

ESTUDIO BIOMECÁNICO DE LOS LANZAMIENTOS DE BOCCIA

Teresa Calverol Llauro
Curso escolar (1.998 – 1999)

Este trabajo forma parte de un proyecto de investigación, titulado “Atención a las necesidades educativas especiales de los alumnos de E.S.O., con discapacidad física, dentro del Área de Educación Física, en los I.E.S. de la ciudad de Barcelona. Estudio biomecánico de los lanzamientos de Boccia”, que la autora ha desarrollado gracias a una licencia para estudios concedida por el Departamento de Enseñanza de la Generalitat de Catalunya (DOGC núm.: 2622 del 20.4.1998).

Alexis, va por ti.

Indice

Agradecimientos	4
1 - Introducción.	5
1.1 - Antecedentes del tema del trabajo.	5
1.2 - Explicación del tema.	7
1.3 - Objetivo del trabajo.	11
1.4 - Contenidos. Hipótesis inicial.	12
2 - Trabajo llevado a cabo.	13
2.1 - Diseño del plan de trabajo.	13
2.2 - Metodología.	14
2.3 - Recursos utilizados.	17
3 - Resultados obtenidos.	18
3.1 - Resultados de los lanzamientos.	18
3.2 - Resultados de las variables biomecánicas.	24
3.3 - Resultados de la actividad muscular.	31
4 - Conclusiones.	33
5 - Relación de los materiales contenidos en los anexos.	35
Anexo 1	
Cuadros de resultados de las cinco sesiones de lanzamientos realizadas	36
Anexo 2	
Datos sacados del programa KWON 3D	41
Anexo 3	
Cuadros de las medias, desviaciones estándar y varianzas	44
6 - Bibliografía.	47

Agradecimientos.

En primer lugar quiero agradecer al Sr. Ignasi Puigdemívol Aiguadé, Decano de la Facultad de Formación del Profesorado de la Universidad de Barcelona, su ayuda como tutor de este trabajo y sus consejos en la elaboración de su contenido.

Para realizar esta segunda parte del trabajo me gustaría dar las gracias, en primer lugar, a Roser Parés, responsable de la Boccia durante los Juegos Paralímpicos de Barcelona'92, porque sin ella todo esto no habría empezado nunca.

En segundo lugar, agradecer a Miguel Chalé, Arantxa González y Joan Antúnez, los tres técnicos de la Federación Catalana de Deportes de Parálisis cerebral, y a todos los jugadores de Boccia, por apoyarme durante todos estos años de lucha y conseguir que nuestro deporte, la Boccia, haya llegado a tener la importancia que tiene en la actualidad.

En tercer lugar, a José Luis Sirera, responsable de la Boccia de la Federación Española de Deportes de Parálisis Cerebrales, por todas sus enseñanzas y todos sus consejos y, sobre todo, por ayudarme a comprender este deporte y a disfrutar con él.

Pero sobre todo deseo agradecer la colaboración, desinteresada, del Centro de Alto Rendimiento de Sant Cugat del Vallés, en concreto de dos personas: su Subdirector el Sr. Guillermo Pérez Recio, por darme la posibilidad de acceder a este centro, y muy especialmente al Sr. Xavier Balias Matas, Jefe del Departamento de Biomecánica, ya que, sin él y sus enseñanzas de biomecánica, este trabajo no habría sido posible.

1 - Introducción.

1.1 - Antecedentes del tema objeto del trabajo.

A pesar de ser Licenciada en Educación Física, mi primer contacto real con el mundo de la discapacidad física no se produjo hasta diez años después de terminar mis estudios. Aunque en mi centro ya había tenido algunos alumnos con discapacidad visual, en aquellos tiempos estos alumnos estaban considerados exentos de las clases de Educación Física.

Todo empezó cuando una antigua compañera de estudios, Roser Parés, me pidió que colaborara con ella para llevar la organización deportiva de un deporte llamado Boccia, practicado por parálisis cerebrales, durante los Juegos Paralímpicos de Barcelona'92.

Desconociendo bastante qué era la parálisis cerebral y desconociendo totalmente en qué consistía el deporte de la Boccia, decidí aceptar. A partir de ese momento, y hasta ahora, me he dedicado, durante mi tiempo libre, a desarrollar este deporte y a trabajar con personas afectadas por esta discapacidad física.

Como dice José Luis Sirera (1995), en el Manual de Boccia de la Federación Española de Deportes de Parálisis Cerebrales, y responsable de la Boccia de esa federación, *“quizás haya muchos e interesantes aspectos a destacar y resaltar en la boccia, bien sea como deporte o como actividad de ocio y tiempo libre. Pero creo que sin lugar a dudas es su enfoque y práctica hacia las personas grandes discapacitadas, la que le ha valido su consideración e interés.*

En muchos sentidos este deporte propone y facilita desarrollar aspectos físicos precisamente a aquellas personas, de las cuales podemos decir con total seguridad, que hasta ahora y en su gran mayoría no han podido encontrar ni acogerse a estos planteamientos fuera de la boccia.

La boccia ha supuesto en muy poco tiempo una increíble avalancha de nuevas ideas y planteamientos, ha cambiado radicalmente esquemas, no solo de trabajo, sino incluso de vida. Este deporte nos ha ilusionado a muchos, a trabajadores de centros de atención a personas con parálisis cerebral, a voluntarios, a padres y hermanos, pero sobre todo ha ilusionado y ha alucinado a muchas personas en sillas de ruedas que nunca hubieran podido imaginar hasta donde podría llegar esta locura.

José Luis Sirera enumera una serie de aspectos para entender, como dice él, esta locura:

a.- La Boccia exige un esfuerzo para conseguir un objetivo, sabiendo que la consecución de éste depende en gran medida de uno mismo, y sobre todo al margen de su discapacidad, su situación y su desarrollo físico. Es más, lo plantea dentro de un campo tabú, incluso para el propio deportista. ¿Cómo imaginarse que precisamente la razón de su discapacidad sea la que le va a

permitir expresarse? Si la Boccia está enfocada en la parálisis cerebral a aquellas personas con mayores niveles de afectación física, es precisamente en esta expresión de la lesión, en muchas ocasiones dura y costosa, donde se pide y se plantea el trabajo.

b.- Plantea un campo de relación y desarrollo personal totalmente nuevo para la gran mayoría de los deportistas.

c.- Facilita y exige una comunicación entre discapacidad y no discapacidad difícil de vivir fuera de este contexto. Comunicación imprescindible, por otro lado, para la consecución de objetivos y por supuesto para el desarrollo de la propia actividad.

d.- Plantea y exige el respeto a la espera de la respuesta por parte del no discapacitado, como norma no únicamente a tener en cuenta sino total y absolutamente imprescindible para alcanzar cualquier objetivo.

e.- Plantea retos personales a corto, medio y largo plazo, no solo a los propios deportistas sino a técnicos, entrenadores, auxiliares y a todos aquellos que de alguna manera tienen un contacto con la Boccia. Quizás expone uno de los pocos retos que esta sociedad nuestra ha sabido plantear a esas personas.

La Boccia, por tanto, hace que el protagonista real sea el propio deportista, permitiendo que sea él mismo quien tome sus propias decisiones. Demasiadas veces se decide por él, o simplemente no se tiene la paciencia de esperar la respuesta. Esto hace que las personas en esa situación dejen de tomar decisiones, ya que saben que siempre habrá otro que lo hará por él, la Boccia no permite que esto pase, él lo sabe y entiende que debe hacerlo.

No sería una exageración decir que este deporte ha cambiado la vida de muchas personas, esto es totalmente cierto y comprobable si simplemente conocemos algunos jugadores de Boccia.”

1.2 - Explicación del tema

En mi condición de Técnico Nacional de Boccia y Árbitro Autónomo desde el año 1993 y Nacional desde 1997, he participado en las diferentes competiciones autonómicas, estatales e internacionales que se han llevado a cabo.

Entre los años 1993 y 1996 formé parte, como técnico auxiliar, de la Selección Española de Boccia, participando en los Campeonatos de Europa, del Mundo, Copa del Mundo y Juegos Paralímpicos de Atlanta sucesivamente.

En todas estas competiciones me di cuenta que los jugadores que lanzaban con la mano, incluidos en la categoría BC2, y que conseguían mejores resultados, lo hacían lanzando por abajo, es decir, por debajo de la cintura.



Lanzamiento inferior



Lanzamiento superior

Entre los técnicos de la selección se comentaban toda una serie de razones para explicar este hecho:

- Poca intervención del codo en el lanzamiento inferior.
- Mucha fase aérea de la bola en el lanzamiento superior, con el consiguiente bote al tocar en el suelo.
- Mejor el rodamiento de la bola (inferior) que no el desvío probable cuando la bola cae al suelo (superior).
- El centro de gravedad está más bajo en el lanzamiento inferior.
- Es más difícil controlar el tronco cuando el lanzamiento es superior.
- Etc.

Pensé que algunas de estas consideraciones podían ser válidas pero que no se podían afirmar sin un estudio que lo demostrase.

Me puse en contacto con el Centro de Alto Rendimiento de Sant Cugat (C.A.R.) para solicitarles la posibilidad de realizar este estudio y, al mismo tiempo, pedirles su ayuda ya que mis conocimientos de Biomecánica eran muy limitados. Por dos razones, la primera porque durante mis diecisiete años de profesión siempre me he dedicado a la enseñanza de la Educación Física en centros escolares y, en segundo lugar, porque los conocimientos de Biomecánica que aprendí durante mis estudios, así como los métodos que se utilizaban, quedaban totalmente superados por los que existen y se utilizan ahora, con lo que ha significado la entrada de las nuevas tecnologías dentro de este campo.

El C.A.R., y en concreto el Jefe del Departamento de Biomecánica Sr. Xavier Balius, me dio una respuesta afirmativa y desde ese momento ha colaborado conmigo en el desarrollo de este trabajo.

Para entender bien este trabajo creo necesario explicar primero qué es la Parálisis cerebral y qué es la Boccia.

¿Qué es la Parálisis Cerebral?

La Parálisis cerebral es la consecuencia de una lesión, no progresiva, en el sistema nervioso central, producida durante el embarazo, el parto o en la primera infancia (hasta los 3 años), y que produce trastornos de coordinación, tono y fuerza muscular, de carácter persistente pero no invariable, con el resultado de incapacitar a la persona para mantener una postura normal y dificultar la ejecución de movimientos normales y coordinados.

Este trastorno motor puede ir asociado a alteraciones de percepción visual o auditiva, de desarrollo motor, intelectual o de conducta, dificultades en el habla y en la estructura del lenguaje, alteraciones respiratorias, alteraciones psicoafectivas y, a veces, está acompañado de crisis epilépticas.

Dependiendo del grado de afectación, se dan diferentes niveles de funcionalidad, desde el paralítico cerebral gravemente afectado, al que las alteraciones lo incapacitan para toda actividad y necesita a lo largo de su vida la ayuda de otras personas, hasta aquellos que están levemente afectados y que tienen un grado de autonomía total.

Alteraciones motrices

Según la afectación motora, se puede manifestar de diferentes formas e intensidades.

Dependiendo de la intensidad puede ser:

- Parálisis, si hay pérdida completa del movimiento de un músculo.
- Paresia, si la pérdida es parcial.

Según los segmentos del cuerpo afectados puede ser:

- Monoplegia: afectación de una sola extremidad. Hay muy pocos casos.
- Hemiplegia: afectación de la pierna y del brazo del mismo lado.
- Paraplejia: afectación de las extremidades inferiores. Si la afectación es predominante en extremidades inferiores con síntomas más leves en las extremidades superiores, se denomina diplegia.
- Triplegia: afectación de tres extremidades.
- Tetraplejia: afectación de las cuatro extremidades.

