂ correcto	✂ correcto
1000m	Tronco-pierna de apoyo (rotación).	30°	32°
	Muslo de apoyo-borde de la canoa.	120°	122°

Tabla 37: Parámetros Biomecánicos que presentaron diferencias en la tercera palada, Juegos Olímpicos de Sydney 1000m LFB (primera filmación).

Cuarta palada

Distancia	Parámetros	✂ correcto	✂ correcto
1000m	Tronco-pierna de apoyo (rotación).	30°	33°

Tabla 38 Parámetros Biomecánicos que presentaron diferencias en la cuarta palada, Juegos Olímpicos de Sydney 1000m LFB (primera filmación).

En las cuatro paladas analizadas en la primera filmación de los Juegos Olímpicos de Sydney en la distancia de 1000 m el atleta LFB presenta un comportamiento de los parámetros Biomecánicos de la técnica de paleo similar. Se denota que los parámetros que tuvieron alguna diferencia fueron los mismos y en la misma fase (ataque), ver tabla 29, los demás están en el rango que caracteriza el modelo biomecánico. Es necesario destacar que la diferencia que tuvo LFB en los parámetros fue de solo 2 o 4 grados.

Juegos Olímpicos de Sydney 1000m LFB (segunda filmación).
Primera palada

Distancia	Parámetros	↯ correcto	↯ correcto
1000m	Tronco-pierna de apoyo (rotación).	30°	33°
	Muslo de apoyo-borde de la canoa.	120°	123°

Tabla 39: Parámetros Biomecánicos que presentaron diferencias en la primera palada, Juegos Olímpicos de Sydney 1000m LFB (segunda filmación).

Es preciso detallar que la primera palada de la segunda filmación de los Juegos Olímpicos de Sydney en la distancia de 1000 m LFB presenta un comportamiento de los parámetros biomecánicos similar a las paladas de la primera filmación del mismo evento, solo que aquí, la diferencia que presentó fue de 3 grados.

Juegos Olímpicos de Sydney 500 metros LFB.
Primera palada

Distancia	Parámetros	↯ correcto	↯ correcto	VL(m/seg)	Nº Cuadro
500m	Muslo de apoyo-borde de la canoa.	120°	122°	1,36	0--30
				LP (m)	Nº Cuadro
				1,46	12--29

Tabla 40: Parámetros Biomecánicos que presentaron diferencias en la primera palada, Juegos Olímpicos de Sydney 500 metros LFB.

Segunda palada

Distancia	Parámetros	↯ correcto	↯ correcto	VL(m/seg)	Nº Cuadro
500 m	Muslo de apoyo – borde de la canoa	120°	122°	0,53	30-60
	Flexión del tronco.	45°	43°	LP (m)	Nº Cuadro
	Pala-agua.	55°	53°	1,46	42--59
	Pierna adelantada-borde de la canoa.	120°-130°	118°		
	Pala-borde de la canoa.	85°	82°		

Tabla 41: Parámetros Biomecánicos que presentaron diferencias en la segunda palada, Juegos Olímpicos de Sydney 500 metros LFB.

El comportamiento de los parámetros biomecánicos de LFB en la primera palada de los Juegos Olímpicos de Sydney en la distancia de 500 m que va desde el cuadro 0 al 30 presenta solamente diferencia en un parámetro (muslo de apoyo con el borde de la canoa) de 2 grados. Se observa que en la segunda palada contenida desde el cuadro 30 al 60 discrepa en cinco parámetros, tres en la fase de ataque y dos en la tracción.

Es necesario destacar la relación entre los parámetros biomecánicos de la técnica de paleo y la velocidad de la canoa. En la primera palada de este evento la velocidad fue de 1.36 m/seg, la cual es la mayor velocidad de todas las paladas analizadas a LFB, con un comportamiento en los parámetros, en el que solo uno de ellos se diferencia del modelo. En la segunda palada el atleta presenta diferencia en cinco parámetros y la velocidad de la canoa disminuye a 0.53 m/seg.

XXXII Copa del Mundo 200 m (C2)

Primera palada

Distancia	Parámetros	↯ correcto	↯ correcto
200m	Tronco-pierna de apoyo (rotación).	30°	32°
	Muslo de apoyo-borde de la canoa.	120°	125°

Tabla 42: Parámetros Biomecánicos que presentaron diferencias en la primera palada, de la XXXII Copa del Mundo 200 m (C2), LFB

Se detalla que la primera palada de la XXXII Copa del Mundo 200 m (C2) presenta un comportamiento de los parámetros biomecánicos similar a las paladas de la primera y segunda filmación de los Juegos Olímpicos de Sydney en la distancia de 1000 m.

