

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y DEL DEPORTE
HUESCA

TRABAJO FIN DE GRADO

**Composición corporal y
Condición Física en
Adolescentes y su relación con
el Rendimiento Deportivo
Futuro**

AUTOR

Borja Casanova Goded

DIRECTOR

Alejandro González de Agüero

12/06/2017



Universidad
Zaragoza



Facultad de
Ciencias de la Salud
y del Deporte - Huesca
Universidad Zaragoza

INDICE

1- ABSTRACT	PÁG 3
2-INTRODUCCIÓN	PÁG 4
3-MÉTODO	PÁG 6
4-RESULTADOS	
a. Descriptivos	PÁG 9
b. Correlaciones	PÁG 11
c. Regresiones	PÁG 12
5-DISCUSIÓN	PÁG 13
6-CONCLUSIONES	PÁG 16
7-CONCLUSIONS	PÁG 16
8-LIMITACIONES	PÁG 17
9-AGRADECIMIENTOS	PÁG 18
10- BIBLIOGRAFÍA	PÁG 19
11- ANEXOS	
a. Autorización uso datos	PÁG 21
b. Reconocimiento médico	PÁG 22

1-RESUMEN

Durante los últimos años, gran cantidad de estudios han observado que los parámetros antropométricos y de condición física de un deportista son factores clave del éxito deportivo. El objetivo del presente estudio fue analizar las posibles diferencias de composición corporal y condición física existentes entre jóvenes atletas de 17 años, para comparar los resultados y relacionarlos con el rendimiento deportivo posterior. La muestra estuvo formada por 29 personas de las cuales 11 eran mujeres y 18 hombres. Los resultados obtenidos muestran correlaciones directas entre el rendimiento deportivo y los valores de VO2Max y Velocidad Máxima a los 17 años ($p \leq 0,01$). En conclusión, el consumo de oxígeno y la velocidad máxima conseguida a los 17 años, parecen estar relacionadas con un mejor rendimiento deportivo futuro.

- ABSTRACT

During the last years, a huge amount of studies have showed that the anthropometric and physical parameters of an athlete are key factors of the sport success. The objective of the present study was to analyze possible differences in body composition and physical condition among young athletes aged 17 years, to compare the results and relate them to the subsequent sports performance.. The sample consisted of 29 people, 11 of whom were women and 18 men. Results shows correlations between sports performance and values of VO2Max and Maximum Velocity at 17 years ($p \leq 0.01$). In conclusion, the oxygen consumption and the maximum velocity achieved at 17 years, seem to be related to a better future sport performance.

2-INTRODUCCIÓN

Los programas de detección de talentos son proyectos que tratan de predecir el futuro nivel de rendimiento deportivo de niños y adolescentes a partir de una serie de indicadores mayoritariamente fisiológicos. La antropometría y la composición corporal son los principales parámetros estudiados por los investigadores como principales para el desarrollo y evaluación del rendimiento (Saenz Lopez, Ibanez, Gimenez, Sierra, & Sanchez, 2005). Los últimos estudios van más allá y contemplan el alto rendimiento como un resultado multifactorial de numerosas variables sobre una base genética adecuada (Saenz Lopez et al., 2005). Así, autores como Pearson, Naughton, & Torode (2006) especifican las variables para reconocer el talento deportivo en adolescentes como la interacción de unas habilidades innatas, una madurez temprana y unas habilidades deportivas específicas. En esta misma línea Malina, Eisenmann, Cumming, Ribeiro, & Aroso (2004), identifica factores biológicos como la condición física, la composición corporal y la madurez como predictores del rendimiento y como criterios de selección de deportistas.

Estos factores biológicos se desarrollan durante la adolescencia hasta llegar a la madurez biológica que puede no coincidir con la edad cronológica y que se correspondería con los 17 años de edad atendiendo a los 5 Estadios de Tanner (1975). Esto hace difícil la evaluación y el seguimiento de los programas de detección de talentos, debido a que la mayoría de ellos se llevan a cabo en la adolescencia y las diferencias en el crecimiento y maduración de los participantes puede modificar la predicción del rendimiento.

De acuerdo con Medeiros et al. (2016), está más que demostrado que la evaluación de la composición corporal en atletas de alto rendimiento es muy importante para identificar el potencial de rendimiento físico y, en consecuencia, para obtener resultados deseables en el entrenamiento y las competiciones. Las evaluaciones de la masa grasa y la masa magra corporal están entre los indicadores más utilizados para este tipo de análisis y pueden variar dependiendo del deporte practicado. Los estudios muestran que en la mayoría de los deportes, bajos valores de masa grasa y altos valores de masa magra se asocian con un mejor rendimiento atlético.

Otro factor fundamental en el desarrollo y en el rendimiento es el entrenamiento. De acuerdo con Legaz Arrese (2012), el entrenamiento es un estímulo que rompe la homeostasis del organismo y produce adaptación. Este estímulo ha de ser de mayor o menor intensidad para conseguir la misma adaptación en dos deportistas distintos. Las diferentes respuestas al estímulo de entrenamiento pueden explicar grandes diferencias entre dos atletas con parámetros de composición corporal y condición física similares (Pearson et al., 2006).

Son numerosos los estudios que buscan una respuesta a la pregunta “¿Un atleta nace o se hace?”, pero este debate entre los que defienden una y otra teoría no es más que una simplificación vaga de un fenómeno tremendamente complejo (Davids & Baker, 2007; Legaz Arrese, 2012). Autores como Andersen, Schjerling, & Saltin (2000) defienden que en un deporte como el atletismo y más concretamente en el sector de la velocidad, el rendimiento viene en gran medida determinado por un factor fisiológico: el tipo de fibras del músculo y la capacidad de las mismas para generar más o menos potencia. MacArthur & North (2007) van más allá y puntualiza que los factores genéticos como el consumo de oxígeno, el gasto cardíaco y la proporción relativa de fibras rápidas y lentas en el músculo, determinan entre un 20% y un 80% del rendimiento deportivo. Por tanto, los deportistas que han alcanzado elevadas cotas de rendimiento constituyen una confluencia poco habitual de un potencial genético extraordinario desarrollado bajo los factores ambientales adecuados (Gonzalez-Freire et al., 2009; Legaz Arrese, 2012).

El objetivo de este estudio es determinar que parámetros tanto de composición corporal como de condición física en jóvenes atletas son significativamente más relevantes a los 17 años, a la hora de predecir su rendimiento deportivo futuro. Se pretenden analizar las posibles diferencias antropométricas, de composición corporal y de condición física de manera global y sin especificar ni distinguir para cada especialidad del deporte.