Alteraciones del tono muscular

El tono es el estado de contracción variable de un músculo. Existe un tono permanente y un tono de actividad.

Las alteraciones del tono permanente son:

- Hipotonía: disminución del tono muscular.
- Hipertonía: aumento del tono muscular.
- Distonía: alteración del tono de diversos grupos musculares, variable y sin ritmo.

El tono de actividad varía en relación con los cambios de la postura y con los movimientos.

Alteraciones en la psicoafectividad

Miedo, angustia de postura, estado emocional psicológico personal, estímulos sensitivos, visuales táctiles y auditivos, y esfuerzo intelectual.

Alteraciones de la postura

Existe una incapacidad para adoptar posturas correctas por problemas de poca maduración del sistema nervioso o por la persistencia de actitudes incorrectas.

Alteraciones del movimiento

Los parálisis cerebrales presentan patrones anormales de movimientos que incapacitan o dificultan la acción. La coordinación de los músculos que intervienen en una postura se presenta alterada.

Formas clínicas (según la clasificación de la Organización Mundial de la Salud)

- **Espasticidad:** Se caracteriza por la pérdida del control de los movimientos voluntarios, rigidez de movimientos e incapacidad para relajar grupos musculares. Comporta, por tanto, un estado de hipertonia muscular, que incluye un aumento de los reflejos. Tienen un componente flexor de las extremidades superiores y extensor de las extremidades inferiores.
- **Atetosis:** El tono muscular presenta fluctuaciones, es decir, varía de hipotonía a hipertonia según la actividad, y con movimientos involuntarios anormales que aumentan con las emociones y con el estrés.
- **Ataxia:** El tono muscular suele estar disminuido. La estabilidad de la postura es deficiente. El sujeto tiene dificultades para mantener una posición determinada, con problemas de equilibrio y la coordinación de las habilidades es defectuosa.
- **Rigidez:** Es una hipertonia que afecta a todos los músculos. No hay movimientos involuntarios.
- **Temblor:** Son movimientos involuntarios, de poca amplitud. Pueden afectar a todo el cuerpo o solo a zonas distales.

La parálisis cerebral también se puede clasificar, según el grado de afectación, en:

- **Leve:** si hay señales patológicas sin alteración funcional.
- **Moderada:** si hay señales patológicas con afectación funcional.
- **Severa:** si hay señales patológicas que imposibilitan la función.

Éstas y otras clasificaciones de la parálisis cerebral no identifican los diferentes tipos de parálisis cerebrales, pues, en la práctica, no se suelen encontrar formas clínicas puras.

Los niveles de afectación, por tanto, son muy variables. Podemos encontrar personas con alteraciones muy graves y personas con un trastorno que solo se reduce a un problema de poca agilidad motriz o a una mala coordinación para los movimientos finos. El trastorno mixto que se produce con mayor frecuencia es la atetosis espástica, pero es posible cualquier combinación.

¿Qué es la Boccia?

El juego de la Boccia se remonta a la Grecia clásica. Fue recuperado en la década de los ochenta por los países nórdicos, que lo adaptaron para las personas con discapacidad.

Este deporte tiene muchas semejanzas con la petanca, aunque difiere en el material, las dimensiones del campo y en algunas reglas de juego. Se puede jugar en equipos, por parejas o individualmente. Es un deporte mixto, es decir, intervienen hombres y mujeres a la vez.

El material de este deporte consiste en seis bolas rojas y seis bolas azules (un color para cada equipo o participante) y otra de color blanco o diana, todas de 8'3 cm de diámetro y un peso aproximado de 300 gramos.

La Boccia es un juego de precisión y estrategia, con sus propias reglas recogidas en un reglamento internacional.

En cada partido, todos los jugadores lanzan al menos una vez la bola blanca. Por esto, los partidos constan de cuatro o seis parciales, dependiendo de que sean de individuales y parejas o de equipos respectivamente.

El terreno de juego tiene unas medidas de 12'5 x 6 metros y el suelo es preferentemente de madera o sintético, materiales habituales en los pabellones deportivos.

1.3 - Objetivo del trabajo

Una vez realizado el estudio biomecánico del sujeto a estudiar, el objetivo es, en primer lugar, observar si la Biomecánica nos permite afirmar que las teorías apuntadas en el apartado 1.2 son ciertas y, por tanto, poder afirmar que el lanzamiento inferior es más efectivo en cuanto a resultados que el lanzamiento superior y, en segundo lugar, definir cuales son, si son necesarias, las modificaciones de postura y de técnica, para poder intentar mejorar los resultados del sujeto estudiado en cuanto a fuerza y dirección, y hacer que estas modificaciones le ayuden a corregir posibles defectos de postura que podrían serle perjudiciales, que obtenga un mejor control del tono muscular y, por tanto, una mejor precisión en los lanzamientos.

Por tanto, el beneficio para el sujeto lo encontramos dentro de la competición ya que, si realmente podemos describir una técnica de lanzamiento mejor que otra, mediante el entrenamiento de la misma, es posible que el deportista consiga un mejor rendimiento en la competición.

Se desconocen trabajos realizados en biomecánica dedicados al análisis de sujetos con parálisis cerebral y, en concreto, en el deporte de la Boccia.

Si realmente se puede describir un mayor control del gesto con una técnica que con otra y, además, se obtienen resultados deportivos, la ciencia y sobre todo la sociedad, en especial las personas que forman parte de este colectivo, podrán beneficiarse.

1.4 – Contenidos. Hipótesis inicial.

La biomecánica del deporte es la ciencia más cercana para poder entender la técnica deportiva. El objetivo de la biomecánica es describir como se realiza esta técnica para poder dar explicaciones de aquellos detalles que están bien realizados y que necesitan ser reforzados en la sesión práctica, y aquellos detalles que necesitan ser corregidos o que hay que modificar.

El contenido principal será describir tres tipos de lanzamientos en Boccia. Las condiciones de aproximación de la bola, la localización del sujeto y la distancia en que se encuentra la bola diana siempre serán las mismas para asegurarnos que, en la realización de las tres técnicas de aproximación, siempre se utilicen idénticas condiciones. Estas tres técnicas descritas más abajo serán repetidas 15 veces.

Técnica 1: lanzamiento superior: se realiza mediante el desplazamiento de la mano siempre por encima del hombro. No hay limitaciones de movimientos preparatorios.

Técnica 2: lanzamiento inferior: se realiza mediante el desplazamiento de la mano siempre por debajo del hombro. No hay limitaciones de movimientos preparatorios.

Técnica 3: lanzamiento inferior: se realiza mediante el desplazamiento de la mano siempre por debajo del hombro. No se permite el balanceo previo.

Cinemática del movimiento: Con estas tres técnicas se pretende conocer las diferencias que pueden existir en cuanto a desplazamientos segmentarios y su variabilidad, velocidades segmentarias y su variabilidad, en función de los resultados obtenidos en la realización de los 15 intentos por técnica. De esta manera llegaremos a la hipótesis negativa de trabajo de que no habrá diferencias en cuanto a resultado y que no habrá diferencias en la variabilidad mecánica.

Actividad muscular: Por otro lado, en el momento de las tareas comentadas, queremos conocer la actividad eléctrica de diversos grupos musculares con el objetivo de poder explicar el comportamiento muscular del sujeto de estudio. Estos músculos serán el deltoides, el pectoral, el bíceps y el tríceps del brazo lanzador.

Con la observación de este comportamiento muscular es posible que obtengamos respuestas que nos permitan saber si hay mucha variabilidad o no, en cuanto a la activación, en las diferentes técnicas.

2 - Trabajo llevado a cabo

2.1 - Diseño del plan de trabajo

- Sujeto a estudiar

A la hora de escoger el sujeto de estudio pensamos que lo más conveniente sería hacerlo con una persona que aún no tuviera demasiado asumido un patrón de lanzamiento, ya que un jugador que llevara muchos años de práctica, y con un patrón de lanzamiento muy trabajado, podía tergiversar los resultados obtenidos.

Nos decantamos por el alumno de mi instituto porque solo hacía un año que practicaba la Boccia. Durante ese primer año había trabajado diferentes técnicas de lanzamiento, su afectación se lo permite y, por tanto, aun no tenía muy asumido un único patrón o técnica de lanzamiento.

Este alumno es paralítico cerebral y está afectado por una tetraparesia espástica en un 80%.

- Técnicas a estudiar.

Antes de empezar con el trabajo de campo decidimos aumentar el número de técnicas de lanzamiento. Pasamos de tres a seis técnicas.

Las seis técnicas serían:

IPB – lanzamiento inferior con balanceo previo, brazo estirado y mano en pronación.

IPNB – Lanzamiento inferior sin balanceo previo, brazo estirado y mano en pronación.

ISB – lanzamiento inferior con balanceo previo, brazo estirado y mano en supinación.

ISNB – lanzamiento inferior sin balanceo previo, brazo estirado y mano en supinación.

SB – lanzamiento superior con balanceo previo, brazo en flexión.

SNB – lanzamiento superior sin balanceo previo, brazo en flexión.

Decidimos que la distancia a la que había que situarse la bola diana sería de cinco metros y que se realizarían doce lanzamientos de cada técnica.

También decidimos que el orden de las técnicas en los sucesivos lanzamientos sería aleatorio, no repitiendo en ningún momento dos técnicas iguales en dos lanzamientos seguidos.

Se evaluó la precisión de cada lanzamiento en función de la proximidad a la bola diana. El criterio de eficacia (numérico) fue: muy bien (de 0 a 15 cm = 5 puntos), bien (de 15 a 30 cm = 4 puntos), regular (de 30 a 40 cm = 3 puntos) y mal (más de 40 cm = 1 punto).

En función del resultado obtenido se catalogaron las técnicas de más eficientes a menos.

La sesión se filmó íntegramente con dos cámaras de vídeo S-VHS. Asimismo se filmó un objeto de control de dimensiones conocidas y un sistema de traslación y rotación del sistema de referencia calculado consistente en cinco puntos con distancias conocidas.

2.2 – Metodología

Cinemática del movimiento: Este apartado del análisis biomecánico se realizó mediante la técnica de la fotogrametría, realizada mediante el análisis videográfico. Este sistema consiste en grabar, mediante dos cámaras de vídeo, la secuencia de los gestos que se quieren estudiar. Además se registró un sistema de medida (objeto control) que nos facilitó la obtención de las coordenadas 3D a partir de las cuales realizamos los cálculos de los parámetros biomecánicos de interés. Concretamente se crearon dos modelos que nos describieron el mecanismo que representa el cuerpo humano del sujeto estudiado, y del brazo lanzador de manera independiente.

Este modelo obtenido por cada fotograma registrado de la secuencia nos facilitó el poder saber los desplazamientos y velocidades comentadas más arriba, y nos permitió redactar las conclusiones del trabajo.

Procesado de la información:

Análisis videográfico o Análisis fotogramétrico:

Se han utilizado los 72 lanzamientos registrados. La frecuencia de muestreo era de 50 Hz (50 imágenes/segundo) digitalizando las secuencias registradas mediante el programa DMC. Las coordenadas bidimensionales obtenidas de la digitalización se han utilizado en el proceso DLT (11 parámetros) estándar para la obtención de las coordenadas tridimensionales que representen los movimientos estudiados. Estas coordenadas han sido suavizadas con filtros digitales (butterworth) para paliar el error sistemático de digitalización introducido, (error = 0'003 metros). Asimismo estas coordenadas nos han permitido realizar el cálculo de las variables biomecánicas.