Análisis de los Resultados del atleta Alemán (primer lugar en los Juegos Olímpicos de Sydney en la distancia de 1000 m).

Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (filmación del alemán solo).

Primera palada

Distancia	Parámetros	↯ correcto	↯ correcto
1000 m	Muslo-pierna de apoyo (giro del tronco).	$\uparrow \leq 15^\circ$	104°-132°(↑28)
	Tronco-pierna de apoyo (rotación).	30°	39°
	Muslo de apoyo-borde de la canoa	120°	132°
	Muslo-pierna adelantada	90°	84°
	Flexión del tronco	45°	43°
	Brazos-pala	$\Delta 45^\circ$	48°

Tabla 43: Parámetros Biomecánicos que presentaron diferencias en la primera palada, Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (filmación del alemán solo).

El comportamiento de los parámetros biomecánicos del atleta alemán en la primera palada de los Juegos Olímpicos de Sydney en la distancia de 1000 m que va desde el cuadro 0 al 34 presenta grandes diferencias en seis parámetros en la fase de ataque de hasta 12 grados. Su técnica no es depurada en cuanto a las posturas correctas del canoista.

Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (filmación del atleta alemán junto a LFB).

Primera palada

Distancia	Parámetros	↯ correcto	↯ correcto
1000 m	Muslo-pierna de apoyo (giro del tronco).	$\uparrow \leq 15^\circ$	114°-132°(↑18)
	Tronco-pierna de apoyo (rotación).	30°	40°
	Muslo de apoyo-borde de la canoa (ataque)	120°	132°
	Muslo-pierna adelantada	90°	84°
	Brazos-pala	$\Delta 45^\circ$	50°
	Muslo de apoyo – borde de la canoa (tracción)	85°-90°	82°
	Pala con el agua	85°	83°

Tabla 44: Parámetros Biomecánicos que presentaron diferencias en la primera palada, Juegos Olímpicos Sydney 1000 m (filmación del atleta alemán junto a LFB).

LEYENDA: VL → Velocidad Lineal de la canoa.

LP → Longitud de la palada.

El comportamiento de los parámetros biomecánicos del atleta alemán en la primera palada de los Juegos Olímpicos de Sydney en la distancia de 1000 m (filmación del atleta alemán junto a LFB), que va desde el cuadro 0 al 30 presenta grandes diferencias en siete parámetros biomecánicos, cinco en la fase de ataque de hasta 12 grados y dos en la fase de tracción. El 70 % de los parámetros se desvía significativamente del modelo teórico. Luego se puede afirmar que técnicamente sus posturas no son “limpias”.

Comparación entre LFB (2do lugar) y el atleta Alemán (1er lugar) en los Juegos Olímpicos de Sydney en la distancia de 1000 m teniendo en cuenta el comportamiento de ambos en los Parámetros y en los Principios Biomecánicos de la técnica de paleo en la Canoa.

Parámetros Biomecánicos.

En las paladas analizadas al atleta **LFB** en la primera y segunda filmación de los Juegos Olímpicos de Sydney en la distancia de 1000 m se observa una regularidad en el cumplimiento de los parámetros biomecánicos, los parámetros que presentan diferencias (de 3 o 4 grados) son los mismos y en la misma fase (ataque), estos son: tronco con la pierna de apoyo en la rotación y muslo de apoyo con el borde de la canoa. En las paladas analizadas al atleta **Alemán**, se tiene un comportamiento de los parámetros biomecánicos muy diferente. De diez parámetros biomecánicos que se midieron (ver tabla 34) presento diferencias en seis y siete parámetros de hasta 12 grados. Se puede decir que técnicamente LFB es mucho mejor que el atleta Alemán en cuanto a las posturas correctas del modelo del canoista.

Principios Biomecánicos.

1) Primer principio (palada larga).

El principio de palada larga se asocia con el desplazamiento del centro de gravedad del cuerpo en el eje X y con la longitud de la palada (la longitud de la palada como no se pudo medir completa, se midió el momento de la entrada de la pala al agua en la fase de ataque donde el cuerpo del atleta alcanza la mayor prolongación).