3-MÉTODO

En este estudio participaron un total de 29 atletas de la comunidad autónoma de Aragón, de edades comprendidas entre los 14 y los 24 años, diferentes disciplinas y distintos niveles de rendimiento. Todos los participantes dieron su consentimiento informado (Anexo 1), garantizándose la confidencialidad de los datos y el uso de los mismos. Para el estudio se recogieron todos los datos antropométricos y de condición física disponibles en las bases de datos (tanto digital como física) del Centro de Medicina del Deporte de Aragón (CMD), de reconocimientos realizados en distintos años a estos deportistas (Anexo 2); aunque finalmente se optó por analizar solamente los datos de reconocimientos a los 17 años debido a la homogeneidad de la muestra a esa edad. Los datos fueron recogidos por el personal cualificado del CMD, utilizando los instrumentos y protocolos que se detallan a continuación:

- Antropometría: Realizada por el personal del centro con acreditación ISAK III y siguiendo este mismo protocolo. Las medidas se realizaron en el mismo lugar y por el mismo medidor en todos los reconocimientos y siguiendo en todo momento el protocolo antes mencionado ISAK (International Society for Advancement in Kinanthropometry).

Las medidas antropométricas que se observaron fueron las siguientes: talla (m), peso (kg), pliegues cutáneos en mm (bíceps, tríceps, subescapular, abdominal, muslo y pierna), diámetros óseos en cm (fémur, húmero y biestiloideo) y perímetros musculares en cm (brazo relajado, brazo contraído, pierna y muslo



medio). Para el cálculo del porcentaje de grasa se utilizó la fórmula de Withers, Craig, Bourdon, & Norton (1987).

Para la medición de los distintos parámetros, se utilizaron los siguientes instrumentos: una báscula de la marca SECA con una precisión de ± 100 gr.; un tallímetro de la misma marca con una precisión de ± 1 mm; un plicómetro manual

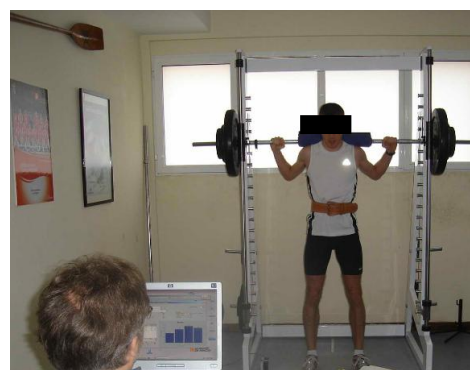
Holtain con una precisión de $\pm 2\text{mm}$; un compás de diámetros óseos Holtain con una precisión de $\pm 1\text{mm}$ y una cinta métrica con una precisión de $\pm 1\text{mm}$.

- Condición física: Realizada por el mismo personal pero bajo la supervisión de los médicos del centro. Para analizar la condición física se realizaron distintas pruebas con diferentes objetivos:

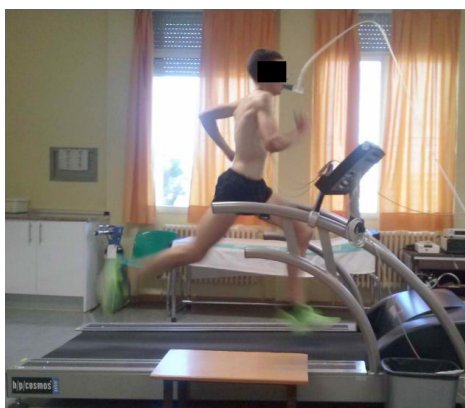
- Se realizó una batería de saltos para evaluar la fuerza explosiva y elástico-explosiva siguiendo el protocolo de Bosco, Luhtanen, & Komi (1983), sobre una plataforma de saltos "MuscleLab 4000e". Para ello se realizaron 3 repeticiones de cada uno de los saltos (Squad Jump, Counter Movement Jump y Abalakov) y se seleccionaba el valor máximo.



- También se realizó un test de semisentadilla utilizando un encoder de la marca MuscleLab 4000e. El protocolo consistía en ir aumentando la carga hasta que la velocidad de ejecución disminuyera por debajo del valor considerado para 1RM. Posteriormente para este estudio, estimamos los valores de fuerza, potencia y velocidad para 70 y 100 kg de carga, utilizando la fórmula de la recta de regresión.



- Por último se realizó una prueba ergonómica maximal sobre un tapiz rodante "h/p/Cosmos Pulsar 3p 5.0" y con un analizador de gases de la marca "BreezeSuite



CPX Ultima", para valorar los factores biológicos que se detallan a continuación: VO^2 Max, la FC Max, la VAM y el nivel de lactatemia en sangre. Los protocolos utilizados fueron seleccionados dependiendo del tipo de esfuerzo desarrollado en la disciplina deportiva del deportista. Así distinguiríamos 2 protocolos distintos: una

prueba de esfuerzo escalonada discontinua incrementando la velocidad en 1km/h cada 3 minutos, con descansos de 1 min para coger lactatos; y la prueba maximal progresiva sin evaluación del lactato en la que se aumentaba la velocidad 1km/h por cada minuto de esfuerzo.

Para la valoración del rendimiento deportivo se seleccionó la mejor marca en la mejor prueba del deportista y se puntuó y evaluó su rendimiento a través de la tabla de puntos IAAF (Spiriev, 2011).

Para el análisis estadístico se utilizó el programa estadístico SPSS Statistics, versión 19 para Windows. Se realizó una prueba T para muestras independientes para ver las posibles diferencias significativas entre las diferentes variables entre hombres y mujeres. Se realizaron correlaciones bivariadas entre las diferentes variables antropométricas (peso, altura, IMC, %grasa, pliegues cutáneos, perímetros y diámetros óseos), de condición física (VO₂max, Velocidad cinta, FCMax, saltos verticales y velocidad potencia y fuerza para 70 y 100kg) y de ambas con la variable de rendimiento (Puntos IAAF); considerando como significativo una $p \leq 0,05$. El análisis de la regresión lineal se hizo en las variables que mostraron correlación con el rendimiento deportivo (VO₂Max y Velocidad cinta).

4-RESULTADOS

Para el análisis de los resultados, se ha optado por dividir el estudio en tres grandes grupos. En el primero se observarán los valores de las diferentes variables de composición corporal y condición física diferenciadas por sexos y las posibles diferencias significativas entre ambas. En el segundo apartado se analizarán las correlaciones bivariadas de las variables del estudio. En el tercer grupo se observarán las rectas de regresión y la tendencia de las variables seleccionadas como de interés.