Centramos la digitalización en la sesión del día 6 de noviembre y en las mejores tandas de seis lanzamientos de las cuatro técnicas escogidas, es decir, las primeras tandas en los lanzamientos inferiores y las segundas tandas en los lanzamientos superiores.

Para realizar la digitalización se utilizó el programa DMC (digital motion capture), digitalizando 24 lanzamientos con un total de 3.500 fotogramas.

Una vez realizada toda la digitalización se pasaron todos los datos al programa Kwon 3D para proceder al análisis de las variables a estudiar.

MODELO: BOCCIA

1. PUNTOS DEFINIDOS (11 – color blanco) – En cada fotograma se digitalizaban 11 puntos que representaban el modelo mecánico del brazo lanzador y que se localizaban en:

- 1 - Punto de referencia.
- 2 – cabeza.
- 3 – cuello.
- 4 – esternón.
- 5 – hombro derecho.
- 6 – codo derecho.
- 7 – muñeca derecha.
- 8 – mano derecha.
- 9 – hombro izquierdo.
- 10 – nariz.
- 11 – bola.

El modelo de cuerpo entero, comentado anteriormente, ha sido utilizado en la realización de un vídeo.

2. SEGMENTOS (12)

Segmento	D1	D1	P1	P2	Tipo	Color	
1. Tronco	:	8	0	4	0	Tronco	BRT Blanco
2. Brazo derecho	:	5	0	4	0	Brazo	Rojo
3. Antebrazo derecho	:	6	0	5	0	Antebrazo	Rojo
4. Mano derecha	:	7	0	6	0	Mano	Rojo
5. Cabeza	:	1	0	2	0	Cabeza	LT Rojo
6. Línea Barbilla	:	9	0	2	0	Imaginaria	LT Rojo
7. Línea Cara	:	9	0	1	0	Imaginaria	LT Rojo
8. Línea Bola	:	10	0	9	0	Objeto exte.	Magenta
9. Línea Hombros	:	8	0	4	0	Imaginaria	Magenta

10. Clavícula derecha :	3	0	4	0	Imaginaria	Magenta
11. Clavícula izquierda:	3	0	8	0	Imaginaria	LT Magenta
12. Línea Cuello :	3	0	2	0	Imaginaria	LT Magenta

3 DATA PROCESSING INFO.

1. MODELS

Body model: BOCCIA

2. INTERPOLATION

Interpolation time interval: 0.020

Pre interpolation status: PARTIAL

3. DATA FILTERING

Order of the LOW-PASS filter: 4

Cutoff freq. Of the LOW-PASS filter: 6.0 Hz

Cutoff freq. Of BAND-STOP filter (low, high): 0.0, 0.0 Hz

Type of data padding at the boundary: Point-sym. Padding

4. Units

Length: m

Mass: kg

5. DLT INFO

No. of control points: 18

Real-life coord. File name (control points): BOCCIA

Digitized coord. File name (control points): BOCCIA

No. of additional points: 3

Optimum no. of DLT parameters: 11

DLT calibration error: 0.002890 m

Scale factor to prevent overflow: 0.010000

Tolerance for the convergence check: 0.000010 m

Actividad muscular: Esta parte del trabajo se ha realizado mediante un Electromiograma (EMG) telemétrico de superficie. Típicamente, en el pasado, los EMGs utilizados en medicina consistían en sensores – agujas que se introducían en el músculo de los pacientes para registrar la actividad eléctrica de este. En la actualidad, y para la realización del trabajo, hemos contado con la posibilidad de utilizar un EMG de superficie que ha permitido el registro de la actividad muscular pero sin pinchar al individuo de estudio.

Evidentemente, los músculos evaluados han sido superficiales y no profundos pero nos ha permitido conocer cuándo, cuánto y cómo se activan estos grupos musculares.

Análisis Electromiográfico:

El estudio electromiográfico consistió en la colocación de sensores en los músculos deltoides, pectoral, bíceps y tríceps del brazo derecho.

Se observó la actividad eléctrica de estos músculos y se evaluó su comportamiento en cada una de las técnicas.



Fotos – Colocación de los sensores en los diferentes grupos musculares.

Establecida por un lado la eficacia (numérica) de cada técnica en función de los resultados obtenidos, y por otro lado realizado el cálculo de la media por cada grupo, su desviación estándar y la varianza, podemos encontrar la variabilidad entre los parámetros biomecánicos según la Ley de Snedecor (Distribución F significativa $\alpha < 0.025$) para confirmar la hipótesis nula: **no hay relación entre la uniformidad de variables biomecánicas y la eficacia, en cuanto a resultados obtenidos, en el test.**

2.3 – Recursos utilizados

- Pabellón deportivo del Centro de Alto Rendimiento de Sant Cugat del Vallés.
- Gimnasio del IES Ausias March de Barcelona.
- 1 juego de Boccia.
- Cinta para marcar el suelo.
- Cinta métrica.
- 2 cámaras de vídeo S-VHS.
- Cintas de vídeo.

- 2 magnetoscopios.
- 1 ordenador.
- Programa dmc20 (digital motion capture), para realizar la digitalización.
- Programa Kwon 3D, para obtener los datos de los parámetros de cinemática a estudiar.
- Todo lo necesario para realizar un electromiograma telemétrico de superficie.

3 - Resultados obtenidos.

3.1 – Resultados de los lanzamientos.

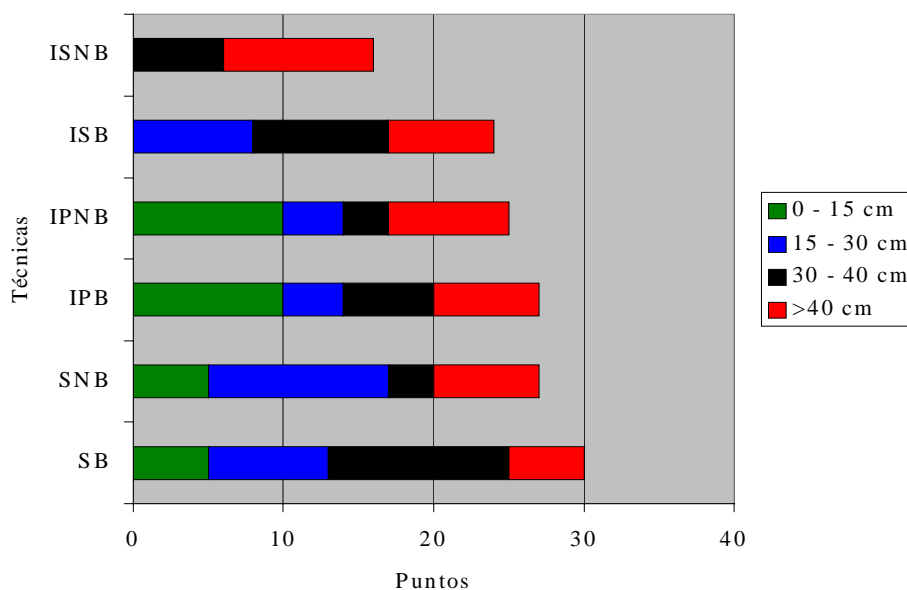
La primera sesión se realizó el día 29 de octubre de 1998 en las instalaciones del C.A.R. de Sant Cugat del Vallés.

Después de un calentamiento se procedió a la filmación de los 72 lanzamientos. El orden de los lanzamientos fue aleatorio, sin repetir en ningún momento dos técnicas iguales en dos lanzamientos seguidos.

La distancia de la bola diana era de cinco metros.

El cuadro con los resultados de esta sesión está en el anexo 1.

Los resultados por técnicas fueron los siguientes (datos en puntos):



SB – Los puntos totales conseguidos fueron 30, repartidos en 19 en la primera tanda y 11 en la segunda tanda. Fue el mejor resultado de la sesión.

SNB – Los puntos totales conseguidos fueron 27, repartidos en 12 la primera tanda y 15 en la segunda tanda.

IPB – Los puntos totales conseguidos fueron 27, repartidos en 9 la primera tanda y 18 en la segunda tanda.

IPNB – Los puntos totales conseguidos fueron 25, repartidos en 6 en la primera tanda y 19 en la segunda tanda.

ISB – Los puntos totales conseguidos fueron 24, repartidos en 11 en la primera tanda y 13 en la segunda tanda.

ISNB – Los puntos totales conseguidos fueron 16, repartidos en 8 en la primera tanda y 8 en la segunda tanda.

Los resultados totales, en número de lanzamientos, de esta primera sesión fueron:

Lanzamientos de 0 a 15 cm = 6

Lanzamientos de 15 a 30 cm = 9

Lanzamientos de 30 a 40 cm = 13

Lanzamientos de más de 40 cm = 44

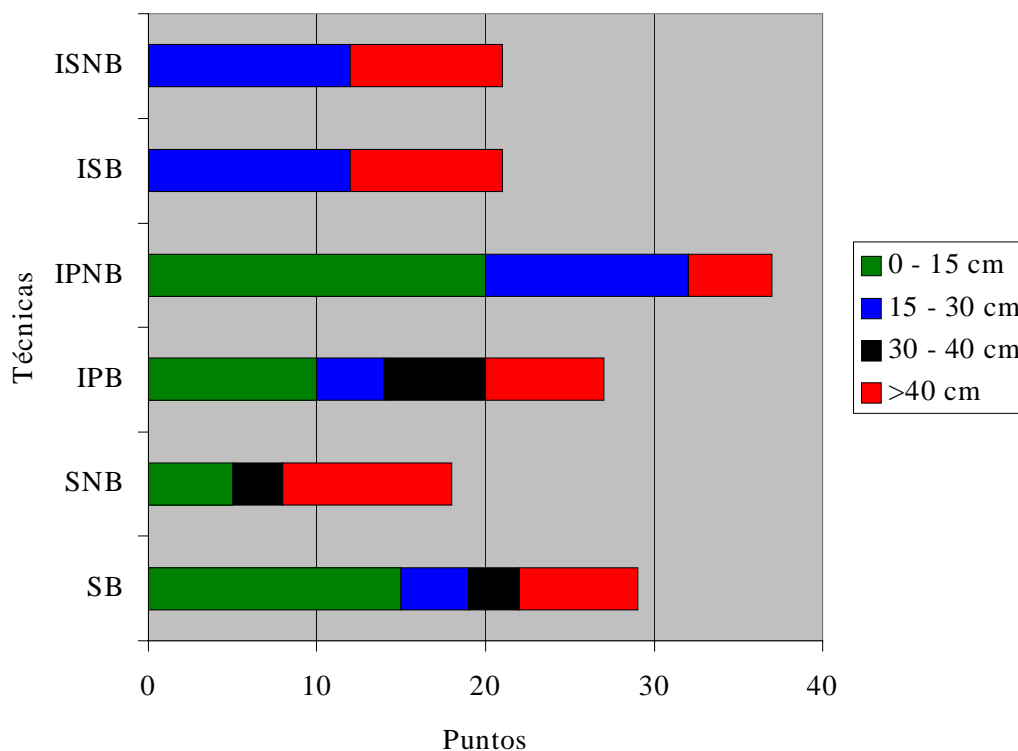
De un total de 360 puntos posibles hizo 149, es decir, tuvo un 41'3% de acierto.

Después de ver estos resultados, decidimos repetir la sesión por dos razones: la primera fue que no se produjeron diferencias muy significativas entre las diferentes técnicas, exceptuando el lanzamiento inferior con mano en supinación y sin balanceo previo donde los resultados fueron los peores. La segunda razón fue que creímos que el hecho de lanzar cada vez con una técnica distinta podría haber provocado, en algunas ocasiones, problemas de concentración en el sujeto.