En las paladas analizadas al atleta **LFB** en la primera y segunda filmación de los Juegos Olímpicos de Sydney en la distancia de 1000 m se observa un desplazamiento del CG del cuerpo en el eje X en la segunda palada de la primera filmación de 90 cm. habiendo una predominancia en el desplazamiento en la fase de tracción, la longitud de la palada fue de 1.40 m. En la primera palada de la segunda filmación el desplazamiento del CG del cuerpo en el eje X es de 1 m y recorre la misma distancia 30 cm. en tres fases (aérea, ataque y tracción) aun cuando la duración de las mismas es diferente, la longitud de la palada es de 1.27 m. En la primera palada de la filmación del atleta **alemán** (filmación que aparece solo), se aprecia un desplazamiento del CG en el eje X de 2.40 m recorriendo la misma

distancia 60 cm. en las cuatro fases aún cuando la duración de las mismas es diferente, la longitud de la palada es de 1.42 m. Se detalla que el atleta alemán presentó un mejor cumplimiento del primer principio biomecánico ya que tuvo un mayor desplazamiento del CG en el eje X, y una palada más larga.

2) Segundo Principio (desplazamiento mínimo del CG en el eje Y).

En la primera palada de la segunda filmación de los juegos Olímpicos de Sydney y en la primera palada de la filmación del atleta alemán solo, LFB y el atleta alemán presentan un cumplimiento incorrecto del Segundo Principio Biomecánico que exige un desplazamiento mínimo del CG en Y. En estas paladas las resultantes de los desplazamientos ascendentes y descendentes no se hacen nulas, ocurriendo movimientos innecesarios, gasto de energía y un mal aprovechamiento de la fuerza. Estas paladas no son ECONÓMICAS.

En la segunda palada de la primera filmación de los juegos Olímpicos de Sydney LFB y en la primera palada del atleta alemán que aparece junto A LFB, los dos atletas presentan un cumplimiento adecuado del Segundo Principio Biomecánico que exige un desplazamiento mínimo del CG en Y. Es de esperar que las resultantes de los desplazamientos ascendentes y descendentes sea nula para eliminar movimientos innecesarios, ahorrar energía y un aprovechamiento óptimo de la fuerza. Estas paladas son ECONÓMICAS, ver tabla 6 y 23 de los principio biomecánicos.

3) Tercer principio (aceleración mínima del CG en el eje X).

En las paladas analizadas a estos dos atletas en los Juegos Olímpicos de Sydney en la distancia de 1000 m, el que mejor cumple con este principio es el atleta alemán ya que tuvo una variación en la velocidad de 0.03 m/seg esta pequeña variación quiere decir que el atleta alemán mantuvo una velocidad casi constante en toda la palada. De todas las paladas analizadas en todos los eventos esta es la que presenta un mejor comportamiento del Tercer Principio Biomecánico, ver gráficos 11, 12, 13, 14, 27 y 28 del tercer principio biomecánico.

Por los resultados obtenidos se puede afirmar que a pesar de ser LFB el atleta más técnico en cuanto a (parámetros biomecánicos que significa posturas) el atleta alemán presentó un mejor comportamiento en el primer y tercer principio biomecánico ya que en el segundo principio los dos atletas manifestaron igual comportamiento. Esto pudo influir grandemente en el resultado de la competición. LFB presentó un mejor comportamiento de los parámetros biomecánicos pero el atleta alemán tuvo un mejor comportamiento de los principios biomecánicos.

Se considera que un principio fundamental en el resultado de la velocidad de la canoa es el de **aceleración mínima del CG en el eje X** ya que con un buen cumplimiento de este principio, la velocidad del CG del cuerpo del atleta permanece constante durante la palada por lo que no se producen frenajes en el movimiento lo cual desencadena un zigzagueo en el desplazamiento de la canoa, pérdida de tiempo y una mayor distancia que recorrer.

Este análisis entre el atleta alemán y LFB arribó a la siguiente deducción: Los parámetros y los principios biomecánicos son requisitos técnicos que el atleta debe cumplir, los cuales influyen grandemente en la velocidad de la canoa, pero, es este último (principios biomecánicos) es el que más tributa a la velocidad de la canoa.

Conclusiones.

En las paladas analizadas de los diferentes eventos (Juegos Olímpicos de Sydney en la distancia de 1000 m y 500 m, y la XXXII Copa del Mundo), el atleta Ledi Frank Balceiro presenta las siguientes regularidades en los principios y parámetros biomecánicos estudiados:

- 1) El desplazamiento del centro de gravedad del cuerpo en el eje X presenta una predominancia en la fase de **tracción**, por lo que en términos de distribución de los esfuerzos se puede afirmar que el mayor recorrido LFB lo realiza en esta fase.
- 2) El desplazamiento del CG del cuerpo en el eje Y, es de 20 cm. en total (10 cm. hacia abajo y 10 cm. hacia arriba) pero con una variación de la distancia (Δd) de 0 cm. El principio de **DESPLAZAMIENTO MÍNIMO DEL CG EN EL EJE Y** esta siendo aprovechado al máximo.
- 3) La aceleración del centro de gravedad del cuerpo de LFB en el eje X manifiesta una tendencia a alejarse de cero en la fase de **tracción** y las mayores diferencias entre los picos máximos y mínimos de los valores de la aceleración se observan en esta fase, por lo que es en esta fase donde se presenta una mayor variación de la velocidad.
- 4) Los parámetros que presentan alguna diferencias (de 3 o 4 grados) son los mismos y en la misma fase (ataque), estos son: tronco con la pierna de apoyo en la rotación y muslo de apoyo con el borde de la canoa, los demás están dentro del rango que caracteriza el modelo biomecánico de la técnica de paleo en el canotaje. Ledi Frank Balceiro presenta un excelente cumplimiento de los parámetros biomecánicos, es decir, posturas técnicamente depuradas.
- 5) De la comparación entre el atleta alemán y LFB se constata que los parámetros y los principios biomecánicos son requisitos técnicos que el atleta debe cumplir, los cuales influyen grandemente en la velocidad de la canoa, pero, es este último (**principios biomecánicos**) el que más tributa a la velocidad de la canoa.

Recomendaciones

- Continuar el estudio biomecánico de Ledi Frank Balceiro, en otros eventos, en entrenamiento y competencias que posibilite la obtención de regularidades en el cumplimiento de los principios y derive en un modelo biomecánico que permitirá en un futuro comparar otros atletas cubanos y extranjeros con este modelo.

- Ampliar el estudio a parámetros biomecánicos de carácter dinámico como pueden ser: Momento de Fuerza, impulso de la fuerza, etc. lo cual propiciará un diagnóstico objetivo de la distribución de los esfuerzos.
- Realizar filmaciones en la pista de entrenamiento habitual del atleta cubano que contemple toda la carrera en los diferentes eventos.
- Realizar el estudio simultáneo a Ledi Frank Balceiro e Ibrahín Rojas en el C-2.
- Discutir los resultados de esta investigación con el entrenador y atleta con vistas a perfeccionar su preparación.

Bibliografía:

- Actividades de la unidad de Biomecánica Centro de Alto Rendimiento y de Investigación en Ciencias del Deporte / Internet.
- AGUADO JÓDAR, X. Biomecánica fuera y dentro del laboratorio / M. Izquierdo Redín, V.L. González Montesinos.-- 1. ed.-- León: Universidad de León, 1997.-- 400 p.
- BASES FISIOLÓGICAS DA EDUCAO FISICA E DOS DESPORTOS / E Fox... / et. Al. / . - Rio de Janeiro: Editorial Taergetsoft. 1994. —p518.
- BIOMECÁNICA EN LOS JUEGOS OLÍMPICOS DE BARCELONA Baluis Xavier... (et al).-- Barcelona: RED, 1992.-- 500 p.
- Biografía deportiva del atleta de Canoa Ledi Frank Balceiro. Su desarrollo a nivel Mundial en los últimos años. / Jairol Sierra y René M. Pedroso, 2002.
- COMITÉ DE EXPERTOS SOBRE INVESTIGACIÓN EN MATERIA DE DEPORTE. Eurofit. Test Europeo de aptitud física. – Madrid: Instituto de Ciencias de la Educación Física y del Deporte, 1992. – 45 p.
- Estructura Biomecánica de la Motricidad / Marcos Gutiérrez Dávila... (et al).-- Granada: INEF, 1988.-- 457 p.
- EVALUACIÓN FISIOLÓGICA DEL DEPORTISTA / J. Duncan.../ et. At / Barcelona: Editorial Paidotribo, 1995.—508p
- EVALUACIÓN FISIOLÓGICA DEL DEPORTISTA / J. Duncan.../ et. At / Barcelona: Editorial Paidotribo, 1995.—508p
- Fotogrametría 2D/3D mediante vídeo digital de alta velocidad / Internet. Revista de la Federación Andaluza de Montañismo / Edición Nº 9, Internet.

- Fotogrametría video 2D/3D / Internet.
- Fotogrametría cine 2D / 3D / Internet.
Revista de la Federación Andaluza de Montañismo / Edición Nº 9, Internet.
- HOFFMANN, HANS. Las tareas de la disciplina científica Biomecánica en el desarrollo ulterior de la técnica deportiva. – Leipzig, 199? ----25 p.
- SISTEMA DE CONTROL BIOMECÁNICO PARA RETROALIMENTAR LA CARRERA DE CIEN METROS PLANOS / Dra. Celia María Hernández Prado, 2000.