1- ANÁLISIS DESCRIPTIVO

En las siguientes tablas se muestran los resultados obtenidos en el presente estudio. En las tablas 1 y 2, se observan los valores de composición corporal y condición física diferenciadas por sexos.

TABLA 1. Valores de composición corporal diferenciadas por sexos. (Valores expresados como media \pm desviación estándar).

	MUJERES	HOMBRES
PESO (kg)*	56,7 \pm 5,1	69,7 \pm 5,0
ALTURA (cm)*	166,1 \pm 5,7	177,9 \pm 2,9
IMC (kg/m ²)	20,6 \pm 1,9	22 \pm 1,6
PGRASA (%)*	16,6 \pm 3,5	7,9 \pm 1,3
PLIEGUES (mm)		
TRICEPS*	11,5 \pm 3,5	6,9 \pm 2,1
SUBESCAPULAR	8,3 \pm 1,7	7,5 \pm 1,3
BICEPS*	5,5 \pm 1,2	3,4 \pm 0,6
SUPRAESPINAL	8,4 \pm 3,3	6,2 \pm 1
ABDOMINAL*	13,4 \pm 3,9	9 \pm 2,7
MUSLO*	15,1 \pm 2,7	8,8 \pm 2,3
PIERNA*	9,9 \pm 3,3	6,1 \pm 1,4
PERÍMETROS (cm)		
PBR	26,2 \pm 1,4	27,1 \pm 1
PBC*	26,3 \pm 2,1	30,7 \pm 2,4
PP*	35,3 \pm 2	38,1 \pm 1,5
PMM	54,9 \pm 1,8	51,8 \pm 3,5
DIÁMETROS (cm)		
DFEMUR*	8,8 \pm 0,1	9,6 \pm 0,2
DHHUMERO*	6,2 \pm 0,2	6,9 \pm 0,4
DBIESTILOIDEO	5,1 \pm 0,1	5,5 \pm 0,7

*Diferencias Significativas ($p \leq 0,05$)

IMC (índice de masa corporal), PGRasa (porcentaje de grasa), PBR (brazo relajado), PBC (brazo contraído), PP (perímetro pierna), PMM (muslo medio).

TABLA 2. Valores de condición física diferenciadas por sexos. (Valores expresados como media \pm desviación estándar).

	MUJERES	HOMBRES
PTOS IAAF	929 \pm 85,2	951 \pm 144,5
VO ₂ max (ml/kg/min)	49,9 \pm 2,9	54,6 \pm 8,8
Velocidad (km/h)*	14,2 \pm 0,7	16,4 \pm 1,9
FCMax (l/min)	199 \pm 6,1	194,2 \pm 8,4
SALTOS		
SJ*	32,2 \pm 3,6	41,9 \pm 7
P.SJ*	699,5 \pm 87,2	976 \pm 117,7
CMJ*	39,2 \pm 4,4	49,1 \pm 6,6
P.CMJ*	771,5 \pm 91,6	1057 \pm 113
ABK*	45,2 \pm 4,1	56,9 \pm 6,9
P.ABK*	828,7 \pm 89,8	1139,1 \pm 120,1
%CMJ	17,8 \pm 5,7	14,7 \pm 6,8
%ABK	13,3 \pm 5,2	13,8 \pm 5,5
SEMISENTADILLA		
FUERZA70	781 \pm 34,2	802,1 \pm 41,6
POTENCIA70	537,2 \pm 101,7	638,4 \pm 96,8
VELOCIDAD70	0,7 \pm 0,1	0,8 \pm 0,1
FUERZA100	1097,8 \pm 42,8	1118,7 \pm 43,4
POTENCIA100	705,2 \pm 129,6	824,5 \pm 153,4
VELOCIDAD100	0,5 \pm 0,1	0,7 \pm 0,1

*Diferencias significativas ($p \leq 0,05$)

FCMax (frecuencia cardiaca máxima), SJ (Squad Jump), P.SJ (potencia SJ), CMJ (Counter movement Jump), P.CMJ (Potencia CMJ), ABK (abalakov), P.ABK (Potencia abalakov), %CMJ (porcentaje aportado CMJ), %ABK (porcentaje aportado ABK).

Una vez analizados los datos se observaron diferencias significativas entre hombres y mujeres con una $p \leq 0,05$ en las siguientes variables: Peso, altura, porcentaje de grasa, pliegues cutáneos (tríceps, bíceps, abdominal, muslo y pierna), perímetros (brazo contraído y perímetro pierna), diámetros óseos (fémur y húmero), velocidad en cinta y saltos (SJ, P.SJ, CMJ, P.CMJ, ABK y P.ABK).

2- ANÁLISIS DE LAS CORRELACIONES

El estudio de las correlaciones se ha dividido en 3 apartados. El primero en el que se presenta el estudio de las correlaciones bivariadas de las variables antropométricas recogidas de toda la muestra. El segundo apartado en el que se observan las correlaciones bivariadas de las variables de condición física. El tercero donde se recogen las correlaciones bivariadas entre variables antropométricas y de condición física.

- A) Atendiendo a las variables antropométricas, se pudieron observar una gran cantidad de correlaciones significativas ($p \leq 0,05$). Entre ellas, podríamos destacar las correlaciones positivas muy fuertes (con un valor de r superior a 0,721) entre el peso, la altura, el perímetro del brazo contraído, el perímetro de la pierna, y los diámetros óseos (fémur, húmero y biestiloideo); las correlaciones negativas entre el porcentaje de grasa, el peso y la altura ($r < -0,515$); y las correlaciones entre los perímetros corporales (brazo contraído y pierna) con el peso, la altura, el IMC y los diámetros óseos (fémur, húmero y biestiloideo) con un valor de $r > 0,457$.
- B) En cuanto a las variables de condición física, las correlaciones significativas observadas fueron escasas, pero cabría destacar la correlación positiva entre el VO2Max y la Velocidad Máxima desarrollada en la cinta ($r = 0,839$). Asimismo, se podría destacar otras correlaciones interesantes como la existente entre la Velocidad en cinta y la Fuerza desarrollada en el test de semisentadilla con 70 kg ($r = 0,726$); la correlación positiva entre las variables de saltos (SJ, P.SJ, CMJ, P.CMJ, ABK y P.ABK) con un valor de $r > 0,761$; y la correlación negativa entre %CMJ y las variables de salto SJ y P.SJ ($r < -0,456$).
- C) A continuación se presentan las correlaciones bivariadas existentes entre las variables antropométricas y las de condición física y de rendimiento (Tabla 3). Para facilitar su exposición se presenta la tabla que contiene las correlaciones con significación estadística y de interés para la discusión.