La segunda sesión se realizó el día 12 de noviembre de 1998, en la misma instalación y con las mismas condiciones, pero esta vez se realizaron los 12 lanzamientos de una misma técnica de forma consecutiva.

El cuadro de resultados de esta sesión está en el anexo 1.

Los resultados por técnicas fueron los siguientes (datos en puntos):



SB – Los puntos totales conseguidos fueron 29, repartidos en 14 la primera tanda y 15 la segunda tanda.

SNB – Los puntos totales conseguidos fueron 18, repartidos en 6 la primera tanda y 12 la segunda tanda.

IPB – Los puntos totales conseguidos fueron 27, repartidos en 14 la primera tanda y 13 la segunda tanda.

IPNB – Los puntos totales conseguidos fueron 37, repartidos en 20 la primera tanda y 17 la segunda tanda. Fue el mejor resultado de esta segunda sesión.

ISB – Los puntos totales conseguidos fueron 21, repartidos en 12 la primera tanda y 9 la segunda tanda.

ISNB – Los puntos totales conseguidos fueron 21, repartidos en 9 la primera tanda y 12 la segunda tanda.

Los resultados totales, en número de lanzamientos, de esta segunda sesión fueron:

Lanzamientos de 0 a 15 cm = 10

Lanzamientos de 15 a 30 cm = 11

Lanzamientos de 30 a 40 cm = 4

Lanzamientos de más de 40 cm = 47

De un total de 360 puntos posibles hizo 153, es decir, tuvo un 42'5% de acierto.

Como vemos, los resultados totales mejoraron, aunque muy poco, respecto a la primera sesión. En este caso la mejor técnica, en cuanto a resultados, fue el lanzamiento inferior con la mano en pronación y sin balanceo previo.

El sujeto estudiado obtiene los mejores resultados, normalmente, en distancias más cortas. Es por esto que tomamos la decisión de repetir dos veces más el mismo protocolo pero poniendo la bola diana a una distancia de 2'5 metros.

Estas dos sesiones se realizaron los días 12 y 17 de noviembre de 1998, obteniendo el mejor resultado en el lanzamiento inferior con la mano en pronación y sin balanceo previo y en el lanzamiento superior sin balanceo previo respectivamente. Estas dos sesiones se realizaron en el centro donde estudia el sujeto. La única variación respecto a las dos primeras sesiones., a parte de la distancia de la bola diana, fue que el suelo no era de madera sino de azulejos.

Los cuadros de resultados de estas dos sesiones están en el anexo 1.

Los resultados del día 12 de noviembre fueron:

- SB** - 0 – 15 cm = 15 puntos.
- 15 – 30 cm = 0 puntos.
- 30 – 40 cm = 9 puntos.
- >40 cm = 6 puntos.

Los puntos totales conseguidos fueron 30, repartidos en 20 la primera tanda y 10 la segunda tanda.

- SNB** - 0 – 15 cm = 25 puntos.
- 15 – 30 cm = 4 puntos.
- 30 – 40 cm = 6 puntos.
- >40 cm = 4 puntos.

Los puntos totales conseguidos fueron 39, repartidos en 19 la primera tanda y 20 la segunda tanda.

- IPB** - 0 – 15 cm = 20 puntos.
- 15 – 30 cm = 4 puntos.
- 30 – 40 cm = 6 puntos.
- >40 cm = 5 puntos.

Los puntos totales conseguidos fueron 35, repartidos en 12 la primera tanda y 23 la segunda tanda.

- IPNB** - 0 – 15 cm = 25 puntos.
- 15 – 30 cm = 12 puntos.
- 30 – 40 cm = 3 puntos.
- >40 cm = 3 puntos.

Los puntos totales conseguidos fueron 43, repartidos en 20 la primera tanda y 23 la segunda tanda. Fue el mejor resultado de esta tercera sesión.

- ISB** - 0 – 15 cm = 15 puntos.
- 15 – 30 cm = 12 puntos.
- 30 – 40 cm = 6 puntos.
- >40 cm = 4 puntos.

Los puntos totales conseguidos fueron 37, repartidos en 13 la primera tanda y 24 la segunda tanda.

- ISNB** - 0 – 15 cm = 15 puntos.
- 15 – 30 cm = 8 puntos.
- 30 – 40 cm = 9 puntos.
- >40 cm = 4 puntos.

Los puntos totales conseguidos fueron 36, repartidos en 16 la primera tanda y 20 la segunda tanda.

Los resultados totales, en número de lanzamientos, de esta tercera sesión fueron:

Lanzamientos de 0 a 15 cm = 23

Lanzamientos de 15 a 30 cm = 10

Lanzamientos de 30 a 40 cm = 13

Lanzamientos de más de 40 cm = 26

De un total de 360 puntos posibles hizo 220, es decir, tuvo un 61'1% de acierto.

Los resultados del día 17 de noviembre fueron:

- SB** - 0 – 15 cm = 20 puntos.
- 15 – 30 cm = 16 puntos.
- 30 – 40 cm = 6 puntos.
- >40 cm = 2 puntos.

Los puntos totales conseguidos fueron 44, repartidos en 23 la primera tanda y 21 la segunda tanda.

- SNB** - 0 – 15 cm = 20 puntos.
15 – 30 cm = 20 puntos.
30 – 40 cm = 6 puntos.
>40 cm = 1 punto.

Los puntos totales conseguidos fueron 47, repartidos en 24 la primera tanda y 23 la segunda tanda. Fue el mejor resultado de esta cuarta sesión.

- IPB** - 0 – 15 cm = 20 puntos.
15 – 30 cm = 8 puntos.
30 – 40 cm = 12 puntos.
>40 cm = 2 puntos.

Los puntos totales conseguidos fueron 42, repartidos en 17 la primera tanda y 25 la segunda tanda.

- IPNB** - 0 – 15 cm = 5 puntos.
15 – 30 cm = 16 puntos.
30 – 40 cm = 12 puntos.
>40 cm = 3 puntos.

Los puntos totales conseguidos fueron 36, repartidos en 13 la primera tanda y 23 la segunda tanda.

- ISB** - 0 – 15 cm = 15 puntos.
15 – 30 cm = 8 puntos.
30 – 40 cm = 3 puntos.
>40 cm = 6 puntos.

Los puntos totales conseguidos fueron 32, repartidos en 16 la primera tanda y 16 la segunda tanda.

- ISNB** - 0 – 15 cm = 15 puntos.
15 – 30 cm = 8 puntos.
30 – 40 cm = 3 puntos.
40 cm = 6 puntos.

Los puntos totales conseguidos fueron 32, repartidos en 8 la primera tanda y 24 la segunda tanda.

Los resultados totales, en número de lanzamientos, de esta cuarta sesión fueron:

Lanzamientos de 0 a 15 cm = 19

Lanzamientos de 15 a 30 cm = 19

Lanzamientos de 30 a 40 cm = 14

Lanzamientos de más de 40 cm = 20

De un total de 360 puntos posibles hizo 233, es decir, tuvo un 64'7% de acierto.

Estas dos sesiones con la bola diana a dos metros y medio nos confirmaron que el sujeto obtiene mejores resultados en distancias cortas, pero no se detecta una mejor técnica, ya que en una sesión el mejor resultado lo obtiene en un lanzamiento inferior y en la otra en un lanzamiento superior, igual que en las sesiones a cinco metros.

Como vemos, en las cuatro sesiones realizadas solo se repite en dos de ellas, y como mejor resultado, la técnica del lanzamiento inferior con mano en pronación y sin balanceo previo.

A pesar de que este jugador parece que está más cómodo realizando el lanzamiento inferior con mano en pronación y con balanceo previo, estos resultados nos confirman que aun no tiene adquirida una técnica propia. Por esto son tan variables.

Después de estas sesiones decidimos centrar el estudio solo en cuatro de estas seis técnicas, sin incluir las dos técnicas en que el lanzamiento se hace con la mano en supinación, ya que, en la mayoría de las sesiones, son las técnicas en las que obtiene peores resultados, además era en las que el sujeto se encontraba más incomodo en el momento de lanzar.

A partir de aquí las cuatro técnicas escogidas las denominaremos:

IB – Lanzamiento inferior con balanceo previo.

IP – Lanzamiento inferior sin balanceo previo.

SB – Lanzamiento superior con balanceo previo.

SP – Lanzamiento superior sin balanceo previo.

3.2 – Resultados de las variables biomecánicas

Las variables biomecánicas a estudiar y comparar han sido 12:

- 1 - Tiempo de lanzamiento.
- 2 - Desplazamiento horizontal de la mano derecha.
- 3 – Altura a la suelta la bola.
- 4 - Ángulo mínimo de armado del codo derecho.
- 5 - Ángulo del codo derecho en el momento del lanzamiento.
- 6 - Desplazamiento del hombro derecho.
- 7 - Desplazamiento del hombro izquierdo.
- 8 - Velocidad máxima de la mano derecha.

9 - Velocidad de la mano derecha en el momento del lanzamiento.

10 - Altura mínima de la mano derecha.

11 - Velocidad angular del codo derecho en el momento del lanzamiento.

12 - Velocidad angular máxima del codo derecho.

Los datos obtenidos se encuentran en el anexo 2.

Una vez recogidos los datos se procedió al cálculo de la media, la desviación estándar y la varianza de cada grupo de seis lanzamientos escogidos por técnica.

Los resultados fueron:

	IB media	IB SD	IB varianza	IP media	IP SD	IP varianza
tiempo de lanzamiento - segundos	0,34	0,038	0,0014	0,45	0,059	0,0035
desplazamiento horizontal mano - metros	0,51	0,063	0,0040	0,53	0,024	0,0006
altura a la que suelta la bola - metros	0,26	0,047	0,0022	0,28	0,016	0,0003
ángulo mínimo de armado del codo - grados	2,82	0,023	0,0005	2,81	0,043	0,0019
ángulo del codo en el lanzamiento - grados	2,80	0,026	0,0007	2,85	0,044	0,0020
desplazamiento hombro derecho - metros	0,04	0,022	0,0005	0,05	0,010	0,0001
desplazamiento hombro izquierdo - metros	0,02	0,009	0,00008	0,03	0,011	0,0001
velocidad máxima de la mano - m/s	2,53	0,097	0,0095	2,43	0,101	0,0103
velocidad de la mano - lanzamiento - m/s	2,27	0,268	0,0719	2,18	0,791	0,6259
altura mínimo de la mano - metros	0,23	0,016	0,0003	0,23	0,041	0,0017
velocidad angular del codo - lanz. - grados/s						
velocidad angular máxima - codo - grados/s						

SD = Desviación estándar.

	SB media	SB SD	SB varianza	SP media	SP SD	SP varianza
tiempo de lanzamiento - segundos	0,49	0,037	0,0014	0,54	0,053	0,0028
desplazamiento horizontal mano - metros	0,29	0,039	0,0015	0,29	0,039	0,0015
altura a la que suelta la bola - metros	1,10	0,017	0,0003	1,13	0,019	0,0004
ángulo mínimo de armado del codo - grados	0,76	0,042	0,0017	0,75	0,035	0,0012
ángulo del codo en el lanzamiento - grados	2,12	0,076	0,0057	2,12	0,215	0,0463
desplazamiento hombro derecho - metros	0,08	0,011	0,0001	0,04	0,012	0,0001
desplazamiento hombro izquierdo - metros	0,03	0,022	0,0005	0,02	0,009	0,0001
velocidad máxima de la mano - m/s	1,64	0,108	0,0116	1,52	0,103	0,0105
velocidad de la mano - lanzamiento - m/s	0,62	0,085	0,0072	0,50	0,111	0,0123
altura mínimo de la mano - metros	1,03	0,013	0,0002	1,05	0,010	0,0001
velocidad angular del codo - lanz. - grados/s	190,6	52,34	2739,55	185,8	57,73	3333,29
velocidad angular máxima - codo - grados/s	428,5	54,00	2915,72	407,3	74,43	5540,00

Luego se procedió a la comparación de los datos utilizando, como se ha descrito antes, la Ley de Snedecor.