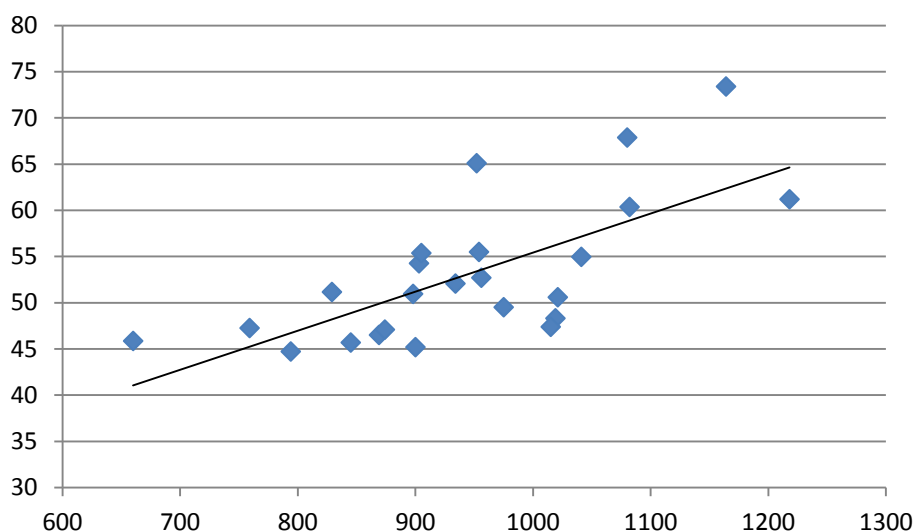
Tabla 3. Correlaciones entre antropometría, condición física y rendimiento.

	VALOR DE CORRELACIÓN	VALOR DE P
VO2MAX	0,698	0,000
VELOCIDAD CINTA	0,567	0,004

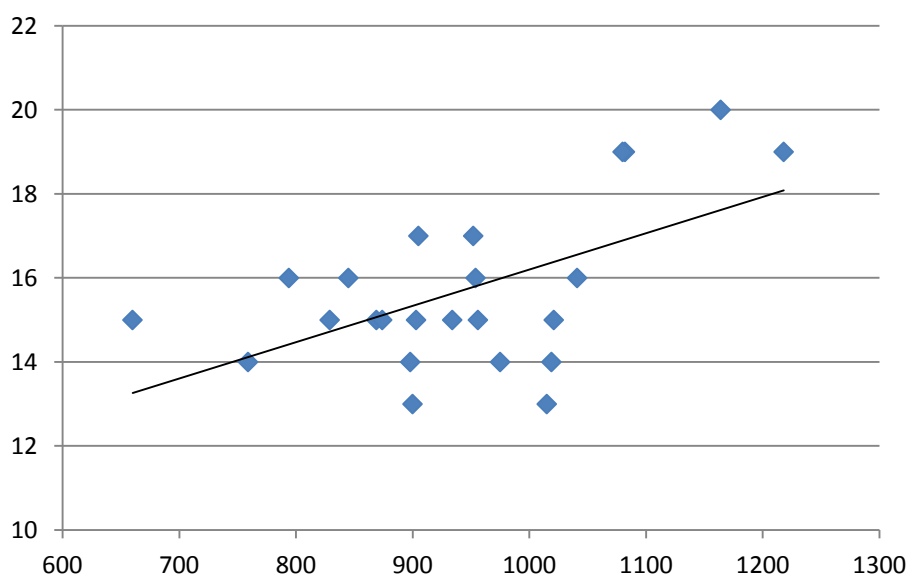
3- RECTAS DE REGRESIÓN

En este apartado se va a observar las rectas de tendencia de los diagramas de dispersión comparando la variable de rendimiento (PUNTOS IAAF) con las variables con las que ha mostrado correlación.

- **Figura 1. Regresión lineal VO2Max (ml/kg/min) y Puntos IAAF.**



- **Figura 2. Regresión lineal Velocidad Cinta (Km/H) y Puntos IAAF.**



En las Figura 1 y 2 se puede observar como los datos se aproximan en su mayoría a la recta de tendencia de las variables que presentaban correlación con la variable de rendimiento (Puntos IAAF).

5-DISCUSIÓN

Resultados de composición corporal y condición física.

El atletismo es un deporte que se compone de una gran cantidad de disciplinas diferentes que requieren de distintas capacidades y complexiones físicas. De acuerdo con Wilmore & Costill (1999), está bien documentado que la composición corporal varía de un deporte a otro; lo que explica las grandes diferencias en la composición corporal entre atletas de distintos sectores. Así en líneas generales podríamos definir la complexión de los atletas atendiendo a O'Connor, Olds, & Maughan (2007), que destacan en los velocistas su bajo componente graso y alto componente magro; el bajo porcentaje de grasa y estatura en los corredores de fondo; y la mayor cantidad de masa corporal en los lanzadores.

Dado que en nuestra investigación no eran objeto de estudio las diferencias entre las distintas disciplinas, los datos obtenidos se analizaron de forma global mediante el uso de medias y diferenciando entre sexos. Comparando los resultados con los obtenidos por Hirsch, Smith-Ryan, Trexler, & Roelofs (2016) en atletas de 19,2 años de edad ($\pm 1,4$), podemos observar valores algo menores en el peso (78.4 ± 11.6 en hombres y 67.0 ± 14.2 en mujeres) y en la altura (180.3 ± 7.4 en hombres y 168.5 ± 6.2 en mujeres) de nuestros atletas, pero justificable por la diferencia de edad entre las dos muestras. Por el contrario, atendiendo a los datos recogidos por Huovinen et al. (2015) en atletas de 20 a 35 años, podemos observar un porcentaje medio de grasa ($8,5 \pm 2,4$) mayor que en nuestros atletas ($7,96 \pm 1,29$). Esta diferencia tan representativa está relacionada de nuevo con la diferencia de edad de ambas muestras ya que de acuerdo con Pearson et al. (2006), el porcentaje de grasa disminuye en la adolescencia influenciado por el crecimiento, pero luego mantiene un incremento estable hasta la edad adulta.

Atendiendo a los valores de condición física, podemos observar valores muy similares en cuanto a VO2Max a los recogidos en jóvenes atletas universitarios por Gutin, Torrey, Welles, & Vytvytsky (1975).

Relación entre variables antropométricas y de condición física

Los datos obtenidos en este estudio muestran una clara y estrecha relación entre la mayoría de las variables antropométricas, algo totalmente predecible dada la influencia que tienen una sobre otra y observable en la mayoría de los estudios revisados (Adhikari, Pervin, Rummy Nazrul, & Ali, 2014; Gabbett & Georgieff, 2007; Mooses et al., 2013). Así en este caso, los resultados nos mostrarían una correlación positiva entre la mayoría de las variables estudiadas: el peso, la altura, el IMC, el perímetro del brazo contraído, el perímetro pierna, el diámetro del fémur, el diámetro del húmero y el diámetro del biestiloideo. Por el contrario nos encontraríamos con correlaciones negativas entre el porcentaje de grasa corporal, el peso y la altura.

Resulta lógico pensar que un mayor peso corporal puede estar relacionado con una mayor altura y como consecuencia de un mayor IMC, una mayor masa muscular (lo que se traduciría en unos mayores perímetros corporales), un mayor peso óseo y por ende, mayores diámetros óseos. Por el contrario, la correlación negativa entre porcentaje de grasa y peso y altura resulta cuanto menos interesante. Este dato puede significar que sujeto con un peso o altura elevados no tiene por qué tener un porcentaje de grasa elevado. En nuestro caso podría servir para hacer distinción entre las distintas modalidades del Atletismo. Así dentro de la muestra podríamos encontrarnos tanto sujetos bajos y poco pesados con un porcentaje de grasa bajo (fondistas); como sujetos altos y peso elevado, pero con un porcentaje de grasa bajo (velocistas y algunos lanzadores).

En cuanto a los datos obtenidos de las variables de condición física, cabe resaltar la correlación positiva entre VO₂Max y la Velocidad Máxima desarrollada en la cinta. Esta correlación ha sido observada ya en anteriores estudios como el desarrollado por Mooses et al. (2013). Un VO₂Max alto significaría una capacidad aeróbica mayor, una velocidad aeróbica máxima (VAM) mayor y por tanto una mayor capacidad para soportar esfuerzos aeróbicos a mayor intensidad. Esto vendría a justificar la correlación obtenida entre VO₂Max y VM recogida en los resultados de nuestro estudio.

Otras correlaciones que han resultado significativas serían entre VC y la Fuerza obtenida en el test de semisentadilla con 70 kg; y la existente entre los diferentes saltos de la batería de saltos y los diferentes valores de potencia y velocidad del test de semisentadilla con 70 kg.

Relación de variables con la variable de rendimiento (Puntos IAAF).

Los resultados obtenidos en este aspecto vienen a corroborar los conseguidos por otros estudios anteriores como el de Mooses et al. (2013), donde ya se observó la relación entre rendimiento deportivo, VO₂Max y Velocidad máxima en cinta en corredores de larga y media distancia; o la observación de Barbany (2015) quien define el consumo máximo de oxígeno como un parámetro importante en la valoración funcional del deportista para el pronóstico del éxito deportivo, la orientación deportiva y la programación y seguimiento del entrenamiento.

En el caso de este estudio, se observó una correlación positiva con una significación de $p \leq 0,05$ entre el rendimiento deportivo (puntos IAAF) y el VO₂Max y la Velocidad máxima desarrollada en la cinta, que indicarían la influencia que pudieran tener estas dos variables a la edad de 17 años en un rendimiento deportivo futuro. Como hemos dicho anteriormente, el consumo de oxígeno máximo ha sido definido como un parámetro fundamental y claramente relacionado con el rendimiento deportivo por numerosos estudios (Barbany, 2015; Gutin et al., 1975; Legaz Arrese, 2012; Mooses et al., 2013; Willmore & Costill, 1999). Asimismo podríamos decir que un VO₂Max elevado estaría relacionado con una mayor VAM y por tanto, con la capacidad para desarrollar una Velocidad en cinta mayor (VM).

Dada la multidisciplinariedad de la muestra, no se obtuvieron resultados concluyentes sobre ninguna variable antropométrica relacionada con el rendimiento.

Rectas de regresión entre VO₂Max, VM y Puntos IAAF.

En el análisis de las rectas de regresión pudimos observar como la mayoría de los datos mostraban un comportamiento lineal, ya que la mayoría de los datos se encontraban muy agrupados a la línea de tendencia. Fijándonos en ambas variables, podríamos afirmar con seguridad que a medida que se incrementa el valor de una y de otra, el rendimiento deportivo (Puntos IAAF) se iría incrementando progresivamente. Así con los datos de la muestra nos podríamos encontrar sujetos con un bajo VO₂Max o VM con un rendimiento considerablemente inferior al de los sujetos con un VO₂Max y VM superiores. Esta relación viene a justificar la correlación significativa obtenida en los resultados de pruebas anteriores (correlaciones bivariadas) y a corroborar los resultados de otros estudios como el de Mooses et al. (2013) mencionado anteriormente.

6-CONCLUSIONES

La conclusión principal de este estudio es que las variables de condición física VO2Max y Velocidad Máxima en cinta (VM) a la edad de 17 años, parecen estar relacionadas con un mejor rendimiento deportivo futuro en deportistas practicantes de atletismo sin importar la disciplina, por lo que podrían ser utilizadas para predecir el futuro rendimiento deportivo de jóvenes atletas.

Los resultados no mostraron ninguna correlación significativa entre las variables antropométricas a los 17 años y el rendimiento deportivo, por lo que podríamos decir que la composición corporal no puede constituir una variable para predecir el futuro rendimiento deportivo en atletas de pista.

7-CONCLUSIONS

The main conclusion of this study is that the physical fitness variables VO2Max and Maximum Velocity on Tape (MV) at the age of 17 years seem to be related to a better future sport performance in athletes practicing athletics regardless of discipline, which could be used to predict the future athletic performance of young athletes.

The results did not show any significant correlation between anthropometric variables at 17 years and sports performance, so we could say that body composition can not constitute a variable to predict performance in Track & Field athletes.

8-LIMITACIONES

Finalmente se considera necesario exponer una serie de factores que han limitado el desarrollo de la propuesta.

- 1- Tamaño de la muestra: La muestra utilizada en este estudio fue de 24 sujetos entre hombres y mujeres, que pasaron por el centro médico deportivo. Además, las claras diferencias de unas disciplinas a otras hacían que las pruebas, protocolos y objetivos de los reconocimientos realizados variaran de un sujeto a otro. Así a los corredores de fondo se les hacía una prueba de esfuerzo discontinua con medición de lactatos y no se les hacía el test de semisentadilla. Por el contrario a los corredores de distancias cortas, se les hacía un protocolo máximo continuo, sin medición de lactato. Estos hechos reducían considerablemente el volumen de datos y la significación de los resultados.
- 2- Diferenciación por sexos: Como no era objeto de estudio la observación de las diferencias entre sexos, sino la relación de las diferentes variables con el rendimiento deportivo evaluado mediante una herramienta neutral (Tabla Puntos IAAF), no se vio necesaria la diferenciación por sexos pero sí que es importante tenerlo en cuenta a la hora de describir los resultados.
- 3- Diferenciación por especialidades: Dado el reducido tamaño de la muestra, la dificultad para encontrar mayor número de participantes y que como hemos dicho antes, tampoco era objeto de estudio la observación de diferencias entre variables y especialidades; se decidió comparar las variables de estudio con el rendimiento deportivo mediante la herramienta citada anteriormente.
- 4- Madurez biológica a los 17 años: A pesar de haber seleccionado los datos de los sujetos a los 17 años ya que de acuerdo con los estadios de madurez de Tanner (1975), es posible que de uno a otro sujeto hubiera ciertas diferencias.