En primer lugar se compararon los lanzamientos IB y IP.

	IB vs IP		0.025
	X	Distr.F	
tiempo de lanzamiento - segundos	2,41	0,179	
desplazamiento horizontal mano - metros	6,97	0,026	
altura a la que suelta la bola - metros	8,57	0,017	*
ángulo mínimo de armado del codo - grados	3,46	0,100	
ángulo del codo en el lanzamiento - grados	2,95	0,130	
desplazamiento hombro derecho - metros	4,77	0,056	
desplazamiento hombro izquierdo - metros	1,73	0,280	
velocidad máxima de la mano - m/s	1,08	0,466	
velocidad de la mano - lanzamiento - m/s	8,70	0,017	*
altura mínima de la mano - metros	6,37	0,032	
velocidad angular del codo - lanz. - grados/s			
velocidad angular máxima - codo - grados/s			

El asterisco significa resultado estadísticamente significativo.

En general IB parece menos variable que IP pero, cuando nos centramos en los datos significativos, esto no se corrobora.

El desplazamiento de la mano es mayor en IB, debido al balanceo previo.

La variabilidad en cuanto a la altura a la suelta la bola es más alta en IB.

La variabilidad en la velocidad de la mano en el momento del lanzamiento es más alta en IP.

Parece pues que no controla tanto esta velocidad cuando el lanzamiento se hace sin balanceo previo.

En segundo lugar se compararon los lanzamientos SB y SP.

	SB vs SP		0.025
	X	Distr.F	
tiempo de lanzamiento - segundos	1,99	0,234	*
desplazamiento horizontal mano - metros	1,01	0,497	
altura a la que suelta la bola - metros	1,27	0,400	
ángulo mínimo de armado del codo - grados	1,42	0,356	
ángulo del codo en el lanzamiento - grados	8,08	0,019	
desplazamiento hombro derecho - metros	1,16	0,437	
desplazamiento hombro izquierdo - metros	6,44	0,031	
velocidad máxima de la mano - m/s	1,10	0,459	
velocidad de la mano - lanzamiento - m/s	1,72	0,283	
altura mínima de la mano - metros	1,66	0,297	
velocidad angular del codo - lanz. - grados/s	1,22	0,417	
velocidad angular máxima - codo - grados/s	1,90	0,249	

Los resultados obtenidos nos llevan a pensar que hay menos control de la posición final del codo en SP. Esto nos hace pensar que el balanceo previo aumenta la variabilidad de esta posición final.

Hay más variabilidad en SP en cuanto a la velocidad de la mano en el momento del lanzamiento, aunque no aparece como un dato significativo. Este dato está en consonancia con la comparación de los dos lanzamientos anteriores.

En tercer lugar se compararon los lanzamientos IB y SB.

	IB vs SB		0.025
	X	Distr.F	
tiempo de lanzamiento - segundos	0,97	0,51	
desplazamiento horizontal mano - metros	0,38	0,85	
altura a la que suelta la bola - metros	0,13	0,98	
ángulo mínimo de armado del codo - grados	3,24	0,11	
ángulo del codo en el lanzamiento - grados	8,56	0,02	*
desplazamiento hombro derecho - metros	0,26	0,92	
desplazamiento hombro izquierdo - metros	6,42	0,03	*
velocidad máxima de la mano - m/s	1,22	0,42	
velocidad de la mano - lanzamiento - m/s	0,10	0,99	
altura mínima de la mano - metros	0,65	0,67	
velocidad angular del codo - lanz. - grados/s			
velocidad angular máxima - codo - grados/s			

Aparecen diferencias significativas en dos variables no comparables.

En la primera variable, ángulo del codo en el momento del lanzamiento, esta variabilidad viene dada por las mismas características de cada técnica, inferior y superior.

Por ultimo, comparamos los lanzamientos IP y SP.

	IP vs SP		0.025
	X	Distr.F	
tiempo de lanzamiento - segundos	1,24	0,408	
desplazamiento horizontal mano - metros	2,61	0,158	
altura a la que suelta la bola - metros	1,47	0,342	
ángulo mínimo de armado del codo - grados	1,51	0,330	
ángulo del codo en el lanzamiento - grados	23,45	0,002	*
desplazamiento hombro derecho - metros	1,46	0,344	
desplazamiento hombro izquierdo - metros	1,74	0,279	
velocidad máxima de la mano - m/s	1,02	0,490	
velocidad de la mano - lanzamiento - m/s	50,85	0,0003	*
altura mínima de la mano - metros	16,12	0,004	*
velocidad angular del codo - lanz. - grados/s			
velocidad angular máxima - codo - grados/s			

La altura del codo en el momento del lanzamiento, como hemos dicho antes, no es comparable.

La mayor variabilidad en la altura mínima de la mano en el lanzamiento IP debe ser a causa de la inclinación del tronco.

La variabilidad, en cuanto a la velocidad de la mano en el momento del lanzamiento, en el lanzamiento IP vuelve a corroborar la teoría de que le es más difícil controlar la velocidad sin el balanceo previo.

En general, en cuanto a resultados, podemos decir:

- En cuanto a rendimiento motor (biomecánico) no hay demasiadas diferencias significativas que nos lleven a afirmar que hay una técnica más consolidada o menos variable que otra.
- Durante los entrenamientos observé que el sujeto tenía, normalmente, los problemas en el momento de soltar la bola (altura a la suelta la bola y velocidad de la mano en ese momento). Esta teoría parece confirmarse.
- Previamente a este estudio, mi sensación era que el sujeto lanzaba mejor (más cómodo, mejor acierto, etc), con la técnica IB, pero en ninguna de las sesiones esta técnica ha obtenido el mejor resultado.

Ahora bien, así como la tendencia nos dice que el lanzamiento inferior es más variable que el superior, el resultado menor de las desviaciones estándar aparece en la técnica IB. Parece, por tanto, que el lanzamiento inferior con balanceo previo es la técnica más consolidada en el sujeto estudiado.

Después de ver estos resultados decidimos realizar una nueva sesión para ver si, después de nueve meses de entrenamiento, los resultados cuantitativos habían mejorado y si, por él mismo, había adquirido una técnica como propia, ya que durante este año de entrenamiento no le habíamos exigido una técnica concreta.

Esta sesión se realizó el día 2 de julio de 1999 con las mismas condiciones que la sesión del día 6 de noviembre de 1998. Los lanzamientos con la mano en supinación ya no se realizaron.

El cuadro de resultados de esta sesión está en el anexo 1.

Los resultados por técnicas fueron los siguientes:

IP – 36 puntos, repartidos en 18 la primera tanda y 18 la segunda tanda.

IB – 35 puntos, repartidos en 14 la primera tanda y 21 la segunda tanda.

SP – 25 puntos, repartidos en 9 la primera tanda y 16 la segunda tanda.

SB – 36 puntos, repartidos en 12 la primera tanda y 24 la segunda tanda.

De un total de 240 puntos posibles hizo 132, es decir, tuvo un 55% de acierto.

Como vemos, los resultados, si exceptuamos el lanzamiento SP, fueron parecidos, por no decir iguales, en las otras tres técnicas.

3.3 – Resultados de la actividad muscular

Se ha observado el comportamiento muscular en cinco lanzamientos de las técnicas SP, SB, IP y IB.

Si observamos el comportamiento de los diferentes músculos estudiados, y en las cuatro técnicas finalmente escogidas, observamos que:

En la técnica SP, lanzamiento superior sin balanceo previo:

1.- La acción del deltoides es debida al hecho de que el lanzamiento se realiza con el brazo elevado, aunque sí que hay un pequeño incremento de la activación en el momento del lanzamiento.

2.- Hay una activación del tríceps y del pectoral en el momento de iniciar el movimiento. Esta activación previa del tríceps, que en la gráfica aparece como una activación máxima, la utiliza para mover inicialmente el brazo. La activación del pectoral le sirve para acercar el brazo al tronco y conseguir así su estabilización. Podríamos identificar este hecho como un defecto técnico, ya que abre demasiado el codo. Tendría que tener el brazo en un ángulo de flexión de 90° y en un plano perpendicular al plano del tronco.

3.- El bíceps, durante todo el lanzamiento, tiene muy poca activación. Después de soltar la bola mantiene este mínimo de activación para mantener el brazo elevado.

Estos resultados se repiten en los cinco lanzamientos estudiados, excepto en el segundo lanzamiento en donde la activación del tríceps empieza más tarde que en los otros y no es tan alta.

En la técnica SB, lanzamiento superior con balanceo previo:

En el balanceo:

1.- La activación del deltoides, igual que en la técnica anterior, se produce debido al hecho que es un lanzamiento con el brazo elevado.

2.- La activación del bíceps y del pectoral se produce en el frenado de cada movimiento.

3.- Mínima activación del tríceps.

Lanzamiento:

Se repiten todos los datos de la técnica anterior, ahora bien, parece que hay un poco menos de actividad del bíceps después del lanzamiento. Seguramente es debido al hecho que la velocidad de lanzamiento está más controlada y no necesita frenar tanto el brazo. El balanceo ayuda al control de esta velocidad.

En la técnica IP, lanzamiento inferior sin balanceo previo:

1.- La activación del tríceps es alta para mantener el brazo hacia atrás y lo más estirado posible.

2.- En el momento del lanzamiento se activan el pectoral y el deltoides, mientras sigue controlando con el tríceps, aunque baja un poco la activación.

3.- Justo después de soltar la bola se activa el bíceps, solo en tres de los cinco lanzamientos. Esto es debido al hecho de que en estos tres lanzamientos se produce un pequeño giro de la muñeca y una elevación hacia delante de la mano, mediante una pequeña flexión del codo.

Este hecho es posible que haga aumentar la variabilidad en la efectividad de esta técnica. Es un posible error a corregir.

En la técnica IB, lanzamiento inferior con balanceo previo:

En el balanceo:

1.- Se activa el tríceps cuando lleva el brazo hacia atrás.

2.- También se activa, aunque menos, el deltoides cuando lleva el brazo hacia delante.

3.- El bíceps y el pectoral no se activan.

Lanzamiento:

1.- Se activan el deltoides y el pectoral para llevar el brazo hacia delante.

2.- El tríceps baja un poco su actividad pero sigue controlando el movimiento.

3.- Aquí solo se produce el giro de la muñeca en uno de los cinco lanzamientos. En este caso se activa el bíceps en el momento de soltar la bola.

4.- En los cinco lanzamientos, y en la caída del brazo hacia atrás después de soltar la bola, se activa el bíceps para controlar esta caída. En esta acción también colabora el deltoides.

4 – Conclusiones del trabajo

Recordemos las hipótesis del trabajo:

- a) No hay diferencias, en cuanto a resultados, entre las diferentes técnicas.
- b) No hay diferencias en la variabilidad mecánica entre las diferentes técnicas.

Conclusión 1 – Si nos fijamos en las desviaciones estándar no hay demasiadas diferencias entre las cuatro técnicas.