9-AGRADECIMIENTOS

Me gustaría expresar mi más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización del presente trabajo, con el que culmino cuatro años de formación constante como profesional de la actividad física y el deporte.

Al Dr. D. Alejandro González de Agüero, director de este trabajo, por la orientación, el seguimiento y la supervisión continua del mismo.

A D. Juan José Lacleta Almolda, D. José María Echavarrri Gremaud, D. José Ramón Gago Galindo, D. Fermín Layús Pontaque y Dña. Julia Quílez Sáez, personal del Centro de Medicina del Deporte de Aragón (CMD), por toda la ayuda, interés y disponibilidad prestadas para la realización de este trabajo.

A toda la comunidad del atletismo en Aragón, por mostrar tanto interés y colaborar de forma desinteresada cediéndome todos sus datos personales necesarios para la realización de este trabajo.

A la Universidad de Zaragoza y a la Facultad de Ciencias de la Salud y el Deporte y sus profesores, por estos años de formación.

A todos mis compañeros, que sin duda sin ellos, estos años no hubieran sido lo mismo.

A mi familia, por darme la oportunidad de realizar estos estudios y tener su apoyo en todo momento.

10- BIBLIOGRAFÍA

- Adhikari, A., Pervin, N., Romy Nazrul, I., & Ali, K. (2014). Anthropometric Characteristics in Athletic Performance from the PERSpective of Bangladeshi National Level Athletes' Performance and Body Type. *American Journal of Sports Science and Medicine*, 2, 123-127.
- Andersen, J. L., Schjerling, P., & Saltin, B. (2000). Muscle, genes and athletic performance. *Sci Am*, 283(3), 48-55.
- Barbany, J. R. (2015). *Fisiología del ejercicio físico y del entrenamiento*. (2 ed. Vol. 2). Barcelona: Paidotribo.
- Bosco, C., Luhtanen, P., & Komi, P. V. (1983). A simple method for measurement of mechanical power in jumping. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 50(2), 273-282.
- Davids, K., & Baker, J. (2007). Genes, environment and sport performance: why the nature-nurture dualism is no longer relevant. *Sports Med*, 37(11), 961-980.
- Gabbett, T., & Georgieff, B. (2007). Physiological and anthropometric characteristics of Australian junior national, state, and novice volleyball players. *J Strength Cond Res*, 21(3), 902-908. doi:10.1519/r-20616.1
- Gonzalez-Freire, M., Santiago, C., Verde, Z., Lao, J. I., Oiiivan, J., Gomez-Gallego, F., & Lucia, A. (2009). Unique among unique. Is it genetically determined? *Br J Sports Med*, 43(4), 307-309. doi:10.1136/bjism.2008.049809
- Gutin, B., Torrey, K., Welles, R., & Vytvytsky, M. (1975). Physiological parameters related to running performance in college trackmen. *J Hum Ergol (Tokyo)*, 4(1), 27-34.
- Hirsch, K. R., Smith-Ryan, A. E., Trexler, E. T., & Roelofs, E. J. (2016). Body Composition and Muscle Characteristics of Division I Track and Field Athletes. *J Strength Cond Res*, 30(5), 1231-1238. doi:10.1519/jsc.0000000000001203
- Huovinen, H. T., Hulmi, J. J., Isolehto, J., Kyrolainen, H., Puurtinen, R., Karila, T., . . . Mero, A. A. (2015). Body composition and power performance improved after weight reduction in male athletes without hampering hormonal balance. *J Strength Cond Res*, 29(1), 29-36. doi:10.1519/jsc.0000000000000619
- Legaz Arrese, A. (2012). *Manual de entrenamiento deportivo* (Vol. 1). Les Guixeres: Paidotribo.
- MacArthur, D. G., & North, K. N. (2007). ACTN3: A genetic influence on muscle function and athletic performance. *Exerc Sport Sci Rev*, 35(1), 30-34. doi:10.1097/JES.0b013e31802d8874
- Malina, R. M., Eisenmann, J. C., Cumming, S. P., Ribeiro, B., & Aroso, J. (2004). Maturity-associated variation in the growth and functional capacities of youth football (soccer) players 13-15 years. *Eur J Appl Physiol*, 91(5-6), 555-562. doi:10.1007/s00421-003-0995-z
- Medeiros, R. M., Alves, E. S., Lemos, V. A., Schwingel, P. A., da Silva, A., Vital, R., . . . de Mello, M. T. (2016). Assessment of Body Composition and Sport Performance of Brazilian Paralympic Swim Team Athletes. *J Sport Rehabil*, 25(4), 364-370. doi:10.1123/jsr.2015-0036
- Mooses, M., Jurimae, J., Maestu, J., Mooses, K., Purge, P., & Jurimae, T. (2013). Running economy and body composition between competitive and recreational level distance runners. *Acta Physiol Hung*, 100(3), 340-346. doi:10.1556/APhysiol.100.2013.3.10
- O'Connor, H., Olds, T., & Maughan, R. J. (2007). Physique and performance for track and field events. *J Sports Sci*, 25 Suppl 1, S49-60. doi:10.1080/02640410701607296
- Pearson, D. T., Naughton, G. A., & Torode, M. (2006). Predictability of physiological testing and the role of maturation in talent identification for adolescent team sports. *J Sci Med Sport*, 9(4), 277-287. doi:10.1016/j.jsams.2006.05.020

- Saenz Lopez, P., Ibanez, S. J., Gimenez, J., Sierra, A., & Sanchez, M. (2005). Multifactor characteristics in the process of development of the male expert basketball player in Spain. *Int J Sport Psychol*, 36(2), 151-171.
- Spiriev, B. (2011). *IAAF SCORING TABLES OF ATHLETICS / IAAF TABLES DE COTATION D'ATHLETISME*. Monaco: Multiprint.
- Tanner, J. M. (1975). The measurement of maturity. *Trans Eur Orthod Soc*, 45-60.
- Wilmore, J. H., & Costill, D. L. (1999). *Fisiología del esfuerzo y del deporte*. Barcelona: Paidotribo.
- Withers, R. T., Craig, N. P., Bourdon, P. C., & Norton, K. I. (1987). Relative body fat and anthropometric prediction of body density of male athletes. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*, 56(2), 191-200.