Conclusión 2 – La tendencia parece decirnos que el balanceo previo ayuda ya que, en general, aparece menos variabilidad que sin balanceo previo.

Conclusión 3 – Por los datos que aparecen significativos podemos decir que el balanceo previo perjudica en el momento de soltar la bola (altura, ángulo), pero favorece el control de la velocidad en el momento del lanzamiento propiamente dicho.

Conclusión 4 – Los datos que aparecen significativos no nos dan a entender que haya diferencias en la variabilidad entre las diferentes comparaciones hechas (IB/IP, SB/IB, etc).

Conclusión 5 – En cuanto a resultados cuantitativos obtenidos en los lanzamientos, y después de cinco sesiones realizadas, las técnicas con mejores resultados han sido:

Primera sesión – SB

Segunda sesión – IP

Tercera sesión – IP

Cuarta sesión – SP

Quinta sesión – Empate entre IP y SB

Parece, por tanto, que en la técnica IP es en la que obtiene mejores resultados cuantitativos, aunque las diferencias son bastante pequeñas.

Conclusión 6 – Las conclusiones anteriores nos llevan a confirmar las hipótesis nulas a) y b).

Conclusión 7 – La observación de la electromiografía nos ha llevado a detectar:

a.- En los lanzamientos superiores se ha de corregir el defecto técnico del armado del brazo. Se ha de intentar que no abra el codo hacia afuera.

b.- El balanceo previo ayuda a controlar la velocidad de lanzamiento (no necesita frenar tanto la acción del brazo). Este dato ya se había detectado en las variables biomecánicas.

c.- En los lanzamientos inferiores se detecta, en algunos de los lanzamientos, un defecto técnico. Se ha de intentar que no gire la muñeca en el momento de soltar la bola.

Conclusión 8 – Como conclusión final, y después de observar los resultados tanto cuantitativos como cualitativos, creemos que con el entrenamiento todas las técnicas son mejorables. Por tanto, los entrenadores tendrían que centrarse más en cual es la técnica más cómoda para el jugador, teniendo en cuenta su grado de afectación y, por tanto, sus posibilidades para lanzar.

Por último, queremos decir que este trabajo es solo un principio. Sería interesante poder realizar el mismo trabajo con doce sujetos, seis con parálisis cerebral y seis sin parálisis cerebral (grupo control).

En primer lugar porque nos ayudaría a reafirmar, o no, estas conclusiones y, en segundo lugar, nos ayudaría a comprobar las posibles diferencias, en cuanto a comportamiento motor, entre las personas con y sin parálisis cerebral.

5 – Relación de los cuadros y datos contenidos en los anexos.

ANEXO 1

Cuadros de resultados de las cinco sesiones de lanzamientos realizadas

ANEXO 2

Datos sacados del programa KWON 3D

ANEXO 3

Cuadros de las medias, desviaciones estándar i varianzas

ANEXO 1

Proyecto Boccia
Test de campo (Diana 5m.)

Alexis
29 / X / 98

SB	Superior Balanceo	se pasa	p
SNB	Superior No Balanceo	corto	c
IPB	Inferior Mano Pronación Balanceo	derecha	d
IPNB	Inferior Mano Pronación No Balanceo	izquierda	e
ISB	Inferior Mano Supinación Balanceo		
ISNB	Inferior Mano Supinación No Balanceo		

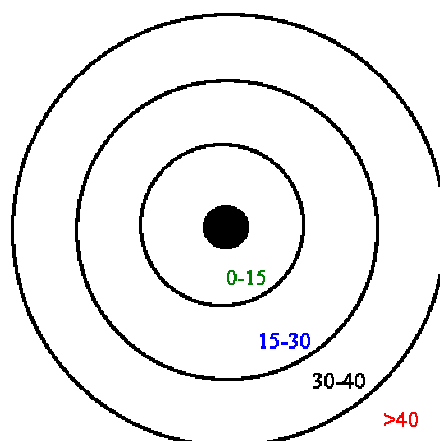
Tanda 1

Parcial 1	SB	34 c	SNB	>40 c	IPNB	>40 e	IPB	24 e	ISB	>40 p	ISNB	>40 e
Parcial 2	ISB	27'5 c	IPB	>40 c	SB	19'5 p	ISNB	>40 p	SNB	>40 c	IPNB	>40 p
Parcial 3	IPB	>40 e	ISNB	36 d	IPNB	>40 c	ISB	33 d	SB	0 c	SNB	1 e
Parcial 4	IPNB	>40 c	IPB	>40 e	SNB	>40 c	SB	34 e	ISNB	>40 d	ISB	>40 d
Parcial 5	SNB	>40 c	ISB	>40 p	IPB	>40 d	ISNB	>40 d	IPNB	>40 c	SB	>40 p
Parcial 6	ISNB	>40 p	ISB	>40 e	SB	31 c	IPNB	>40 c	SNB	35'5 c	IPB	>40 e

Tanda 2

Parcial 1	SB	31 e	SNB	>40 d	IPB	15 c	IPNB	>40 c	ISB	31 d	ISNB	>40 c
Parcial 2	ISB	>40 c	IPB	36 e	SB	>40 p	ISNB	>40 p	SNB	>40 p	IPNB	15 d
Parcial 3	IPB	0 c	ISNB	39 d	IPNB	10'5 p	ISB	>40 p	SB	>40 c	SNB	23'5 c
Parcial 4	IPNB	34'5 c	IPB	34'5 p	SNB	27'5 d	SB	23'5 c	ISNB	>40 p	ISB	17 e
Parcial 5	SNB	23 d	ISB	34 p	IPB	>40 e	ISNB	>40 e	IPNB	23'5 c	SB	>40 c
Parcial 6	ISNB	>40 p	ISB	>40 p	SB	>40 p	IPNB	>40 e	SNB	>40 p	IPB	>40 c

Criterio de eficacia



0-15	MB
15-	
30	B
30-	
40	R
>40	M

Proyecto Boccia
Test de campo (Diana 5m.)

Alexis
6 / XI /98

SB	Superior Balanceo	se pasa	p
SNB	Superior No Balanceo	corto	c
IPB	Inferior Mano Pronación Balanceo	derecha	d
IPNB	Inferior Mano Pronación No Balanceo	izquierda	e
ISB	Inferior Mano Supinación Balanceo		
ISNB	Inferior Mano Supinación No Balanceo		

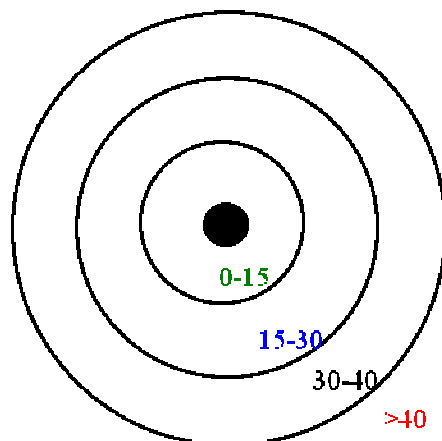
Tanda 1

Parcial 1	SB	>40 p	SB	>40 p	SB	>40 c	SB	14 d	SB	>40 e	SB	1 c
Parcial 2	SNB	>40 c	SNB	>40 d	SNB	>40 c	SNB	>40 p	SNB	>40 c	SNB	>40 c
Parcial 3	IPB	>40 c	IPB	>40 p	IPB	>40 c	IPB	3 d	IPB	14 c	IPB	>40 d
Parcial 4	IPNB	>40 c	IPNB	12 d	IPNB	>40 c	IPNB	23 c	IPNB	29 d	IPNB	0 c
Parcial 5	ISB	>40 d	ISB	30 d	ISB	>40 p	ISB	22 c	ISB	>40 p	ISB	>40 d
Parcial 6	ISNB	>40 e	ISNB	>40 e	ISNB	>40 d	ISNB	27 d	ISNB	>40 e	ISNB	>40 d

Tanda 2

Parcial 1	SB	>40 c	SB	8 d	SB	19 e	SB	>40 c	SB	>40 c	SB	35 d
Parcial 2	SNB	>40 c	SNB	>40 c	SNB	36 c	SNB	>40 p	SNB	13 d	SNB	>40 c
Parcial 3	IPB	>40 c	IPB	35 c	IPB	38 c	IPB	19 d	IPB	>40 c	IPB	>40 e
Parcial 4	IPNB	>40 p	IPNB	>40 c	IPNB	5 c	IPNB	2 e	IPNB	>40 c	IPNB	22 d
Parcial 5	ISB	26 c	ISB	>40 p	ISB	>40 p	ISB	>40 e	ISB	>40 c	ISB	>40 c
Parcial 6	ISNB	>40 c	ISNB	>40 d	ISNB	30 c	ISNB	>40 c	ISNB	26 c	ISNB	>40 e

Criterio de eficacia



0-15	MB
15-30	B
30-40	R
>40	M

Proyecto Boccia
Test de campo (Diana 2,5m.)

Alexis
12 / XI /98

SB	Superior Balanceo	se pasa	p
SNB	Superior No Balanceo	corto	c
IPB	Inferior Mano Pronación Balanceo	derecha	d
IPNB	Inferior Mano Pronación No Balanceo	izquierda	e
ISB	Inferior Mano Supinación Balanceo		
ISNB	Inferior Mano Supinación No Balanceo		

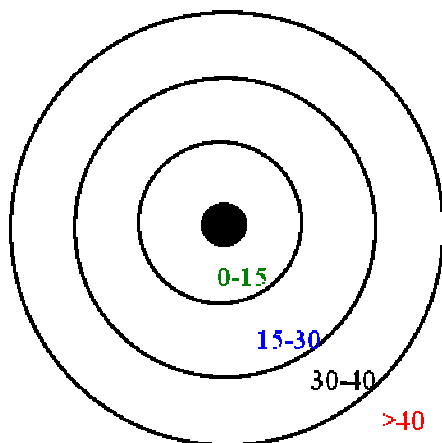
Tanda 1

Parcial 1	ISNB	>40 d	ISNB	0 c	ISNB	>40 p	ISNB	2 c	ISNB	32 e	ISNB	>40 p
Parcial 2	ISB	>40 d	ISB	>40 p	ISB	>40 c	ISB	>40 p	ISB	14 d	ISB	22 e
Parcial 3	SNB	>40 p	SNB	>40 p	SNB	2 c	SNB	13 c	SNB	20 d	SNB	35 p
Parcial 4	SB	>40 p	SB	0 c	SB	2 c	SB	2 c	SB	>40 p	SB	36 e
Parcial 5	IPNB	7 e	IPNB	>40 p	IPNB	22 c	IPNB	>40 p	IPNB	28 c	IPNB	12 p
Parcial 6	IPB	>40 d	IPB	0 c	IPB	32 e	IPB	>40 p	IPB	>40 c	IPB	>40 e

Tanda 2

Parcial 1	ISNB	17 d	ISNB	19 e	ISNB	33 e	ISNB	>40 c	ISNB	7 d	ISNB	36 c
Parcial 2	ISB	32 e	ISB	21 c	ISB	2 e	ISB	5 d	ISB	27 p	ISB	34 c
Parcial 3	SNB	8 c	SNB	39 c	SNB	>40 p	SNB	12 d	SNB	6 c	SNB	>40 d
Parcial 4	SB	35 p	SB	34 d	SB	>40 c	SB	>40 e	SB	>40 p	SB	>40 p
Parcial 5	IPNB	35 p	IPNB	21 c	IPNB	2 e	IPNB	15 e	IPNB	2 d	IPNB	>40 p
Parcial 6	IPB	12 e	IPB	26 c	IPB	4 c	IPB	32 c	IPB	7 c	IPB	>40 d

Criterio de eficacia



0-15	MB
15-30	B
30-40	R
>40	M

Proyecto Boccia

Alexis

Test de campo (Diana 2,5m.)

17 / XI /98

SB	Superior Balanceo	se pasa	p
SNB	Superior No Balanceo	corto	c
IPB	Inferior Mano Pronación Balanceo	derecha	d
IPNB	Inferior Mano Pronación No Balanceo	izquierda	e
ISB	Inferior Mano Supinación Balanceo		
ISNB	Inferior Mano Supinación No Balanceo		

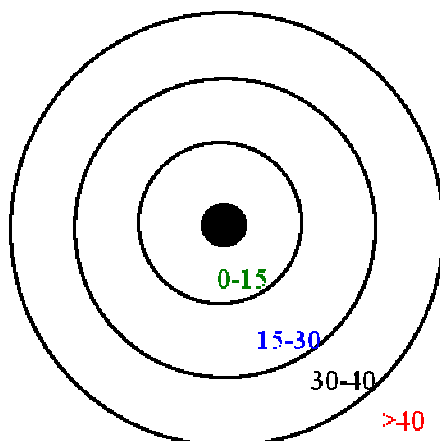
Tanda 1

Parcial 1	IPNB	38 c	IPNB	>40 c	IPNB	>40 c	IPNB	31 p	IPNB	>40 c	IPNB	17 e
Parcial 2	IPB	32 c	IPB	21 e	IPB	>40 p	IPB	33 c	IPB	14 c	IPB	>40 c
Parcial 3	SNB	27 p	SNB	3 e	SNB	29 c	SNB	34 e	SNB	11 c	SNB	32 c
Parcial 4	SB	0 c	SB	16 e	SB	2 c	SB	21 d	SB	19 d	SB	>40 p
Parcial 5	ISNB	>40 p	ISNB	>40 p	ISNB	39 d	ISNB	>40 c	ISNB	23 c	ISNB	>40 c
Parcial 6	ISB	>40 p	ISB	12 d	ISB	>40 p	ISB	>40 e	ISB	0 c	ISB	34 e

Tanda 2

Parcial 1	IPNB	0 c	IPNB	19 c	IPNB	39 c	IPNB	34 c	IPNB	29 c	IPNB	17 c
Parcial 2	IPB	0 c	IPB	39 p	IPB	11 c	IPB	14 c	IPB	17 e	IPB	36 d
Parcial 3	SNB	2 d	SNB	21 c	SNB	16 e	SNB	>40 p	SNB	23 e	SNB	13 d
Parcial 4	SB	0 e	SB	25 e	SB	33 c	SB	>40 p	SB	32 c	SB	0 c
Parcial 5	ISNB	0 c	ISNB	14 d	ISNB	>40 c	ISNB	18 c	ISNB	>40 e	ISNB	2 d
Parcial 6	ISB	25 e	ISB	22 d	ISB	>40 p	ISB	>40 p	ISB	2 d	ISB	>40 p

Criterio de eficacia



- 0-15 MB
- 15-30 B
- 30-40 R
- >40 M

Proyecto Boccia
Test de campo (Diana 5m.)

Alexis
2 / VII /99

SB	Superior Balanceo	se pasa	p
SNB	Superior No Balanceo	corto	c
IPB	Inferior Mano Pronación Balanceo	derecha	d
IPNB	Inferior Mano Pronación No Balanceo	izquierda	e
ISB	Inferior Mano Supinación Balanceo		
ISNB	Inferior Mano Supinación No Balanceo		

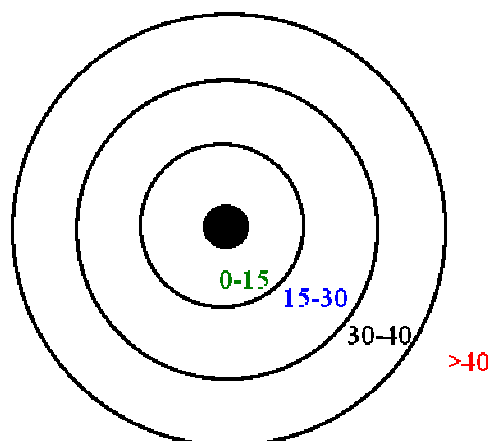
Tanda 1

Parcial 1	IPNB	>40	IPNB	3	IPNB	>40	IPNB	14	IPNB	0	IPNB	>40
Parcial 2	IPB	>40	IPB	>40	IPB	10	IPB	0	IPB	>40	IPB	>40
Parcial 3	SNB	>40	SNB	>40	SNB	>40	SNB	>40	SNB	25	SNB	>40
Parcial 4	SB	>40	SB	37	SB	0	SB	>40	SB	>40	SB	>40
Parcial 5	ISNB		ISNB		ISNB		ISNB		ISNB		ISNB	
Parcial 6	ISB		ISB		ISB		ISB		ISB		ISB	

Tanda 2

Parcial 1	IPNB	8	IPNB	7	IPNB	>40	IPNB	1	IPNB	>40	IPNB	>40
Parcial 2	IPB	28	IPB	7	IPB	>40	IPB	5	IPB	>40	IPB	6
Parcial 3	SNB	23	SNB	>40	SNB	>40	SNB	0	SNB	>40	SNB	27
Parcial 4	SB	26	SB	>40	SB	0	SB	>40	SB	30	SB	17
Parcial 5	ISNB		ISNB		ISNB		ISNB		ISNB		ISNB	
Parcial 6	ISB		ISB		ISB		ISB		ISB		ISB	

Criterio de eficacia



- 0-15 MB
- 15-30 B
- 30-40 R
- >40 M

ANEXO 2

DATOS SACADOS DEL PROGRAMA KWON 3D

TRIALS	SB1	SB2	SB3	SB4	SB5	SB6
VARIABLES						
Tiempo de vuelo de la bola	91	87	99	90	91	92
Tiempo posición más alejada (desde la posición más avanzada)	67	61	74	67	69	65
Tiempo del lanzamiento	24	26	25	23	22	27
Desplazamiento horizontal de la mano (última fase)	x - 0.29 0.38 y - 0.28 0.04	x - 0.29 0.41 y - 0.34 0.01	x - 0.29 0.39 y - 0.34 0.05	x - 0.27 0.37 y - 0.30 0.03	x - 0.31 0.37 y - 0.31 0.03	x - 0.30 0.42 y - 0.28 0.07
Altura a la que suelta la bola	1.12	1.09	1.08	1.11	1.11	1.08
Ángulo mínimo de armado del codo	0.79 (67)	0.69 (61)	0.75 (79)	0.80(68)	0.76 (69)	0.72 (66)
Ángulo en el momento del lanzamiento	2.18	1.99	2.14	2.03	2.16	2.09
Desplazamiento hombro derecho	x - 0.33 0.36 y - 0.38 0.32	x - 0.32 0.37 y - 0.43 0.36	x - 0.37 0.38 y - 0.42 0.33	x - 0.34 0.39 y - 0.38 0.32	x - 0.37 0.36 y - 0.40 0.34	x - 0.35 0.39 y - 0.37 0.31
Desplazamiento hombro izquierdo	x - 0.63 0.67 y - 0.47 0.41	x - 0.69 0.68 y - 0.50 0.48	x - 0.72 0.70 y - 0.46 0.43	x - 0.68 0.69 y - 0.43 0.42	x - 0.67 0.72 y - 0.46 0.43	x - 0.70 0.73 y - 0.45 0.44
Velocidad lineal máxima de la mano	1.61 (87)	1.46 (82)	1.66 (93)	1.73 (86)	1.54 (87)	1.73 (87)
Velocidad lineal de la mano en lanzamiento	0.65	0.58	0.55	0.76	0.67	0.54
Velocidad angular del codo en lanzamiento	4.50	3.90	2.14	4.78	3.19	3.20
Altura mínima de la mano	1.04 (67)	1.02 (65)	1.04 (79)	1.04 (71)	1.02 (69)	1.01 (65)
Velocidad angular máxima del codo	8.91 (88)	5.92 (84)	7.44 (95)	8.11 (87)	7.85 (87)	8.11 (88)

ANEXO 3 – Cuadros de las medias, desviaciones estandar y varianzas.

	SB1	SB2	SB3	SB4	SB5	SB6
Tiempo del lanzamiento – segundos	0,48	0,52	0,50	0,46	0,44	0,54
Desplazamiento horizontal mano – metros	0,26	0,35	0,31	0,29	0,29	0,242
Altura a la que suelta de la bola - metros	1,12	1,09	1,08	1,11	1,11	1,08
Ángulo mínimo de armado del codo – grados	0,79	0,69	0,75	0,80	0,76	0,72
Ángulo del codo en el lanzamiento – grados	2,18	1,99	2,14	2,03	2,16	2,09
Desplazamiento hombro derecho – metros	0,07	0,09	0,09	0,08	0,06	0,07
Desplazamiento hombro izquierdo – metros	0,07	0,02	0,04	0,01	0,06	0,03
Velocidad máxima de la mano - m/s	1,61	1,46	1,66	1,73	1,54	1,73
Velocidad de la mano en el lanzamiento - m/s	0,65	0,58	0,55	0,76	0,67	0,54
Altura mínima de la mano – metros	1,04	1,02	1,04	1,04	1,02	1,01
Velocidad angular del codo -lanzam.- grados	241,65	209,43	114,92	256,69	171,30	171,84
Velocidad angular máxima – codo - grados	478,47	317,90	399,53	435,51	421,55	435,51

	media	SD	Var
Tiempo del lanzamiento – segundos	0,49	0,037	0,0014
Desplazamiento horizontal mano – metros	0,29	0,039	0,0015
Altura a la que suelta de la bola - metros	1,10	0,017	0,0003
Ángulo mínimo de armado del codo – grados	0,76	0,042	0,0017
Ángulo del codo en el lanzamiento – grados	2,12	0,076	0,0057
Desplazamiento hombro derecho – metros	0,08	0,011	0,0001
Desplazamiento hombro izquierdo – metros	0,03	0,022	0,0005
Velocidad máxima de la mano - m/s	1,64	0,108	0,0116
Velocidad de la mano en el lanzamiento - m/s	0,62	0,085	0,0072
Altura mínima de la mano – metros	1,03	0,013	0,0002
Velocidad angular del codo -lanzam.- grados	190,6	52,34	2739,55
Velocidad angular máxima – codo - grados	428,5	54,00	2915,72

	SP1	SP2	SP3	SP4	SP5	SP6
Tiempo del lanzamiento – segundos	0,56	0,54	0,54	0,46	0,44	0,56
Desplazamiento horizontal mano – metros	0,33	0,30	0,23	0,29	0,26	0,323
Altura a la que suelta de la bola - metros	1,11	1,14	1,12	1,13	1,09	1,14
Ángulo mínimo de armado del codo – grados	0,70	0,76	0,74	0,75	0,78	0,69
Ángulo del codo en el lanzamiento – grados	2,05	2,18	2,51	2,02	2,30	1,92
Desplazamiento hombro derecho – metros	0,06	0,04	0,05	0,03	0,04	0,03
Desplazamiento hombro izquierdo – metros	0,02	0,04	0,01	0,02	0,01	0,03
Velocidad máxima de la mano - m/s	1,55	1,45	1,62	1,50	1,53	1,32
Velocidad de la mano en el lanzamiento - m/s	0,33	0,54	0,56	0,60	0,36	0,46
Altura mínima de la mano – metros	1,05	1,04	1,05	1,05	1,03	1,06
Velocidad angular del codo -lanzam.- grados	139,08	232,52	239,50	242,19	130,49	129,42
Velocidad angular máxima – codo - grados	339,92	435,51	510,15	385,57	429,06	301,79

	media	SD	Var
Tiempo del lanzamiento – segundos	0,54	0,053	0,0028
Desplazamiento horizontal mano – metros	0,29	0,039	0,0015
Altura a la que suelta de la bola - metros	1,13	0,019	0,0004
Ángulo mínimo de armado del codo – grados	0,75	0,035	0,0012
Ángulo del codo en el lanzamiento – grados	2,12	0,215	0,0463
Desplazamiento hombro derecho – metros	0,04	0,012	0,0001
Desplazamiento hombro izquierdo – metros	0,02	0,009	0,0001
Velocidad máxima de la mano - m/s	1,52	0,103	0,0105
Velocidad de la mano en el lanzamiento - m/s	0,50	0,111	0,0123
Altura mínima de la mano – metros	1,05	0,010	0,0001
Velocidad angular del codo -lanzam.- grados	185,8	57,73	3333,29
Velocidad angular máxima – codo - grados	407,3	74,43	5540,00