ANEXO 1

AUTORIZACIÓN PARA USO DE DATOS CINEANTROPOMÉTRICOS

Dado que el derecho a la privacidad y el uso de datos personales está regulado por la Ley Orgánica 15/1999, de 13 de diciembre, sobre la protección de Datos de Carácter Personal; se solicita su consentimiento para poder hacer uso de sus datos obtenidos por el Centro de Medicina del Deporte de Aragón, con fines exclusivamente de investigación.

D./Dña _____ con DNI n°

Autorizo

NO autorizo

Al alumno de la Facultad de Salud y Deporte Borja Casanova Goded para que registre y utilice los mismo, en el marco de un trabajo de Investigación de la Universidad de Zaragoza, para uso académico.

En _____ a _____ de _____ de 2017

FIRMADO:

(Participante)

D./Dña. _____

ANEXO 2



CENTRO DE MEDICINA DEL DEPORTE
GOBIERNO DE ARAGON
PD Ebro, Cº Almozara sn 50011 Zaragoza
Teléfono: 976 791000 Fax: 976 791001 email: cmd@aragon.es

Nombre: BORJA CASANOVA GODED
Deporte: Atletismo (velocidad, vallas)

Fecha: 28/10/2011
Edad: 19 años

INFORME MÉDICO-DEPORTIVO

HISTORIA MÉDICO DEPORTIVA

Desde su última Entrevista Médico Deportiva apreciamos:

ANTECEDENTES MÉDICOS GENERALES:

Alergia estacional al polen, tratada con antihistamínicos por vía oral

ANTECEDENTES DEPORTIVOS:

2009 Campeón de España en 4 X100 (juvenil)
2009 6ª España en 60 m
60m: 7" 24
100m: 11" 14

EXAMEN MÉDICO-DEPORTIVO

Exploración Cardiovascular.-

- Auscultación Cardíaca: No se aprecian anomalías a reseñar.
- Tensión Arterial: 120 / 70 mmHg en decúbito
110 / 60 mmHg en ortostatismo

Labilidad tensional

- ECG de Reposo:

Ritmo sinusal Frecuencia: 41 puls/min Eje QRS F: 77º Intervalo PR: 16 ms Intervalo QTc: 38,8ms
ECG normal. Bloqueo incompleto de rama derecha rSr' en V1-V2, T (-) en V2, similar a anteriores reconocimientos

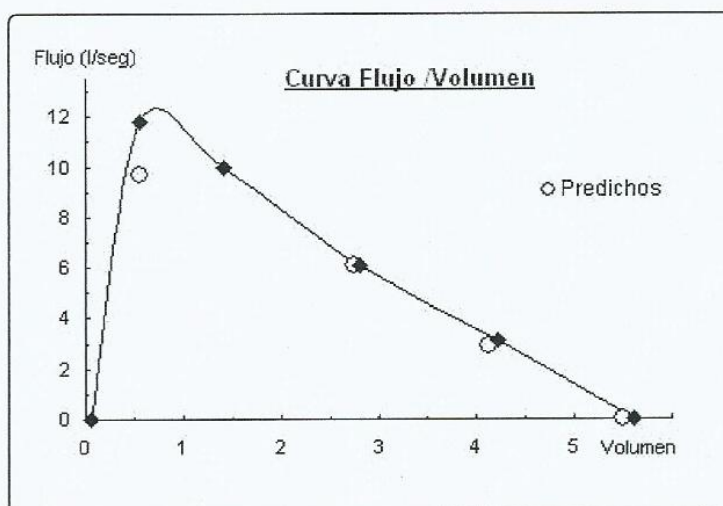
Exploración respiratoria.-

- Auscultación: No se aprecian anomalías a reseñar

- Espirometría:

	Predichos	%
FVC	5,61	101,86
FEV_1	5,24	113,42
PEF	11,78	121,76
FEF_25	3,11	107,11
FEF_50	6,08	100,56
FEF_75	9,94	
FEF_25-75	5,87	113,21
FEV_1 %	93,40	

Curva y datos dentro de lo normal.



Exploración General.- No se aprecian anomalías a reseñar

ANEXO 2



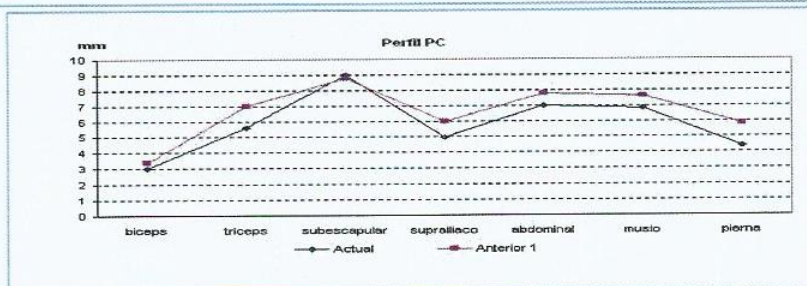
CENTRO DE MEDICINA DEL DEPORTE
GOBIERNO DE ARAGON
PD Ebro. Cº Almozara sn 50011 Zaragoza
Teléfono: 976 791000 Fax: 976 791001 email: cmd@aragon.es

Nombre: BORJA CASANOVA GODED
Deporte: Atletismo (velocidad, vallas)

Fecha: 28/10/2011
Edad: 19 años

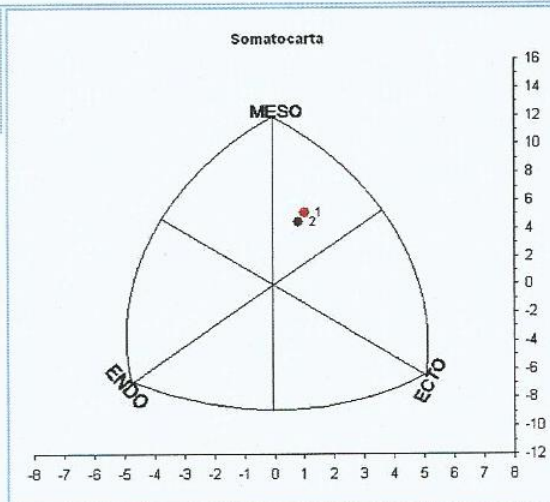
INFORME CINEANTROPOMETRICO

MEDICION	ACTUAL	07/01/11	PLIEGUES	ACTUAL	07/01/11	COMPOSICIÓN CORPORAL		
Estatura (cm)	180,4	180,4	Suma 7 P.C. (mm)	40,8	46,4	Peso grasa kg.	5,44	6,15
Peso (kg)	74,7	74,9	Withers*	7,28	8,23	PMC kg.	69,26	68,55
I.Masa C. (kg/m ²)	23,0	23,0	% Grasa Yuhasz	7,31	7,81	P Muscular (Lee) kg.	34,62	33,64
Area Corporal (m ²)	1,9	1,9	Sloan	7,79	8,10	%	46,34	44,91
						P Oseo (Rocha) kg.	12,92	13,07
						%	17,30	17,45