	IP1	IP2	IP3	IP4	IP5	IP6
Tiempo del lanzamiento – segundos	0,40	0,56	0,44	0,46	0,46	0,40
Desplazamiento horizontal mano – metros	0,49	0,53	0,51	0,55	0,52	0,558
Altura a la que suelta de la bola - metros	0,29	0,28	0,27	0,27	0,27	0,31
Ángulo mínimo de armado del codo – grados	2,86	2,84	2,84	2,78	2,76	2,77
Ángulo del codo en el lanzamiento – grados	2,90	2,86	2,84	2,85	2,81	2,77
Desplazamiento hombro derecho – metros	0,03	0,06	0,05	0,05	0,05	0,04
Desplazamiento hombro izquierdo – metros	0,01	0,01	0,04	0,04	0,02	0,03
Velocidad máxima de la mano - m/s	2,42	2,29	2,30	2,43	2,51	2,53
Velocidad de la mano en el lanzamiento - m/s	2,37	2,17	2,15	2,18	2,31	0,31
Altura mínima de la mano – metros	0,26	0,23	0,33	0,23	0,22	0,23
Velocidad angular del codo -lanzam.- grados						
Velocidad angular máxima – codo - grados						

	media	SD	Var
Tiempo del lanzamiento – segundos	0,45	0,059	0,0035
Desplazamiento horizontal mano – metros	0,53	0,024	0,0006
Altura a la que suelta de la bola - metros	0,28	0,016	0,0003
Ángulo mínimo de armado del codo – grados	2,81	0,043	0,0019
Ángulo del codo en el lanzamiento – grados	2,85	0,044	0,0020
Desplazamiento hombro derecho – metros	0,05	0,010	0,0001
Desplazamiento hombro izquierdo – metros	0,03	0,011	0,0001
Velocidad máxima de la mano - m/s	2,43	0,101	0,0103
Velocidad de la mano en el lanzamiento - m/s	2,18	0,791	0,6259
Altura mínima de la mano – metros	0,23	0,041	0,0017
Velocidad angular del codo -lanzam.- grados			
Velocidad angular máxima – codo - grados			

	IB1	IB2	IB3	IB4	IB5	IB6
Tiempo del lanzamiento – segundos	0,30	0,38	0,38	0,32	0,30	0,36
Desplazamiento horizontal mano – metros	0,49	0,63	0,59	0,50	0,47	0,52
Altura a la que suelta de la bola - metros	0,25	0,35	0,30	0,26	0,23	0,23
Ángulo mínimo de armado del codo – grados	2,81	2,77	2,84	2,82	2,81	2,82
Ángulo del codo en el lanzamiento – grados	2,79	2,76	2,77	2,82	2,81	2,82
Desplazamiento hombro derecho – metros	0,03	0,07	0,06	0,01	0,04	0,04
Desplazamiento hombro izquierdo – metros	0,03	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01
Velocidad máxima de la mano - m/s	2,43	2,56	2,33	2,59	2,52	2,54
Velocidad de la mano en el lanzamiento - m/s	2,14	2,18	1,73	2,49	2,36	2,36
Altura mínima de la mano – metros	0,23	0,24	0,23	0,24	0,21	0,20
Velocidad angular del codo -lanzam.- grados						
Velocidad angular máxima – codo - grados						

	media	SD	Var
Tiempo del lanzamiento – segundos	0,34	0,038	0,0014
Desplazamiento horizontal mano – metros	0,51	0,063	0,0040
Altura a la que suelta de la bola - metros	0,26	0,047	0,0022
Ángulo mínimo de armado del codo – grados	2,82	0,023	0,0005
Ángulo del codo en el lanzamiento – grados	2,80	0,026	0,0007
Desplazamiento hombro derecho – metros	0,04	0,022	0,0005
Desplazamiento hombro izquierdo – metros	0,02	0,009	0,0001
Velocidad máxima de la mano - m/s	2,53	0,097	0,0095
Velocidad de la mano en el lanzamiento - m/s	2,27	0,268	0,0719
Altura mínima de la mano – metros	0,23	0,016	0,0003
Velocidad angular del codo -lanzam.- grados			
Velocidad angular máxima – codo - grados			

6.- Bibliografia

- BONANY, T. (1998): “La actividad física, un camino hacia la normalización: experiencia – les jornades esportives: una escola per a tothom – “. Revista Aula, num. 72. Barcelona. Graó.
- BOTELLA AMENGUAL, E. (1992): “L’esport i la Paràlisi cerebral”. Barcelona. Generalitat de Catalunya. Departament de Benestar Social.
- BRENNAN, W.K. (1990): “El currículo para niños con necesidades especiales”. Siglo XXI.
- CALVEROL, T. (1998): “La Boccia, una actividad física alternativa para los grandes discapacitados”. Revista Aula, núm. 72. Barcelona. Graó.
- COLÁS BRAVO, P. i BUENDIA EISMAN, L. (1998): “Investigación educativa”. Sevilla. Alfar.
- DIARI OFICIAL DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA: Número 2179 – 8.3.1996, Decret 72/1996, pàgina 2250.
- DIARI OFICIAL DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA: Número 2578 – 13.2.1998, Resolució de 4 de febrer de 1998, article 18, pàgina 1764.
- DIARI OFICIAL DE LA GENERALITAT DE CATALUNYA: Número 2528 – 28.11.1997, Decret 299/1997, pàgina 13888.
- DIVERSOS AUTORS. (1993): Apunts del “Curs d’animadors esportius per a la integració de les persones amb disminució”. Diputació de Barcelona i Federació Catalana de deportes para minusválidos.
- DIVERSOS AUTORS. Primer Congrés Paralímpic Barcelona’92. (1993): Llibre de ponències = Proceedings. Barcelona. Fundació ONCE.
- DIVERSOS AUTORS (1987): “La disminució a Catalunya. Una aproximació al seu coneixement”. Barcelona. Generalitat de Catalunya. Departament de Sanitat i Seguretat Social.
- DIVERSOS AUTORS (1984): “Situació del nen amb disminució física a l’escola”. Barcelona. Federació ECOM.
- DIVERSOS AUTORS (1992): “Juegos sin barreras para niños con o sin dificultades motrices”. Federació ECOM.
- DOMÉNECH MASSONS, J.M. (1991): “Métodos estadísticos en ciencias de la salud”. Unidad didáctica 10. Comparación de medias. Barcelona. Gráficas signo.
- FEBRER BASIL, M. (1996): “Activitat física adaptada per a un grup mixt, persones amb gran discapacitat i sense discapacitat”. Memòria presentada al Curs de postgrau d’Activitats físiques adaptades, integració escolar, educació especial i esport adaptat. Curs 1995/96.

- HERNÁNDEZ VÁZQUEZ, J. (1994): “Activitats físiques adaptades: perspectiva interdisciplinària i bases conceptuals”. Revista Apunts, núm. 38. Barcelona. INEFC
- HERNÁNDEZ, J., HOSPITAL, V. I LÓPEZ, C. (1997): “Educación física, Deporte y Atención a la diversidad”. Serie deportes, número 25. Instituto Andaluz del Deporte.
- HERNÁNDEZ, J. I HOSPITAL, V. (1999): “Educació Física Especial: actitud i formació dels docents en Secundària a la ciutat de Barcelona”. Revista Apunts d’Educació Física i Esports, núm. 56. Barcelona. INEFC.
- HUGUET, D. (1998): “La integración de alumnos ciegos en la escuela ordinaria: el centro de recursos Joan Amades”. Revista Aula, núm. 72. Barcelona. Graó.
- JIMÉNEZ RODRIGO, M.A. i PASTÓ LÓPEZ, M.T. (1994): “El nen amb espina bífida”. Guia per al mestre. Barcelona. Associació de pares amb fills Espina bífida.
- KAPANDJI, I.A. (1982): “Cuadernos de fisiología articular”. Barcelona. Toray-Masson.
- LADONOSA, A. (1998): “El paso de primaria a secundaria: una propuesta de actuación para alumnado con nee en el área de educación física”. Revista Aula, núm. 72. Barcelona. Graó.
- LLEI D’INTEGRACIÓ SOCIAL DELS MINUSVÀLIDS (1982) Generalitat de Catalunya. Departament de Sanitat i Seguretat Social.
- LLEI DE PROMOCIÓ DE L’ACCESSIBILITAT I DE SUPRESSIÓ DE BARRERES ARQUITECTÒNIQUES (1991) Generalitat de Catalunya. Departament de Benestar Social.
- PÉREZ, J.C., et al. (1994): “Deportes para minusválidos físicos, psíquicos y sensoriales”. Madrid. Comité Paralímpico Español.
- PUIGDELLÍVOL AGUADÉ, I. (1995): “Estratègies d’integració”. Barcelona. Associació de Mestres Rosa Sensat.
- RÍOS HERNÁNDEZ, M., BLANCO RODRÍGUEZ, A., BONANY JANÉ, T. I CAROL GRES, N. (1998): “El juego y los alumnos con discapacidad”. Barcelona. Paidotribo.
- RÍOS HERNÁNDEZ, M. (1998): “Diversidad: necesidades educativas especiales en el área de educación física”. Revista Aula, num. 72. Barcelona. Graó.
- RÍOS HERNÁNDEZ, M. (1994): “Els jocs sensibilitzadors: una eina d’integració social”. Revista Apunts, núm. 38. Barcelona. INEFC.
- RUIZ, P. (1994): “L’adequació curricular individual en educació física”. Revista Apunts, num. 38. Barcelona. INEFC.
- SANZ, S. (1994): “El voleibol adaptat, un esport per atendre la diversitat”. Revista Apunts, num. 38. Barcelona. INEFC.
- SIERRA BRAVO, R. (1996): “Tesis doctorales y trabajos de investigación científica”. Madrid. Paraninfo.

SIRERA, J.L. (1995): “Manual de Boccia”. Madrid. Federación Española de Deportes para Paralíticos Cerebrales.

SORIANO, S. (1998): “Experiencia de integración de un alumno ciego en la clase de educación física”. Revista Aula, núm. 72. Barcelona. Graó.

TEMPS DE JOC (1993): Butlletí informatiu de l’Esport, número de desembre. Barcelona. Diputació de Barcelona.

TORO BUENO, S. I ZARCO RESA, J.A. (1998): “Educación física para niños y niñas con necesidades educativas especiales”. Málaga. Aljibe.

VILALTA, E. (1998): “Conèixer és estimar: una manera de atendre a la diversidad en secundaria”. Revista Aula, núm. 72. Barcelona. Graó.