A.TRANSVERSALES	Total	Muscular	Grasa	IAG%
	actual	actual	actual	actual
	07/01/11	07/01/11	07/01/11	07/01/11
Muslo	240,72	222,38	18,34	7,62%
Pierna	110,72	102,66	8,05	7,27%
Brazo	71,14	63,02	8,13	11,42%
	230,33	210,34	19,99	8,68%
	107,77	97,36	10,4078	9,66%
	71,62	61,50	10,12	14,12%

SOMATOTIPO	En	Me	Ec
ACTUAL (1)	1,74-	4,81 -	2,78
07/01/11 (2)	1,99-	4,61 -	2,79



Valoración

Mantiene un peso similar pero ha perdido peso de grasa y por lo tanto % de grasa, habiendo ganado peso muscular, su composición corporal sigue siendo correcta para su especialidad deportiva

ANEXO 2



CENTRO DE MEDICINA DEL DEPORTE
GOBIERNO DE ARAGON
PD Ebro. Cº Almozara sn 50011 Zaragoza
Teléfono: 976 791000 Fax: 976 791001 email: cmd@aragon.es

Nombre: BORJA CASANOVA GODED
Deporte: Atletismo (velocidad, vallas)

Fecha: 28/10/2011
Edad: 19

INFORME DE VALORACIÓN FUNCIONAL AERÓBICA

DATOS DEL TEST:

Protocolo:

Prueba de esfuerzo máxima realizada en cinta rodante con protocolo continuo, duración de las cargas de 1 minuto.

OBSERVACIONES:

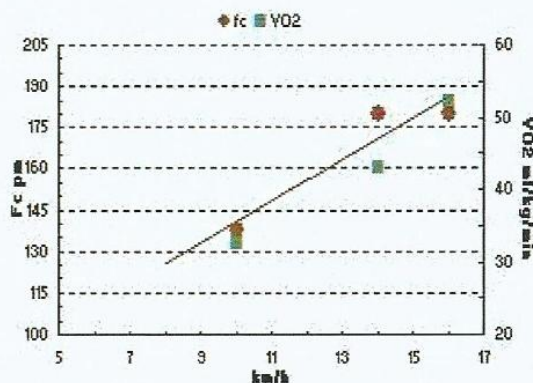
No se aprecian signos o síntomas anormales en el esfuerzo.

RESULTADOS:

	VALORES MAXIMOS	UMBRAL ANAERÓBICO			
		VT1		VT2	
CONSUMO DE OXIGENO			% max		% max
l/min	3,91	2,43	62,15	3,21	82,1
ml/kg/min	52,34	32,53		42,97	
ml/PMCKg/min	56,42	35,06		46,32	
VELOCIDAD DEL TEST Km/h	16	10	62,5	14	87,5
%inclinacion	3				
FRECUENCIA CARDIACA pulsaciones	180	138	62,5	180	87,5

PESO: 74,7 kg

PESO MAGRO: 69,3 kg



VALORACIÓN Y RECOMENDACIONES:

Mantiene un buen perfil aeróbico

Intensidades de entrenamiento:

Intensidades	Pulsaciones Mínimas	Pulsaciones Máximas
Aeróbico Extensivo	128	138
Aeróbico Mixto	138	175
Aeróbico Intensivo	175	180

ANEXO 2



CENTRO DE MEDICINA DEL DEPORTE
GOBIERNO DE ARAGON
PD Ebro. Cº Almozara sn 50011 Zaragoza
Teléfono: 976 791000 Fax: 976 791001 email: cmd@aragon.es

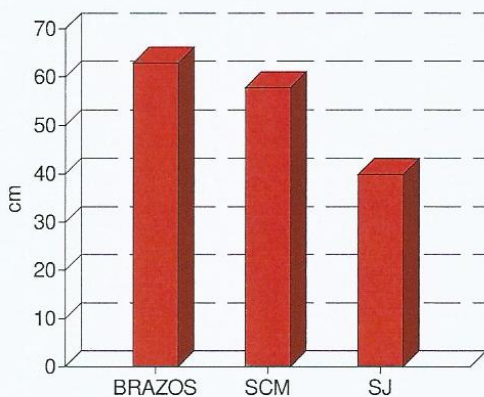
Nombre: BORJA CASANOVA GODED
Deporte: Atletismo (velocidad, vallas)
Peso: 74,7 kg Sexo: M

Fecha: 28/10/2011
Edad: 19 años

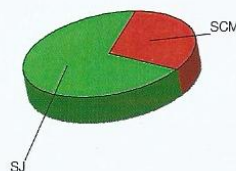
SALTO A 90º (SJ)			
Altura del salto:	39,9 cm	Tiempo de vuelo (msg):	570
P. Desarrollada (W):	1025 vatios	13,7 W/Kg	
SALTO CON CONTRAMOVIMIENTO (SCM)			
Altura del salto:	57,8 cm	Tiempo de vuelo(msg):	687
P. Desarrollada (W):	1233 vatios	16,5 W/Kg	
% aportado:	31		
SALTO CON AYUDA DE BRAZOS (ABALAKOV)			
Altura del salto:	62,9 cm	Tiempo de vuelo (msg):	716
P. Desarrollada (W):	1287 vatios	17,2 W/Kg	
% aportado:	8,1		

VALORACIÓN

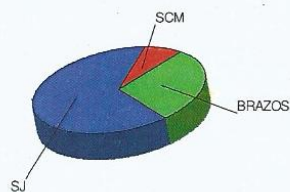
La fuerza explosiva manifestada en el salto es: Baja
La aportación en fuerza elástica es: Muy buena
La eficiencia de brazos es: Baja



COMPOSICIÓN SCM



COMPOSICIÓN SALTO



OBSERVACIONES

Ha mejorado el perfil de fuerza en salto, pero debe seguir trabajando en la fuerza explosiva

ANEXO 2

